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 - https://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

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

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

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

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**
Auteur(s) secondaire(s)	**Chevalier, Michel (1806-1879)**
Titre	**Exposition universelle de 1867 à Paris. Rapports du jury international**
Adresse	**Paris : Imprimerie administrative de Paul Dupont, 1868.**
Collation	**13 vol. ; in-8**
Nombre de volumes	**13**
Cote	**CNAM-BIB 8 Xae 149**
Sujet(s)	**Produits industriels** **Exposition universelle (1867 ; Paris)** **Industrie**
Notice complète	https://www.sudoc.fr/017289084
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE149
LISTE DES VOLUMES	
	Tome premier : Introduction par M. Michel Chevalier. - Groupe I.Peinture, dessins, sculpture, architecture, gravure et lithographie - Classes 1 à 5. Rapport du jury spécial (nouvel ordre de récompenses)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Tome deuxième : Groupe II. Matériel et applications des arts libéraux - Classes 6 à 13
	Tome troisième : Groupe III. Meubles et autres objets destinés à l'habitation - Classes 14 à 26
	Tome quatrième : Groupe IV. Vêtements (tissus compris) et autres objets portés par la personne - Classes 27 à 39
	Tome cinquième : Groupe V. Produits bruts et ouvrés des industries extractives - Classe 40
	Tome sixième : Groupe V. Produits bruts et ouvrés des industries extractives - Classes 41 à 43
	Tome septième : Groupe V. Produits bruts et ouvrés des industries extractives - Classes 44 à 46
	Tome huitième : Groupe VI. Instruments et procédés des arts usuels - Classes 47 à 52
	Tome neuvième : Groupe VI. Instruments et procédés des arts usuels - Classes 53 à 64 (sic) [63]
	Tome dixième : Groupe VI. Instruments et procédés des arts usuels - Classes 65 [64] et 66
	Tome onzième : Groupe VII. Aliments (frais ou conservés) a divers degrés de préparation - Classes 67 à 73
	Tome douzième : Groupes VIII et IX. Produits vivants et spécimens d'établissements de l'agriculture. Produits vivants et spécimens d'établissements d'horticulture - Classes 74 à 88
	Tome treizième : Groupe X. Objets spécialement exposés en vue d'améliorer la condition physique et morale de la population - Classes 89 à 95

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Exposition universelle. 1867. Paris
Auteur(s) secondaire(s) volume	Chevalier, Michel (1806-1879)
Titre	Exposition universelle de 1867 à Paris. Rapports du jury international
Volume	Tome deuxième : Groupe II. Matériel et applications des arts libéraux - Classes 6 à 13
Adresse	Paris : Imprimerie administrative de Paul Dupont, 1868
Collation	1 vol. ([2]-670 p.) ; in-8
Nombre de vues	674
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 149 (2)
Sujet(s)	Exposition universelle (1867 ; Paris) Industrie Produits industriels
Thématique(s)	Expositions universelles
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	14/09/2005
Date de génération du PDF	02/02/2026
Notice complète	https://www.sudoc.fr/017289084
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE149.2

8° 200

RAPPORTS

DU

JURY INTERNATIONAL

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

A PARIS

8° Xae 149, 2

RAPPORTS

DU

JURY INTERNATIONAL

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

M. MICHEL CHEVALIER

Membre de la Commission Impériale

TOME DEUXIÈME

GROUPE II. — CLASSES 6 A 13.

PARIS

IMPRIMERIE ADMINISTRATIVE DE PAUL DUPONT

45, RUE DE GRENELLE-SAINT-HONORÉ, 45

1868

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GROUPE II

MATÉRIEL ET APPLICATION DES ARTS LIBÉRAUX

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 6

PRODUITS D'IMPRIMERIE ET DE LIBRAIRIE

PAR M. PAUL BOITEAU

Ancien élève de l'École normale, publiciste, membre de la Société d'Économie politique.

Les produits qui, dans la classe 6, ont été soumis à l'examen du Jury, sont : 1° des spécimens de typographie, y compris les matrices, les caractères et le matériel mobile de l'imprimerie; 2° des épreuves autographiques, lithographiques et chromolithographiques; 3° des gravures ou des impressions de gravures en creux ou en relief; 4° des livres et des éditions de tous les genres d'imprimés.

Les machines, les papiers, les encres, les couleurs, que la typographie, la lithographie et la gravure emploient, ont été examinés par le Jury des classes 59 et 7.

Après avoir rendu compte des produits exposés, et parlé même, quand il y avait lieu, des parties de l'industrie typographique qui n'ont pas figuré à l'Exposition, nous entrerons dans quelques détails sur la situation de l'imprimerie et de la librairie en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE I.

FONTE, CLICHAGE ET MATÉRIEL DE L'IMPRESSION.

§ 1. — Gravure et fonte des caractères.

Il est assez fréquent d'entendre dire que le plus beau caractère d'imprimerie est celui dont se servent les Anglais, et que les Allemands, en le leur empruntant plutôt que de prendre le nôtre, portent témoignage en leur faveur. Mais, d'abord, il n'est pas tout à fait exact de dire que les Allemands ne se servent que du caractère anglais, et nos fondeurs se plaignent même de voir leurs types contrefaits sans aucun déguisement de l'autre côté du Rhin; ils s'en plaignent jusqu'à demander que les traités de commerce les protégent, et rien, en outre, n'autorise à déclarer que les types de l'Angleterre, qui sont solidement assis, très-réguliers et bien lisibles, soient les plus beaux qu'on ait dessinés, gravés et fondus.

Nous avons dans nos impressions françaises des modèles encore plus parfaits, d'une fermeté presque égale et d'une élégance supérieure. Ceux de Firmin Didot, si goûtés il y a cinquante ans, et que l'Imprimerie impériale a employés en les retouchant, ceux qui en sont dérivés et qu'elle emploie encore, ne peuvent être tout à coup considérés comme au-dessous de la réputation qu'ils ont eue.

Ce qui est vrai, c'est que depuis 1830, grâce peut-être aux caprices du romantisme, les éditeurs et les auteurs ont demandé aux imprimeurs et aux fondeurs de varier leurs lettres, et qu'on a été inondé de tous les genres et de toutes les « sortes » qu'il a plu aux uns et aux autres d'inventer, de telle façon que, aujourd'hui encore, le goût hésite. Il y a plus; si, comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autrefois, le métier d'imprimeur ne s'était pas divisé en quatre ou cinq métiers différents, si chacun faisait son encre (ce qui n'est pas nécessaire, sauf pour les beaux tirages de planches), si chacun gravait et fondait ses types, les fondeurs n'existeraient pas et n'auraient nul intérêt à faire changer de temps en temps la mode pour avoir plus d'ouvrage. Le caractère d'usage serait le même partout, comme en Angleterre, ou du moins ne présenterait que peu de différences dans les diverses imprimeries.

Notre richesse prétendue, qui gonfle le volume de l'album où nos fondeurs étalent leurs spécimens, n'est donc pas un avantage, et cette abondance ne l'emporte pas sur la stérilité. Tout à l'heure, nous verrons que l'Imprimerie impériale elle-même semble vouloir modifier ses types, sans peut-être savoir comment. Ce serait fâcheux, car il faut qu'elle maintienne, elle du moins, les traditions de la bonne imprimerie, et il ne lui est pas difficile, avec les types qu'elle possède, de continuer à faire de très-belles pages.

Le progrès dans l'art du graveur et du fondeur, c'est d'arriver au plus haut degré de précision de la gravure ; pour que la mise en train des impressions devienne de plus en plus facile, c'est de chercher la composition métallique la plus résistante, sans sécheresse, sans aigreur ; c'est aussi d'atteindre les limites extrêmes du bon marché, sans que la solidité des types en soit atteinte.

Dans l'état présent des choses, nous avons encore des assortiments convenables chez nos fondeurs : que nos imprimeurs sachent les choisir et que les graveurs s'appliquent à rectifier tout ce qui, dans le dessin de nos types, nuit à la plénitude et à la perfection de l'alignement.

Le goût archaïque des lettres elzéviriennes et des lettres du XVI^e^ siècle a pu paraître à quelques-uns un moyen d'améliorer peu à peu l'imprimerie. Cette prétention nous paraît résulter d'une faute de jugement. On ne fera pas reculer la typographie : ce n'est point possible, et ce ne serait à désirer que si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous n'avions pas eu des livres comme l'*Horace*, le *Virgile*, le *Racine*, le *Camoëns* de Pierre et de Firmin Didot.

La copie des beaux modèles du passé n'est pas une preuve de mauvais goût en elle-même, quand l'époque présente n'a pas de style à elle; et c'est ainsi que dans l'architecture et l'orfévrerie nous ne vivons plus que d'imitations; mais il ne faut pas se faire un système d'imiter des temps lointains, et il est mieux de suivre la chaîne des traditions et de continuer d'âge en âge l'œuvre du génie national. Or, il doit y avoir quelque chose, bien peu de chose, mais quelque chose enfin, qui, dans les caractères d'impression comme dans les autres créations françaises, porte le cachet du peuple que nous sommes et du temps même où nous vivons.

La solidité des caractères anglais permet aux libraires anglais de faire des livres qui ont un aspect, et d'imprimer des journaux lisibles ; mais la qualité de leur papier y est pour beaucoup, et ni le papier, en somme, ni le caractère ne les aident à sortir d'une certaine moyenne. Dès qu'il y a œuvre d'art à faire, la main n'y est plus. On serait moins empêché en Allemagne, où cependant les types ne sont pas toujours si bien choisis qu'on le suppose chez nous.

Si on veut absolument trouver quelle est la différence du caractère français aux caractères de l'Angleterre et de l'Allemagne, on finira par voir que nous avons en général des lettres moins larges que les Anglais et moins hautes que les Allemands. Nos lignes, dans les beaux ouvrages, ont un air moins lourd ou moins noir, et ce n'est pas un mal. Soyons donc moins amoureux des bigarrures et des variétés, et nous n'aurons rien à envier à personne. Les caractères sont fabriqués chez les Anglais par pression, et non par percussion comme chez nous. Leur cuivre à matrices est durci au lieu d'être amolli ; les matrices elles-mêmes sont mieux justifiées, et enfin, pour toutes ces raisons, les fontes anglaises sont plus égales et les types plus solides. C'est à nous d'améliorer nos moules et à faire nos fontes mécaniquement, comme eux, avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une continuelle précision. Nos chiffres sont meilleurs que ceux des Anglais, ceux du moins dont on se sert dans les livres sérieux, car les fondeurs qui ont une clientèle à caprices en ont imaginé de bien singuliers. Et pour nos fleurons et nos vignettes, ni l'Allemagne, ni l'Angleterre n'approchent de ce que nous savons faire, en très-grande partie, grâce à M. Derriey, artiste, s'il en fut, dans la typographie d'élégance.

On n'aime pas beaucoup les langues étrangères en France, particulièrement celles qui s'écrivent en d'autres caractères que les nôtres. Les Allemands et les Anglais sont plus sages et s'en instruisent plus volontiers. Ils impriment donc plus de livres orientaux. En France, l'Imprimerie impériale, à peu près, seule s'en occupe, et nos fondeurs ne sont pas excités à produire les types que ces livres demandent. Exceptons ce laborieux Marcelin Legrand qui, de lui-même, vers 1840, entreprenait, à ses risques et périls, de graver les 50,000 caractères de la langue chinoise, et qui vendit à la fin ses frappes à Berlin, en Amérique et jusqu'en Chine. Sa maison est devenue celle de MM. Virey frères, qui exposent, avec leurs caractères, des clichés de bronze et de fonte (1).

MM. Laurent et Deberny et MM. René et Cie, seraient tout prêts à travailler au progrès dont l'imprimerie a besoin. Rien ne leur manque, ni le matériel, ni le personnel. Les premiers sont les fournisseurs habituels de la province; ils sont connus des amateurs par le corps de deux points et demi qu'ils ont fondu en 1844, et qui a servi à imprimer une *Imitation* (2), comme le deux et demi de Henri Didot a servi à imprimer un *La Rochefoucauld* et un *Horace*. Les seconds possèdent la plus grande fonderie de France, longtemps appelée la « Fonderie générale », et composée des établissements de Didot, d'Éverat, de Crosnier, de Molé, de Tarbé, de

(1) Voir plus loin l'article *Clichage*, page 9.

(2) En 1853, ils ont exposé un *Gresset*, du corps de deux points trois quarts. (On sait que, dans la typographie, le *point* c'est la sixième partie de la *ligne* ancienne.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lion et de Laboulaye frères. Dans leur exposition, il y avait des caractères typographiques pour la musique (1).

M. Lœuillet est l'un de nos plus anciens praticiens. Dès 1839, on a récompensé une « cursive » de son invention. Il a produit depuis un bon javanais et d'autres séries étrangères. Ses types sont fermes et élégants.

Nous parlerons, au chapitre de l'imprimerie et de la librairie, d'un très-beau livre qui n'est encore qu'à l'état de préparation, les *Saints Évangiles* de MM. Hachette. Les types de ce livre, dessinés par M. Rossigneux, ont été gravés par M. Viel Cazal, et fondus chez MM. René et C^ie^. Les caractères, généralement purs, qu'emploie M. Mame, lui sont fournis par les maisons Laurent et Deberny, René, Virey et C^ie^, qui se guident sur ses indications. Une fois dans le commerce, le premier emploi de ces types les fait rechercher des imprimeries.

De beaucoup le plus habile de nos graveurs et fondeurs de filets et de vignettes, est M. Ch. Derriey qui, en 1862, a eu tant de succès avec son *Album*. On le retrouve à l'Exposition de 1867, mais il n'avait pas grand'chose à y mettre de plus. Cet album, avec ses mille créations, demeure une des belles pièces de notre industrie (2). Les vignettes métriques qui se composent et se décomposent à l'infini, dues à Petitbon, et exposées en 1844, sont aussi une invention française, si l'on peut se servir ici du mot.

(1) Voir l'article *Musique*, au rapport de la classe 10.

(2) M. C. Derriey, typographe lui-même et constructeur, ne fabrique pas seulement vignettes, caractères ornés, traits de plume, musique et plain-chant, réglure mobile, cadrats cintrés, filets ordinaires, pointillés et guillochés, coins, passe-partout, fonds d'actions, interlignes, garnitures, etc., il a établi de bonnes presses, une, entre autres, pour estampiller, folioter et numéroter (*Voir classe* 69), un châssis mécanique pour numéroter à la forme actions et billets de banque, des numéroteurs mécaniques à la forme, à la presse, à la main ; un coupoir biseautier avec ou sans crémaillère pour une machine à pointer, pour « registres » ou ajustement parfait des feuilles, des châssis ajustés avec réglettes d'acier à vis pour serrage. Tout le matériel de l'imprimerie a été ainsi l'objet de ses soins ingénieux.

Il est à propos de citer ici l'exposition de M. Boildieu, qui a mis sous les yeux du public tout le détail de ce matériel, y compris les applications galvanoplastiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux inventions, il n'y en a guère. Les faits à signaler, ce serait, dans l'ordre intellectuel, une disposition des fondeurs et des imprimeurs de Paris, un peu sensible déjà, à sortir de l'inextricable et nuisible variété des types de fantaisie, et l'emploi plus répandu de la machine américaine à fondre, dont il sera question dans le rapport de M. Laboulaye (classe 59).

Pour la durée des caractères eux-mêmes, on sait qu'on emploie l'aciérage galvanoplastique obtenu au moyen d'une dissolution de chlorure double de fer et d'ammoniaque. Ce procédé, toutefois, n'est pas encore usuel. M. Petyt (Exposition de 1849) avait proposé de fabriquer les caractères avec du fil de cuivre étiré et estampé à froid, au lieu de les couler en métal fusible. Cette idée n'a pas eu de suite. Il en a été de même d'une invention de M. Cardon, de Troyes (Exposition de 1855), qui formait les caractères de deux métaux comprimés. Le corps ou support de la lettre était en matière ordinaire, l'œil était en cuivre.

Le clichage, soit par fusion de matière d'imprimerie (plomb et antimoine), soit par la galvanoplastie (cuivre ou acier), remédie à l'altérabilité des caractères, et il finira même, si l'imprimerie ne se développe pas plus vite encore, par diminuer le rôle du fondeur dans la typographie.

§ 2. — Clichage et galvanoplastie.

Le clichage des formes d'imprimerie est très-ancien ; mais dans la pratique, le mot « stéréotypie » a précédé le mot « clichage. »

En 1786, Hofmann avait essayé de prendre l'empreinte de pages de caractères avec une pâte composée de plâtre, de gomme et de fécule. Un alliage très-fusible de bismuth était versé dans la matrice et reproduisait les pages en relief. On parvint à faire sur ces reliefs le tirage d'un ouvrage en trois volumes in-8°, les *Recherches historiques sur les Maures*, de Chénier; mais le procédé parut trop défectueux et fut abandonné. C'était un véritable clichage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vers la même époque, Carez, de Toul, faisait de la stéréotypie ou des formes solides et d'un même bloc, en plongeant des pages de caractères serrés dans du plomb prêt à figer. La difficulté était grande pour obtenir la contre-épreuve. Firmin Didot, en 1796, imagina de durcir le métal des caractères, de les raccourcir un peu, et de les imprimer, par pages, d'un coup de balancier dans une plaque de « plomb vierge », puis de fondre un relief dans la matrice ainsi obtenue. Herhan, son ancien associé, préféra fondre, par une seule opération, un relief de cuivre dans des pages composées non de caractères, mais de matrices. Pour ses stéréotypes, Firmin Didot, au lieu du mélange habituel de 50 parties de plomb contre 18 d'antimoine, employait 20 parties de cuivre, 30 d'étain et 50 d'antimoine. La planche stéréotypée ne pesait plus que 9 kilogrammes, tandis qu'en caractères mobiles elle en eût pesé 60, grand avantage par l'économie du matériel et par la facilité du maniement des formes.

Le premier livre ainsi imprimé, un *Virgile*, parut en 1799. Le prix de ce volume, dont on a pu voir un exemplaire de choix dans les salles de l'Histoire du Travail, était de 75 centimes. Ce bon marché fut mal accueilli des libraires qui, alors, étaient loin de beaucoup vendre, et qui n'imaginaient rien de mieux que de gagner gros sur un débit de peu d'ouvrages.

Le défaut de la stéréotypie, c'est qu'on ne pouvait corriger le texte qu'après avoir composé, cliché, et fait épreuve. Lord Stanhope, à qui l'on doit aussi une presse perfectionnée à bras, imagina le procédé de clichage au plâtre ou à la poudre d'albâtre. Ce ne fut qu'en 1818 que ce procédé fut adopté en France. Il ne donne pas une impression plus nette que la stéréotypie de Herhan ou de Didot, mais il est moins dispendieux, plus rapide et infiniment plus commode.

En cherchant à améliorer, on pensa qu'il serait possible de mouler les pages de caractères dans un creux de papier et de mastic, ayant la propriété de sécher et de durcir très-vite. M. Petin fut le premier à y réussir, et M. Alexandre Curmer, le frère de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'éditeur, contribua plus qu'un autre à rendre le clichage au papier excellent. Aujourd'hui on n'emploie plus guère le plâtre, et c'est au papier et au blanc d'Espagne mêlés que l'on cliche dans les imprimeries. Les empreintes n'ont pas besoin d'être utilisées sur-le-champ, grand avantage pour les cas où l'on ne sait point si on aura besoin de faire un nouveau tirage ; et, en même temps, elles offrent celui de pouvoir recevoir la pâte métallique du cliché, pour ainsi dire à l'instant même. De plus, le papier permet de prendre des empreintes et de faire des clichés circulaires, que certaines machines rapides emploient.

Le clichage au papier a rendu principalement service à l'impression des journaux à grands tirages. Pour les mettre à temps à la disposition du public, il fallait faire autant de compositions différentes qu'on employait de machines ; à présent, il suffit d'une composition sur laquelle on fait tous les clichés dont on a besoin. C'est ainsi qu'au fort de la vente d'un journal populaire, qui a eu, qui a encore une grande vogue, *le Petit Journal*, de deux heures à trois heures dix minutes, chaque jour, l'imprimerie Serrière a cliché vingt-quatre compositions, et, de quatre heures à six heures et demie, effectué le tirage entier avec des machines donnant 6,000 exemplaires à l'heure.

En moins de trois heures aujourd'hui, grâce au clichage et aux machines rapides, 89 ouvriers et 9 machines tirent 120,000 feuilles. Il y a trente ans, il eût fallu 1,520 ouvriers pour la même production et 160 presses, personnel et matériel qu'on ne trouve nulle part. Mais, dans les belles impressions, le clichage n'est pas usité ; et c'est ainsi que M. Mame tire ses ouvrages, autant qu'il est possible, sur les caractères mobiles.

Vers 1840, M. Colson a introduit le fer dans l'alliage de la matière d'imprimerie. La durée des types en a triplé, ce qui permet de bien plus longs tirages avec un caractère toujours net. En 1850, un Américain a employé la galvanoplastie pour déposer du cuivre sur l'œil des lettres ; et depuis, comme nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avons dit, on y a mis ce qu'on appelle de l'acier, quoique ce soit du fer. Le *Journal pour Tous* a été un moment tiré à 100,000, sans usure visible, sur des types aciérés (1).

Ces derniers procédés sont difficiles encore à pratiquer dans la fabrication des caractères et des clichés d'imprimerie, quoique, à Nordhausen, en 1848, et même bien auparavant en Allemagne, on soit arrivé à fondre des pages de texte en fer; mais on s'en sert avec profit pour les gravures en relief, qui, intercalées dans le texte, se tirent typographiquement.

D'abord, les « bois » se clichaient dans du plomb en fusion, mais juste au moment de se figer. L'opération était délicate : trop chaud, le plomb brûlait ou faisait fendre le bois; trop froid, il en écrasait les traits fins. En outre, la matière de plomb ainsi obtenue se fondait à son tour ou s'écrasait, suivant que la matière versée était trop chaude ou trop froide. Les clichés bitumineux de M. Michel, qui datent de 1832, ont obvié à ces inconvénients. Ils ont supporté souvent de longs tirages; mais à la fin on s'est aperçu qu'ils se desséchaient et se gerçaient, et on a eu recours à la galvanoplastie, par le moyen d'une empreinte de gutta-percha et d'un dépôt de cuivre dans l'empreinte. Tout cela est facile à dire, mais il a fallu bien des recherches et du temps pour obtenir ces clichés délicats. C'est M. Coblence, ancien compositeur à la *Gazette des Tribunaux*, qui a trouvé le procédé employé maintenant. Aidé de M. Best, il s'est mis à l'étude dès 1845. On a eu surtout beaucoup de peine à souder la coquille métallique et à la disposer pour l'impression. La galvanoplastie a été employée aussi pour mettre en relief les gravures en creux, et ce sont préférablement les dépôts dits d'acier qui servent pour les

(1) Le nettoyage des caractères typographiques, des clichés et des bois s'exécute généralement au moyen de l'essence de térébenthine et de dissolutions de potasse caustique, puis de lavages à l'eau. L'usage de l'essence de pétrole paraît préférable, et en même temps plus économique. Le nettoyage peut même s'opérer sous presse, sans que le travail soit interrompu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

planches de cuivre gravées en taille-douce. On a tiré sur des planches de ce genre de bonnes épreuves, des œuvres de nos premiers graveurs, Henriquel Dupont, Calamatta, Martinet, et la Carte de France du dépôt de la guerre.

Dans la librairie, l'emploi des clichés se généralise. Les éditeurs, pour les ouvrages dont ils ne peuvent déterminer d'avance l'écoulement, préfèrent économiser les frais de papier et de tirage et faire les frais d'un cliché ou, du moins, d'une empreinte dans laquelle il est facile, au moment voulu, de verser le métal (1).

Nous avons vu à l'Exposition des clichés et des empreintes au papier de plusieurs pays. Ceux des Allemands sont dressés soigneusement. Le soin est, du reste, le propre de tout leur travail typographique. On a inventé, en France, les « blocs » légers et mobiles, qui ont succédé aux blocs pleins de bois desséché et de plomb (Voir en 1844, l'exposition de MM. Duhault, Kenault et Constance), sur lesquels se placent les pages de composition pour la mise en forme et le tirage ; mais c'est en Allemagne que l'ajustement des blocs est le plus régulièrement exécuté.

Caractères de musique. — Dans les premiers temps, la musique s'est imprimée au moyen de deux ou trois tirages successifs, méthode pleine de difficultés. Petrucci réussit le premier à se servir de caractères mobiles auxquels une partie des portées était attachée. Enschedé de Harlem (cette maison subsiste et a exposé en 1867); Breitkopf, en Allemagne (sa maison subsiste aussi et a exposé) ; Reinhard, Fournier, Olivier ont suivi cette voie qu'ont reprise, de notre temps,

(1) Comme le clichage ne sert qu'à des impressions ordinaires, il n'y a pas grand inconvénient à ce que des clichés passent d'imprimerie en imprimerie, au gré de l'éditeur; mais la loi exigeant une signature d'imprimeur à chaque édition, et considérant chaque tirage comme une édition nouvelle, il faudrait, lorsque l'impression est faite par un imprimeur qui n'a pas composé le texte en caractères, que l'édition portât une indication comme celle-ci : « Tiré chez Bourdier, sur les clichés de la typographie de Lahure. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Tantestein et Cordel. Mais d'abord il fallait beaucoup trop de sortes diverses et l'impression était très-coûteuse. Ce nombre de sortes a été réduit, et le défaut des raccords toujours visibles a été évité par le clichage des planches que l'on corrige sur la contre-épreuve.

Vers 1830, M. Duverger inventa un procédé qui fut accueilli avec une grande faveur. On trouvait l'impression fort belle, et la composition permettait de tirer jusqu'à 25,000 exemplaires, tandis que la gravure en creux, sur étain, système employé depuis le XVII[e] siècle (1) ne pouvait en fournir que 4,000. De plus, avec la méthode usuelle, il fallait huit « retirations » à 15 francs pour tirer à un mille une feuille de papier jésus, et le tirage typographique, fait d'un seul coup, ne coûtait que 3 francs pour la feuille entière. Mais ce procédé n'a pas tenu ce qu'il promettait, non plus qu'un autre proposé en 1839 par M. Derriey. M. Duverger composait sa musique, note par note, trait par trait, en enfonçant les caractères dans une plaque de plomb, sur laquelle il traçait ensuite les portées au tire-ligne. On clichait alors, pour avoir un relief. On pouvait aussi ne tracer les portées que sur l'empreinte en plâtre.

Malgré toutes les études faites, la composition et l'impression de la musique n'étaient pas jusqu'à ces derniers temps (du moins pour les œuvres de musique pure, sans texte typographique) arrivées à un tirage plus économique que celui des planches d'étain gravées en creux au tire-ligne et au poinçon. On a essayé de graver en relief sur pierre ou sur bois, puis d'obtenir un relief galvanoplastique en cuivre. Mais ce n'est pas là un procédé qui semble usuellement praticable. Le report sur pierre et le tirage lithographique de la musique, gravée d'abord en taille-douce, permet enfin de faire beaucoup mieux, et à si bon marché même qu'on va vendre 15 centimes un petit solfége de 50 pages.

(1) Voyez le rapport de M. Fétis (classe 10).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En ce moment, on a obtenu de bons résultats par la pyrostéréotypie. L'Imprimerie impériale expose de la musique ainsi faite. La pyrostéréotypie est un emploi de la « machine à brûler » des graveurs pour l'impression sur étoffe, machine trouvée en Irlande il y a quelque vingt ans, et qui justement servit d'abord à l'impression de la musique. Elle a été importée chez nous par M. Wals, et perfectionnée par M. Carbonnier. Elle donne, si l'on peut parler ainsi, « de la gravure fondue. » Un tiers de bismuth, joint à l'étain et au plomb, rendrait le métal excellent ; il est fâcheux qu'il coûte si cher.

Cartes géographiques. — Nous verrons, à l'article de la lithographie, comment les cartes, dessinées sur pierre par le report, se tirent et se colorient à bien meilleur marché que celles qui sont gravées sur acier, sans être beaucoup moins belles. On a voulu plusieurs fois tirer la géographie typographiquement : ainsi Firmin Didot et M. Duverger, il y a trente ou quarante ans déjà. Celui-ci dessinait sa carte avec des lignes de cuivre dans une plaque de plomb. On obtient maintenant l'impression et même le coloriage typographique en se procurant par la galvanoplastie un relief de planches gravées soit en relief, soit en creux, et en décomposant la carte en autant de clichés qu'il y a de couleurs à tirer. L'Imprimerie impériale a exposé de ces tirages.

§ 3. — Papier, encre, etc.

Avant d'arriver à la typographie même, nous croyons devoir présenter quelques observations sur le papier et l'encre de nos impressions.

Papier. — Matière plus qu'indispensable dans l'imprimerie, le papier n'est pas, en France, ce que l'imprimerie aurait besoin qu'il fût. Si la mécanique a permis de le fabriquer à meilleur marché et sans fin, depuis l'invention de Didot Saint-Léger, elle en a modifié profondément et irrémédiablement la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contexture. La fibre était feutrée par le travail à la main, et nous n'avons plus qu'une pâte cassante, que le mélange du plâtre et du kaolin vient encore altérer. Ce papier nouveau, d'une surface unie et que le glaçage adoucit, est favorable en un sens au travail de l'impression ; il reçoit mieux la marque du caractère et des gravures ; mais ce n'est là qu'une commodité de métier et que le plaisir d'un moment pour l'œil; en peu de temps la feuille imprimée subit l'influence de l'air et du maniement ; elle se rompt, se pique, se tache, se désagrége, et déjà l'on a vu périr des livres dont on avait vanté le papier épais, brillant, poli.

Les riches amateurs ne s'affligent pas de ce mal, parce que pour les beaux livres, il se fait ordinairement des tirages sur papier de choix et que les éditeurs emploient pour cette clientèle, des papiers faits à l'ancienne manière, c'est-à-dire à la cuve et vergetés. Quelques-uns même croient que les «vergeures» et les « pontuseaux », marques des appareils imparfaits d'autrefois, sont nécessaires à conserver pour qu'un papier soit bon. C'est une puérilité. Ces reliefs et ces rayures ne font que gêner l'impression. L'essentiel, c'est la qualité de la pâte; or, nos chiffons ordinaires, blanchis au chlore, usés avant d'être mis au pilon, usés encore par les acides, ne peuvent fournir une pâte consistante, d'autant plus que le lin est devenu rare pour les besoins de l'imprimerie et que le coton même le devient.

A défaut de mieux et en attendant les inventions, c'est au collage qu'il faut demander le remède de cette maladie presque impossible à éviter de nos papiers à bon marché. Le papier des Allemands est collé dans la perfection ; celui des Anglais est d'une fermeté, d'une imperméabilité bien connue (1). La colle animale lui donne un ton d'ivoire et un onctueux qui ne messied pas à un livre, mais qui ne convient plus à l'estampe.

(1) Voyez le rapport de M. Roulhac (classe 7). Remarquons qu'en bien des cas les papiers anglais ne sont pas encore parfaits. Ceux qui s'emploient en particulier pour la lithographie sont très-blancs, mais trop secs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cherchons à nous procurer ces avantages. Les éditeurs et le public se plaignent du fabricant de papier ; mais celui-ci ne fait après tout que donner ce qu'on lui commande, du papier au plus bas prix possible. C'est au public, au libraire, à l'imprimeur à ne pas sacrifier toujours la qualité au bon marché, dès qu'il s'agit de livres destinés à entrer dans une bibliothèque ; car des journaux et des petits livres élémentaires peu importe la durée : ce qu'il faut, c'est qu'ils se répandent partout, comme l'eau des fontaines.

Encre d'imprimerie. — Le noir brillant et pur du XV^e^ et du XVI^e^ siècle dégénère à la fin du XVII^e^ siècle, et surtout au XVIII^e^. On voit alors l'huile sortir du caractère en quelque sorte et jaunir les contours des mots.

Cet inconvénient n'est plus à craindre, dit-on ; mais, si la couleur de l'encre est enfin redevenue fixe, n'y a-t-il pas, surtout pour les ouvrages de luxe, à regretter qu'on n'emploie pas le noir absolu d'autrefois et qu'une teinte de bleu métallique fasse trop chatoyer l'impression ? Cette moirure est quelquefois déplaisante dans le tirage de nos plus riches gravures sur bois. Il ne semble pas, du reste, que nous ayons maintenant à nous plaindre de nos encres ordinaires et à envier celles de l'Angleterre (1) ou de l'Allemagne, car il est à croire qu'une impression qui n'a pas bougé depuis dix ans supportera le poids des siècles comme celle des Alde et des Estienne et de Schœffer lui-même (2).

(1) Les spécimens d'encres anglaises exposées étaient assez nombreux. La fabrique *Alexandra*, de Londres, offre, par son prix-courant, un noir pour journaux, à 1 fr. 50 le kilogramme rendu à Paris. L'encre de journal est la moins chère de toutes. Ainsi, elle coûtera 1 fr. 50, 2 fr. 60, 3 fr. le kilogramme qualité ordinaire, 3 fr. 60 et 4 fr. l'extra, quand l'encre des livres vaut 4, 5, 6, 7 fr. 25, 9 fr. 80, 12 fr. 25, suivant les qualités, et l'encre à imprimer les bois, 14 fr., 14 fr. 30, 20 et 24 fr. (Prix des fabriques anglaises.)

(2) L'encrage a été amélioré depuis longtemps déjà par l'invention des rouleaux gélatineux qui ont remplacé les rouleaux de peau comme ceux-ci avaient succédé au tampon pénible. Les premiers essais de ces rouleaux paraissent avoir été faits en Angleterre vers 1810. En France, c'est le chimiste Gannal qui, en 1819, en a indiqué la composition à un prote de l'imprimerie Smith.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines. — L'antique presse à bras qui vécut trois siècles presque sans modification, que lord Stanhope, puis l'américain Clymer, perfectionnèrent (vers 1820), disparaît peu à peu, et on approche du temps où il n'existera plus de « pressiers », sauf pour le tirage de quelques petits travaux de ville et des couvertures de volumes. La machine fait l'ouvrage de la presse à bras, le fait aussi bien, bien plus vite et plus régulièrement. Elle sert depuis longtemps même au tirage des gravures sur bois et elle a été enfin appliquée aux tirages lithographiques. Il a même été trouvé une assez bonne machine pour imprimer à deux couleurs. M. Danel, de Lille, en a une pour opérer les poudrages métalliques sur couleur. On verra au compte rendu de la classe 59 quelles sont les modifications que les presses mécaniques ont reçues dans ces derniers temps. On assure qu'en Angleterre, pour les grands tirages, la maison Applegath, celle qui a donné à l'imprimerie la machine verticale, en a construit une qui peut tirer 25,000 exemplaires à l'heure et qu'il n'est pas impossible d'arriver à tirer le double. En France, M. Marinoni cherche à rivaliser avec les constructeurs anglais. Cette rapidité vertigineuse serait un miracle dont on peut encore se passer, puisque le clichage suffit aux tirages actuels et qu'aucun journal n'a besoin d'être tiré à 4 ou 500,000 exemplaires en quelques heures. Quant à la manière d'imprimer qui, en 1867, a le plus intéressé le public, c'est « la presse sans encre » de M. Leboyer; ce n'est qu'un jeu d'enfant jusqu'à présent. Combien de fois en effet, à l'école, ne nous sommes nous pas amusés à frotter un papier de poudre de crayon de couleur, noir, rouge ou bleu, à le retourner sur un autre papier, puis à tracer sur

es formait de gélatine et de sucre; par économie, on les fait avec de la mélasse et de la colle forte. Leur fabrication n'est l'objet d'aucune étude nouvelle.

La lithographie, à cause du mouillage des pierres, ne peut se servir de ces rouleaux gélatineux; elle emploie toujours les rouleaux de peau qu'il est difficile de bien fabriquer, à la fois élastiques et fermes. On ne les fait pas mal en France, surtout chez M. Schmautz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le dos de la feuille, avec une plume ou une pointe, un nom ou une figure qui s'imprimait sur la feuille blanche! En soufflant, on faisait disparaître le peu de poussière déposé en excès; les traits étaient nets et on avait « écrit sans encre » à peu près de la même façon que M. Leboyer imprime au cylindre ses cartes de visite et d'autres menues papeteries qui, sous la pression d'un composteur, reçoivent d'un papier coloré en noir, ou autrement, l'apparence d'une impression typographique. Très-ingénieux pour l'expédition rapide de ces « travaux de ville », il est douteux que cet appareil puisse voir son rôle s'agrandir, comme on l'a fait espérer. Et tant mieux si nous nous trompons ici.

CHAPITRE II.

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE.

Il serait très-difficile de parler séparément des imprimeurs et des libraires. Nous avons donc réuni dans un même chapitre ce qui concerne l'imprimerie et la librairie, en commençant par la librairie et l'imprimerie française, et, autant que possible, par l'imprimerie détachée de la librairie.

§ 1. — Imprimerie impériale de France.

L'Imprimerie impériale n'est pas un établissement qui puisse déchoir.

Tous les secrets, tous les moyens, toutes les traditions de l'art typographique s'y réunissent comme à leur centre naturel; il est donc certain que, dès qu'elle prend part à une exposition, elle s'y empare du premier rang. Nous en devons être fiers, car nulle part ailleurs on ne peut rien rencontrer de supérieur, ni même de semblable (ni en France, ni ailleurs, cela soit dit sans affectation aucune de patriotisme). Qu'il nous soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

néanmoins permis de faire quelques observations sur ce qu'il nous a été donné de juger, mais sans que ces observations puissent diminuer quoi que ce soit des justes éloges dus à tant de belles œuvres et à l'habileté, à l'activité, au goût si distingué de M. Derenémesnil, chef actuel des travaux.

« L'Imprimerie impériale, disait, au commencement de cette année, l'*Exposé de la situation de l'Empire,* continue à remplir laborieusement sa fonction administrative. Ses travaux s'accroissent d'année en année, soit par le développement des services publics, soit par l'observation de plus en plus générale des règlements qui déterminent ses attributions. Ce résultat offre de précieux avantages; il diminue la proportion relative des frais généraux, ce qu'atteste, d'ailleurs, la réduction progressive des tarifs de l'établissement ; et, sans que l'État ait à s'imposer aucun sacrifice, le sort des ouvriers se trouve amélioré sensiblement ; l'alimentation constante des ateliers prévient les chômages plus nuisibles à ceux qui vivent du travail quotidien que ne le serait la réduction même du salaire. » Tout à l'heure nous reviendrons sur ce point ; ne nous occupons d'abord que de l'exposition même.

« L'Imprimerie impériale devait naturellement prendre place à l'Exposition universelle. Mais les livres de luxe qu'elle a exécutés pour les précédentes expositions ont assez prouvé ce qu'elle pouvait en ce genre de coûteux chefs-d'œuvre. » En effet, l'*Imitation de Jésus*, faite pour le concours de 1855, et les *Saints Évangiles*, pour le concours de 1862, sont des livres dont l'industrie privée peut atteindre, mais surpasser difficilement la beauté. Nous pensons toutefois que la *Bible* et la *Touraine* de M. Mame sont déjà, ainsi que les *Évangiles* de MM. Hachette le seront bientôt, en état de supporter la comparaison. « Elle a préféré innover dans une voie plus pratique. Elle prépare une série de travaux par lesquels elle s'efforcera de résumer les progrès de l'art typographique dans toute leur perfection utile, mais avec des conditions extrêmes de simplicité et de bon marché. Elle essaye de créer ainsi un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

type de format et d'impression digne des amateurs de beaux livres, mais accessible à toutes les fortunes. Ce type, appliqué cette fois par l'Imprimerie impériale à l'édition d'ouvrages ayant en eux-mêmes une grande valeur ou historique, ou littéraire, ou archéologique, serait aussi une indication de ce que le bon goût exige et de ce que permet l'économie commerciale. »

Assurément cette ambition est permise à l'Imprimerie impériale, et il est même dans ses attributions de l'avoir eue. Mais a-t-elle atteint son but? Nous pensons que le type qu'elle a voulu produire, c'est le grand in-8° des *Commentaires de César* en latin et des *Commentaires de Napoléon* qu'elle expose. On ne peut pas dire que ce soit là un modèle achevé. Le format n'est, à proprement parler, ni in-8° ni in-4°, et il n'y a là qu'une nouveauté sans raison d'être. Il faudrait alors une autre page dans ce cadre et peut-être d'autres caractères. Mais lesquels ? Où en trouver d'excellents en dehors de la tradition de l'Imprimerie impériale, e pourquoi changer de caractères, à l'imitation de n'importe quel autre peuple, quand nous avons chez nous ce qu'il y a de mieux ? Les caractères dont l'Imprimerie impériale s'est servie pour l'*Imitation*, et, en les retouchant un peu, pour les *Évangiles*, dérivent toujours des fontes de Marcelin Legrand ; il s'écartait le moins possible, et avec raison, des belles fontes de Firmin Didot qui, à la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci, ont produit des livres éloignés de bien peu de la perfection absolue. L'Imprimerie impériale doit les corriger, les améliorer lentement, si elle le peut ; mais les changer, à quoi bon ? Il n'y a pas mille genres de beautés dans ce matériel primordial de la typographie. L'excellence y est presque géométrique. On s'en écarterait en allant à droite ou à gauche à la recherche de caractères nouveaux, et c'est justement cette incertitude, cette variation des caractères qui est le défaut de la typographie française. L'Imprimerie impériale, mieux avisée, n'encouragera sans doute pas par son exemple les amateurs de bigarrures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux éditions mêmes qu'elle a exposées, il est à regretter qu'aux Commentaires latins on n'ait pas joint un index. Le moindre *César* en a toujours un; c'est une partie indispensable dans un tel livre. L'appareil critique, dû à feu M. Dübner, paraît être un modèle, et c'est, en somme, une heureuse idée que de vouloir restaurer avec toutes les attentions possibles les textes des grands écrivains anciens qui, évidemment, ne nous sont parvenus, à travers les siècles, que dégradés par les copistes.

La *Poliorcétique des Grecs* est du même format que le *César* et le *Napoléon*. On a choisi pour cet ouvrage le caractère grec des Alde, en usage encore il y a cinquante ans. Il est plein de vie et d'élégance et fait de fort belles lignes; mais alors on aurait dû appareiller le caractère romain des notes latines et choisir quelque chose de plus ancien. Cette *Poliorcétique* est illustrée de dessins sur bois qui dispensent de recourir à un atlas, et voilà même, en partie, pourquoi ce nouvel in-8° est si large : c'est qu'on a voulu que des planches y pussent être gravées à l'aise. La commodité, toutefois, ne justifie pas suffisamment cette création, à notre avis.

De bien beaux livres, au sujet desquels il n'y a rien à dire, c'est le tome V du *Livre des Rois*, neuvième volume de la grande *Collection orientale* commencée en 1823 (1); c'est le *Maçoudi*, les *Prairies d'or*, dans un format plus modeste ; l'ouvrage tout récent, les *Établissements généraux de bienfaisance*, grand in-folio; la *Selecta fungorum Carpologia* de L.-A. et C. Tulasne, 3 vol. in-4°, remarquables par la disposition des titres; le *Mémoire sur l'éclairage des côtes de France*, in-4° raisin, exécuté aussi heureusement qu'on peut le désirer. Une particularité de ce livre, avec la beauté des formules mathématiques, c'est l'emploi, pour les démonstrations géométriques, de la pyrostéréotypie de préférence à la gravure sur bois ordinaire. Il paraît que les traits et les angles viennent plus nettement par ce procédé, emprunté, nous l'avons dit, à la gravure des

(1) On en tire en couleurs dix exemplaires de toute richesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

impressions d'étoffes. On s'en sert aussi avec succès pour la musique, et c'est de cette manière qu'a été composé le livre de M. Tiron, *Études sur la musique grecque, le plain-chant et la tonalité moderne*, in-8° jésus, que l'Imprimerie impériale a exposé. Le procédé est rapide et peu coûteux.

La description de cette seule partie de l'exposition française nous mènerait loin. Nous n'avons généralement qu'à approuver tous ces beaux ouvrages, en ajoutant pourtant une dernière critique, à propos de l'in-8° jésus des *Quatrains de Khèyam* : c'est qu'il n'est pas bien, dans un livre traduit, de laisser, du côté du texte, des pages absolument blanches en regard d'une traduction qui déborde.

Mais que ces critiques sont peu de chose devant une série d'œuvres de cette savante et noble exécution ! L'Imprimerie impériale a fait des progrès singuliers depuis le siècle dernier. L'initiative des Didot lui a ouvert la voie. Auparavant, ses ouvrages étaient loin d'être admirables, comme on croit généralement qu'ils l'étaient. Qu'on en juge par l'exposition rétrospective qu'elle a jointe cette année à ses travaux modernes. Le volume de grec, publié en 1823 par M. Hase, n'est même pas remarquable.

Et ces cartes d'une prodigieuse étendue, tirées les unes typographiquement sur clichés, les autres chromolithographiquement, car depuis 1841, la lithographie a pénétré à l'Imprimerie impériale; et ces reproductions hélioplastiques : une charte, des sceaux, un bas-relief, un merveilleux diplôme sur métal, voilà des morceaux qui donnent la mesure de toutes les aptitudes et de toutes les facultés d'un personnel et d'un matériel d'élite.

Pour la série des types étrangers, la richesse proverbiale de l'Imprimerie impériale n'a rien qui lui puisse être comparé ; il n'y manque pas un groupe de signes, du moins jusqu'à ce que les découvertes ou les besoins de la science prouvent le contraire ; et le soin actuel de notre Imprimerie nationale c'est de compléter les signes particuliers de chaque langue en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divers corps par des grossissements ou des rapetissements obtenus avec une grande netteté au moyen de la gélatine qui se dilate ou se resserre à volonté, et qui sert ainsi de matrice provisoire. Le vaste tableau des signes de numération et des principales formes graphiques des peuples anciens et modernes, qui fut tant regardé à l'Exposition, a été obtenu par des grandissements de cette nature.

Que l'Imprimerie impériale continue d'être le musée de nos richesses typographiques et le laboratoire des tentatives et des découvertes ; sa mission est là. Mais est-il bon qu'en même temps elle fabrique, pour le service de l'État et des administrations publiques, des ouvrages qui n'ont aucun rapport avec l'art? et son privilége, tel que l'a constitué l'ordonnance de 1823, n'est-il pas une atteinte à la liberté du travail?

Les réclamations des imprimeurs datent des premières années de la Révolution ; elles se sont renouvelées dans les derniers temps avec insistance.

On a fait remarquer que les travaux que l'État fait exécuter pour les ministères à l'Imprimerie impériale lui coûtent plus cher que s'il s'adressait aux imprimeries particulières qui, depuis longtemps, sont en état de suffire à tous ses besoins, d'exécuter toutes ses commandes, même les plus importantes et les plus imprévues, et que la réalité des économies qui résulteraient du recours à l'industrie privée a été attestée à plusieurs reprises par les ministres mêmes qui ont eu l'occasion de s'adresser à elle. La différence serait, dit-on, de 15 pour 100 au moins, et de 25 pour 100 généralement, comme la cour des comptes en a fait la remarque.

Il n'est pas exact de dire que les bénéfices que l'Imprimerie impériale peut faire ainsi rentrent dans la caisse de l'État. Ces bénéfices font partie de son fonds de roulement, et trouvent toujours un emploi dans des dépenses d'entretien ou d'accroissement dont l'Imprimerie impériale n'a aucun intérêt à se priver ; et, en admettant que ce soit un profit liquide, une somme qui se verse effectivement toute entière au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trésor public, il faudrait tenir compte des produits que l'État retirerait de l'existence des nouvelles imprimeries qui se formeraient pour exécuter les travaux confiés à l'Imprimerie impériale sans nécessité absolue, et qui auraient à payer des impôts et contributions qu'elle ne paye point. D'ailleurs, ne peut-on représenter que ce que l'État gagne d'un côté, il le perd de l'autre, puisque les ministères payent leurs impressions plus cher? Le monopole a, en outre, des inconvénients qui lui sont propres.

La lithographie, après l'imprimerie en lettres, s'est plainte de voir le champ de ses travaux diminué d'étendue par l'extension des opérations de l'Imprimerie impériale, et cela au préjudice même des administrations ministérielles qui n'ont pas toujours été servies en temps utile. Depuis, la réglure du papier et les fournitures de bureau ont été considérées comme devant appartenir à l'Imprimerie impériale; et c'est ainsi qu'en peu d'années le chiffre de son budget spécial, en recette et en dépense, a doublé et triplé.

Ramenée à son rôle naturel de musée, de laboratoire, d'école même, car elle pourrait former des élèves et des apprentis, l'Imprimerie impériale serait sans doute dotée convenablement avec un budget de 5 ou 600,000 francs, qu'elle n'aurait plus à gagner par des travaux ordinaires et dont l'État ferait les frais, mais dont il serait remboursé amplement par l'économie faite sur le coût des impressions livrées à la concurrence (1); et

(1) L'Imprimerie impériale emploie 900 ouvriers et ouvrières; elle possède 28 machines, 80 presses à bras, 19 presses lithographiques et une machine pour la lithophotographie, avec tout l'outillage nécessaire à son atelier de gravure sur bois et sur cuivre.

On y imprime de 5 à 600 rames de papier par jour, l'équivalent de 25 à 30,000 volumes de 10 feuilles.

Les ouvriers de l'Imprimerie impériale ont une caisse de retraite qui ne dépend pas de l'Etat. Elle est alimentée par le prélèvement de 3 p. 100 sur les salaires, et reçoit 35 ou 40,000 francs chaque année. Après 30 ans de service ou, à 60 ans, après 25 ans, la pension est de 500 francs; au maximum, après 36 ans, elle est de 650 francs. Les ouvrières ont droit à des pensions d'un tiers moins fortes.

En cas de maladie, les ouvriers touchent des journées de 1 fr. 50 et les ouvrières de 80 centimes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dégagée de toute préoccupation industrielle, cette imprimerie sans rivale n'aurait plus qu'à s'occuper de continuer la série de ses chefs-d'œuvre en tout genre. Elle deviendrait plus digne encore de sa grande et incomparable renommée.

§ 2. — Imprimeries et librairies particulières.

C'est à la fin du siècle dernier que la maison Mame a été fondée à Tours ; mais c'est depuis 1845 seulement que, dirigée par M. Alfred Mame, elle a été agrandie et transformée. Les vieux ateliers furent alors remplacés par des constructions spacieuses où toutes les opérations de l'imprimerie et de la librairie trouvèrent leurs aises dans l'ordre le plus parfait; les presses mécaniques y vinrent faciliter le travail en multipliant ses produits, et de nouvelles collections d'ouvrages enrichirent l'ancien fonds, qui ne se composait que de petits ouvrages d'éducation et de piété, déjà convenablement soignés, mais remarquables surtout par leur bon marché. Lors de l'Exposition de 1849, la première où elle parut, la maison Mame possédait déjà 20 presses mécaniques, et imprimait 70,000 rames de papier par an, c'est-à-dire, par jour, environ 10,000 volumes in-12 de 10 feuilles de texte.

Bientôt M. A. Mame, animé d'un esprit organisateur et commercial dans le sens le plus élevé du mot, voulut joindre à sa librairie et à son imprimerie un atelier de reliure où pussent s'appliquer en grand et dans toute leur utilité les principes de la division et de la spécialité du travail. Près de 700 ouvriers y sont occupés maintenant dans un bâtiment construit pour eux et où se trouvent réunies toutes les ressources que la mécanique peut offrir à la main-d'œuvre. Ce nouveau personnel s'est recruté dans Tours même et aux environs et a été formé avec une rapidité surprenante. Rien n'est comparable à la bonne organisation de ces magnifiques ateliers qui exécutent à la fois les plus riches travaux de l'art et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des reliures d'un bon marché incompréhensible (1). Il n'y avait rien à l'Exposition, ni en France, ni en Angleterre, qui pût être comparé aux reliures de luxe sorties de cet atelier de famille (2).

30 machines glacent, coupent, impriment, montent le papier. La production est maintenant de 20,000 volumes par jour, ou de 6 millions par an, chiffre auquel n'atteignaient point, il n'y a pas encore bien longtemps, les presses réunies du monde entier.

La maison Mame, qui n'imprime que pour elle, n'a aussi recours qu'à elle-même pour alimenter son activité. Aux fonctions, aux devoirs de l'éditeur, du libraire, de l'imprimeur, du relieur, du stéréotypeur, son chef a joint la direction des travaux du dessinateur, du graveur, de l'imprimeur en taille douce, de l'imprimeur lithographe (il n'a pas été encore fait de lithographie en couleur dans ses ateliers) et la surveillance de la fonderie, de la gravure des caractères, de la fabrique d'encre, de la papeterie, de la peausserie. De cette manière s'est formée l'usine typographique la plus vaste, la plus complète et la mieux ordonnée qui sans doute ait existé jamais. C'est l'un des établissements industriels que la France peut montrer avec le plus d'orgueil à l'étranger, et l'un de ceux où l'on trouve à s'instruire le plus heureusement des conditions d'existence de la grande industrie. Nous ne pouvons oublier de dire que, en même temps que la plus haute

(1) C'est ainsi qu'on voit marquer au prix de 50 centimes dans le catalogue de la maison des volumes in-32, en reliure anglaise, basane, tranche marbrée, et, par exemple, un petit paroissien romain.

(2) Si nous avions à parler ici de la reliure, nous ferions remarquer que c'est l'un des arts d'industrie où depuis longtemps excelle la France ; nous aurions loué, comme elles le méritent, les œuvres de nos relieurs d'à présent, qui n'ont pas exposé en assez grand nombre. La reliure française semble entrer à son tour, comme l'orfévrerie, l'ébénisterie, dans une période d'imitation. Les reliures à compartiments et à découpages sont les plus goûtées aujourd'hui ; mais, du moins, la France n'a de modèles à prendre que chez elle, et l'exposition de l'atelier de Tours suffirait pour prouver que, même en imitant, nous ne dégénérons pas. Goût, élégance, richesse, solidité, commodité, on y trouve tous les éléments des chefs-d'œuvre que les amateurs entourent de leurs soins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récompense lui était acquise pour la perfection ou le bas prix de ses produits, elle a obtenu un des prix de 10,000 francs du nouvel ordre de récompenses créé pour les établissements où règnent à un degré éminent l'harmonie sociale et le bien-être des ouvriers.

Il suffit de feuilleter le catalogue ordinaire de MM. Mame pour voir comment s'est peu à peu agrandi le cadre de leurs publications. Comme en agriculture on commence par les travaux simples et les récoltes sûres pour tenter ensuite avec succès les expériences et se donner le luxe des nouveautés, de même ils ont assis sur leur vieux fonds de livres d'éducation et de piété diverses séries d'instruction élémentaire, couronnées par des collections d'ouvrages de la plus grande richesse ; ils ont ainsi mérité toute leur réputation et ils la soutiennent.

On a admiré en 1855 leur *Touraine*. C'est peut-être encore aujourd'hui leur principal chef-d'œuvre. La grande *Bible*, de Gustave Doré, qu'ils ont achevée en 1865, a joui d'un succès plus étendu peut-être, mais ce n'est pas un livre plus beau pour le véritable amateur. On en peut trouver le caractère un peu fin pour le format, inconvénient qu'il n'était pas possible d'éviter en ne donnant que deux volumes au texte sacré. Les ornements si bien étudiés, d'un symbolisme si juste et d'une si heureuse élégance, qui séparent les deux colonnes de chaque page, enlèvent peut-être aussi de leur apparence à ces caractères que, en eux-mêmes, on ne saurait que louer ; et enfin il est permis de croire qu'un ouvrage du premier rang ne doit pas être uniquement orné de gravures sur bois, quelque neuves, quelque hardies qu'elles soient, et que la gravure sur acier doit jouer le principal rôle dans sa décoration, que les bois relèvent alors et enrichissent.

Reconnaissons, du reste, qu'il n'y a rien de mieux réussi et de plus beau que le tirage de l'exemplaire sur vélin qui a figuré à l'Exposition. Les encres sont d'un noir du velouté le plus riche, et la lettre est partout venue sans un défaut, mérite qu'apprécient les gens du métier qui savent combien la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peau se prête peu à l'impression. Nul doute que cet exemplaire ne devienne un jour l'un des joyaux d'élite dans le musée de l'histoire de l'imprimerie.

Les *Jardins* n'affectent pas le style comme la *Bible*, mais c'est un livre d'une élégance remarquable. Quelques-uns des bois qui le décorent font l'effet de jolis aciers.

On doit des éloges, dans un autre genre, au grand *Missel Romain* de MM. Mame, dont l'illustration est bien entendue et dont les pages ont un bon air de fermeté qui n'exclut point la grâce; mais ce qu'il y a pour nous de mieux réussi dans les 1,000 volumes exposés par la maison Mame, ce sont, après la *Touraine*, la *Bible* et le *Missel*, les bréviaires, et surtout les éditions de poche de l'*Imitation* de Jésus-Christ et de la Vierge et du *Petit Paroissien Romain*. Tout fin qu'il est, le caractère en est agréable à lire, et la composition est d'un goût achevé (1).

En somme, on n'a jamais imprimé avec plus de soin que dans l'imprimerie de Tours, et, quand il faut juger ses œuvres, si nombreuses et toujours si bien exécutées, on hésite entre le plaisir d'approuver le zèle et l'habileté qui donnent constamment un mérite typographique à ses impressions et le regret de voir tant d'art et tant d'expérience se dépenser, dans un très-grand nombre de cas, pour la publication d'ouvrages dont le texte s'accommoderait souvent d'une moindre parure. On dirait quelquefois de magnifiques vases de cristal taillé qui ne doivent jamais renfermer qu'une liqueur sans saveur. Pourquoi cette typographie si riche et si habile ne réaliserait-elle pas, comme un dernier progrès, le vœu de ceux qui souhaitent de lui voir imprimer des œuvres de la littérature moderne, dans ce qu'elle a de plus relevé?

(1) Quelques-uns de ces charmants ouvrages sont tirés à 150,000 exemplaires chaque année. Les *Imitations* se vendent à 100,000. La *Bible* même de Doré a été tirée à 7,500 exemplaires, chiffre qui prouve qu'en définitive une œuvre d'élite, publiée par un éditeur habile, trouve toujours son public, et qu'on peut hasarder de gros capitaux dans une entreprise de libraire, pourvu qu'on sache la conduire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Claye jouit de la réputation d'être la première maison d'imprimerie de Paris. Cette réputation date déjà de quinze ans; elle est due à la beauté des tirages de livres à gravures sur bois qui furent faits alors dans les ateliers de l'ancienne maison Fournier, dirigée par M. Claye. Un conducteur de machines, doué d'un rare sentiment de l'art, M. Joseph Wintersinger, l'aidait à imprimer les belles compositions de l'*Histoire des peintres de toutes les Ecoles*, travail de premier ordre, et des *Galeries de l'Europe*, où le bois a trouvé sous la mécanique la finesse et le moelleux des aciers.

Élève de F. Didot, comme M. Fournier, qui aujourd'hui dirige les ateliers de l'imprimerie Mame, M. Claye n'a paru aux expositions qu'en 1849. Il y obtint cette année même une médaille d'argent. La maison était modeste encore, mais déjà les gens de goût la distinguaient et savaient au prix de quelles études continuelles et de quels efforts son chef était parvenu à faire ces brillants tirages. Bientôt les travaux arrivèrent en foule. Ce furent pour M. Claye autant d'occasions d'exercer son goût. Les éditeurs se trouvèrent heureux de recourir à ses conseils et de recevoir de lui les indications du format, des caractères, des vignettes et du papier même, qui convenaient le mieux à la nature et à l'esprit d'un livre. On s'occupe trop rarement de nos jours de ces soins délicats. M. Claye les a toujours considérés comme indispensables dans l'exercice de la profession d'imprimeur, et le suffrage de ses pairs ne lui a pas fait défaut. Aussi est-ce de chez lui que sortent la plus grande partie des livres de luxe qui se publient, et en particulier ceux qui sont ornés de gravures.

Son exposition de 1867 est un choix simplement fait parmi les dernières impressions de sa maison. Quelques-unes sont parfaites de disposition et de coloris. On peut citer l'*Alfred de Musset*, in-4°, de M. Charpentier; le *Ponsard*, in-8°; les Classiques, in-8°, de la collection Garnier, l'*Oiseau*, de Michelet; une *Imitation*, les *Collections d'œuvres d'art*, de Lièvre; un *Missel*, imprimé sur parchemin à la manière des vieux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manuscrits ; l'*Agriculture française*, superbe volume de M. Gossin, grand in-4° rempli de gravures sur bois; le *Louvre et ses musées*, spécimen d'impressions en couleur obtenues par la presse typographique; le journal l'*Art pour Tous*, et des spécimens de billets de banque inimitables.

Il y a parmi ces ouvrages une collection d'imprimés dans le goût du XVI^e^ siècle, avec des lettres « augustales. » Il est douteux que ce sacrifice à la mode mérite d'être approuvé. Ce qui nous paraît surtout hasardé, c'est d'introduire ces caractères dans les têtes de chapitres au milieu de textes composés de lettres modernes. Nous avons dit déjà que c'est M. Claye qui est chargé de l'impression des *Saints Évangiles*, de MM. Hachette. Il n'aura jamais rien eu à produire de plus beau.

M. Mame, M. Claye, et, au-dessous, mais souvent à très-peu de distance d'eux, M. Plon, M. Simon Raçon, M. Crété, M. Martinet, M. Lahure, voilà l'élite de nos grandes imprimeries pour tous les travaux qui ont besoin de délicatesse et d'un vif sentiment de l'art.

Ni M. Lahure ni M. Raçon n'ont exposé, et je crois même que le dernier n'a jamais paru aux expositions, mais son talent d'imprimeur n'en est pas moins connu. Il y a seize ans qu'il met ses beaux caractères uniformes et ses tirages régulièrement réussis au service de nos meilleures librairies. Cette année, on peut voir des échantillons courants de sa fabrication aux vitrines de MM. Hachette et de M. Victor Masson. Il a fait, notamment, pour M. Masson un *Baccalauréat ès sciences* très-distingué; et, pour MM. Hachette, le volume de luxe *Elaine*, une série de *Guides-Diamants*, et une série d'ouvrages de la *Bibliothèque des Merveilles*, qui n'ont à craindre aucune comparaison.

D'autres imprimeurs auraient pu envoyer au concours des œuvres de quelque valeur dans divers genres : ainsi M. Hennuyer, MM. Maulde et Renou et M. Bourdier. C'est celui-ci qui a fait le grand *Dictionnaire du Commerce*, de Guillaumin, œuvre à l'exécution de laquelle son auteur a mis tant d'intel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligence, tant de soin, dont l'impression présentait de nombreuses difficultés, véritable livre de choix, même au point de vue du métier. La maison Chaix n'a pas non plus pris part à l'Exposition. Sa spécialité administrative, principalement consacrée aux chemins de fer, ne l'empêche pas de faire, à l'occasion, des livres convenables, comme le recueil des *Rapports de la section française du Jury à l'Exposition* de 1862.

M. Plon ne prépare point de pièces d'apparat pour les expositions, et néanmoins la large superficie de sa vitrine offrait aux yeux de belles impressions et de beaux ouvrages dans tous les genres. C'est à lui que l'on doit l'usage de glacer le papier, qui a rendu les tirages si aisés et si agréables à l'œil : on se rappelle encore le *Pèlerinage en Suisse*, qu'il imprima de cette manière en 1839, et l'*André Chénier*, publié en 1840 dans la Bibliothèque Charpentier. Il n'était pas éditeur alors. Aujourd'hui il fabrique principalement pour sa maison de librairie, et la plupart de ses impressions se font remarquer par leur élégance.

Parmi les ouvrages exposés en 1867, distinguons un volume particulièrement soigné, *Thorwaldsen, sa Vie et son Œuvre*, par M. Eugène Plon, fils de l'éditeur. Cet ouvrage, enrichi de deux belles gravures au burin et de trente-cinq gravures sur bois, d'après les compositions du sculpteur suédois, est tout à fait digne d'éloge. On voit que rien n'a été ménagé pour qu'il satisfasse les amateurs. Nous savons un gré particulier à M. Plon d'avoir commencé une *Collection de classiques français*, in-32 colombier et jésus, qui est d'accord avec les traditions de la bonne librairie, et de publier, à ses frais, sans regarder à la dépense, de grandes collections de chartes et d'archives, imprimés in-4°, comme le *Trésor des Chartes de France* et le recueil des *Actes du Parlement de Paris*. Ces publications rendent service à la science, mais ne sauraient être lucratives : il faut donc louer les éditeurs qui relèvent leur métier en les entreprenant.

On n'est pas sans avoir remarqué qu'une partie des impres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sions de cette maison sont faites avec un caractère particulier dont les angles sont arrondis. Ce caractère, dû à M. Jules Didot, ne messied pas à certains ouvrages de la littérature de caprice, mais il ne convient pas à des publications sévères. M. Plon devrait se servir plus souvent des autres types qu'il possède et qui se fondent chez lui, car il est fondeur en même temps qu'imprimeur et libraire. Il a même joint à sa typographie, qui fait de jolis tirages en couleur, l'impression de l'aquarelle typographique, gravée par le système de M. Isnard-Desjardins, et nous avons retrouvé, parmi les livres et les dessins nombreux de son exposition, la *Vierge de Murillo* qui, déjà en 1862, avait été remarquée à Londres.

Dans ses ateliers fonctionnent 10 presses à bras, 14 presses mécaniques, 5 machines à glacer, 6 machines à fondre les caractères. Il emploie environ 300 personnes.

L'établissement de M. Paul Dupont date de 1820. Il a constamment, depuis 1834, vu ses produits distingués et récompensés aux expositions, et a pris rang dans ces dernières années parmi les maisons les plus considérables. En 1855 le chiffre des affaires était d'un peu plus de 2 millions; il s'est élevé à 3 millions en 1860, à 4 millions en 1865 et a dépassé 5 millions en 1866.

Avec un personnel de 200 commis aux écritures et de 900 ouvriers M. Paul Dupont emploie 44 mécaniques d'imprimerie et de lithographie, 30 presses à bras, 10 presses hydrauliques. Le matériel des deux ateliers de Paris et de Clichy est évalué à 2 millions et le nombre seul des planches conservées à 30,000.

Le titre d'Imprimerie Administrative indique assez quels sont les principaux travaux et les ouvrages ordinaires de l'imprimerie et de la librairie Paul Dupont. On y a moins souvent l'occasion d'exécuter les livres artistiques ou seulement classiques que celle de faire preuve d'une puissance de production sans limite. Toutefois, à côté d'ouvrages d'administration et de recueils périodiques ou de grandes collections d'archives, elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a exposé des travaux qui ne laissent pas d'avoir un mérite typographique réel : ainsi un nouveau tirage de l'album des caractères et vignettes de la fonderie Derriey, qui a été déjà apprécié à l'Exposition de 1862 et qui reste une œuvre hors ligne, que bien peu d'ouvriers sont en état d'exécuter (cet album est dû à M. Moulinet); un volume in-folio, *Essais pratiques d'imprimerie*, où se voient des curieux spécimens de composition et de tirages en couleur; un registre d'épreuves d'actions, d'obligations, de titres divers avec fonds de garantie et cadres particuliers dont la fabrication est une spécialité de la maison; et un in-4° traité par une main habile, les *Études sur les Hôpitaux*, de M. Arm. Husson.

M. Paul Dupont, élève de F. Didot, n'eût voulu céder à aucun autre la supériorité des travaux d'art proprement dit, s'il n'avait été conduit à s'occuper surtout de livres et de journaux administratifs. Il n'a jamais négligé de montrer combien il est désireux de faire apprécier les services rendus par la typographie et de vulgariser la connaissance de ses chefs-d'œuvre. Après avoir écrit son *Histoire de l'Imprimerie*, il a donné cette année au public un ouvrage intitulé *Une Imprimerie en* 1867 qui est d'une lecture agréable et instructive et d'une bonne exécution, quoique d'un caractère un peu maigre.

Pour montrer quelles sont les ressources et quelle peut être la rapidité d'exécution des travaux confiés à cette maison, il suffit de rappeler que la première édition, à 2,200 exemplaires, du Catalogue de l'Exposition de 1867, édité par M. E. Dentu, qui se compose de 2 volumes et de 2,300 pages, a été tirée et brochée dans la nuit du 31 mars au 1er avril; et que 400,000 obligations du Crédit foncier d'Autriche, imprimées en trois couleurs, numérotées, reliées par volume de 500 feuilles, ont pu être livrées dans un délai de huit jours. L'Imprimerie impériale elle-même en pourrait-elle faire autant?

C'est par une ingénieuse combinaison des moyens de la lithographie et de la typographie que M. Paul Dupont est arrivé à reproduire des fonds d'actions absolument infalsi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liables. Il y a trouvé aussi, pour les cadres et les tableaux qu'il publie en si grand nombre, la faculté d'économiser de 20 à 60 pour 100 sur la fabrication, avec des filets plus parfaits et une impression des textes plus nette qu'autrefois. Enfin c'est à la lithographie que, le premier, avec un plein succès, comme nous le verrons tout à l'heure, il a demandé la reproduction des vieux livres devenus introuvables. Il a exposé encore, en 1867, quatorze reproductions de diplômes et de chartes, titres précieux, dont le plus récent est du IXe siècle, et que le temps avait fort endommagés. La reproduction est d'une parfaite exactitude.

Dans l'établissement de Clichy M. Paul Dupont est parvenu à se former un personnel de femmes employées, non-seulement à la brochure des feuilles ou à la préparation des caractères, mais à la composition et à la mise en pages, après un apprentissage qui est désormais bien réglé et bien rétribué (1).

C'est l'imprimerie Guiraudet et Jouaust qui, de 1854 à 1857, a imprimé les ouvrages composant la *Bibliothèque Elzévirienne* de M. Jannet. Cette collection intéressante et bien exécutée a été le point de départ de toutes les éditions et réimpressions de bibliophilie, qui, depuis dix années, se sont faites à Paris et en province. En principe, il serait fâcheux que la typographie moderne se mît à employer régulièrement les caractères d'autrefois et à couvrir d'un habillement antique des ouvrages nés de nos jours. Déjà même le mélange des

(1) Voici les diverses institutions particulières à l'imprimerie Paul Dupont, qui caractérisent les efforts qu'on y a faits pour parvenir graduellement aux avantages des associations coopératives :

Société pour la construction non de cités ouvrières, mais de maisons à logements peu nombreux, dont le loyer doit incessamment décroître jusqu'à ne coûter que le tiers du prix d'à présent. — Participation de 10 pour 100 dans les bénéfices de la maison pour chaque ouvrier, par parts égales; la somme restant en caisse, productive d'intérêts, au compte de l'associé, qui peut emprunter sur son fonds, mais ne le retire que le jour où il quitte la maison. Le fonds général de participation présente en 1867 un actif d'environ 80,000 fr. — Caisse de dépôts, produisant 6 p. 100. — Prêts d'honneur, remboursables par mois ou par quinzaine, sans intérêts. — Société de consommation. — Caisse de secours, depuis 1835.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

types a été fait quelquefois, ce qui n'est pas d'un bien bon goût. Mais, quand il ne s'agit que d'anciens textes, ou de petits livres de fantaisie, il est loin d'être mal qu'on emploie les caractères dits elzéviriens ou même de plus anciens, pourvu qu'ils soient d'une bonne gravure, comme ceux de M. Jouaust, et que l'impression soit faite avec autant de goût que chez lui : les pages décorées de fleurons appropriés et de lettres ornées qu'on faisait si bien autrefois ; et surtout que le tirage s'effectue sur le papier vergé à la forme, en pâte de fil, soit de France, soit de Hollande (ce dernier plus souple), ou sur le papier anglais Whatman, si blanc, si fin, le papier de Chine si doux, le parchemin ou le vélin, si difficile à bien encrer, mais qu'il y a du mérite à avoir bien imprimé.

M. Jouaust a exposé plusieurs ouvrages de ce genre très-réussis, parmi lesquels un *Regnier*, dont l'édition, due à M. L. Lacour, est excellente. La nouvelle collection Jannet sort de ses presses. Nous souhaitons à celle-ci le succès que mérite l'éditeur instruit et intelligent qui, deux fois, aura voulu faire reverdir les vieilles branches de l'art typographique.

Quelques imprimeurs de Paris méritent encore une mention : M. Martinet (le chef de cette ancienne maison, et mort récemment) pour les soins qu'il a donné aux livres de science et de médecine ; M. Gauthier-Villars, gendre et successeur de M. Mallet-Bachelier, pour ses grands ouvrages de mathématiques, dont la composition est très-pénible ; M. de Mourgues, qui a imprimé la *Statistique de l'industrie de Paris*, faite en 1860 par la Chambre de commerce, et qui ferait peut-être mieux encore s'il ne jouissait pas du privilége des impressions de la ville de Paris ; M. Delalain, à la vieille réputation universitaire duquel le Jury n'a pas voulu rester insensible, mais qui ne sacrifie pas assez à l'élégance, et qui a été chercher pour ses livres grecs les types les moins élégants de l'Allemagne ; M. A. Leclère enfin, que ses missels et sa musique religieuse recommandent ; genre difficile où la maison Mame elle-même, avec tous ses moyens, n'a pas toujours été sans prêter à la critique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous quittons à présent Paris pour trouver les imprimeries dont les envois ont été remarqués ou qui, sans avoir exposé, rivalisent, en province, avec celles de la capitale.

La maison Desrosiers, de Moulins, qui n'a pas exposé, avait eu jusqu'ici l'honneur de représenter, avec M. Mame, l'art typographique des vieilles villes de France. En 1834 déjà elle obtenait une médaille d'argent pour les premières livraisons de l'*Ancien Bourbonnais*, volume in-folio qui coûta 160,000 francs et que l'imprimeur édita sans demander de subventions. En 1839 la lithographie et la gravure en relief sur cuivre enrichissaient sa typographie. En 1844, après avoir fini le *Bourbonnais*, il publiait l'*Ancienne Auvergne* (4 volumes in-folio), et en 1849, l'*Ancien Berry*. Nous rappelons ces livres, parce qu'ils ont eu de l'influence sur le mouvement des publications provinciales et ont sans doute excité l'émulation de M. Mame qu'à leur tour les éditeurs de Paris n'ont pas voulu laisser triompher seul. En 1855 M. Desrosiers exposait une riche lithochromie de la *Légende de saint Pourçain*. Espérons que ces traditions ne s'éteindront pas à Moulins.

Une autre imprimerie qui avait acquis de la réputation, celle de M. Perrin, de Lyon, n'a pas exposé non plus. M. Perrin avait obtenu une mention honorable dès 1834 pour un *Horace* polyglotte. Depuis, il avait, avec beaucoup d'efforts, cherché à relever la renommée des presses lyonnaises, et il y était arrivé en créant, à côté du genre elzévirien de M. Jannet, un genre de livres plus archaïque encore. Il dessinait lui-même des types, ceux, par exemple, de son dernier ouvrage, une *Imitation*. A vrai dire, ce genre d'impression est une affaire de mode et ne peut être cultivé que pour des amateurs ; mais M. Perrin y était passé maître, et il mettait de l'amour dans le moindre de ses travaux. Il manque donc à ce concours.

La réputation, consacrée cette fois, de M. Crété, de Corbeil, est méritée depuis longtemps par lui, non-seulement pour la beauté vraie de la plupart de ses ouvrages, et en particulier de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses *petits paroissiens*, mais aussi pour la sage et persévérante direction d'un atelier créé dans un pays dépourvu d'industrie et successivement doté de toutes les ressources dont l'art de l'imprimerie peut disposer. La maison a été fondée en 1829. Déjà, en 1844, elle possédait 10 presses et 2 mécaniques. Ses livres de piété et ses tirages en couleur lui valaient une médaille de bronze. En 1849, M. Crété avait réussi à former 60 ouvrières habiles dans la composition. A côté de ses livres, que distinguaient leur caractère et le goût de toute leur disposition, il exposait des chromolithographies égales, dans les qualités moyennes, à celles des meilleurs imprimeurs de Paris. Il tire la vignette avec une grande finesse. Comme M. Martinet, il a contribué à élever le niveau de la fabrication des livres de science, mêlés de chiffres et de dessins sur bois.

Une maison qui, dans la spécialité des imprimeries-librairies P. Dupont et Chaix, s'est fait une place des plus honorables, celle de Mme Berger-Levrault, de Strasbourg, l'emporte peut-être sur toutes pour quelques détails de cette spécialité administrative. Ses registres et livres de compte sont établis avec une netteté d'exécution sans égale, même aux pages les plus compliquées. Elle expose aussi des gravures sur cuivre et des impressions ordinaires. Nous avons vu de bons ouvrages sortis de cette maison, et qui, avec un air un peu allemand, ne font pas mauvaise figure dans les bibliothèques. C'est elle qui a édité le *Dictionnaire d'administration* et les *Annuaires* de M. Block, et, pour le compte de M. O. Lorenz, le *Dictionnaire politique*. Typographiquement, les deux volumes de ce dictionnaire sont bien exécutés.

Presque chaque année, et presque toujours par quelque publication d'archéologie locale faite sur papier et avec types de circonstance, il se révèle un bon imprimeur dans nos villes lettrées de province. Que l'on commence par où l'on voudra, pourvu qu'on arrive à bien faire. L'émulation peut donc s'exercer sur tel ou tel genre d'impression. En ce moment, l'influence de M. Perrin est encore sensible. Parmi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux qui font avec soin, nous pouvons citer M. Hérissey, d'Évreux, M. Garnier, de Chartres, M. Dejussieu, de Châlon-sur-Saône : ces deux derniers sont même fort habiles. M. Garnier exposait, avec quelques in-8° d'érudition locale, une grande *Histoire du diocèse de Chartres*, et M. Dejussieu, des ouvrages iconographiques où le grec et les hiéroglyphes ont une place ; travail méritoire pour un atelier de Châlon. Nous citerons encore des livres sur les monnaies, imprimés à Fontenay-le-Comte, par M. Robuchon, et un grand *Nobiliaire de Savoie*, de M. Allier, de Grenoble. Tous ces ouvrages prouvent que le niveau s'élève.

La vieille imprimerie Danel, de Lille, qui date de 1676, a été récemment honorée d'une visite du chef de l'État, qui a attiré l'attention sur elle. On ne peut la juger par son exposition. C'est une grande usine d'étiquettes et d'affiches, genre qu'elle fait mieux que pas une autre. Toutes les manières de tirer en couleur y sont mises à profit.

Strasbourg, la vieille cité de l'imprimerie, doit à M. Silbermann de posséder encore le premier atelier de France, dans l'une des branches les plus importantes de la typographie, l'impression en couleur. A l'œuvre depuis longtemps déjà, M. Silbermann n'a pas un moment cessé de perfectionner ses procédés et d'agrandir le champ de leurs applications. Il a enlevé aux Anglais et aux Allemands le marché de notre pays, et, jusque dans les publications du plus grand luxe, il soutient, grâce au bon marché du tirage typographique, même pour dix couleurs, la concurrence de la chromolithographie, qui a pourtant l'avantage des demi-teintes. On n'ignore pas que les clichés du dessin nécessaires pour chaque couleur en typographie sont fort chers, et que le report en lithographie ne coûte presque rien. Inférieure de ce côté, la chromotypographie l'emporte par la grande rapidité du tirage ; et, personnellement, M. Silbermann est un artiste qui sait se servir avec un grand talent des combinaisons du coloris. La vivacité, l'éclat des morceaux qu'il expose arrêtent le regard sans le heurter jamais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il a dans sa vitrine de beaux modèles de tapisserie. J'y ai en vain cherché de l'imagerie. La régénération de l'imagerie enfantine est cependant l'un de ses meilleurs titres à l'estime de la typographie. C'est grâce à lui que nos enfants ont de si belles armées de soldats de papier à découper, et leur goût y gagne ; M. Silbermann a envoyé à l'Exposition des livres et des journaux. C'est en noir aussi un habile imprimeur. On n'a pas oublié le superbe Album typographique qu'il a exécuté en 1840, pour le jubilé de Gutenberg (1).

Il a des émules à Paris, et, entre autres, M. Digeon, qui a tiré pour l'Exposition un cercle solaire et une bulle de savon irisée d'une finesse et d'une exactitude de tons remarquable.

Pour achever ce que nous avons à dire de l'imprimerie française, mentionnons les progrès qu'a faits M. Godchaux dans l'application de son procédé d'impression de modèles d'écriture et de vignettes. Il les imprime sur papier continu, des deux côtés du papier à la fois, au moyen de deux cylindres gravés en creux. C'est la méthode d'impression des étoffes, mais la difficulté était grande pour le papier, à cause de l'encrage fluide et pâle et de la finesse nécessaire aux traits du dessin. Déjà arrivé à son but en 1862, M. Godchaux a rendu son impression plus facile et plus sûre encore, et nos écoles lui doivent tous ces jolis modèles d'écriture et ces cahiers de divers genres qui rendent l'enseignement primaire plus attrayant.

Un mot encore pour louer les impressions de MM. Wiesener,

(1) L'imprimerie Silbermann est ancienne : le grand-père du directeur actuel de la maison l'a acquise en 1788 et l'a cédée à son fils en 1800. Lorsqu'en 1824 M. Silbermann, alors étudiant en droit, l'a prise à son tour, il n'y avait que trois presses et 15 ou 20 ouvriers. Ce n'est qu'en 1835 que l'on commença d'y faire de l'impression en couleur. Tous les genres de gravure en relief y ont été pratiqués depuis. Depuis trente ans il en est sorti des élèves qui se sont fait un nom. Aujourd'hui on y compte 140 ouvriers et artistes, neuf presses à bras toujours en activité et huit mécaniques mues par la vapeur. Non-seulement ses produits ont remplacé en France ceux des Allemands, mais ils vont, pour la couleur du moins, se placer sur le marché de Bruxelles et sur celui de Londres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Poitevin et Minster. M. Wiesener est d'une habileté bien connue; il a la hardiesse et le goût. Il réclame l'honneur d'avoir appliqué le premier l'électricité à la typographie. Ses tirages d'actions et de titres divers ressemblent à de la taille-douce. M. Poitevin rivalise avec lui. L'un et l'autre impriment des livres de choix. C'est chez M. Poitevin, successeur de la maison Lacrampe, que se continue l'*Histoire des Peintres*. De M. Minster, nous avons vu de bonnes épreuves d'actions industrielles et des clichés en cuivre de musique d'une pureté étonnante. MM. Wiesener et Minster sont d'anciens graveurs sur bois et sur cuivre, appréciés depuis plus de vingt ans.

Il faut enfin mentionner les papiers de fantaisie et de décoration de M. Guesnu. L'Exposition en offre un choix des plus riches et des plus gracieux. Le tirage typographique et le tirage lithographique s'unissent pour produire ces jolies décorations.

Mais nous n'avons pas encore prononcé le nom de la plus renommée des imprimeries françaises.

M. A.-F. Didot avait peut-être, en définitive, la plus belle exposition typographique de tous les pays. Nous ne parlons point de celle de sa maison de Paris et de ses ateliers de Mesnil ou de Sorel, de ce beau livre d'horticulture, *l'Amateur des Jardins*, où il y a des bois si délicats, du journal *la Mode illustrée*, l'un des succès de notre époque, et qui mérite sa fortune par la sage et intelligente manière de la personne qui le dirige, Mme E. Raymond, ni de ce Vecellio, album de costumes regravés sur bois avec une vérité exemplaire au bout de trois siècles; ni de cet *Essai sur la gravure sur bois;* ni de ce Catalogue d'anciens livres fameux, dû à M. Didot lui-même; ni de son *Virgile* et de son *Horace* elzéviriens, que l'on connaissait, ou de son *Anacréon*, que l'on ne connaissait point; nous voulons parler de sa superbe collection de livres de tous les maîtres, exposée par lui dans l'une des salles de l'Histoire du Travail : les incunables, les Aldes, les Elzevirs, les Didot. En passant à côté de ces admirables et inimitables chefs-d'œuvre, le plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ignorant s'arrête et réjouit ses yeux. Sommes-nous bien sûrs que dans trois ou quatre cents ans les livres dont nous sommes si fiers auront le même air, paraîtront aussi dignes d'imitation, aussi près de la beauté invariable? Sommes-nous sûrs seulement qu'ils vivront, que le papier, le plus beau même, subsistera, que l'encre n'aura pas bougé?

C'est là qu'il faut voir tout ce que la typographie française doit en particulier à la famille des Didot. Eux seuls, après les anciens maîtres, ont fait avancer l'imprimerie dans le chemin de l'art. Les éditions dites *du Louvre*, ont été le point de départ de tous les efforts faits depuis. Dès la première Exposition, en 1798, Pierre et Firmin Didot méritaient la plus haute récompense décernée à l'art typographique. A l'Exposition de l'an IX, ils apportaient leur *Horace* in-folio et le premier volume d'un *Racine* in-folio, ouvrages déclarés alors « les plus belles productions de la typographie de tous les pays et de tous les âges. » En 1806, ils exposèrent le *Racine* complet, et quelques autres beaux livres, les *Fastes*, entre autres. Firmin Didot y ajoutait les spécimens du beau caractère d'écriture cursive qu'il avait gravé lui-même. La médaille d'or accordée aux Didot honorait également, en 1806, les beaux ouvrages de Bodoni, le célèbre imprimeur de Parme, qui, pour fonder un établissement de premier ordre, avait eu tout à créer en Italie.

A l'Exposition de 1819, le *Camoëns* de Firmin Didot, le *Boileau* et *la Henriade* de Pierre Didot, son frère, prouvèrent une fois de plus leur incontestable supériorité.

Fiers de cette gloire, les héritiers de Firmin Didot n'avaient pas l'espoir de la grandir. M. A. Firmin Didot a trouvé cependant le moyen d'y ajouter, en formant le plus beau musée des monuments de l'art typographique qu'un particulier ait jamais créé, en l'ouvrant avec une élégante libéralité à quiconque désire s'y instruire, en le décrivant avec amour, en recueillant toutes les pièces intéressantes de l'histoire de l'imprimerie, et en les mettant lui-même en œuvre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Didot avant tous, les Panckoucke, les Rignoux, les Éverat, les Crapelet ; au moment de la transition, les Lacrampe (1); depuis, les Duverger, les Silbermann, les Best, les Mame, les Fournier, les Claye, les Desrosiers, les Perrin, les Plon (2), les Simon Raçon, les Lahure, les Crété, les Martinet, les Jouaust, telle est la filiation, tel est plutôt le cortége des imprimeurs qui ont, dans les divers genres, donné au public, depuis un siècle, en France, les plus belles œuvres de la typographie.

§ 3. — Libraires-éditeurs français.

S'il est rare qu'un libraire réussisse en se faisant imprimeur, un imprimeur qui se fait libraire peut trouver de bonnes opérations, et on voit maintenant plusieurs chefs d'imprimerie se mettre à publier. Au fond, l'art y perd presque toujours, car il y a peu d'administrations montées comme celle de M. Mame et où il y ait place et temps pour tout.

Une partie des imprimeurs dont nous avons parlé publient donc des ouvrages. Arrivons aux éditeurs qui n'ont pas d'imprimerie. On a eu raison de les admettre aux expositions comme des producteurs, car s'il en est qui doivent à leurs imprimeurs une partie de leurs succès et qui soient même conseillés entièrement par eux, d'autres, au contraire, ont formé à la bonne fabrication les imprimeries qu'ils occupent; et d'ailleurs, dans le métier d'éditeur-libraire, il ne s'agit pas seulement de l'impression du texte ou des dessins d'un ouvrage.

Aucun éditeur en France, nous pourrions presque dire, et dans le monde entier, n'occupe la position élevée qu'a lente-

(1) Les premiers en France, les ouvriers associés de l'imprimerie Lacrampe et Cie, les « Dix-Neuf, » comme on disait, imprimèrent, au moyen de rentrées, en couleur et en or ou argent sur papier de couleur.

(2) Nous avons dit qu'on lui doit l'usage de glacer les papiers. Lorsqu'il tira l'*André Chénier*, en 1840, à 7 fr. la rame, mécaniquement, on regarda cela comme un tour de force.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment et sûrement prise la maison de MM. L. Hachette et Cie. S'ils ne possèdent pas, comme imprimeurs, une usine qui ne travaille que pour eux, et où l'on ait, comme chez M. Mame, le spectacle d'une organisation qui touche à la perfection de l'activité et de l'ordre, ils produisent plus qu'aucun autre libraire, car on leur doit déjà près de 4,000 volumes composés par huit cents auteurs, et ils occupent, avec une grande partie du personnel de onze imprimeries diverses, environ trois mille personnes de divers états.

C'est par des publications faites pour l'enseignement classique à tous les degrés que la librairie Hachette a commencé ses travaux, en 1824. Pendant près de trente ans, elle n'est pas sortie de ce cercle et y a solidement fondé sa fortune, en créant, pour toutes les parties du vaste programme des études de toutes les écoles de la France, les instruments de travail les plus divers et les plus utiles. Cet excellent fonds n'a pas cessé d'être l'objet des soins de prédilection du créateur de la maison, trop tôt enlevé du gouvernail; mais, à partir de 1852, la littérature générale et la librairie des connaissances utiles vinrent s'y joindre. La *Bibliothèque des Chemins de fer* fut la première grande collection à séries variées que les éditeurs publièrent. Commencée au milieu de grandes difficultés et combattue par une partie des libraires, qui croyaient que ce nouveau mode de vente des livres allait leur nuire, cette entreprise, fermement conduite, a fini par donner d'heureux résultats. Le principal est d'avoir étendu en France le goût des livres et servi par là la cause si chère à tous les esprits sérieux, la diffusion de l'instruction et des lumières.

Des publications de tous les genres ont suivi cette première collection qui a, plusieurs fois déjà, renouvelé tous ses genres et du sein de laquelle, comme des essaims féconds, sont sorties des collections entières, aujourd'hui en pleine prospérité. La *Bibliothèque variée* fut la première à paraître, puis la *Bibliothèque rose*, la *Bibliothèque des Romans étrangers* et la série des *Classiques* à bon marché, imprimés chez Lahure, parmi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lesquels on avait à choisir un Voltaire à 25 francs, un Saint-Simon à 10 ou 12 francs, d'autres ouvrages d'élite encore, précieux fondements de la bibliothèque des travailleurs sans fortune, dont notre pays est plein.

En même temps naissait le *Journal pour Tous*, qui a eu un succès si mérité. Pour le public instruit et curieux, MM. Hachette et Cie fondaient le *Tour du Monde*, recueil où ont paru des récits pleins d'intérêt et des milliers de gravures sur bois d'une exécution supérieure. Des Dictionnaires pour l'usage de tous les publics concentrèrent dès lors les notions éparses de toutes les sciences et des arts. Cette série s'achève par la publication du grand *Dictionnaire de la Langue française* de M. Littré, monument qui sera comparé aux *Trésors* des Estienne.

Il faudrait plus de place que l'on en a ici pour énumérer, même sommairement, les productions incessantes de cette librairie. Nous omettons, par exemple, de parler de la *Collection des Classiques français*, grand in-8, publiée sous la direction de M. A. Régnier. Malgré tous les soins dont elle a été l'objet, elle ne ne nous semble pas une œuvre complétement réussie. Elle n'est franchement ni archaïque, ni moderne, et il y a à la fois trop de luxe de recherches et de l'insuffisance dans plusieurs de ses parties. N'oublions pas toutefois la très-riche série des *Guides* et *Itinéraires pour les voyageurs*, qui sont de mieux en mieux faits de toute manière, et des *Guides-diamants*, où les renseignements se condensent dans un texte d'un aspect charmant.

Si la mode est aujourd'hui aux publications de luxe, ornées de gravures sur bois de grande dimension, le mouvement a été imprimé par la maison Hachette, qui a voulu ne laisser aucune des puissances de la librairie dans l'inaction. C'est M. Templier, l'un de ses chefs, qui a dirigé la publication des quatre grands ouvrages de Doré : *l'Enfer*, *Atala*, *Don Quichotte*, *Elaine*, qui ont coûté 600,000 francs à exécuter, et qu'ont suivis les *Fables* de la Fontaine, *le Purgatoire* et *le*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paradis du Dante, toujours avec ces vastes gravures sur bois d'après Doré, dont nous disons notre sentiment au chapitre de la Gravure même. Jusqu'au format, tout était neuf dans ces livres, que l'on a imités déjà, et qui ont inspiré probablement la *Bible* de M. Mame.

Cette *Bible* et *la Touraine* sont de plus beaux ouvrages; mais on a pu voir, à l'Exposition même, qu'il paraîtra avant deux ans, chez MM. Hachette, un livre supérieur à son tour : *les Saints Evangiles*. A lui seul, ce livre aura coûté plus de 600,000 francs, lorsqu'il sera mis à la disposition du public. C'est la pièce capitale, dès à présent, du travail de l'impression en France.

Nous avons pu par nous-même juger de tous les soins pris pour que cette fois le goût le plus pur ennoblisse les manifestations de la magnificence typographique. Les types ont été étudiés et dessinés lentement, d'après les modèles les plus irréprochables (sauf peut-être les chiffres, qui seront changés), et avec une certaine fleur de nouveauté qui n'a rien cependant d'une fantaisie et qui reste en harmonie avec la sévérité du texte à figurer en caractères. Ces types sont dus, ainsi que les ornements, à M. Charles Rossigneux; ils ont été gravés par M. Viel Cazal et fondus chez M. A. Réné et Cie. Les pages exposées sont d'une physionomie superbe. Un encadrement simple et sévère en rehausse encore la beauté sobre.

Les ornements de M. Rossigneux sont gravés en taille-douce, et s'impriment séparement; grande difficulté pour l'impression typographique du texte, confiée à M. Claye. Bien des essais ont été tentés pour vaincre la difficulté; ils ont réussi. Nous n'avons pas encore parlé de la décoration principale. C'est une suite de 120 dessins de Bida, artiste assurément capable d'illustrer une Bible.

M. Bida est allé revoir, aux frais de l'entreprise, les lieux témoins de l'histoire sacrée, et y raviver ses inspirations aux sources mêmes de la nature. Cent de ces dessins sont achevés, et 86 sont gravés et tirés. Nos artistes les plus habiles, des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peintres même, comme Mme Browne, Bodmer, Chaplin, Bracquemont, se sont voués à la gravure à l'eau-forte de ces compositions.

Nous aurions dû parler des ouvrages de science descriptive, du format grand in-8° et surtout de la jolie *Bibliothèque des Merveilles*, de la maison L. Hachette. Citons, pour leurs riches décorations, *le Monde de la Mer* et *la Vie souterraine*, et, pour le bon marché, les petits volumes à 2 francs : *les Minéraux*, *les Plages*, *les Chemins de fer*, *la Chaleur*, et tant d'autres qui vont à la fois charmer les yeux et jeter partout le bon grain de la science. Ces publications sont peut-être ce qu'il y aurait d'abord à louer dans l'œuvre actuelle et courante de MM. Hachette et Cie. Elles prouvent avec quelle conviction profonde ils se sont imposé l'ambition d'instruire d'une manière digne du siècle toutes les classes de la société et tous les âges, et quel art ils mettent à y réussir.

La librairie d'architecture et d'art de M. A.-J. Morel s'est mise à un rang très-distingué. Les connaisseurs ont examiné avec un vif intérêt la riche collection de ces publications si coûteuses qui alimentent les ateliers les plus habiles de la gravure et de la lithographie, font vivre tant d'artistes de talent et en instruisent d'autres par milliers. Cette branche de la librairie a pris une heureuse et rapide extension chez nous. Aidée par l'imprimerie elle-même, elle a réussi à reproduire dans des livres et des albums de la plus haute élégance la figure et la couleur des œuvres les plus variées de l'art. M. Morel, jeune et entreprenant, n'a rien cru impossible, et, le luxe de l'époque lui fournissant des souscripteurs, il a pu établir, de la manière la plus soignée, les ouvrages destinés à conserver les plus belles pièces de la curiosité, sans oublier que, pour les publications archéologiques, le premier mérite c'est une sévère exactitude, et que le fonds principal de sa maison, ce sont les livres et les cahiers de l'enseignement de l'architecture et de l'art industriel qui compte aujourd'hui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tant d'ateliers et tant de bons élèves. Parmi les nombreuses publications périodiques qu'on doit à cette maison, nous remarquons la *Gazette des Architectes et du Bâtiment*, l'*Art pour Tous*, le *Journal-Manuel de Peintures*, le *Journal de Menuiserie*. Parmi les grands ouvrages descriptifs : le *Dictionnaire raisonné de l'Architecture française* du XIe au XVIe siècle, le *Dictionnaire historique du Mobilier français*, les *Entretiens sur l'Architecture* et les *Chapelles de Notre-Dame* de M. Viollet le Duc, les *Palais, Châteaux, Hôtels et Maisons* de M. Sauvageot, l'*Architecture Romane du midi de la France* de M. Révoil, les *Monuments de la Perse* de M. Pascal Coste et surtout l'*Histoire des Arts industriels au moyen âge et à l'époque de la renaissance* (4 volumes de texte, in-8° ou in-4°, illustrés de gravures sur bois et accompagnés d'un album de deux volumes in-4° composé de 119 planches en lithochromie, de 19 en lithophotographie teintée sur chine, de 10 lithographies et de 2 gravures sur cuivre). C'est un ouvrage d'une beauté rare.

Quoique leur mérite soit grand, les librairies d'art étrangères n'ont pas reçu un semblable développement, et n'ont pas si soigneusement recueilli, dans les spécialités même qu'elles ont adoptées, les meilleurs modèles de l'art.

L'exposition de M. Curmer est une de celles qu'on examine avec le plus d'intérêt depuis longtemps. Ce n'est plus guère que de la chromolithographie. L'imprimerie proprement dite est comme absente de ces livres. Sans doute les copies des manuscrits sont curieuses et décorent bien une table de salon ou un oratoire; sans doute la lithographie réussit maintenant d'une manière étonnante à reproduire ces dessins et ces couleurs, mais enfin ce n'est pas là le manuscrit même, ce n'est pas non plus la limpidité, la transparence des images (on n'y arrivera jamais), et enfin ce n'est pas là de la librairie. M. Curmer est un infatigable chercheur. Il y a longtemps qu'il avait trouvé : la publication de son édition de *Paul et Virginie* de 1837 est une date dans les annales de la typographie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rien de nouveau aux expositions de Mme veuve Renouard et de M. Armengaud. Leurs grands ouvrages illustrés de gravures sur acier et sur bois ont reçu déjà leur part d'éloges. M. César Daly, pour l'architecture, M. Lièvre, pour les collections d'art, méritent aussi qu'on les mentionne pour les louer, et, dans un genre moins élevé, M. Charpentier, de Nantes, dont les livres illustrés ont du débit. Quelques-uns sont tout près d'être beaux, mais la lithographie ne rehausse jamais un texte avec autant de force que la gravure sur acier, et le bois même serait encore plus riche qu'elle. La lithographie n'a tout son charme que lorsqu'elle est isolée.

L'exposition de M. Furne, Jouvet et Cie est une des bonnes. On trouverait en effet peu d'éditions mieux conçues que celles de cette maison qui ne fait point de l'art pour l'art, mais vend des livres d'une valeur littéraire plus que décemment ornés par des gravures ou par le seul attrait d'une belle impression. L'*Histoire de France* de Henri Martin est, dans les prix moyens, un type à imiter; les *Classiques* aussi. Les *Inventions modernes* relèvent la librairie à bon marché, et, pour le bon marché même, où trouver un échantillon plus heureux que cette édition in-18 des œuvres d'Augustin Thierry qui se vend 1 fr. 50 c. le volume, prix fort?

MM. Garnier frères, qui n'ont pas exposé, méritent d'être félicités pour la direction nouvelle qu'ils donnent à leurs publications. Avec la puissance de vente dont ils disposent, ils serviront bien les intérêts de l'imprimerie et les leurs, en continuant de confier l'impression de leurs livres aux ateliers les plus distingués de Paris et en mêlant plus d'ouvrages solides de la littérature et de la science contemporaine à ceux qu'ils écoulent habituellement. Leurs Classiques et une belle Bible d'eux auraient dû figurer à l'Exposition.

On a su gré à M. Charpentier, de Paris, l'éditeur de la *Revue nationale*, qu'il poursuit avec persévérance, des soins qu'il a pris pour créer à la fois aux œuvres d'Alfred de Musset plusieurs générations et plusieurs classes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

public. La *Bibliothèque* qui porte son nom est un cadre qu'il devrait continuer de remplir en restant l'égal de lui-même. On doit aussi encourager M. Germer Baillière qui, au vieux fonds de médecine de son père, a joint, comme par un coup de théâtre, toute une bibliothèque de philosophie et d'histoire, de nature à nourrir les pensées de la jeunesse.

La médecine et la science continuent d'être dignement représentées par les livres de M. Victor Masson qui, avec des imprimeurs comme MM. Crété, Raçon, Martinet, a tout fait pour que, dans les bibliothèques de notre temps, ces publications brillassent par d'autres qualités que leur nécessité même. Il lui est né un futur compétiteur du prix des beaux ouvrages scientifiques, M. Adrien Delahaye. Il a employé, avec le même succès, les mêmes moyens et son exposition, moins étendue, est aussi soignée. Nous y voyons s'introduire le cartonnage en toile des Anglais, innovation pour les livres de médecine et de science. On peut désirer plus de simplicité dans les titres de ces reliures. La vieille maison J.-B. Baillière n'a exposé que dans la classe 11 (médecine).

D'autres encore ont droit à être nommés ici : MM. Didier et C^ie^, pour leurs publications variées ; M. Dunod ; M. Baudry surtout pour leurs ouvrages de science et de génie ; M. E. Lacroix, pour l'extension qu'il donne à ses traités industriels, et enfin M. Hetzel dont l'activité est infatigable et chez qui les idées originales n'ont jamais manqué.

La maison Delagrave, auparavant Tandou, et bien plus connue encore sous le nom de MM. Dezobry et Magdeleine, est l'une des plus laborieuses parmi celles qui alimentent les classes des lycées et des écoles et qui joignent aux livres d'enseignement élémentaire ou secondaire des ouvrages faits pour instruire les gens du monde. Ses dictionnaires d'histoire et de science sont pour le moins égaux à ceux qu'on avait entrepris avant elle, et il semble qu'elle ne s'arrêtera pas dans la voie qui l'a conduite à éditer déjà des œuvres de littérature générale, en suivant l'exemple donné en 1852 par la maison Hachette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la librairie Guillaumin, on sait partout, en France et à l'étranger, combien la science économique est redevable à son fondateur. Ses publications, pendant trente ans, ont puissamment servi à la vulgarisation des principes dont il est le plus utile qu'un peuple se pénètre. Avec un zèle, un désintéressement sans égal, il a consacré sa vie entière, jusqu'à l'épuiser, à la création, à la dissémination d'un genre de livres auxquels il fallait aussi créer des lecteurs. Jamais il n'avait exposé ses collections, même les meilleures. Maintenant qu'il n'est plus, nous devons lui donner la place qu'il a méritée dans cette revue des travaux de la librairie française. Le *Journal des Économistes*, qu'il a fondé, est arrivé à sa vingt-sixième année; l'*Annuaire de l'Économie politique*, à la vingt-cinquième. La collection des *Principaux Économistes* a pris place parmi les monuments de la science; celle des *Économistes et Publicistes contemporains* compte déjà 60 volumes, et la *Bibliothèque des Sciences morales et politiques*, près de 80. Il est à peine nécessaire de rappeler ici le *Dictionnaire d'Économie politique*, ouvrage qui a exercé une heureuse influence, et le *Dictionnaire du Commerce et de la Navigation*, recueil d'une méthode, d'une clarté, d'une abondance qu'on ne saurait surpasser. Un tel ouvrage aurait enrichi déjà un éditeur étranger. A peine M. Guillaumin a-t-il été payé de son labeur et du sacrifice même de sa vie par l'estime des personnes vouées aux études économiques; mais la conscience des services qu'il rendait était sa première récompense. Ni en Angleterre, ni en Allemagne, ni en Italie, il n'existe de maison uniquement vouée comme la sienne à la propagation des vérités économiques, et son nom restera non-seulement dans l'histoire particulière de la librairie française, mais dans les annales de la propagation des doctrines progressives.

§ 4. — Imprimerie et Librairie à l'étranger.

Il est bien difficile que, aux expositions universelles, tous les peuples prennent la place qu'il leur appartiendrait de rem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plir, surtout quand l'intérêt n'excite pas l'émulation. Comme il y a fort peu de chances pour que jamais un imprimeur étranger reçoive des commandes de France, tandis que le contraire arrive, l'imprimerie de l'Allemagne, de la Belgique, de l'Italie, ne se sent pas grande envie de nous envoyer l'échantillon de tout ce qu'elle peut faire et la librairie elle-même ne s'empresse point d'exposer.

Mais, n'y aurait-il pas au Champ-de-Mars un seul livre anglais ou allemand, nous n'en saurions pas moins que, généralement, on imprime avec plus de soin les ouvrages ordinaires en Angleterre et en Allemagne qu'en France, mais que nos imprimeurs et nos libraires prennent leur revanche pour les ouvrages de luxe et de goût; et que nos gravures et nos lithographies sont toujours les plus belles ou les plus élégantes que l'on fasse. L'imprimerie anglaise, nous l'avons dit, est servie par la régularité même de ses caractères et par la qualité de ses papiers. En Allemagne, c'est la conscience de l'ouvrier et un grand respect des traditions qui assurent aux impressions courantes leur bonne exécution.

Pays-Bas. — Les Hollandais ont beaucoup imprimé jadis, mais, à deux ou trois exceptions près, leurs imprimeurs ont fait presque toujours de la pacotille, de la librairie d'exportation et de contrebande. Il n'y a rien de bien extraordinaire dans l'exposition des Pays-Bas de 1867. On a approuvé toutefois les caractères et les spécimens de typographie de la vieille maison Enschedé, de Harlem, les reproductions de M. W. van der Weijer, d'Utrecht, et quelques impressions orientales qui se font à Amsterdam et à Leyde.

Belgique. — Il était à craindre, depuis 1852, que les ouvriers belges n'expiassent le long régime de la contrefaçon abolie par les nouvelles conventions littéraires. Mais l'ouvrage n'a pas manqué et les salaires ont haussé. En 1852, le compositeur gagnait 2 fr. 75. c., journée moyenne; il gagne 3 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

20 c. La Belgique, en exploitant son propre fonds, l'a trouvé plus riche qu'elle ne le supposait et le goût de faire des livres convenables lui est venu. Certaines de ses éditions sont dignes d'estime. La spécialité des livres de liturgie et de piété est surtout florissante. M. Dessain, de Malines, est le principal imprimeur en ce genre.

M. Muquardt, de Bruxelles, a exposé des livres illustrés, traités avec élégance; M. Van Doosselaere, de Gand, des impressions remarquables par les difficultés vaincues; et M. Annoot-Braeckman, de Gand, des spécimens de typographie assez distingués. Néanmoins tous les livres belges ont l'air provincial à côté des nôtres, et, quelquefois, un peu l'air allemand. Tout y est d'un ton gris. Quelques chromolithographie bien enlevées ont été envoyées par M. Severeyns de Saint-Josse-ten-Noode et MM. Brepols et Dierckx, de Turnhout.

Allemagne. — Les Allemands ont d'excellentes imprimeries, bien conduites, bien outillées, dont les chefs sont des gens de science, s'ils ne sont pas toujours des gens de goût, et des librairies beaucoup plus occupées que les nôtres des véritables conditions de la vente régulière des livres par masses considérables. On y fait, d'ailleurs, sa réputation à meilleur marché. Il suffit d'un ouvrage bien réussi, d'un livre utile et en vogue. Des maisons très-connues n'ont pas plus de cinq ou six presses dans leur atelier.

L'imprimerie royale de Berlin, qui n'a pas l'importance de notre Imprimerie impériale, a réduit son envoi à quelques épreuves de papier-monnaie et de billets de banque; mais quatre maisons de Berlin ont bien représenté la Prusse : celle de M. Decker, qui est de premier ordre et qui a publié, avec de beaux livres religieux, une édition des *OEuvres de Frédéric II*, grand in-4° qui honorerait partout une imprimerie; celle de M. Duncker, dont on a remarqué les collections variées et les publications artistiques; celle de MM. Ernst et Korn, qui s'occupe des mêmes publications que la librairie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Morel, de Paris, et avec un grand goût, et celle de MM. Trowitzsch, fondeurs et typographes qui soignent toutes les parties du matériel typographique et ont imprimé près de 2 millions de Bibles. Ils ont exposé le texte d'une petite Bible tirée sur clichés à plus de 500,000. Ce texte est net et les clichés n'ont pas souffert visiblement. On peut citer encore les fontes de MM. W. Gronau, de Berlin.

Le premier rang, en Allemagne, est à MM. Giesecke et Devrient, de Leipzig. La richesse, l'éclat de leur exposition a frappé même les indifférents. A côté de livres exécutés avec toute la sévérité des maîtres et d'autres ouvrages aussi élégants que corrects, ils ont soumis au jugement de leurs émules de tous les pays un choix de chefs-d'œuvre dans les genres les plus variés de la lithographie, de la gravure et de la typographie d'art. A ce qu'il semble, nous n'avons pas en France d'établissement aussi complet (à Tours, chez M. Mame, on n'imprime pas pour le commerce) et personne parmi nos imprimeurs n'a le droit de se dire plus habile. Les ouvrages de MM. Giesecke et Devrient sont au moins au niveau de ce qui se fait de mieux en Angleterre. C'est en 1852 seulement que cette maison a été fondée. Quoique son but fût dès le commencement d'atteindre les sommités de l'art, elle dut ne s'occuper d'abord que d'ouvrages de ville, avec une mécanique et trois presses à bras. Au bout de trois ans, le goût, le style de ses plus vulgaires travaux l'avaient déjà fait rechercher et elle occupait 4 mécaniques et 9 presses. Bientôt la lithographie, la gravure sur bois et en taille douce et la stéréotypie dans toutes ses applications, puis la reliure, y prirent une place qui ne cessa de grandir. En 1859, l'établissement était en mesure de tout entreprendre et de tout exécuter. On y compte maintenant 10 mécaniques et 26 presses à bras typographiques, 24 presses lithographiques, 26 presses en taille douce. Il s'y imprime par an plus de 20,000 rames de papier.

Deux autres maisons de Leipzig ont figuré avec honneur à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Exposition : celle de M. Lorck, qui a étalé une collection de grammaires de presque toutes les langues usitées, d'une impression nette, d'un bon caractère et solidement cartonnées (l'Imprimerie impériale seule, en France, pourrait produire cette collection), et celle de MM. Brockhaus, depuis longtemps connue en France. Elle date de 1805. MM. Brockhaus sont libraires, fondeurs et imprimeurs. Leur imprimerie possède 10 presses à bras, 17 presses à vapeur et 9 machines à satiner. Ils occupent près de 600 personnes. Leur établissement a presque entièrement été renouvelé dans ces dernières années. Il n'y a rien qui soit hors ligne dans leur production, mais tout est fait comme il faut et se vend bon marché. La librairie Brockhaus a envoyé à l'Exposition, sans autre choix, un exemplaire de ses publications récentes, reliées ou cartonnées par elle-même. Ces ouvrages sont tous intéressants. L'histoire, les voyages, la science forment le gros du catalogue. MM. Brockhaus ont vendu jusqu'à 300,000 exemplaires de leur *Conversations-Lexikon*, que complète la revue *Unsere Zeit* (Notre Temps). Ce chiffre dit assez sur quelle large publicité peuvent compter les bons livres en Allemagne. Un traité sur le commerce, s'il est de quelque valeur, s'y vendra à 30, 40, 50,000 exemplaires. En France, c'est tout au plus si l'on placera une édition de 2 ou 3,000.

MM. Brockhaus ornent de gravures sur acier et de lithographies quelques ouvrages de luxes. Leur *Schiller-Galerie* a déjà été remarquée en 1862, à Londres.

La musique de MM. Breitkopf et Haertel, de Leipzig, est considérée depuis longtemps comme très-bien imprimée. Il y a cent ans que cette maison fait de la musique typographique avec une grande habileté. On l'a pu voir cette année en feuilletant les œuvres de Beethoven. Nos tirages ne sont pas d'un noir si net.

Nous avons remarqué les gravures de M. Schülgen, de Dusseldorf, les impressions de M. Keller, de Giessen, les lithochromies de M. Gérold, de Berlin, les journaux et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

musique de M. Hallberger, de Stuttgart; les impressions en couleur et les livres de M. Ebner et de MM. Ebner et Seubert, de Stuttgart; les fontes de M. Dresler, de Francfort, et de M. Manz de Ratisbonne, et les missels de M. Pustet (Bavière), qui sont à placer parmi les mieux faits qu'on puisse voir.

Autriche. — L'Imprimerie impériale de Vienne causa à tout le monde une grande surprise, en 1855. Elle exposait à la fois vingt chefs-d'œuvre et des nouveautés imprévues, jusqu'à des planches de cuivre de 10 mètres, des types gravés pour copier les incunables, et de la lithochromie excellente. On a été moins étonné cette fois, parce que la révélation était faite (1).

Les librairies Braumueller et Gérold et l'imprimerie Zamarski, dè Vienne, ont envoyé de beaux et bons livres de fonds. M. Engel, de Vienne, et M. Emisch, de Pesth, réussissent également dans la typographie et dans l'illustration par la lithographie ou la gravure. MM. Paterno, Reiss et J. Stou exposaient les lithographies en couleur d'une jolie touche. Nous en reparlerons au chapitre de la lithographie, ainsi que des lithochromies de MM. E. Hölzel et Neumann. C'est un travail que l'on fait bien en Allemagne.

L'impression des cartes est un des genres que les Allemands réussissent aussi. Nous avons vu à l'Exposition, à côté des ouvrages de Kiepert, de Reimer et d'Ohmann, qui sont connus, une très-grande et belle carte sur pierre, de M. Fleming, de

(1) L'Imprimerie « impériale et royale de la Cour et de l'État » occupe environ 700 personnes. Par semaine, le salaire des ouvriers varie de 7 florins 75 à 16,75 pour les compositeurs; de 7,06 à 12 pour les pressiers; de 9,23 à 15,12 pour les conducteurs de machines; de 6,75 à 9,61 pour les margeurs; de 7 à 9,50 pour les imprimeurs en taille douce; de 8,30 à 12,60 pour les lithographes; de 6,68 à 14,13 pour les fondeurs. Le florin valant 2 fr. 15, on voit combien les salaires sont peu élevés en Allemagne.

L'Imprimerie impériale de Vienne possède 2 grandes machines dont une française; 37 machines à un seul cylindre, 7 presses à bras en fer; 28 presses à bras ordinaires, une presse mécanique et 12 presses à bras, pour la lithographie; 2 presses à main et 9 presses à vapeur, pour la taille-douce. Les aquarelles lithographiques sorties de ses ateliers sont très-élégantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Glogau, qui méritait de fixer l'attention. Les cartes en couleur, de l'Institut géologique d'Autriche, sont également remarquables.

Y compris l'Autriche, la librairie allemande compte 2,756 établissements, dans 622 villes, et, en outre, 381 maisons situées dans les divers pays d'Europe, et représentées à Leipzig par un commissionnaire, et 39 maisons situées en Asie et en Amérique. Les centres de la librairie allemande sont Leipzig, Augsbourg, Berlin, Francfort-sur-le-Mein, Munich, Nuremberg, Prague, Stuttgart, Vienne et Zurich.

Les journaux allemands illustrés ne sont pas sans mérite. A ce propos, nous pouvons noter qu'en 1866, l'Autriche seule publiait 362 journaux, dont 134 politiques.

Italie. — Quand l'illustre Bodoni, à Parme, fonda sa grande imprimerie, il avait tout à créer et il arriva à balancer la réputation des Didot. Que l'Italie ne désespère donc point de voir surgir de son sein un imprimeur fait pour la gloire. Ce qu'elle produit en ce moment n'est pas à la hauteur du rang qu'elle a pris parmi les nations, malgré les qualités constatées dans les envois de M. Pomba, de Turin (typographie), de M. Lemonnier, de Florence (éditions), de M. Barbera, de Florence (impressions diamant), de M. Nistri, de Pise, de M. Cellini, de Florence, de M. Civelli, de Milan (jolies cartes à 10 centimes), de M. Lao, de Palerme et de M. Nobile, de Naples (typographie et typochromie).

Suisse. — On n'a distingué que les paysages en aqua-tinta de M. Brunhofer, de Soleure, et quelques livres et journaux de M. Bridel, de Lausanne.

Espagne. — Si l'Italie a eu son Bodoni, l'Espagne a eu un Ibarra au siècle dernier. On n'y a pas oublié, sans doute, son beau *Salluste*. A l'Exposition figuraient quelques envois de Barcelone, de Cadix et de Madrid. Seul, M. Rivadenayra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exposait un livre digne du nom de livre, un *Don Quijote* du reste, objet cher à l'Espagne, et encore la main de l'ouvrier français semble y avoir touché.

Il y a 105 imprimeries à Madrid, pourvues de 150 machines tirant un million de feuilles environ, mais le travail manque souvent et l'habileté du personnel n'est pas grande. On a proposé d'ouvrir à Madrid une école de typographie pour relever le métier de sa décadence; on a proposé même un plan d'études, un peu compliquées, qui dureraient cinq ans. Il existait, jusqu'en ces derniers temps, une Imprimerie royale en Espagne. On a jugé que son existence était la cause principale de la paralysie de l'industrie particulière, et elle vient d'être supprimée.

N'oublions pas de citer les belles éditions de musique que l'Espagne nous a envoyées. On a été agréablement surpris de leur bonne exécution. M. B. Eslava, de Madrid, notamment, a envoyé une *Méthode d'Orgue* qui est distinguée.

Portugal. — Tout renaît à la vie dans ce petit royaume, et l'imprimerie notamment y a fait des progrès étonnants en peu d'années, sous l'inspiration de quelques jeunes gens d'élite envoyés à Paris pour étudier la typographie à l'Imprimerie impériale. L'Imprimerie royale de Lisbonne a mérité, en 1867, un des meilleurs rangs du concours. Ses tirages en couleur sont fort heureux. A côté de cette imprimerie privilégiée, MM. Lallemant frères ont une fonderie et une typographie d'où sortent de bons ouvrages. Les impressions portugaises ont bien encore un peu le goût du pays, mais cette manière n'est pas contraire au bon goût.

Égypte. — A Boulâq, faubourg du Caire, le gouvernement égyptien possède une imprimerie bien montée qui travaille à l'européenne et dont les produits ont déjà bien tenu leur place aux expositions. Cette fois encore, quoiqu'au-dessous de ce que fait le Portugal, on a noté avec faveur ces ouvrages de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

genres divers, tous instructifs, qui ne seraient pas aussi bien imprimés en Espagne.

Grèce. — M. Philadelphien, de l'Attique, avait quelques impressions recommandables. Une collection de journaux grecs, attachés à la muraille, faisait un effet singulier. Nous ne sommes pas habitués à voir la langue et les caractères d'Homère se présenter à notre regard sous cette forme si moderne.

Russie. — Pour la Russie proprement dite, il n'y a à citer que le nom de M. Golovine, imprimeur à Saint-Pétersbourg, et celui de M. Lehmann, fondeur de caractères. Varsovie avait envoyé les types et clichés de M. Orgelbrandt et d'assez remarquables lithographies et chromolithographies de M. Fajans. Une mention aux livres et aux lithographies de la Société littéraire finlandaise.

Suède, Norwége, Turquie. — La Turquie, la Suède et la Norwége ont exposé. Doit-on considérer les provinces Danubiennes comme un pays turc ? C'est alors le lieu de dire le plaisir que cause la vue d'un journal consacré à la typographie qui paraît à Bukharest et qui est imprimé de façon à paraître une publication anglaise.

Danemark. — Il y a à Copenhague un éditeur qui serait remarqué en France ou en Allemagne, M. Bjanco-Luno. Il exposait des éditions ordinaires et des livres illustrés (1).

Amérique. — Les États-Unis, on pourrait le dire, n'ont pas exposé. Cependant on y imprime énormément et on y fait le journal et l'illustration courante avec un plein succès. Remercions MM. Appleton, Houghton et Merriam de n'avoir pas dédaigné le concours. Leurs livres illustrés ne l'ont pas déparé. Trois ou quatre autres imprimeurs et éditeurs ont en-

(1) Depuis 1862, il y a une imprimerie et une lithographie installées à Golthaab, dans le Groenland.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voyé comme eux quelques-uns de leurs ouvrages. Nous aurions voulu voir plus d'impressions en couleur et plus d'échantillons de taille-douce. Les Américains en fabriquent avec habileté pour décorer des marchandises. Mais il faut se garder de juger les États-Unis par le peu qu'on a vu d'eux. C'est la terre promise de l'instruction publique et, un jour ou l'autre, l'imprimerie qui y travaille déjà tant, cherchera à s'y élever jusqu'à l'art.

Il n'est pas rare d'y voir un ouvrage se vendre à plus de cent mille exemplaires. Quelques-uns ont été bien au delà de ce chiffre. Le prix, le sujet trop spécial d'un livre n'arrête personne, comme chez nous, dès qu'il s'agit de s'instruire sérieusement. Il s'est vendu 65,000 exemplaires du *Voyage aux régions arctiques*, de Kane, et ces deux volumes rapportaient un dollar de droits à l'auteur, à la vente de chaque exemplaire. Quel est, en France, l'écrivain qui, avec un récit de voyage presque scientifique, a jamais gagné 65,000 dollars ou 325,000 francs ? Le plus souvent, en pareil cas, on ne serait imprimé que par grâce.

La musique même est très-répandue. Il a été publié 40 éditions de la *Collection des œuvres d'Haëndel et d'Haydn*, arrangée par le docteur Lowell Masson et ses *Carmina Sacra*, vendus à plus de 500,000 exemplaires, lui ont valu 250,000 fr. de droits. On assure que les 116 petits volumes d'instruction de Peter Parley (Samuel Goodrich) ont été imprimés à 14 millions d'exemplaires.

Voici comment s'est développé, par périodes, la fabrication des livres aux États-Unis :

En 1820, la production est évaluée à 12 millions et demi de francs; 17 millions et demi, en 1830; 27 millions et demi, en 1840; 63 millions, en 1850. En 1856, on l'évaluait à 80 millions de francs, dont 30 pour New-York, 17 pour Philadelphie, 10 pour Boston, 6 pour Cincinnati, 4 pour le district de Washington.

En 1811, il n'y avait aux États-Unis que 500 imprimeries;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on assure qu'il y en a maintenant 4,000 et même davantage, le double au moins de ce qu'il y en a en France, lithographies comprises. La valeur de leur production atteint et dépasse même 80 millions par an pour les livres, et 200 millions avec les journaux et les impressions diverses.

Le nombre des ouvrages nouveaux publiés aux États-Unis dans les derniers temps est d'environ 4,000 par an, formant 5 ou 6,000 volumes.

De 1851 à 1857 inclusivement, dit M. John Bigelow (les *États-Unis d'Amérique*, 1863), il a été importé aux États-Unis des livres pour une somme : en 1851, de 2 millions 470,760 francs ; — 1852, de 2,838,575 ; — 1853, de 3,616,105 ; — 1854, de 4,584,445 ; — de 1855, de 4 millions 466,855 ; — 1856, de 3,836,540 ; 1857, de 4,372,020.

Une particularité à signaler à propos du commerce de la librairie aux États-Unis, c'est qu'il se tient deux fois par an à New-York, à Philadelphie et à Cincinnati, des ventes à l'encan, alimentées par les éditeurs, et auxquelles assistent les libraires détaillants. Ces ventes ont lieu depuis trente ans avec un plein succès, et il s'y débite annuellement pour 4 à 5 millions de librairie.

La classification des livres publiés aux États-Unis, du 1er janvier 1856 au 1er mars 1858 les répartit de cette manière : Éducation, 748 ouvrages ; — Histoire naturelle, physique, agriculture, 160 ; — Biographie, 213 ; — Essais, poésie et fictions, 1,667 ; — Théologie, 842 ; — Histoire, 231 ; — Livres pour la jeunesse. 117 ; — Musique, 154 ; — Voyages, 157 ; — Médecine, 138 ;—Droit, 28 ; — Classiques, 61 ; — Sciences mécaniques, 80 ; — Divers, 290. — Total, 4,886 ouvrages, formant 5,362 volumes.

Mais c'est le mouvement des journaux qu'il est surtout intéressant de suivre. Il en existait, en 1860, plus de 4,000, dont 3,200 au moins s'occupant de politique, et 386 paraissant tous les jours. On en comptait déjà 100 en Californie et presque autant au Texas. Le tirage général de tous ces journaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de ces revues était de 927,951,548 exemplaires, ce qui donne une proportion de plus de 34 exemplaires par individu de la population blanche. Dix ans auparavant la circulation n'allait pas à plus de 426,500,000 exemplaires. Les trois États de New-York, de la Pensylvanie et du Massachusetts fournissent près de 550 millions d'exemplaires, plus de la moitié du tirage.

Le nouvel établissement du *Public Legder*, avec la papeterie construite pour l'alimenter près de Philadelphie, vaut aujourd'hui plus de dix millions. Il y a trente ans que ce journal a été fondé par trois ouvriers imprimeurs qui risquèrent dans l'entreprise leurs modiques économies. C'était le premier journal à bon marché qui eût paru aux États-Unis. L'abonnement à la semaine ne coûte que 40 centimes. Chaque numéro forme quatre grandes pages et se tire à 70,000 exemplaires.

Les grands journaux américains sont plus répandus encore que ceux de l'Angleterre. Le *New-York Herald* compte trois fois plus d'acheteurs que *le Times*. Il tire, dit-on, à 170,000, et le *New-York Weekly Tribune*, à 200,000. Le propriétaire du *New-York Herald* déclarait naguère, à la taxation municipale du revenu, que ses bénéfices personnels dépassaient 750,000 francs par an.

Les journaux des Américains ne sont pas inconnus en France, mais il y arrive peu de leurs livres, sauf des almanachs et des rapports officiels. Ces rapports et ces almanachs sont mieux composés et généralement mieux tirés que les nôtres.

Si quelqu'un, à Paris, veut avoir une idée de la manière dont on imprime aux États-Unis depuis la fin du siècle dernier, il n'a qu'à aller visiter la collection américaine de la bibliothèque de la Ville de Paris, qui, malheureusement, depuis dix ans, n'a pu être continuée. On y verra, néanmoins, que plusieurs de nos grandes villes étaient encore dans une sorte de sauvagerie typographique quand déjà, de l'autre côté des Alleghanys, à trois cents lieues de la mer, des espèces de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bourgades perdues dans les forêts avaient des recueils de lois d'une impression convenable.

Le reste de l'Amérique ne compte pas pour l'imprimerie; cependant il y a un journal illustré à Honolulu, dans les îles Sandwich.

Grande-Bretagne. — Nous avons dit ce que nous pensions des impressions anglaises. Le plus beau livre exposé est la *Bible du prince de Galles*, de M. Mackensie. Il n'en a été tiré que quinze exemplaires et chacun se vend plus de 2,000 francs. C'est vraiment un ouvrage d'élite. Le texte est fort, sans rudesse, et le parti pris de placer les notes et références marginales sur deux petites colonnes juxta-posées, au milieu même de la page, entre les deux larges colonnes du texte, n'est pas fait pour déplaire aux bons juges. Néanmoins, on ne saurait comparer cette bible à celle de M. Mame, à l'*Évangile* de MM. Hachette, à l'*Imitation* et aux *Évangiles* de l'Imprimerie impériale, aux *Éditions du Louvre* des Didot. C'est une tout autre figure.

Où les Anglais l'emportent, c'est dans les bonnes éditions ordinaires, dites de bibliothèque, et aussi dans les journaux; mais, quoique leur papier soit meilleur, il dépendrait de nous, avec des ouvriers plus généralement instruits et moins de hâte dans le travail, moins de zèle pour la concurrence de ville, de faire tout aussi bien. Les Allemands y arrivent et vendent meilleur marché.

Il y a bien d'autres bons imprimeurs ou libraires que ceux qui ont exposé à Paris en 1867. Les Clowes, les Spottiswoode, les Bradburg, Evans et C^ie^, les Virtue, les Harrison, les Cassel, Petter et Gilpin, les Mackensie, les Chambers, les Murray, les Bagster, les Rivington, les Barritt, les Routledge, les Robert Rivière, les Moxon, les Teggs, les Griffin, les Longman, les Blackwood, les West, les Bain, les Jenkins et Cecil, les Ramage et Coppinger, les Westley, les Parker, les Mac Millar, les W. Metcalfe, les Nelson, les Blackie, les Collins,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les Heywood, les Nimmo, les James Nichol, les Clark, les Edmonston et Douglas, les Bell et Daldy, les Fawcett, les Bennett, etc., de Londres, d'Oxford, de Cambridge, de Glasgow, de Manchester, d'Edimbourg, sont les plus habiles, les plus expérimentés. Deux ou trois fondeurs ont fait connaître la série de leurs types, et, sans contredit, ils sont d'une belle tournure dans leur fermeté : citons les pages de MM. Stephenson et Blake. Nous regrettons d'avoir vu si peu de cartes et de gravures.

Ce qui nous frappe le plus, dans les produits anglais de la classe 6, ce sont les lithographies en couleur. Elles ont un naturel, un coloris tout différent de ce qu'on trouve chez nous; elles reproduisent avec un fini étonnant les aquarelles que les peintres de l'Angleterre excellent à peindre, et, en somme, on comprend que, réussissant chez eux ce genre si bien fait pour eux, les Anglais ne soient pas jaloux de ce que nous-mêmes nous faisons. Les chromolithographies de MM. Brooks, Hanhart, Rowney, Dickes, Day, Maclure, à des degrés différents, sont des œuvres très-distinguées.

Les Colonies anglaises impriment aussi bien que les États-Unis. Il ne faudrait pas qu'on fût moins habile et qu'on eût moins de goût à Marseille ou à Bordeaux qu'à Québec, à Melbourne ou à Bombay.

On exécute de très-belles impressions musicales en Angleterre, comme le prouve l'exposition collective des éditeurs de Londres (1).

Mais, pour le répéter, tout ce que font les imprimeurs anglais, nous pouvons le faire, et ils ne sauraient faire d'ici à longtemps probablement ce que nous-mêmes faisons. Les Baskerville, les Bulmer, les Bendsley, les Pickering ne se voient pas tous les jours.

(1) L'établissement « *The Bookseller* » a fait aussi une sorte d'exposition collective de livres des principaux libraires et imprimeurs anglais. « Bonne impression et belle reliure, » dit le catalogue. Ce catalogue est à consulter si l'on veut connaître les bons ouvrages. A Noël, le *Bookseller* publie un très-curieux feuilleton d'annonces et de spécimens de la librairie anglaise d'étrennes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1862, il a été publié 4,828 ouvrages à Londres, et 3,559 en 1864. On y comptait alors 694 imprimeries, dont près d'une centaine ne travaillant pas.

Pour ce qui concerne spécialement la publication des journaux, en 1856, alors qu'existaient la taxe du papier et le timbre des annonces, leur nombre était de 799, dont 37 quotidiens (15 à Londres, 10 dans les comtés anglais, 7 en Écosse et 5 en Irlande). Six ans plus tard, lorsque la taxe du papier eut disparu, on en comptait 1,206, dont 878 pour l'Angleterre seule, et, au lieu de 15, Londres publiait 21 journaux quotidiens. En 1866, on a constaté l'existence de 1,735 feuilles périodiques : 1,373 pour l'Angleterre proprement dite, 55 pour le pays de Galles, 144 pour l'Écosse, 161 pour l'Irlande et 2 pour les îles de la Manche.

Les ouvriers compositeurs anglais sont un peu plus payés que les nôtres, mais surtout il y a pour eux cet avantage, que presque dans tous les ateliers, les travaux sont exécutés par une association, une « commandite » d'ouvriers qui rivalisent naturellement de zèle et de soin pour en tirer le plus de profit possible, et qui ne laissent au « metteur en pages » qu'un très-léger droit de supériorité. Il faut dire que les ouvriers anglais sont en masse plus habiles que les ouvriers français, parce que dans la typographie anglaise il existe un apprentissage sérieux, et qu'au moment où il prend rang à l'atelier comme compositeur, l'apprenti, qui, du reste, n'a pas fait tout son temps d'apprentissage sans salaire, se trouve presque toujours capable de bien exécuter les travaux les plus difficiles. De plus, l'imprimerie est libre en Angleterre exactement comme les autres industries.

CHAPITRE III.

IMPRESSIONS LITHOGRAPHIQUES.

Si le hasard avait fait naître Senefelder avant le père de la typographie, et qu'il eût découvert la manière d'obtenir, sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une pierre d'un grain serré, fin, et abondante, des dessins et des écritures d'un relief susceptible d'être encré et imprimé, la facilité de la plupart des opérations de la lithographie aurait probablement fait qu'on se fût appliqué à obtenir d'elle, par tous les moyens possibles, les œuvres diverses de la typographie, de la gravure sur bois et même de la gravure en taille-douce, et la typographie proprement dite aurait eu quelque peine à naître.

Senefelder, musicien de Prague, établi à Munich, était, on le sait, à la recherche d'un procédé qui lui permît de graver lui-même sa musique, et il s'était arrêté à la gravure en relief du cuivre ; mais, ayant besoin de s'exercer à écrire au rebours et n'étant pas assez riche pour faire ses essais sur le métal, il avait pensé à se servir de la belle pierre calcaire de Solenhofen, et y écrivait avec une encre de cire, de savon et de noir, soluble dans l'eau, qu'il enlevait après chaque exercice. Pressé un jour, il y inscrivit la note de sa blanchisseuse pour la recopier plus tard, puis, au moment de la transcrire, l'envie lui vint de verser de l'acide sur sa pierre. Bientôt l'acide l'eut mordue partout où l'encre ne la recouvrait pas, et l'écriture parut en relief, avec assez de netteté et de rigidité pour se prêter à une impression telle quelle. C'était en 1796. Senefelder ne commença que trois ans après à faire un art pratique de sa découverte. Il lui fallut retoucher son encre, inventer une presse qui ne fût pas celle de la taille-douce, dont il avait usé d'abord, ni celle de la typographie, qui est faite pour des caractères solides et en planches d'un même niveau, composer des crayons pour le dessin sur pierre, trouver une préparation de la pierre pour empêcher la solubilité du crayon. Il suffit à tout, mais au prix d'études continuelles. Il découvrit même qu'au moyen de l'humidité, il est possible de reporter sur la pierre un dessin, une gravure, une page d'impression typographique, et enfin il imprima, le premier, des lithographies en couleur, à plusieurs tons, avec des pierres « repérées, » c'est-à-dire ajustées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En France, la lithographie, dont nous n'avons pas à faire l'histoire, dut ses premiers succès à la persévérance et à la générosité de M. de Lasteyrie, puis aux efforts d'Engelmann. Quand on assiste, comme nous, à l'épanouissement d'un art, on a de la peine à comprendre qu'il ait fallu si longtemps pour le développer, et nous ne saurions nous imaginer aujourd'hui par combien d'essais informes la lithographie a passé avant de nous donner des chefs-d'œuvre. Les pierres étaient mal préparées, les encres et les crayons imparfaits; on ne savait se servir ni du grattoir, ni de la pointe, ni du pinceau; le tirage avait de la dureté. Mais peu à peu la patience et l'étude triomphèrent des difficultés, et, après n'avoir d'abord paru propre qu'à la reproduction de prospectus ou d'écritures commerciales, la lithographie devint le moyen favori des artistes pour placer eux-mêmes leurs compositions sous les yeux du public, sans recourir à des intermédiaires et à des traducteurs infidèles.

Après Senefelder et Engelmann, s'il est un homme qui puisse prétendre à personnifier les progrès de la lithographie, c'est M. Lemercier. Entré dans le métier en 1822, il a été l'ouvrier le plus habile, le plus ingénieux, le plus opiniâtre, et ensuite le chef toujours actif, toujours entreprenant, de la maison la plus complète qui se soit formée en Europe. Cette maison jouit depuis plus de vingt ans d'une grande renommée; c'est là que se sont formés, comme dans une académie, les praticiens qui honorent le plus leur profession; c'est là qu'ont été cherchées et trouvées presque toutes les découvertes de détail au moyen desquelles l'art de la lithographie a pu multiplier et varier ses œuvres à l'infini.

Comme dans les ateliers du moyen âge, chacun avait travaillé d'abord à l'aventure avec ses procédés à soi et se cachant soigneusement d'autrui. Mille petits secrets, dont le succès dépendait souvent du hasard, tenaient lieu de cet enseignement traditionnel à la fois et publiquement perfectionné qui fait la force de la science et de l'industrie modernes. La divul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gation d'un véritable système pratique et raisonné d'impression lithographique est due à M. Lemercier, et c'est un honneur pour la France que l'art de Senefelder ait prospéré chez nous en si peu de temps, et que nulle part ailleurs il n'ait donné plus abondamment de plus beaux fruits. Nous venons de voir quel rang occupent nos typographies d'art, sinon nos imprimeries ordinaires. Nous verrons bientôt que, pour l'impression de la gravure sur bois, notre supériorité est également avouée de tous.

La lithographie est restée jusque vers 1848 un art dans toute la force du terme. Elle a pris depuis un caractère industriel; mais alors encore, en mettant de côté toute la partie des écritures de commerce laissées aux petits ateliers, elle ne s'occupait guère que de reproduire de beaux dessins de maîtres et s'étudiait à leur donner toute leur finesse et tout leur coloris par la seule impression en noir, mêlée tout au plus d'un ton de lavis, et à peine aidée d'un rehaut de couleur sobre. Depuis 1848, pour lutter avec la photographie, et répondre aux goûts, aux besoins de l'époque, la lithographie s'est tournée vers les genres faits pour se vendre en quantités, et a recouru aux impressions en couleur, qui lui ont ouvert une carrière nouvelle. En même temps elle a été utilisée, dans le mouvement industriel qui s'est développé depuis, pour la fabrication des fonds d'actions et d'obligations. Mais elle n'a pu prendre tout son essor dans ces directions nouvelles que lorsque l'emploi des reports lui eut facilité la production, comme celui des clichés galvanoplastiques a aidé la chromotypographie et l'impression de la gravure sur bois, et lorsque la mécanique se fut mise à son service pour activer les tirages en les rendant moins coûteux.

En 1855, le rapporteur du Jury, M. Louis Förster, de Vienne, rendit un hommage éclatant à la supériorité des productions sorties de la maison Lemercier, la première de toutes, en France et hors de France. En 1867, M. Lemercier, malade au moment où l'Exposition allait s'ouvrir, n'a pu surveiller

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lui-même l'installation de ses envois; ils ont été mis en place trop tard pour concourir, mais personne, dans les conditions ordinaires de la comparaison, ne lui eût disputé le premier rang, cette fois encore.

L'imprimerie Lemercier et C^ie^ n'occupe pas moins de 250 personnes et fait marcher 100 presses à bras. Quatre presses mécaniques, mues par la vapeur, y servent aux tirages, mais de 500 exemplaires au moins (1), soit pour la lithographie courante en noir, soit pour la lithochromie à huit, dix et douze couleurs. Elles peuvent même aller plus loin.

En outre, dans cette imprimerie, il existe maintenant 30 presses à imprimer la taille-douce. On a pu voir les épreuves qu'elles donnent; il n'y a rien à y reprendre. On retrouve aux vitrines de M. Morel ces planches si fines, si élégantes, du palais de Fontainebleau, de l'Hôtel-de-Ville de Lyon, et tant d'autres ouvrages où la gravure et la lithographie rivalisent et se prêtent secours.

Dans la classe 9, le chef de la maison a exposé ses lithophotographies; dans la classe 7, ses produits chimiques, car il fabrique encre, papier autographique, crayons, couleurs, et il vend partout ses produits, comme il imprime pour presque tous les pays, recevant même encore aujourd'hui des pierres toutes prêtes pour que le tirage soit fait sous ses yeux et avec ses conseils. Dans la classe 6, on n'a à juger que l'imprimeur.

Nous pourrions louer ses grandes cartes d'Allemagne, de l'Aube, du mont Blanc, de l'isthme de Suez, mais celles qu'expose l'Imprimerie impériale sont de beaucoup supérieures, et c'est ici le lieu de dire que l'exactitude du « repérage » en lithographie doit beaucoup à M. Derenemesnil. Félicitons-nous, quoi qu'il en soit, de ce que désormais les dessinateurs et les graveurs de géographie, les Erhard Schièble, les Avril, les Greisendorfer, les Kautz, peuvent se donner carrière. Retenus par les limites étroites des planches de cuivre ou d'acier, ils ont la lithographie pour re-

(1) Il y a peu de temps, il fallait encore un minimum de 1,500 exemplaires pour que la machine fût employée avec avantage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produire leurs tracés sur de grandes pierres de choix, et pour donner, avec ses reports et ses repérages, une couleur spéciale aux cours d'eau, aux gisements minéralogiques, à tous les accidents de la nature que le géographe veut peindre. On admire ces belles cartes, mais il faut les avoir vues sortir de la presse pour comprendre combien l'imprimeur aide ici le dessinateur, et quelle difficulté il y a dans le tirage de ces grandes feuilles de papier sec qui ne doivent pas se retirer, se « retraire » en passant sur les pierres repérées, sur lesquelles enfin l'œil ne doit saisir aucune solution de continuité dans les couleurs.

La machine a paru longtemps incapable de servir la lithographie ; voici ce qu'elle fait maintenant. Un petit plan tiré en cinq couleurs coûterait 20 fr. le cent à la presse à bras ; sous la machine, il est aussi bien tiré, plus régulièrement même, et coûte 40 fr. le mille, soit un cinquième seulement de l'ancien prix. Tout ce que la machine peut faire, elle le fait mieux que la main ; elle ne perd pas de temps, ne se dérange pas, ne fatigue pas, n'use pas les pierres par le passage de l'éponge. Mais le noir, sauf le genre fait à la plume, elle doit le laisser à la main de l'homme, dès qu'il s'agit d'une œuvre d'art : le portrait, par exemple, que l'ouvrier seul sait tirer, car il n'est pas aisé d'harmoniser l'encre, et ce n'est que par un tact et avec un goût particulier que le pressier arrive à fournir une épreuve qui rende le modelé, le coloris, toutes les intentions de l'original.

La machine ne peut pas servir non plus à toutes les impressions en couleur. Les œuvres d'art, les reproductions de manuscrits, de miniatures, qui exigent 18 pierres, 18 repérages, les imitations de vieux tableaux, qui en demandent 24, 30 même (1), lui sont interdites. Les poudrages délicats qui

(1) Avec cinq tirages seulement, c'est-à-dire cinq pierres ou cinq couleurs (le bistre foncé, le jaune, le rouge, le bleu et la teinte neutre), on fait de charmantes épreuves d'aquarelles, à la condition que le travail de chaque pierre soit modelé à l'infini, du clair au foncé, par le crayon, et que les couleurs retombent harmonieusement les unes sur les autres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rehaussent les couleurs ne sont guère compatibles non plus avec son emploi.

On assure qu'il se construit depuis quelque temps en Allemagne, à Nuremberg, des presses en fer pouvant tirer la lithographie comme la presse typographique et fournissant deux fois plus d'épreuves. L'avenir dira si cette découverte est viable; mais, dès à présent, c'est un grand progrès acquis que d'avoir pu employer la mécanique dans les tirages des genres de lithographie qui répandent le plus rapidement l'instruction, comme la géographie et le dessin linéaire.

Au-dessous des cartes exposées par M. Lemercier, nous avons étudié ses impressions en noir: de grands portraits, *la Bataille de Solferino*, *la Liseuse* de Desmaisons, un torse de Bargue. Le modelé, la fraîcheur, le ressort de ces beaux dessins ont été religieusement respectés. Mais ce sont les chromolithographies qui ont la faveur du public; elles sont vives, naturelles. Ainsi ces fac-simile d'aquarelles de Gavarni, que le maître n'a pu distinguer de son œuvre originale; ces costumes et scènes d'Orient, de Preciozi, d'un coloris si chaud, si vigoureux (ces morceaux sont fait en cinq couleurs, à cinq tirages); ces plafonds, ces palais persans dont la contemplation mène au pays des roses et des rêves; ces miniatures des *Evangiles* de Jean Fouquet, qu'édite Curmer; ces tableaux de sainteté, et ces planches de minéraux faites pour *la Vie Souterraine*, publiée par MM. Hachette, où l'on voit au naturel les cuivres et les fers dans leur gangue, où rayonnent l'émeraude, la topaze, les rubis, et le diamant! La couleur et les poudres métalliques y ont produit des effets surprenants: en moyenne, chaque planche a demandé onze couleurs et six poudrages, et la feuille in-8° n'est revenue qu'à 33 centimes. On en tirait quatre à la fois, toutes les quatre pareilles, dessinées par le moyen des reports. Sans les poudrages, il aurait fallu dix-sept impressions.

Il n'est assurément pas sans intérêt de savoir quelle limite sépare le domaine de l'impression typographique de celui de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'impression lithographique en couleur. Cette question se pose devant les épreuves si vives, si pures de M. Silbermann et celles de M. Lemercier. L'un et l'autre ont donné des planches au *Manuel de peinture* de M. Morel. La chromolithographie les fournissait à 6 francs le cent, un sujet à la feuille. Elle disposerait maintenant, par report, deux sujets à la feuille et tirerait la rame de 500 feuilles pour 25 francs, c'est-à-dire à 2 fr. 50 le cent. La typochromie est meilleur marché encore, mais elle ne fait pas aussi bien, et les demi-teintes ne lui sont pas accessibles comme à la pierre travaillée par le crayon. A tirage d'égal mérite, 2,500 exemplaires d'une planche à dix couleurs coûtent 1,060 francs en typographie, et en lithographie 1,300 francs; il y a donc encore une différence. La lithographie la fera sans doute bientôt disparaître, grâce à la machine, et même elle pourra produire à meilleur marché, sans avoir nécessairement besoin de gros tirages, car un report de planches comme celles du *Manuel de peinture* ne lui revient qu'à 2 fr. 50 c., tandis qu'un cliché en métal revient à 25 francs à la typographie, et n'a pas la même finesse. C'est à la chromotypographie à se tenir sur la défensive. Nous avons dit tout ce que M. Silbermann a déjà fait pour elle depuis 1824, enlevant à l'Allemagne, la vieille patrie des impressions en couleur (1), le marché de la France. Qu'il étende encore le cercle de ses applications (2) et cherche surtout à corriger le « plat » de l'aspect des couleurs typographiques.

La lithographie produit depuis quelque temps de petits ouvrages dont le fond a été gravé sur acier à l'aqua-tinta ; le coloris est mis au moyen de la pierre. Le premier qui ait fait de ces vues est M. Bagster, de Londres.

Nous ne parlons pas des « gradués » genre d'impression d'un seul coup, de plusieurs couleurs qu'on a disposées sur le rouleau dans l'ordre où elles doivent toucher la pierre et se

(1) Albert Durer a fait de la typochromie.

(2) Les imprimeries ordinaires ont eu quelquefois l'occasion d'imprimer en couleur et s'en sont bien tirées. En 1844, MM. Schneider et Langrand exposaient une *Vue intérieure de Saint-Étienne du Mont*, faite avec vingt-huit couleurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transmettre au papier; le chemin de l'avenir n'est pas de ce côté. Les reports et la machine s'en sont emparés.

Le report ou transport a frappé l'attention, quand on s'en est servi pour reproduire des pages de vieux livres et des livres rares tout entiers avec leur couleur et leur physionomie. Senefelder n'avait pas laissé cette partie de son art sans y mettre la main, et en 1820 il le prouva; mais jusque vers 1833 et 1834 cette reproduction ne parut qu'une affaire de curiosité. MM. Delarue et d'Aiguebelles s'en occupèrent avec persévérance, et il y eut un moment où on dut créer à Paris un journal de textes et de dessins, que les reports lithographiques permettraient de copier dans toutes les capitales du monde. M. d'Aiguebelles est celui qui fit faire le plus de progrès à la découverte, mais, peu après, les frères Dupont la perfectionnèrent et la rendirent vraiment pratique. M. Paul Dupont, cette année encore, a exposé, nous l'avons dit, des reproductions de vieux diplômes près de périr sous l'action du temps. On réussirait également bien dans d'autres ateliers, et M. Lemercier, pour lequel la lithographie n'a point de secrets, offre même de faire ces transports et ces impressions à très-bon marché, au moyen de la photolithographie.

Du reste, il est à remarquer combien les procédés de tout genre se lient les uns aux autres : trouvés un jour, oubliés, repris. La lithographie en 1819 servait à imprimer les étoffes; on ne l'emploie plus à cet usage. Elle servait déjà alors à dorer la porcelaine (1); il y a là de l'analogie avec les enluminures lithographiques de M. Dupuy par la « décalcomanie ». On lithographiait très-bien sur toile cirée, à l'Exposition de 1834. Alors aussi le zinc avait été substitué à la pierre avec un certain succès, principalement pour les écritures. Le principal avantage des planches de zinc était, avec leur peu d'épaisseur et de poids pour le transport et le maniement, la souplesse de leur contexture, qui ne se brisait pas comme la pierre le fait

(1) La lithographie produit maintenant de très-jolies empreintes en couleur sur porcelaine et à très-bon marché. (Voir les Rapports de la classe 17.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

souvent sous la presse. Mais, encore une fois, c'est l'emploi du report d'un dessin quelconque, soit fait à la main, soit imprimé sur papier, qui a donné à la lithographie le moyen de produire beaucoup et à bon marché. Rien ne lui est impossible, avec ce procédé si simple. Avec le papier « autographique », le feuillet de l'album d'un voyageur va de lui-même se dessiner sur la pierre, et ensuite s'imprime sans difficulté. Pour le coloris, il suffit de découper le modèle en autant de dessins qu'il y aura d'endroits touchés par telle ou telle couleur, et d'imprimer les reports ou les couleurs l'une après l'autre avec un exact ajustement, ce à quoi le cadre à repérage a pourvu depuis longtemps.

On peut graver en creux sur la pierre, et c'est ainsi qu'opèrent en partie les écrivains lithographes, c'est-à-dire le plus grand nombre des ouvriers employés par la lithographie, mais pour les affaires de commerce seulement ou pour des plans et des cartes. L'encrage et l'impression diffèrent alors. On grave même des dessins, surtout en Allemagne, où la patience ne fait pas défaut, mais il n'y a pas d'avantage marqué à employer cette gravure.

Si nous n'avons pas en France beaucoup d'établissements aussi vastes, aussi bien conduits et aussi complets que celui de M. Lemercier, nous possédons un grand nombre d'habiles artistes. Les tirages en noir de M. Bertauts, de M. Bry, de M. Becquet, sont dignes de grands éloges. M. Hangard-Maugé, qui travaille pour l'Angleterre et qui édite lui-même une description de Notre-Dame de Chartres, a exposé des chromolithographies excellentes. Son genre est le vitrail de la vieille église gothique. On ne saurait faire mieux ni avec plus de goût. Les chromolithographies de MM. Engelmann et Graff frappent par leur air germanique et l'éclat de leurs couleurs. M. Th. Dupuy, avec des coloriages à transporter sur verre, a exposé des imitations de peintures qui sont très-adroitement « torchonnées, » pour nous servir d'un mot du métier.

Les étiquettes lithographiées en couleur sont traitées en France avec beaucoup d'esprit et d'élégance. Ce genre occupe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une notable partie de nos ouvriers. Il y a lieu de louer les étiquettes si variées de M. Nissou, et, à côté d'elles, les papiers de fantaisie, déjà cités, de M. Guesnu, qui doit se servir à la fois de procédés lithographiques et de procédés typographiques. Il y en avait d'incomparablement jolis, à fleurs, à flammes, à ramages.

Nous ne serions pas justes si nous ne reconnaissions pas le grand mérite de quelques-uns des lithographes étrangers. En Angleterre, les Brooks, les Hanhart, les Rowney, les Dickes, les Day, les Maclure, les Baxter, les Mansell, les Spiers, les Brown, et d'autres qui n'ont pas exposé, produisent, nous l'avons dit, des ouvrages plus brillants que nous pour la couleur et d'un air tout à fait national. Leurs aquarelles sont admirables. Ils n'y font pas de petites économies. Ce qu'après tout nous ferions peut-être aussi bien avec un tiers de tirages de moins, ils y mettent vingt, vingt-cinq pierres, mais c'est qu'ils ont leur vente faite d'avance, et, en France, on manque d'acheteurs pour les grands morceaux.

Il n'y a évidemment pas d'impressions anglaises en noir à mettre à côté des nôtres. Les dessinateurs des Anglais travaillent la pierre avec plus de soin peut-être, mais nos imprimeurs sont plus artistes que les leurs. Ce serait en Allemagne que nous aurions plutôt des rivaux. Le noir y est imprimé avec un sentiment que les Anglais ne connaissent pas, et, en couleur, on y fait l'imitation de vieux tableaux, à vingt-quatre, à trente pierres au moins, aussi bien que nous, mieux même, parce que ce genre est bien accueilli du public riche. La Prusse en avait peu exposé, mais MM. Hölzel, Zamarzki, Paterno, dans la section autrichienne, ont envoyé des épreuves bien remarquables sous tous les rapports. Il y avait aussi des lithochromies assez bien faites, dans les sections de la Belgique, de la Suisse et de l'Italie. Nous en avons déjà parlé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

GRAVURE SUR BOIS.

La gravure en relief sur bois dépend de l'impression typographique. Elle en accompagne les caractères, elle en orne les pages, et leurs œuvres unies sortent ensemble de la presse, passent ensemble sous le cylindre de la machine.

Dans la section anglaise de l'Histoire du Travail est exposé un petit cadre contenant six vignettes de l'illustration d'un *Esope*. C'est l'œuvre de Thomas Bewick, qui naquit en 1753 et mourut en 1828 ; Bewick est le restaurateur de l'art de la gravure sur bois qui, inventée dans les Flandres vers le commencement du XV^e^ siècle, peu après le papier de chiffe, fut la mère de la typographie et décora longtemps ses premiers ouvrages, mais peu à peu fut délaissée, et enfin, au commencement du XVII^e^ siècle, ne servait plus qu'à former de grossières images pour les Bibliothèques bleues de nos campagnards. Bewick commença de graver sur bois ses dessins en 1775. Son *Esope* est de 1816. L'ouvrage le plus important qu'il ait exécuté est *l'History of Quadrupeds* (Newcastle-upon-Tyne, 3 vol. in-8°, 1813-1820). Il est intéressant aujourd'hui encore d'étudier ces premières gravures de la Renaissance. Les élèves de Bewick furent nombreux, et bientôt aussi adroits que leur maître. Parmi ces élèves étaient les deux frères Thompson. L'un deux, le moins habile, vint, encouragé par M. F. Didot, s'établir en France, où déjà Papillon avait essayé de relever l'art, et non sans succès.

Thompson exécuta beaucoup de gravures, qui furent très-goûtées pour leur nouveauté même, mais, contrairement à ce qu'on a l'habitude de dire, il n'ouvrit point d'atelier, eut peu d'influence, par conséquent, sur ceux de nos artistes qui cherchaient dès lors à rivaliser avec les Anglais, et ce n'est qu'à la fin de sa vie qu'il forma deux ou trois élèves qui n'ont pas eu de réputation. Ni Brevière, ni Porret, ni MM. Andrew, Best et Leloir n'ont reçu de ses leçons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le secret de Bewick et l'origine de la rénovation de la gravure sur bois, c'est qu'au lieu de tailler avec un canif le bois de poirier dans le sens du fil, il le tailla au burin dans le sens contraire, ou debout. Depuis, on a employé le buis au lieu du poirier.

Brevière et Porret firent de même et réussirent. MM. Andrew, Best et Leloir, jeunes alors et pleins de zèle, dépassèrent bientôt Thompson. M. Best, qui a conquis depuis sa réputation d'artiste, était dessinateur et graveur. Ses associés et lui faisaient à la fois du bois, de la taille-douce, de l'eau-forte et de la gravure en relief sur cuivre. En travaillant le bois, ils inventèrent successivement tous les outils dont nos ateliers sont pourvus, et c'est de France que les Anglais eux-mêmes tirent aujourd'hui les leurs. Les fortes tailles de l'ancienne gravure sur bois ne pouvaient donner des effets doux ; il fallait ensuite que l'imprimeur luttât, au tirage, contre la dureté et les aspérités du papier. La pâte uniforme du papier mécanique et la régularité des machines à imprimer ont facilité l'exécution du tirage, mais d'abord c'est à l'outillage si bien entendu de nos premiers graveurs que l'art dut ses moyens nouveaux.

Porret n'a pas continué de graver. Brevière avait le burin net et une grande conscience dans la traduction du modèle. Il a reproduit pour l'Imprimerie royale, dans l'*Histoire des Mogols* et le *Livre des Rois*, des dessins orientaux qu'il était fort difficile d'exécuter avec succès. De son atelier sont sortis quelques bons élèves, entre autres, MM. Dujardin et Hébert.

C'est à l'atelier de MM. Andrew, Best et Leloir que se sont instruits presque tous les dessinateurs et les graveurs en renom depuis quarante ans. Il a formé au moins trois cents élèves, dont une partie sont allés ouvrir des maisons dans les divers pays où fleurit l'imprimerie. Rendue à la vie en Angleterre, la gravure sur bois a pris ainsi tout son développement au milieu de cette école, et c'est chez nous que depuis longtemps elle produit ses œuvres les plus belles.

L'Allemagne ne s'occupa du bois qu'après l'Angleterre et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

France. Du moins, les essais des deux Unger, de Berlin, et de Gubitz, qui leur succéda, ne furent pas très-heureux. Ces graveurs n'arrivèrent jamais à la grâce, au modelé, et ne formèrent pas d'élèves habiles. Si, dans les premiers temps, nos imprimeurs de Paris leur demandèrent pour leurs livres de petites vignettes dont on retrouve même les clichés en province, c'est parce que nos graveurs français étaient encore peu nombreux et que, dès le commencement, ils avaient visé à faire des dessins plus importants que des fleurons ou des culs-de-lampe. La gravure en relief sur cuivre, qui est fort ancienne, leur paraissait aussi toujours digne de leur étude.

Avant de pousser loin l'art de graver sur bois, on avait essayé de se servir de la gravure en relief sur pierre. Dès le temps de la République, Duplat avait inventé quelque chose d'analogue au procédé appelée depuis « la tissiérographie », du nom de son inventeur, et il s'imprima un *La Fontaine* avec des dessins ainsi produits, mais cette gravure sauvage ne put se soutenir à côté des traits si fins du bois taillé au burin. Duplat eut beau améliorer ses dessins sur la pierre mordue en relief, pour les concours ouverts en 1806, en 1808 et en 1810, par la Société d'encouragement, qui voulait susciter des rivaux à Bewick, s'il obtint le prix la dernière fois, ni lui ni Bougon, son concurrent, ne donnèrent rien de pareil à ce que peu après produisirent MM. Brevière, Porret, Andrew, Leloir et Best. (1) Ceux-ci en étaient venus à exporter des clichés de leurs bois dès 1830. Ils continuaient de graver le cuivre, moitié à l'eau-forte, moitié au burin, et fournissaient ainsi, avec leurs bois, d'heureux reliefs typographiques pour les sujets d'histoire naturelle. Il en est qui ressemblent à de la taille-douce de telle sorte qu'on peut s'y méprendre, et jusqu'en 1840 et 1845, les éditeurs en ont beaucoup demandé. Mais le progrès de la

(1) Il y avait à Paris, à cette époque déjà, un graveur de talent, M. Lacoste, qui a fourni aussi une longue carrière. M. Godart, d'Alençon, avait commencé dès longtemps la série de ses travaux exacts et minutieux, si distingués dans l'ornement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gravure sur bois est devenu tel que le bois a été employé seul depuis pour l'illustration de tous les ouvrages destinés à un grand débit, et cela surtout quand le clichage eut permis de se procurer des types solides et en aussi grand nombre qu'on le pouvait désirer. (1)

La création du *Magasin pittoresque* et de deux ou trois autres recueils semblables (l'ancien *Univers illustré*, la *Mosaïque*, et le *Magasin des Familles*, qui a survécu), inaugura l'ère de la prospérité de la gravure sur bois.

Une révolution s'opérait alors dans le tirage des ouvrages illustrés, car, pour qu'ils se vendissent à bon marché et fussent prêts pour la vente à heure fixe, il avait fallu employer la mécanique. La première machine qui ait imprimé la gravure sur bois en France fut montée pour le *Magasin pittoresque*, elle venait d'Angleterre et était encore en service il y a peu de temps. Tant qu'on s'était servi de la presse à bras, le tirage avait été assez facile, et toutes les préparations de la mise en train étaient connues; mais, sous la machine, l'imprimeur avait tout à inventer pour que l'encrage fût bien fait, que les clairs et les ombres gardassent leurs proportions et donnassent sur le papier l'effet obtenu par l'artiste sur son épreuve au fumé. Le succès ne s'obtint pas sans peine.

Les Anglais commençaient d'abord leur mise en train sur le bois. Avant qu'il fût fini, on voyait ce que l'impression produisait, et on achevait la gravure en conséquence. En France, on ne fit pas de mise en train du tout : le bois était imprimé sans précaution et s'écrasait aux endroits délicats, mais personne encore n'était bien difficile. Cependant le besoin de bien faire inquiétait non-seulement les artistes et les graveurs, mais aussi les ouvriers mécaniciens. Deux d'entre eux ont mérité

(1) Le cuivre en relief sert encore pour certaines spécialités, telle que l'histoire naturelle. Par exemple, pour un sujet d'un ton gris sur lequel il y aurait des mouchetures à reproduire, le cuivre est fort commode avec l'emploi du vernis de graveur, tandis que le bois exigerait des réserves, c'est-à-dire bien plus d'ouvrage et de temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on garde le souvenir de leurs efforts heureux. L'un est M. Joseph Wintersinger, celui des dix-neuf ouvriers de l'association Lacrampe, qui fut chargé de tous les bois chez Everat et ensuite contribua à la réputation des tirages de la maison Claye et Taillefer. Il imagina de placer à l'appui du bois une carte plus ou moins creusée aux endroits où il fallait ménager les tons, et s'exerça à produire ainsi les teintes et les demi-teintes du modèle, mais la machine écrasait encore ce carton. L'autre inventeur de la mise en train mécanique est M. Aristide Derniame, qui, en 1838, a conçu l'idée de la « machine en blanc» usitée pour les tirages riches, et qui a rendu d'autres services encore à l'impression typographique. Il était mécanicien chez Decourchant, où s'imprimait la *Mosaïque*, commencée chez Rignoux. Attentif, docile aux conseils des artistes, il améliora bien vite les tirages confiés à ses soins, par un système de découpages et de hausses en papier gommé appliqués aux bois. Son premier dessin remarquable est l'image de deux cygnes, l'un blanc, l'autre noir, dont l'exécution donna de la confiance aux gens du métier. En voyant ce morceau, ils sentirent que désormais, avec la machine, on pourrait produire tout ce qu'avait obtenu la presse à bras, et en effet on traite maintenant la mise en train d'un tirage avec toutes les graduations d'ombre et de lumière possibles, l'estompe, la brosse à la main pour ainsi dire, et l'ouvrier, après l'artiste, est devenu peintre. Avec les cartons de Joseph, on tirait au plus 3 ou 4000 exemplaires d'un bois; avec sa méthode, M. Derniame arriva bientôt à tirer 150,000 épreuves d'une *Vue de la colonie de Mettray*. M. Best, pour l'*Illustrated News*, de Londres, a fait des tirages de 250,000 sur le même bois qui, après avoir été tiré encore à plus de 50,000, a pu être cliché et servir, sous cette forme, au nouvel *Univers illustré*.

L'art à présent, ce n'est plus de faire blanc ou noir à volonté : le secret en est connu; c'est de faire juste encore plus que saisissant, et tous les imprimeurs ne savent pas toujours que la beauté, c'est la justesse plus que l'éclat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On le voit, le procédé anglais (c'est ainsi qu'en 1849 encore le Jury de l'Exposition qualifie la taille bois debout), était devenu bien puissant entre les mains de nos artistes et de nos ouvriers. Aussi l'on vit alors naître de beaux livres. M. Curmer se signala au premier rang des éditeurs de goût de l'époque. Il a quitté le bois pour la chromolithographie, mais c'est alors surtout qu'il mérita sa réputation. On était plein d'ardeur et d'initiative ; on ne ménageait rien pour bien faire, et M. Curmer, pour le citer encore, afin d'être sûr de ses noirs, les fabriquait lui-même.

La galvanoplastie, en donnant le moyen d'éterniser en quelque sorte les dessins découpés du bois, a ôté à la gravure en relief sur cuivre l'avantage de la durée, et diminué de ce côté les travaux de nos graveurs; mais, en facilitant le transport des dessins, elle a ouvert à nos beaux morceaux les marchés de l'étranger, et si l'on n'imprime plus autant chez nous pour les nations rivales, ce qui se fait encore cependant, on leur vend beaucoup de clichés français.

L'exposition de M. Best offre des gravures de tous les genres : ici c'est avec l'eau-forte, là avec la lithographie, ailleurs avec la taille-douce qu'elles luttent. Au delà de cette exécution si souple, si fine ou si hardie, on se demande ce que l'on trouvera le moyen d'inventer.

Il faut être du métier pour apprécier les difficultés du tirage des planches exposées par notre école ; mais la meilleure preuve du mérite de nos graveurs français et de nos imprimeurs (car ici c'est de l'impression que l'on traite), c'est que les étrangers font encore faire à Paris leurs plus beaux tirages de bois gravés, comme il arrive qu'on y envoie imprimer les lithographies toutes dessinées des artistes les plus jaloux d'être bien interprétés au tirage.

La France seule a fait une exposition de gravures sur bois. Il faut ouvrir les livres des éditeurs anglais ou allemands et visiter les galeries des beaux-arts pour trouver les œuvres des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

imprimeurs qui, à l'étranger, sont en quelque réputation. Sans doute il y en a d'expérimentés, mais point de capables d'avoir, comme M. Claye, imprimé l'*Histoire des Peintres*, ou, comme M. Mame, la grande *Bible* de 1863 (1).

Que nos imprimeurs, toutefois, n'aillent pas croire que le chef-d'œuvre d'une impression, c'est l'image d'un noir miroitant sur lequel le jour glisse et qui éblouit le regard. Les gravures de nos dessinateurs à la mode ont habitué à forcer les tons, souvent pour masquer un dessin faible. D'ombres en ombres on n'a plus cherché qu'à produire, sur un papier glacé à outrance, la plus véhémente intensité de l'éclat métallique. Il convient de rentrer dans la justesse et dans l'harmonie, autrement on n'aurait bientôt plus besoin ni de savoir graver, ni de savoir dessiner, et le tour de force aurait tué les délicatesses de l'art. Les éloges exagérés de quelques-uns de nos critiques d'art ont failli compromettre ainsi nos artistes et nos praticiens par l'abus de leur habilité même, mais le goût, heureusement, commence à reprendre son empire.

Il n'est pas, d'ailleurs, dans la destinée de la gravure sur bois de jouer absolument le premier rôle dans l'imprimerie. La gravure sur acier, nous l'avons dit déjà, vient avant elle. Avec la faculté qu'elle a d'imiter au besoin quelques-uns des effets de l'acier, d'imiter aussi les effets de l'eau-forte et de la plume, qu'il suffise à la gravure sur bois d'être elle-même, d'être le moyen le plus aisé et le plus rapide de répandre les images, comme la typographie est le moyen le plus rapide de répandre les pensées parmi les hommes.

La gravure sur bois peut s'imprimer en couleur (2), mais il sera toujours plus simple de recourir aux reliefs de métal

(1) L'atelier de gravure sur bois de M. Mame est dirigé par un artiste dont le nom est très-connu, M. Quartley. Nous en citerions bien d'autres, si nous nous occupions du mérite artistique des gravures.

(2) En 1855, M. Rouchon a exposé une *Vierge* faite au moyen d'un bois décomposé en cent soixante-seize pièces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour cet usage, et de décomposer le dessin général en autant de clichés qu'on le voudra. La nature du bois est de ne point se détailler et de s'imprimer en noir avec ses effets particuliers de coloris.

Un des emplois de la gravure sur bois ne pourrait-il pas être l'impression de la musique sur clichés galvanoplastiques?

CHAPITRE V.

PROCÉDÉS DIVERS DE GRAVURE ET D'IMPRESSION.

Les impressions faites au moyen de la gravure en creux exigent des procédés de tirage et une main-d'œuvre qui sont plus lents et coûtent plus que les impressions faites typographiquement; c'est à obtenir des gravures en relief de la finesse et de la rigidité la plus grande que tendent les recherches des inventeurs. La rigidité dépend de la matière employée, et il n'en est pas qui l'emporte sur le métal, le cuivre et surtout l'acier; mais l'emploi du métal est nécessairement dispendieux par lui-même, surtout quand il faut passer par le travail des matrices creuses et des clichés en relief formés galvanoplastiquement dans ces matrices.

Graver en relief sur pierre n'est pas un travail difficile, et on vient de voir que, dans les premiers concours de ce siècle, c'est sur la pierre lithographique que l'on chercha d'abord à imiter la gravure sur bois des Anglais, procédé repris vers 1840 par M. Tissier, et qui, au moyen du polytypage, donna des résultats d'une certaine valeur. Les hachures croisées du dessin y étaient particulièrement bien produites, mais on ne pouvait avoir le trait délié du bois.

Dans les impressions extrêmement fines, comme celles des billets de banque, les Anglais et les Américains n'ont pas trouvé mieux que de se servir de la taille-douce pour les dessins, du tour à guillocher pour tracer des lignes que l'on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pût obtenir par le report sur presse ou sur métal, et de la couleur pour défier la photographie. En France, nous imprimons les billets de banque sur des reliefs d'acier, repérés avec un soin extrême, et obtenus galvanoplastiquement par M. Hulot, à qui l'on doit les types sur lesquels se tirent les timbres-poste (1) et les cartes à jouer (2). Il a su l'un des premiers, et mieux qu'aucun autre, reproduire en relief des planches de la plus fine taille-douce. Son système, connu déjà depuis plusieurs années, a remplacé avantageusement le système de Perkins qui, sur un acier trempé et gravé en relief, imprimait une molette d'acier non trempé d'abord, trempé ensuite, et dans lequel un nouvel acier non trempé recevait l'empreinte du modèle.

La lithographie est parvenue, pour les titres d'actions industrielles, à procurer des fonds très-variés et inimitables, sur lesquels on imprime typographiquement les légendes nécessaires. Quelques-uns de nos graveurs les impriment toujours sur des reliefs de cuivre qu'ils gravent à l'eau-forte et au burin avec un talent singulier, comme MM. Wiesener et Minster, le premier réclamant, nous l'avons dit déjà, l'honneur d'avoir avant tout autre appliqué la galvanoplastie à l'imprimerie. Cette gravure n'est pas autre chose que de la chromotypographie, puisqu'on fait deux ou trois tirages successifs en couleur, mais de la chromotypographie

(1) En 1866, on aura fabriqué 450 millions de timbres-poste. La fabrication se fait à l'hôtel des Monnaies, dans une imprimerie particulière, qui travaille non-seulement pour l'État, mais pour les colonies, pour la Grèce, etc.

Quant aux feuilles sur lesquelles ils sont imprimés, elles sont d'abord enduites sur toute leur étendue, sous une presse à cylindre, d'une encre blanche de sûreté dont la composition est secrète et qui empêche tout report du dessin sur une pierre lithographique. Les encres de couleur employées au tirage subséquent sont également préparées par des procédés secrets.

Le millier de timbres, tout gommé et ponctué de trous diviseurs, se vend 0 fr. 90 c.

(2) Les fabricants de cartes à jouer sont tenus d'acheter à l'État, qui les imprime lui-même, les bandes, les as de trèfle et les figures de chaque jeu, et en outre le papier sur lequel à leur tour ils impriment les points en couleur, au simple patron découpé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poussée, quant au type d'impression, aux dernières limites de la beauté du travail.

Les artistes et imprimeurs de l'Allemagne ne sont pas sans mérite dans cette manière de travailler. Il suffit de rappeler ici les élégants ouvrages de MM. Giesecke et Devrient.

Mais les cuivres même, lorsqu'ils ont à supporter de longs tirages, il est avantageux de les reproduire galvanoplastiquement.

La galvanoplastie et le clichage, procédés bien différents l'un de l'autre, dont il a été déjà question à l'article des clichés typographiques, ont aidé merveilleusement l'imprimerie contemporaine. Veut-on, pour graver en creux, une planche d'un cuivre absolument pur et d'une rigidité extrême ; la pile produit ces plaques choisies, molécule à molécule. A-t-on besoin de convertir un bois gravé en un relief plus durable ; on le moule avec de la gutta-percha, que l'on métallise avec de la plombagine, et dans laquelle on coule du métal en fusion, coquille soudée et bloquée ensuite comme une forme de typographie. Est-ce une gravure en creux qu'il faut mettre en relief ; un peu d'iode est passé sur la planche-modèle pour empêcher l'adhésion, et, dans le bain chimique, sous l'action de la pile, la copie s'y dépose avec une étrange netteté. Si l'on désire grandir ou diminuer un type, M. A. Martin a fait voir qu'il suffit de le mouler en gélatine, et, la gélatine se gonflant à l'eau, se resserrant à l'alcool, toutes les reproductions désirables sont permises d'une dimension à l'autre. La typochromie n'eût pas donné ses belles impressions, si la galvanoplastie n'eût procuré des clichés d'une justesse d'adaptation ou de repérage sans défaut. Elle regrave en creux, en relief, par une seule opération ou par deux, les cartes sur métal du dépôt de la guerre; elle grave même directement, en supprimant les vapeurs nitreuses par l'emploi du sulfate de cuivre; elle cuivre ou « acière » au besoin les zincs en relief employés pour les cartes, l'autographie, la musique. Et nous ne parlons point de l'héliographie, avec ses creux ou ses re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liefs, suivant les manières d'opérer, laissant ces merveilles au domaine de la photographie; l'héliographie, qui date, si on y regarde de près, de quarante ans passés (1), et que M. Garnier a menée si loin ! D'autres procédés naissent ou vont naître en foule peut-être !

En 1819, une médaille d'or fut accordée au graveur Gonord pour un procédé qui lui donnait la faculté de tirer des épreuves d'une planche de cuivre, à telle échelle de proportion que l'on pût le désirer, sans employer d'autres cuivres, et en quelques heures. Comment se fait-il que ce procédé soit resté inconnu depuis, lorsque presque chaque année voit surgir une nouvelle manière de graver en relief ou en creux ? Il est vrai que la plupart ne sortent pas de l'atelier d'expérience.

Ainsi un journal américain nous apprendra tout à coup que l'art de graver est renouvelé, et qu'il n'y aura plus de limites au bon marché des impressions. Il suffit de tracer un dessin avec une encre spéciale sur des couches comprimées de craie fine, d'enlever la craie avec une brosse partout où l'encre ne la retient pas, et de silicatiser ce qui reste. Le type le plus solide est obtenu. Cela, c'est de l'année dernière, et la découverte est faite à New-York; mais, en 1864, un journal français, *l'Invention*, décrivait un procédé de gravure à peu près pareil dont M. Mauchain est l'auteur : on n'a pas vu quels sont les résultats utiles de l'une et de l'autre invention.

Qu'est devenue « l'impression naturelle » des objets les plus délicats que l'Imprimerie impériale de Vienne offrait en 1855, et qui consistait à déposer la fleur, l'insecte, sur une planche de cuivre, à le recouvrir de plomb, à le presser sous un cylindre, à déposer galvanoplastiquement du métal dans le léger creux et même à décomposer le cliché en plusieurs clichés pour arriver à l'impression en couleur des modèles ? La « galvanographie » de ce même établissement ? On peignait avec de la

(1) Se rappeler l'épreuve (1824) exposée par M. Niepce de Saint-Victor, et l'épreuve (1827) dont parle M. A. Firmin Didot dans son rapport sur l'Exposition de 1851.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terre de Sienne broyée dans l'huile de lin sur une plaque de cuivre argenté : les couches variant d'épaisseur pour produire le clair et l'ombre dans toutes leurs variations, la pile peut, disait-on, reproduire ces creux et ces reliefs, et donner ainsi, sans autre travail, une gravure en taille-douce bonne pour l'aqua-tinta. Le procédé Émile Placet (décrit par *le Cosmos*, 1863) pour mouler en creux les reliefs de certains clichés photographiques ? Le procédé Persiani (1864) pour obtenir le creux ou le relief de tous les genres d'impression ? La « chrysoglyphie » (brevet F. Didot, de 1854), ou gravure d'un cuivre, verni et gravé à l'eau-forte comme à l'ordinaire, puis déverni et légèrement couvert d'or, puis d'un mastic inattaquable aux acides étendu sur la planche chauffée ? Le mastic ayant pénétré les creux, on enlevait l'or des surfaces planes à la pierre ponce ; le cuivre paraissait, sauf dans les traits que protégeaient le mastic et l'or. On faisait mordre, et l'on avait l'or en relief. Et l'invention de M. Deshayes (Exposition de 1844) qui, sans recourir à la photographie ou à la galvanoplastie, pouvait indéfiniment donner des répétitions de planches de cuivre gravées en taille-douce, pourvu toutefois que ces planches n'eussent pas plus de 1 décimètre carré? Tous ces procédés ont-ils disparu comme les neiges d'antan ?

On en a vu se produire un qui paraît durable, celui de M. Dulos : dessin à l'encre lithographique sur du cuivre ; dépôt électrique de fer sur les parties non encrées ; enlevage de l'encre par la benzine et mise à nu du dessin sur le cuivre ; dépôt électrique d'argent sur les traits creux ; versement de mercure sur l'argent, amalgame, relief ; alors, prise de l'empreinte au plâtre ou à la cire, empreinte qu'on métallise galvaniquement et qui devient matrice. On a au choix une gravure en creux ou une gravure en relief M. Dulos a composé déjà, d'après son système, entre autres dessins, les types de timbres-poste orientaux.

Le plus simple et le plus commodément pratiqué de tous les systèmes de gravure chimique est encore la zincographie,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que M. Durand-Narat paraît avoir le premier découverte et appliquée, il y a une trentaine d'années, avant MM. Palmer, Gillot, et tous ceux qui depuis ont fait le transport en relief de creux ou de dessins quelconques.

La zincographie ou galvanoglyphie, ou paniconographie, n'est plus inconnue de personne. On y procède très-simplement. Une lithographie, une gravure, un dessin, de la musique, un autographe sont décalquées sur une plaque de zinc; sur l'encre on passe de la poudre de colophane qui solidifie, élève et protége les traits du report. Le métal est rongé ensuite chimiquement, et on a un relief typographique qui se prête convenablement au tirage et reproduit assez bien les objets dont l'image n'est pas d'une grande délicatesse. M. Gillot est, en France, le fournisseur le plus habituel des clichés zincographiques de nos imprimeries.

Deux procédés récents ont touché au zinc. MM. Delouche et Felmann écrivent sur la plaque avec une encre spéciale sur laquelle la pile dépose du cuivre, le reste de la surface étant couvert d'un blanc; une seconde action galvanique ronge le zinc autour du cuivre. M. Comte, de son côté, couvre sa planche de zinc d'un blanc d'aquarelle, sur lequel il dessine à la pointe douce. On verse du vernis, qui adhère aux traits. La planche est lavée alors, le blanc disparaît et on fait mordre. Le relief du dessin est bon pour l'impression.

Quelle que soit la commodité de telle ou telle de ces manières d'opérer, l'imprimerie n'en a pas encore tiré parti. Le zinc n'est pas un métal propre à des tirages fatigants, même lorsque les traits sont recouverts d'un relief de cuivre, et les clichés qui servent à la chromotypographie ordinaire, s'ils sont plus coûteux, sont d'un meilleur usage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI.

IMPRESSION EN TAILLE-DOUCE.

Longtemps la gravure en taille-douce, c'est-à-dire gravée en creux, au burin, sur des planches de métal, a fourni les seules décorations des beaux ouvrages typographiques. La gravure sur bois et la lithographie lui ont disputé cet honneur depuis la fin du siècle, mais, à ce qu'il semble, elles ne peuvent la détrôner.

La photographie et les impressions en couleur ont néanmoins, depuis quelques années, bien diminué le débit des gravures en taille-douce. Les aqua-tintes, les mezzo-tintes et la manière noire seules ont conservé quelque faveur. Il semblerait que les belles estampes gravées n'auraient jamais dû perdre leur clientèle, car ce sont généralement des gens riches et des gens de goût qui mettent de ces morceaux dans leur cabinet et dans leur salon; mais la mode a été plus forte que le raisonnement même, et, au lieu d'acheter des gravures de maîtres qui gagnent de la valeur avec le temps, on a préféré se meubler de lithographies coloriées et principalement de photographies qui, les plus belles même, auront probablement perdu leur attrait dans quelques années.

Il n'y a rien au dessus de la gravure en taille-douce pour décorer un livre de luxe ou pour traduire en noir sur le papier une toile de peintre. On doit donc espérer que les amateurs ne l'abandonneront pas, et que, malgré la rigueur du temps, notre école de graveurs ne manquera pas d'élèves faits pour devenir des maîtres à leur tour.

M. Goupil qui, en France, est depuis quarante ans à la tête de notre principale maison de vente et de fabrication (soit dit le mot sans manquer de respect aux arts), déclare que depuis plusieurs années, il perd 40 et 50,000 francs par an à faire de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gravure. Félicitons-le de sa généreuse persévérance. C'est aux éditeurs de son rang qu'il appartient d'éclairer le goût du public, si engoué aujourd'hui de la photographie qu'il achètera 6 francs la reproduction fugitive d'un dessin gravé ou lithographié, dont il aurait pour 2 francs la première image.

M. Goupil, qui aimerait mieux n'éditer que des gravures en taille-douce, a dû commander de nombreuses lithographies et se faire photographe lui-même. Il sort de ses ateliers de la rue Chaptal jusqu'à 400,000 épreuves chaque année. Mais nous n'avons à nous occuper ici que de la gravure, dont on n'a presque jamais parlé dans les rapports du Jury.

L'exposition de MM. Goupil et C^ie^ est composée d'estampes dont les modèles ne sont pas à juger ici, mais dont l'exécution est irréprochable. Des imprimeurs d'élite ont tiré ces belles planches d'un ton si pur, et, à voir ce qu'ils savent faire dans cet atelier (M. Goupil possède neuf presses qu'il n'occupe qu'à ses propres éditions), et dans ceux de MM. Chardon aîné, Chardon jeune (la manière noire y est traitée remarquablement), de M. Salmon (l'ancienne maison Rémond), et de MM. Delâtre et Sarazin (pour l'eau-forte), on comprend que ni l'Angleterre, ni même l'Allemagne ne prétendent nous dépasser.

Les Anglais nous ont vendu et nous vendent encore des aqua-tintes qu'ils font très-bien, et les Allemands quelques sujets de style, mais l'importation n'est rien chez nous à côté de l'exportation. Les genres courants sont, en taille-douce comme en typographie, mieux traités par nos rivaux, mais la belle gravure, celle qui est partout recherchée, vient de France, et nous sommes en très-grande partie redevables à M. Goupil de ces succès commerciaux. Il a fondé des succursales de sa maison de Paris à Londres, à Bruxelles, à la Haye, à Berlin, à Vienne, à New-York, et la vente de ces succursales entre pour les deux tiers dans les 2 millions et demi d'affaires qu'il fait. En 1848, quand la vie était devenue si difficile pour nos ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tistes. M. Goupil a réussi à leur ouvrir un marché, à leur créer un public en Amérique. Depuis 1827, de compte fait, il a versé dans leurs mains plus de 30 millions.

Comme imprimeur, il a monté son atelier sur le meilleur pied et y a installé de belles presses en acier tourné qui rendent le travail plus facile, plus sûr, plus prompt, et sur lesquelles les planches ne prennent pas de courbure.

En Angleterre, toutes les imprimeries sont fournies de ces presses, et le reste de l'outillage y répond ; de plus, les planches sont tenues dans un parfait état de propreté, et dans presque tous les ateliers, il y a un homme chargé de les entretenir ; aussi la production est-elle moins lente et moins pénible que chez nous, au grand avantage de l'ouvrier. En Allemagne, le matériel est plus vieux, mais l'ouvrier n'aime pas à changer d'habitudes. C'est d'Allemagne que nous tirons nos plus beaux noirs. Quant à nos huiles et nos lainages, ils sont de bonne qualité.

L'impression des planches des *Évangiles* de MM. Hachette est faite chez M. A. Salmon. Ce sera un titre de plus pour cette maison, si connue par ses ouvrages artistiques. En 1867, MM. Chardon se sont montrés aussi habiles que jamais. L'exposition des eaux-fortes de M. A. Delâtre est l'une de celles qu'apprécie surtout un artiste ou un amateur.

Il se peut que la gravure en taille-douce voie une branche de production fertile naître pour elle dans les impressions en couleur (1) : ce travail occuperait les bras des ouvriers, qui n'ont que de plus en plus rarement à tirer de grandes estampes, et auxquels la vignette ne suffit pas. Ce qu'il y a en ce moment-ci de plus important à signaler dans ce genre

(1) On a imprimé la taille-douce en couleur dès le commencement de l'art, mais d'un seul ton. Depuis quelque temps, cette impression se fait en quatre et cinq couleurs juxtaposées et superposées. On est passé de l'aqua-tinte à l'imitation des aquarelles. M. Isnard-Desjardins a créé ainsi toute une industrie qui continue à prospérer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'imprimerie, c'est l'amélioration du matériel par l'abandon des presses de bois, fatigantes et infidèles.

CHAPITRE VII.

OBSERVATIONS SUR LA SITUATION DE L'IMPRIMERIE EN FRANCE.

§ 1. — Production.

Il y a en France environ 900 imprimeurs typographes, 800 imprimeurs lithographes, dont la moitié à Paris, et 150 imprimeurs en taille-douce, presque tous dans la capitale.

Le nombre des libraires français dépasse 4,000. En 1866, il a été publié chez nous 13,883 ouvrages (1); environ 35,000 lithographies, estampes, pièces de musique, etc.

Il est difficile d'évaluer avec exactitude la somme totale de cette production; mais en supposant, ce qui n'est pas, que chaque ouvrage soit tiré, en moyenne, à 3,000 exemplaires, on n'aurait qu'environ 40 millions de livres d'imprimés, et ce n'est encore qu'un livre par an pour chaque citoyen. Il en faut bien davantage.

La librairie française exporte maintenant, année moyenne, pour près de 20 millions de francs (2). En 1861, le chiffre de

(1) En 1867, il paraît 862 journaux à Paris, savoir :

Religion catholique, 58; protestante, 25; israélite, 2; instruction, 22; jurisprudence, 50; administration, 21; politique, 25; économie politique, commerce, 50; sciences médicales, 45; sciences naturelles, physiques et mathématiques, 40; agriculture, art vétérinaire, 30; horticulture, arboriculture, 13; art militaire, 14; marine, colonies, 13; histoire, géographie, art héraldique, 24; beaux-arts, théâtres, 57; architecture, 11; archéologie, numismatique, objets d'art, 17; chemins de fer, ponts et chaussées, mines, 24; journaux financiers, 21; technologie, science vulgarisée, 60; exposition de 1867, 11; journaux littéraires, 87; journaux de dames, des demoiselles, des familles, de la jeunesse, 33; modes, travaux de dames, 66; haras, courses, chasse et pêche, jeux, 20; franc-maçonnerie, 4; spiritisme, 3; bibliographie, 16.

Pour toute la France, 267 journaux politiques ou d'économie sociale, dont 63 imprimés à Paris, et 1.307 autres journaux, dont 703 imprimés à Paris.

(2) En poids, 2 millions et demi de kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exportation a été de 14,663,231 francs; en 1862, de 18,468,184; en 1863, de 19,118,730; en 1864, de 20,156,000, en 1865, de 19,197,000; en 1866, enfin, de 19,295,000 fr., somme dont voici le détail : livres en langues mortes ou étrangères, y compris les almanachs, 1,928,729 francs; livres en langue française, 12,190,476; gravures et lithographies, 5,175,786; musique gravée, 359,795; cartes à jouer, 513,902 francs. Si l'on ne peut pas donner le chiffre exact de la production totale des impressions diverses en France, la statistique de l'industrie de Paris, faite en en 1860 par la Chambre de commerce, permet d'apprécier l'importance et la valeur des travaux exécutés à Paris.

A cette date, les branches de l'industrie comptaient :

Cartiers : 17 fabricants, 260 ouvriers; 1,839,400 francs d'affaires.

Ecrivains et dessinateurs pour la lithographie : 133 maîtres et 153 auxiliaires; 907,050 francs d'affaires.

Editeurs d'images et d'estampes (dont 243 coloristes et enlumineurs) : 294 maîtres, 768 ouvriers; 4,218,763 francs d'affaires.

Graveurs, fondeurs et clicheurs : 1° 15 patrons et 74 ouvriers; 349,200 francs. — 2° 30 patrons avec 690 ouvriers, 2,213,100. — 3° 8 patrons avec 61 ouvriers; 318,000 francs.

Graveurs en taille-douce: 158 maîtres, 139 ouvriers; 951,400 francs d'affaires.

Graveurs sur bois et cuivre en relief pour la typographie (non compris les étoffes et les papiers peints): 44 maîtres, 109 ouvriers; 497,625 francs d'affaires.

Imprimeurs lithographes et en taille-douce (musique composée) : 367 maîtres, 3,219 ouvriers, 12,766,320 francs.

Typographes : 84 maîtres, 6,158 ouvriers; 31,833,720 fr. d'affaires (non compris les ateliers du *Moniteur* et l'Imprimerie impériale).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 2. — Conditions du travail. Salaires.

Question des femmes. — L'entrée des femmes dans les ateliers de composition a irrité les ouvriers typographes. Quels que soient les motifs qui aient déterminé les imprimeurs à employer des femmes, et quelques raisons qu'aient eues les ouvriers pour protester, dans la situation exceptionnelle de leur industrie, contre la concurrence qui leur est faite et qui, en leur enlevant de l'ouvrage, peut diminuer leur salaire, il n'en est pas moins incontestable que le travail de la composition est parfaitement dans les aptitudes des femmes. Tous les amis de l'humanité doivent applaudir lorsqu'un métier nouveau donne du pain à tant de personnes, que l'homme a souvent dépossédées de leurs occupations traditionnelles, et que, trop souvent encore aujourd'hui, il ne protége pas avec assez de courage et de fidélité, contre les souffrances et les dangers de la misère.

Aucune des objections élevées contre le fait et la légitimité du fait n'est assez forte pour résister à l'examen. Et le fait lui-même n'est pas, comme on semble le croire, une si récente nouveauté. La Convention avait organisé un atelier de composition où travaillaient des femmes. «C'est un travail de femmes,» dit Napoléon, après avoir vu les ouvriers de l'Imprimerie impériale le composteur à la main. En 1831, M. Rignoux essayait de former à Montbard un atelier de compositrices. Depuis 1839, au Mesnil, près de Dreux, MM. Didot ont habitué de toutes jeunes filles à la composition même du grec. Ce n'est pas d'aujourd'hui que M. Crété, attaqué en 1865 par les ouvriers, a commencé d'employer les femmes qui travaillent à ses jolies impressions, et qui sont maintenant au nombre de 100. En 1855, les femmes occupaient à Paris l'atelier de M. Delcambre, où on les attachait au service de la machine à composer, avec un salaire qui n'était que la moitié d'une journée d'homme, pour que cette machine produisît économiquement tous ses effets. Elles travaillent, à Coulommiers, chez M. Moussin, et ailleurs encore. En

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

outre, en vertu de quelle loi et de quel droit peut-on l'empêcher? ou, du moins, quelle raison aura-t-on pour s'y opposer, le jour où le métier de maître imprimeur deviendra libre? Les femmes n'ont-elles pas plutôt à prétendre qu'il ne devrait pas y avoir des gantiers et des tailleurs?

On dit que les patrons ne les emploient que pour bénéficier de la réduction des salaires, qui est de 30 ou 35 pour 100. Cela ne pourrait durer; mais, dès à présent, dans son livre *une Imprimerie en* 1867, M. Paul Dupont déclare qu'elles sont payées chez lui exactement au prix des hommes.

A l'étranger, il en est de même. En 1860, il a été fondé à Londres (Great Coram Street) et organisé en grande partie par une femme, miss Emily Faithfall, une imprimerie, l'*imprimerie Victoria*, où ne travaillent à la composition que des femmes. De bons ouvrages en sont déjà sortis, et l'établissement est en voie de prospérité. En Amérique plusieurs journaux sont entièrement composés par des femmes.

Mais le grand principe de la liberté du travail, qui veut que l'ouvrier ne chasse pas l'ouvrière de l'atelier où elle peut faire le même ouvrage, veut aussi que le métier d'imprimeur soit libre; autrement, les patrons et les simples compositeurs sont enfermés dans une arène étroite où leurs intérêts se heurtent, et de là ces tarifs qui n'existeraient pas dans le champ d'activité de la libre concurrence (1), mais qu'il a bien fallu conclure d'accord, pour que le privilége ne pût devenir une cause de misère pour l'ouvrier.

(1) C'est en 1834 seulement que les ouvriers ont résolu de demander qu'il fût stipulé un tarif pour la composition et la mise en pages des caractères. Il n'y a eu moyen de s'entendre que dix ans plus tard. Le tarif de 1844 a été revisé depuis, et, en ce moment même, il est question de modifier celui de 1862, qui est presque partout en vigueur à Paris. D'après ce tarif ;

Le 11, le 10, le 9, le 8 de texte français, en réimpression, se paye à l'ouvrier, au mille, 0 fr. 55 c. — Le 13, le 12, le 7 1/2, le 7, 0 fr. 60 c. — Le 14, le 6 1/2, 0 fr. 65 c. — Le 16, le 6, 0 fr. 70 c. — Le 5 1/2, 0 fr. 75 c. — Le 5, 0 fr. 80 c. — Le 4 1/2, 1 fr. — Le 4, 1 fr. 25 c. Lorsque l'ouvrage à composer est manuscrit, le prix du mille de lettres est de 0 fr. 05 c. de plus pour tous les caractères. — Les corrections sont payées 55 c. l'heure. — La mise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — État légal de l'imprimerie.

Heureusement cette dernière barrière tombera bientôt. L'article 15 du projet de loi sur la presse, déposé en 1867 et adopté par la commission du Corps législatif, déclare libres la profession de l'imprimeur et celle du libraire.

Du nombre de 60, fixé en 1810, les imprimeries de Paris se sont élevées, en 1811, toujours par décret, au nombre de 80. On en compte 85 depuis 1859, à cause de l'annexion de l'ancienne banlieue. Est-ce assez d'ateliers, en somme, pour que l'ouvrier choisisse le lieu de son travail? Est-ce assez d'instruments offerts à la pensée, qui veut être libre, et qui, subit, au lieu de la censure directe d'un bureau de ministère, la censure préventive, souvent peu éclairée, toujours timorée, d'un imprimeur à brevet?

La loi du timbre défend au philosophe politique, à l'économiste, de parler sans payer une taxe. Il est proclamé par le chef de l'État lui-même, qu'il importe de répandre les saines doctrines de l'économie politique (1), afin de dissiper les erreurs du socialisme, et cependant pour écrire contre l'égalité du salaire, contre la gratuité du crédit, contre toutes les illusions qui, à un jour donné, passionnent la foule, et font à la fin couler le sang dans la rue, il faut payer un impôt, à tant la feuille d'impression. Il semble qu'il devrait n'en coûter rien pour répandre la lumière.

en pages simple, sans titres courants, est payée pour l'in-folio de papier carré à une colonne, 1 fr. 25 c.; pour l'in-4°, 1 fr. 50 c.; pour l'in-8°, 1 fr. 75; pour l'in-12, 2 fr. 50 c.; l'in-16, 3 fr.; l'in-18, 3 fr. 50 c.; l'in-24, 4 fr.; l'in-32, 5 fr.

Les maîtres imprimeurs sont dans l'usage d'ajouter, sous le nom « d'étoffes » 50 pour 100 aux prix payés aux ouvriers. Ce surcroît représente l'usure des caractères, du matériel, le prix de la façon, des épreuves, de la correction, de l'encre. Le tirage des feuilles se paye à part.

(1) La loi s'est servi du mot « économie sociale » sans le définir, sans doute d'après l'adage d'une si médiocre philosophie : *Omnis definitio in jure periculosa*. On peut prétendre que c'est l'affaire des tribunaux de juger si l'économie politique est permise, et si, dans tel ou dans tel cas, on est un sage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'avenir améliorera sans doute les conditions d'existence de l'ouvrier typographe ; mais depuis longtemps, pour les raisons dont il vient d'être parlé et pour d'autres encore, la typographie ne fait que végéter. Les ouvriers ont le droit d'en gémir, et on comprend que, quelquefois, ils soient injustes dans leurs plaintes ; mais ils ne disent pas toujours toutes les causes du mal.

M. Claye, dans sa brochure sur la *Question du salaire des compositeurs*, a parfaitement établi que, si l'on décompose la masse des ouvriers typographes en quatre classes, d'après la nature même des travaux, et sans y comprendre les pressiers et les mécaniciens, qui ne peuvent se plaindre, les trois premières classes (hommes de conscience, journalistes, metteurs en pages) gagnent convenablement leur vie (6 et 7 francs par jour en moyenne), et que c'est seulement celle des compositeurs ordinaires ou paquetiers qui souffre. Ils ne gagnent que 4 francs l'un dans l'autre. Le mal ne vient pas de la mauvaise volonté des patrons, mais des conditions nouvelles dans lesquelles s'exerce le métier de l'imprimerie. Tout s'improvise

ou un agitateur. Mais les tribunaux ont jugé, et voici quel a été, le 30 avril 1858, l'arrêt de la cour d'Amiens :

« En droit, considérant que les expressions *Economie sociale*, du décret organique du 17 février 1852, ont une signification aussi étendue que possible ;

« Qu'en employant, pour la première fois, ces mots « économie sociale », alors que, dans le langage actuel, les mots « économie politique » étaient le plus souvent employés jusque là, la législation de 1852 a évidemment entendu donner aux expressions nouvelles encore plus de portée et d'extension ;

« Qu'elles comprennent tout ce qui, dans l'industrie ou dans le commerce, se rattache aux intérêts généraux des populations, et que celui-là traite d'économie sociale qui compare une industrie à une autre industrie, un commerce à un autre commerce, signale leurs conditions d'existence, leurs avantages, leurs inconvénients, leur antagonisme, critique ou approuve, et, en vue de la masse des consommateurs, indique des réformes à introduire, pour rétablir un équilibre qui lui paraît troublé, et maintenir une protection qu'il réclame pour tous ;

« Qu'en discutant ces questions, l'écrivain met en regard chaque nature d'industrie ou de commerce, discute ainsi une thèse d'économie sociale et s'occupe d'intérêts généraux touchant à l'organisation de la société elle-même, etc. »

Tout est donc prohibé, s'il plaît au juge, même de soutenir que la prohibition, en matière de douane et d'industrie, est nuisible aux citoyens et à l'État !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maintenant. Il faut à la hâte composer un ouvrage que le plus souvent l'auteur écrit encore. La direction, le bon ordre de la composition n'est plus possible. Un jour on a trop peu d'ouvriers, le lendemain on en a trop quand le manuscrit manque, ce manuscrit qu'on appelle toujours « copie, » parce qu'autrefois personne n'eût envoyé à imprimer son brouillon, et qui, aujourd'hui, n'est jamais recopié, qui trop souvent est illisible. Voilà ce qui rend peu productives les journées de la moitié au moins des compositeurs. Mais ajoutons, pour que chacun ait sa part de responsabilité dans les inconvénients de la situation, qu'il y a, de l'aveu des bons ouvriers, plus d'un tiers des paquetiers qui sont d'une faiblesse excessive dans le métier. Que chacun ait le courage d'entendre et de dire la vérité : les ouvriers insuffisants qui, ar ignorance, puis par un défaut de soin qu'on ne voit ni en Angleterre ni en Allemagne, gâtent l'ouvrage, sont la cause de la baisse ou de l'insuffisance du salaire moyen. Le mal serait moins grand s'il existait un véritable apprentissage dans la typographie, comme en Angleterre.

Maintenant il est vrai que, par la mauvaise organisation du travail des imprimeries, souvent le « paquetier » change de « casse,» c'est-à-dire d'ouvrage et de caractères, trois, quatre fois dans une journée. Les ouvriers ont demandé qu'il fût accordé une indemnité de 25 centimes toutes les fois qu'ils auraient à supporter ce préjudice, et même qu'on les payât à la journée lorsqu'ils ont à attendre la copie. Les maîtres imprimeurs ont répondu qu'ils n'y perdaient pas moins qu'eux, et qu'il était impossible, après avoir vu combattre la doctrine du droit au travail, de laisser s'établir celle du repos salarié. Nous n'avons pas à insister sur ces discussions qu'il était pourtant difficile de ne pas rappeler. On est fondé à croire, en définitive, que lorsque l'imprimerie sera devenue libre, la question des salaires deviendra moins épineuse. La discipline d'émulation exercée par les ouvriers eux-mêmes sur eux-mêmes fera bientôt partir des ateliers les ouvriers les moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

capables, qui sont sans doute faits pour d'autres travaux. Or, avec des ouvriers d'une aptitude plus égale, la typographie française, une fois émancipée, n'a aucune rivalité à redouter.

Il s'ouvre de nos jours, pour l'instruction publique et pour les délassements de l'esprit, une carrière dont la perspective s'étend à l'infini. L'imprimerie est appelée à y jouer un grand rôle. Aucune industrie n'a reçu du genre humain une mission pareille ni un champ d'une plus vaste étendue pour y développer sa puissance. Dans ces circonstances, on peut croire que, si les deux industries de l'imprimerie et de la librairie sont rendues libres, il n'y aura pas de limites à leur succès et à leur prospérité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 7

OBJETS DE PAPETERIE, MATÉRIEL DES ARTS DE LA PEINTURE ET DU DESSIN.

SOMMAIRE :

Section I. — Papeterie, par M. Roulhac, négociant, ancien juge au tribunal de commerce de la Seine, membre de la Chambre de commerce de Paris.

Section II. — Nouvelles pâtes à papier; succédanés du chiffon, par M. Anselme Payen, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers et à l'École centrale des arts et manufactures, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862.

Section III. — Matériel des arts, de la peinture et du dessin, par par M. Roulhac.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 7

OBJETS DE PAPETERIE. — MATÉRIEL DES ARTS DE LA PEINTURE ET DU DESSIN

SECTION I

PAPETERIE

PAR M. ROULHAC.

§ 1. — Matières premières.

La papeterie, qui est une des grandes industries de la France, qui a, en outre, du XIVe au XVIIIe siècle, fourni ses produits à toute l'Europe, n'a pas chez nous le privilége d'exciter la curiosité du public. Chacun de nous a une telle habitude de voir du papier, de s'en servir comme d'une chose sans valeur qu'il est disposé à le classer dans ces objets indispensables dont on use à chaque instant sans rechercher leur origine, sans se préoccuper des procédés de leur fabrication, sans soupçonner même que les industriels ont dépensé des sommes considérables pour la création de leurs usines, que de nombreux ouvriers sont employés à sa production. Cependant il serait juste de tenir compte à nos fabricants de tous les efforts qu'ils ont tentés pour suivre les progrès de la civilisation, particulièrement depuis dix ans, et des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

difficultés vaincues pour satisfaire à toutes les demandes sans augmentation de prix. L'extension prodigieuse du commerce, la diffusion de l'instruction, la publicité donnée aux découvertes nouvelles, ont augmenté l'emploi du papier dans des proportions qui permettent d'affirmer qu'il a plus que doublé dans les quinze dernières années.

La matière première dont les fabricants de papier se sont servis à l'exclusion de toutes autres, durant plusieurs siècles, n'était pas de la nature de celles que l'on peut ensemencer et récolter à volonté ; le chiffon est un résidu dont la quantité est limitée. Les pays les plus civilisés le conservaient avec soin au moyen de droits prohibitifs à la sortie. L'Angleterre, l'Amérique, la France elle-même, qui produit les meilleurs chiffons, allaient s'approvisionner de cette précieuse denrée dans les contrées les plus éloignées. Enfin la nécessité a fait rechercher, dans les plantes textiles d'un prix modéré, les éléments propres à concourir avec le chiffon à la fabrication du papier. De là est née la question des succédanés, c'est-à-dire des pâtes susceptibles de produire du papier blanc, d'un emploi courant pour l'impression des journaux et celle des livres classiques, et obtenues soit par des procédés chimiques, soit par des procédés mécaniques ; elle a été mise à l'ordre du jour dans notre monde industriel, et à l'étude dans les meilleurs laboratoires de chimie (1).

La paille, le bois, l'alpha, le genêt, les tiges ligneuses du houblon, du maïs, de la luzerne, du varech, ont été soumises à des expériences scientifiques très-variées. Il ne suffisait pas d'extraire de ces plantes les parties filamenteuses qui, réduites mécaniquement à des fractions de 1 millimètre de longueur environ, avaient la propriété de composer, au moyen du feutrage, cette étoffe que l'on appelle une feuille de papier : il fallait encore les blanchir, en limitant la dépense aux pro-

(1) Voy. le Rapport de M. Payen, de l'Institut, sur les *Nouvelles pâtes à papier* à la suite de celui-ci.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portions de l'emploi industriel, c'est-à-dire à très-bas prix.

Après des essais souvent renouvelés et des tâtonnements nombreux, chaque pays paraît avoir adopté la plante qu'il peut se procurer aux meilleures conditions. L'Angleterre donne la préférence à l'alpha, qu'elle trouve en abondance sur les côtes d'Espagne et d'Afrique; l'Allemagne emploie la pâte de bois; en France on croit généralement aujourd'hui que la paille est le meilleur des succédanés; beaucoup de fabriques, particulièrement dans les départements du Midi et du Centre, l'utilisent depuis longtemps à la fabrication du papier d'emballage, au moyen d'un traitement chimique très-simple, qui lui laisse, il est vrai, sa teinte jaune, mais lui conserve la solidité nécessaire à sa destination. On trouve dans les vitrines de l'exposition française des spécimens nombreux de ce produit. Leur bonne qualité constate des progrès dignes d'être signalés; on obtient aujourd'hui avec cette pâte des papiers de pliage et des cartons d'un emploi très-courant.

Plusieurs contrées de l'extrême Orient nous ont devancés dans l'emploi des plantes textiles à la fabrication des papiers. En Chine, dans les Indes, on emploie le bambou et la paille de riz; au Japon, on produit de la pâte avec l'écorce d'un arbre, le *Broussonetia papyrifera*. En examinant les produits exposés par le Japon, nous avons admiré la beauté de cette pâte que l'on utilise non-seulement à la fabrication du papier, mais à des emplois très-variés.

La même agglomération qui comprend trois expositions distinctes : celle du gouvernement, celle du prince de Satsouma, enfin celle des marchands japonais, renferme plus de 90 échantillons de produits fort intéressants, parmi lesquels nous signalerons des papiers de différentes espèces faits avec l'écorce ou le bois du *broussonetia*; tous fabriqués à la main, ils sont également remarquables par la longueur et la solidité de leurs fibres. On y trouve les papiers à écrire sur lesquels on trace les lettres avec un pinceau imbibé d'encre de Chine, les papiers de fantaisie, les papiers artistiques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

imprimés avec des blocs en relief, les papiers gaufrés en pâte, les papiers imitant le maroquin, les papiers gélatinés à calquer, les papiers-mouchoirs, etc. Ces mêmes fibres servent encore à fabriquer des filets, des vêtements, des cartonnages qui ont la solidité et la résistance de nos caisses en bois.

§ 2. — Caractère des produits exposés.

L'industrie de la papeterie n'a jamais soumis à l'examen d'un Jury et du public une variété aussi remarquable de produits, et jamais, aux Expositions précédentes, elle n'a été représentée par un nombre aussi grand de fabricants qu'elle l'est à l'Exposition de 1867. Il n'est, pour ainsi dire, pas un pays au monde qui n'y ait envoyé des spécimens intéressants de cette fabrication importante, qui se modifie ou se transforme suivant les besoins ou les habitudes de chaque peuple, qui semble marcher toujours en avant avec la civilisation.

C'est donc avec une vive satisfaction que les membres du Jury ont constaté une amélioration très-remarquable dans la qualité moyenne des papiers; ils la considèrent comme un progrès essentiel et de la plus haute valeur, ils l'attribuent au courage et à l'intelligence des fabricants qui, n'hésitant plus à faire le sacrifice de leur ancien matériel, ont généralement meublé leurs usines des machines et outils inventés ou perfectionnés dans ces derniers temps. Jusqu'ici, la beauté et la bonne qualité du papier semblaient appartenir par privilége à quelques manufactures, occupant le premier rang dans les pays les plus avancés dans ce genre de fabrication; aujourd'hui, toutes les contrées exposent des spécimens de produits excellents qui se rapprochent beaucoup, par leur bon collage et leurs autres qualités, de ceux que les usines les meilleures et les plus anciennes avaient seules l'habitude de fabriquer. C'est grâce à leur outillage perfectionné que beaucoup de fabriques, reléguées autrefois à un rang inférieur, prennent une bonne place parmi leurs rivales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, ayons la franchise de le dire, s'il a été fait dans quelques pays des progrès très-grands, très-remarquables, il ne nous est pas donné de signaler une découverte importante, une invention capitale dans la papeterie. De l'examen des produits de l'Angleterre, de l'Allemagne et de la France, de la comparaison de ces derniers avec les produits exposés en 1862, il semble résulter que, presque partout, on s'est préoccupé beaucoup plus du besoin d'augmenter la production que du désir de rechercher ces améliorations sérieuses qui marquent les étapes des grandes industries.

Les appréhensions exagérées, aujourd'hui heureusement calmées, qu'avaient fait naître des traités de commerce nouveaux, ont ravivé de tous côtés une concurrence qui a causé des déceptions, parce que, au lieu de demander le succès à la science et à l'économie, beaucoup de fabricants l'ont cherché dans une production excessive, au-dessus de leurs ressources, mal soutenue, mal dirigée.

Toutefois, le Jury a reconnu et constaté, avec une profonde satisfaction, les améliorations qui se sont produites dans le lavage, le lessivage et le blanchiment des chiffons, dans l'épuration des pâtes, par un meilleur filtrage des eaux, et plus encore au point de vue de l'emploi mieux raisonné des acides susceptibles de les altérer, dans le collage, dans l'apprêt, dans le mélange plus intelligent des succédanés. Seulement, il nous paraît utile de faire observer que, dans chaque pays, les fabricants se sont appliqués plus particulièrement aux perfectionnements de nature à satisfaire les goûts ou les besoins de leurs acheteurs. Nos industriels, afin de répondre aux demandes du marché français, où la littérature et l'instruction, en se faisant démocratiques, exigeaient des matières premières à bas prix, ont cherché avec une persévérance et une énergie dignes d'être signalées, à produire des sortes moyennes propres à l'impression ou à l'écriture, avec les chiffons les plus communs. Aucun sacrifice ne leur a coûté pour atteindre ce but : ils ont renouvelé leur outillage, transformé leurs usines. Ces efforts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

persévérants ont obtenu le succès qu'ils méritaient. Aussi serait-il difficile de trouver ailleurs qu'en France un assortiment aussi complet de papier d'une qualité courante à un prix très-modéré.

En rendant ce tribut d'éloges légitimement acquis aux fabricants qui savent aujourd'hui obtenir des pâtes blanches avec des chiffons qui naguère ne produisaient que des papiers d'emballage, nous ne saurions oublier de proclamer le mérite incontestable de ceux qui ont consacré plus particulièrement leur intelligence et leurs soins au perfectionnement des beaux papiers collés pour lettres et pour registres, des papiers pour impressions typographiques et lithographiques.

C'est peut-être ici le moment de rassurer ceux qui, en France ou à l'étranger, ont exprimé la crainte très-grave de voir s'altérer les papiers employés à l'impression des livres de science et d'histoire, ou ayant tout autre de ces emplois qui nécessiterait une longue durée. Sans doute on fabrique des papiers qui ne présentent pas la solidité désirable, tels que ceux destinés aux feuilles périodiques ou à l'impression de ces nombreuses publications qui ne durent qu'un jour ; mais l'éditeur, jaloux de livrer au public des ouvrages susceptibles d'être maniés souvent ou qui doivent figurer dans des bibliothèques, l'acheteur, désireux d'avoir une marchandise solide et durable, trouvent toujours, même à des prix modérés, des papiers qui laissent toute garantie de solidité et de longue durée. Est-il besoin de citer à l'appui de notre affirmation les publications splendides qui figurent à l'Exposition française ? Dans quel pays et à quelle époque a-t-on édité gravures et livres sur des papiers plus beaux, plus purs, plus consciencieusement faits ?

Tout en rendant ainsi pleine justice aux principales fabrications de l'Europe, nous sommes heureux de constater que la papeterie française conserve son rang dans la lutte pacifique à laquelle a été convié le monde entier. Les 52 fabricants qui ont exposé attestent, par leur production, que cette industrie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est à la hauteur de tous les besoins de l'art ou des sciences. Depuis les papiers les plus fins, pour la photographie ou les impressions les plus délicates, jusqu'aux papiers d'emballage les plus ordinaires, on trouve de tout dans cet immense assortiment, qui, par les nombreux spécimens accumulés à l'Exposition, résume si bien la situation de la papeterie nationale. Sans doute elle réclame encore des progrès, mais c'est à ses efforts que nous devons de n'être tributaires d'aucun pays. Depuis quelques années, l'exportation de nos papiers ne cesse d'augmenter d'une manière significative, tandis que l'importation des papiers étrangers présente des chiffres qui, tout en méritant l'attention des fabricants français, viennent prouver que le pays se suffit à lui-même comme prix et comme qualité.

S'il nous était permis de donner un conseil applicable en tous pays, nous terminerions en donnant celui d'abandonner la tendance fâcheuse qui pousse beaucoup de fabricants à augmenter leur production outre mesure. Nous ne croyons pas que les soins minutieux et la surveillance incessante, exigés par les opérations si diverses et si délicates qui composent la fabrication du papier, soient incompatibles avec une production trop développée. L'histoire de la papeterie, depuis quinze ans, vient confirmer cette opinion que nous nous permettons de soumettre aux réflexions et à la sagesse des fabricants français. Ils doivent s'efforcer de faire du bon papier; c'est le seul moyen de maintenir des prix rémunérateurs, de moraliser la vente, d'habituer l'acheteur à préférer les bonnes qualités et de conserver la réputation de notre industrie.

A l'appui de ces considérations générales, nous serions ici heureux de mentionner séparément les noms de tous les exposants qui ont été jugés dignes de récompenses, de faire ressortir les qualités de leurs produits, l'importance de leurs établissements et leurs mérites personnels; mais le programme d'ensemble qui nous a été tracé ne nous permet pas de nous étendre aussi loin; nous devons donc nous borner,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quoiqu'à regret, à signaler les noms de ceux qui, par leur position dans le Jury, n'ont pas été admis au concours, et de ceux qui ont le mieux mérité de l'industrie.

Tous les fabricants poursuivent le même but, celui de satisfaire aux demandes des acheteurs. L'Angleterre, qui occupe le premier rang dans notre industrie, doit cette supériorité, non-seulement à la perfection de ses machines, au bas prix des charbons et des produits chimiques, mais plus encore au goût des consommateurs qui consentent à payer un bon prix les papiers solides, bien fabriqués et bien apprêtés. La solidité extrême s'obtient par le collage à la gélatine, dont le procédé est trop connu pour qu'il soit utile d'en faire la description. L'application de ce mode de collage au papier mécanique et continu a pris naissance en Angleterre, où son emploi est très-répandu ; le continent, au contraire, ne compte qu'un très-petit nombre de fabricants qui l'aient adopté. Nous n'en connaissons que trois : en France, MM. Outhenin-Chalandre, ses fils et C^ie^, à Besançon ; en Autriche, M. Smith Meynier et C^ie^, à Fiume ; en Prusse, M. Schveller, à Düren.

Les Anglais se préoccupent beaucoup du bon apprêt de leurs produits et ne reculent devant aucune des dépenses nécessaires ; ils obtiennent un excellent satinage en passant le papier à plusieurs reprises et feuille par feuille entre des calandres d'une construction parfaite. Cette opération doit être faite avec lenteur ; elle nécessite des appareils nombreux et par conséquent un capital important s'il s'agit d'une forte production. Pour le glaçage, les fabricants emploient des plaques de cuivre très-polies, et afin d'obtenir un glacé brillant et durable sans écraser la pâte, ils multiplient les pressions en les graduant et en laissant un intervalle de vingt-quatre heures au moins entre chacune d'elles.

Les papiers vergés sont très-recherchés en Angleterre ; ils s'y payent plus cher à la condition d'avoir une vergeure égale, nette et très-apparente ; ces qualités exigent des rouleaux égoutteurs très-parfaits, un traitement convenable de la pâte,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ne doit être ni trop dure ni trop tendre, enfin un mode d'absorption de l'eau réglée avec un grand soin. Les bons fabricants peuvent seuls triompher de ces difficultées.

En Allemagne la fabrication du papier ne diffère guère de celle de la France : les fabriques y sont nombreuses; dans la Prusse rhénane, notamment, il s'est formé près de Düren un groupe d'établissements importants qui travaillent dans des conditions très-favorables et dont les produits rivalisent pour la qualité avec les bons papiers français. Ces fabriques exportent une partie de leurs produits.

Le midi de l'Allemagne a peu de représentants à l'Exposition; cependant le Wurtemberg y a envoyé quelques beaux produits, parmi lesquels nous citerons ceux de M. Voelter qui fait un mélange de sa pâte de bois avec le chiffon.

L'Autriche, malgré le nombre très-restreint de ses exposants, n'en fournit pas moins la preuve d'efforts très-persévérants pour suivre les progrès réalisés par les autres pays, ses rivaux.

En Russie, il est facile de constater des améliorations notables qu'il faut enregistrer, en tenant compte de la grande distance qui sépare cet empire des foyers de la civilisation moderne et des difficultés qui s'opposent à l'introduction des appareils et des ingrédients de toute sorte dans ses provinces intérieures. C'est en Finlande et aux environs de Saint-Pétersbourg, de Varsovie et de Moscou, que se trouvent groupés ses principaux établissements. Les produits exposés démontrent que le triage du chiffon et le collage ne sont pas suffisamment soignés.

La Suède et la Norwége n'ont exposé rien de remarquable, à l'exception de l'excellent papier à filtres de la fabrique de Grycksbo.

Le Danemark n'a qu'un seul exposant. Ses papiers lissés et filigranés en rouleaux et à la suite de la machine au moyen d'un appareil spécial ont été fort remarqués par le Jury.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La papeterie italienne a fait des progrès sensibles depuis quelques années, mais elle se trouve encore au-dessous de la France et de l'Allemagne, particulièrement pour la fabrication à la machine.

L'Espagne est encore dans l'enfance ; la fabrication du papier à la mécanique n'y est toujours pratiquée que dans des proportions fort restreintes et celle à la main est aujourd'hui ce qu'elle était autrefois. Le papier pour cigarettes, qui est un article de grande consommation pour le pays, a seul le privilége des améliorations ; les fabricants espagnols y apportent beaucoup de soin et un certain savoir-faire. Ils continuent à le fabriquer à la cuve.

Le Portugal n'a pas fait plus de progrès que l'Espagne dans notre industrie.

La Belgique a toujours les mêmes tendances; elle fabrique par préférence des papiers à très-bas prix, mais de qualité inférieure. Sa production s'est accrue dans de grandes proportions : elle exporte en Angleterre des papiers d'impression destinés aux annonces et aux journaux de second ordre.

La Hollande, qui envoyait autrefois ses papiers dans le monde entier, n'a pas su conserver la position que lui enviaient ses rivaux. Elle n'est représentée à l'Exposition que par deux ou trois fabricants de papier à la main ; leurs produits sont de qualité médiocre.

La puissante industrie papetière des États-Unis d'Amérique ne compte que deux exposants; MM. Iessup et Moore de Philadelphie, ont envoyé des échantillons fort intéressants d'une pâte à papier composée de bois de sapin. Cette pâte, dont le prix est indiqué à 70 francs les 100 kilogrammes, est blanche, flexible, bien feutrée et de qualité excellente.

MM. Hoesch frères, à Düren (Prusse), continuent à marcher dans la voie du progrès d'une manière très-remarquable. Leur exposition contient un grand assortiment de papiers de toutes sortes; leurs produits se distinguent particulièrement par leur solidité, l'homogénéité de la pâte, une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande pureté et un collage excellent ; ils portent tous le cachet d'une fabrication qui s'appuie sur les meilleures traditions.

Les papiers de MM. Blanchet et Kléber maintiennent dignement le rang qu'ils ont toujours occupé ; ils témoignen d'une science de fabrication portée au plus haut développement et des soins les plus éclairés. Les papiers destinés à la photographie sont fabriqués avec une rare perfection.

Il est peu de fabricants qui aient livré à l'examen du public un ensemble de produits aussi variés et aussi excellents que ceux de MM. Smith, Meynier et C^ie^, à Fiume (Autriche). Nous appellerons particulièrement l'attention sur les papiers collés à la colle animale, système anglais, sur le grand assortiment des coquilles blanches et azurées. Ces papiers réunissent toutes les qualités d'une excellente fabrication.

Les papeteries du Marais et de Sainte-Marie (France) se maintiennent au premier rang par leurs beaux papiers filigranés à la cuve, qui leur attirent des commandes des banques de tous les pays.

La variété des produits de l'agglomération d'usines connue sous le nom de *Papeterie du Marais* est unique et forme un ensemble digne d'étude et qui fait le plus grand honneur à l'intelligence de son directeur. Il n'est presque pas de belles éditions ou de gravures de prix qui ne soient en même temps un spécimen des beaux papiers du Marais.

M. Portal (W.-S.), de Laverstoke Mills (Angleterre), a donné tous ses soins au perfectionnement des papiers à la main avec filigranes pour billets de banque. Ses produits sont de premier ordre; ils ne laissent rien à désirer sous le rapport de la qualité et de la beauté.

MM. Cowan, Alexandre et fils, à Londres (Angleterre), ont envoyé des papiers à lettres, papiers pour registres, papiers à dessin. L'exposition de ces habiles fabricants, qui sont au premier rang en Angleterre, atteste une production très-belle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous tous les rapports; il est impossible peut-être de porter plus loin l'application du collage à la colle animale.

La maison de MM. Lacroix frères, à Angoulême (France), a obtenu toutes les récompenses accordées à leur industrie jusqu'à ce jour ; c'est l'honneur de son passé. Elle se maintient à la hauteur de sa réputation.

M. Saunders (Thos, Harry), à Londres (Angleterre), ont une exposition très-intéressante ; elle offre une grande variété de produits d'excellente qualité, principalement les papiers filigranés à la cuve, qui sont d'une solidité et d'un collage irréprochables et bien dignes d'attention pour les fabricants de papier qui s'occupent de cette branche si difficile de production.

Deux maisons qui ont exposé séparément, celle de M. Schœller (Félix-Henry), à Düren (Prusse), et celle de MM. les fils de Schœller (Henri, Auguste), ont mis sous les yeux du public des produits qui attestent les progrès accomplis à l'époque peu éloignée où elles étaient réunies en société, où tous les frères travaillaient dans un intérêt collectif. Ces expositions se distinguent par un grand assortiment de papiers à lettres blancs, azurés et de couleurs diverses, de papiers à registre, de rouleaux à dessin, de papiers à fleurs offrant une grande variété de nuances. Les produits en sont remarquables sous tous les rapports: pâte homogène et très-unie, excellent collage soit à la colle animale, soit à la résine, couleurs vives et bien fondues.

Parmi les nombreux fabricants qui viennent au second rang, mais dont le mérite veut être distingué, nous citerons : MM. Canson et Montgolfier dont les produits, particulièrement les papiers parcheminés, les papiers à registres, les coquilles, conservent leur excellente réputation. Si ces fabricants, qui ont toujours obtenu les premières récompenses, n'ont pas eu cette année le même succès, il faut l'attribuer uniquement à un véritable désastre causé par une inondation qui a produit un bouleversement général dans le matériel comme dans les bâtiments de leur usine ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Outhenin-Chalandre, ses fils et Cie, qui, les premiers et les seuls, ont courageusement fondé en France une fabrique dans laquelle on fait du papier collé à la colle animale ;

M. Crompton (James), qui a exposé une grande collection de papiers à fleurs : la fabrication en est très-bonne, les couleurs en sont remarquables et admirablement nuancées ;

MM. Breton frères, qui ne cessent de chercher le progrès et se distinguent surtout par l'excellence de leurs papiers pour la photographie et la lithographie ;

MM. Drewsen et fils, dont les produits sont d'excellente qualité et qui seuls, parmi les fabricants, ont exposé des rouleaux de papier glacé et filigrané. Nous avons regretté le refus que nous ont fait ces messieurs de nous donner la description de leurs procédés ;

M. Becoulet, qui se distingue dans le groupe d'Angoulême par sa bonne fabrication ;

M. Miliani, dont les papiers à la main pour dessin et pour impression lithographique, comme ceux à filigranes destinés aux billets de banque, sont remarquables par leur excellente fabrication.

M. Boulard (Gustave), qui fabrique exclusivement des papiers d'impression, a exposé de beaux spécimens pour la taille-douce, la lithographie, les cartes géographiques et la typographie.

Nous citerons encore : Mme Vve Ridaura et fils, dont les papiers à la main pour cigarettes sont de très-bonne qualité ; MM. Jessup et Moore, qui ont exposé, en forme de rouleaux, de la pâte à papier composée avec du bois et dont les fibres sont longues et soyeuses ; MM. Bichelberger et Cie, novateurs hardis, qui ont exposé des produits dus à un système nouveau, d'où ils prétendent faire ressortir une grande économie dans la main-d'œuvre, et qui mérite certainement une sérieuse attention.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION II

PAPIERS. — SUCCÉDANÉS DES CHIFFONS

PAR M. ANSELME PAYEN.

Parmi les nombreux et importants produits qui attirent trop peu les regards dans l'immense Exposition internationale, nous pouvons citer les pâtes à papier de nouvelle origine.

Chacun sait, en effet, que les débris de tissus de chanvre, de lin, de coton et de plusieurs autres substances textiles deviennent de jour en jour plus insuffisants à mesure que la fabrication et la consommation du papier acquièrent de plus grandes proportions, à mesure que l'instruction se propage et que la publication prend un essor plus rapide.

De cet état de choses, de cette sorte de nécessité suprême est née une grande industrie qui se développe en France, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, en Amérique, dont le but est d'extraire la cellulose fibreuse, à différents degrés d'épuration et même blanche et pure (sauf quelques dix-millièmes de matières minérales), de végétaux qui, jusqu'alors, n'avaient fourni aucune quantité de matière première à la papeterie.

§ 1. — Matières premières du papier.

Considérées d'un point de vue général, les matières premières destinées à la fabrication du papier blanc présentent des caractères communs et des variétés spéciales qu'il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facile de définir : toutes doivent pouvoir, après une épuration aussi complète que possible, être amenées à l'état de cellulose fibreuse et résistante.

La cellulose pure, formant la trame des cellules et des fibres végétales, présente toujours la composition chimique qu'indique la formule $C^{12} H^{10} O^{10}$, c'est-à-dire qu'elle contient en poids du carbone 0,44.., plus de l'hydrogène et de l'oxygène 0,55..., ces deux éléments étant entre eux suivant les rapports qui constituent l'eau, c'est-à-dire comme 12,5 d'hydrogène est à 100 d'oxygène.

Une condition indispensable que doit, en outre, remplir cette substance organique après avoir subi l'action des agents chimiques (eau, soude, chaux, chlore) qui l'ont débarrassée des substances étrangères (matières azotées, grasses, colorantes, salines, etc.), c'est qu'elle demeure sous la forme de filaments plus ou moins allongés, et assez souples pour se feutrer en s'entre-croisant.

Sur ce dernier point, on reconnaît aujourd'hui trois grandes classes de matières premières : le coton (poils de la graine du cotonnier, *Gossypium herbaceum*, *G. indicum*, *G. arboreum*, etc.), formé de tubes facilement visibles au microscope, à parois tellement minces que, sous la moindre pression, ils se dépriment en rubans. Dans la seconde classe, on peut ranger les fibres textiles corticales ou disséminées dans les tissus cellulaires de diverses plantes (chanvre, lin, *Agave Am.*, *Phormium tenax*, jute, *Corchorus capsularis*, bananier, *Musa textilis*, china-grass, *Urtica nivea* ou *Bœhmeria*). Ces fibres, généralement très-longues, sont caractérisées par leurs parois épaisses formées de couches concentriques de cellulose douée d'une cohésion graduellement moindre de la superficie, plus anciennement sécrétée, jusqu'aux parois internes, de la formation la plus récente; il se rencontre toujours dans la cavité tubulaire des substances azotées et grasses, et même parfois des granules amylacés isomériques avec la cellulose, mais plus faiblement agrégés, attaquables

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'eau bouillante et susceptibles de bleuir par l'iode. Toutes ces fibres à parois épaisses gardent, sans se déprimer sous le microscope, leur forme cylindroïque ou prismatique, et se distinguent aisément par là, même engagées dans le feutrage du papier, des minces tubes du coton aplatis et contournés en rubans.

Les fibres textiles précitées ont un diamètre plus ou moins fort, et sont plus grossières ou plus fines, suivant qu'elles proviennent de plantes plus ou moins développées et sont elles-mêmes plus ou moins jeunes (1). On peut ranger dans la même classe les feuillets du liber, formés de fibres anastomosées, plus ou moins ténues selon qu'elles proviennent des tiges ou des rameaux plus ou moins jeunes, d'arbres ou d'arbustes. Ces fibres, dont les Chinois et les Japonais obtiennent de si remarquables *papiers-étoffes*, entreraient sans difficulté dans la confection de nos pâtes à papier, si l'on pouvait se les procurer à un prix convenable.

Dans la troisième classe des matières premières du papier, on peut ranger les différents succédanés du chiffon : fibrilles de la paille des céréales, du sparte, et cellulose fibreuse extraite du bois. Ces fibrilles ou membranes, généralement plus minces et plus courtes que les produits des chiffons, peuvent cependant entrer de 0,3 à 0,8 dans la composition des pâtes à papier blanc, et même constituer seules certains papiers de pliage et d'impression. Nous y reviendrons plus loin.

§ 2. — Pâtes des fibres, du bois, de la paille, etc.

Un procédé mécanique et quatre procédés chimiques se sont fondés depuis peu de temps et ont été mis en grande

(1) C'est ainsi, par exemple, que l'on peut obtenir les plus déliés et flexibles filaments de lin, propres aux fins tissus de *batiste*, à l'aide d'une culture serrée de la plante, qui donne des tiges grêles et qu'on a le soin de récolter en fleurs ou avant la formation de la graine. On comprend que les débris de ces tissus puissent donner un papier à la fois fin et très-résistant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

activité pour fournir économiquement aux papeteries plusieurs succédanés des chiffons.

Le procédé mécanique le plus remarquable est dû à M. Wœlter. Ses machines sont actuellement employées au nombre de plus de quatre-vingts en Allemagne et en Belgique ; en France, les usines de Pontcharra, près de Grenoble, (Isère), et Domène produisent chaque jour, avec quatre machines, 2,000 kilogrammes de pâte sèche.

Le procédé Wœlter consiste en une sorte de râpage du bois continuellement mouillé, appuyé parallèlement à ses fibres, ou à l'axe de l'arbre, contre la surface cylindrique d'une meule de *grès* (1).

1° Le *défibreur*, ou meule de grès qui doit effectuer le rude frottement, use et désagrége les fibres ligneuses ; 2° la série des tambours garnis de toiles métalliques de plusieurs numéros séparant les fibres par un tamisage dans l'eau ; 3° le raffineur, dont l'effet utile est de convertir les pâtes des numéros inférieurs en pâtes affinées.

Voici comment on opère : le bois est d'abord débité en tronçons de 35 à 37 centimètres de longueur ; on enlève l'écorce avec une plane de charron et les nœuds à l'aide d'une machine à percer ; les tronçons les plus gros sont refendus à la scie circulaire ; c'est alors qu'on les porte au défibreur. Le principal organe de celui-ci est une meule en grès de 1m 20 de diamètre et 40 centimètres d'épaisseur ; son axe est horizontal et tourne avec une vitesse de 150 tours par minute, entre 2 bâtis en fonte, absorbant une force de 45 à 55 chevaux. Une machine Wœlter, employant une force moyenne de 50 chevaux, ne fournit pas plus de 500 kilogrammes de pâte vendable par jour. Cette dépense considérable de force, relativement à la quantité des produits, restreint l'usage de cette

(1) Le meilleur grès pour cette application se rencontre dans la Prusse rhénane, près de Trèves : les bois les plus convenables sont, par ordre de valeur : le tremble (*Populus tremula*), le sapin, les peupliers communs (*Populus alba*) le tilleul, le charme, le bouleau, le hêtre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine aux localités montagneuses, où se trouvent à la fois de la force à bon marché et des bois en abondance, sous la condition en outre que la proximité des papeteries rende peu onéreux les frais de transport de ces pâtes, qui doivent être expédiés avec 50 ou 60 pour 100 d'eau afin de faciliter leur emploi.

Les deux bâtis en fonte entre lesquels tourne la meule défibreuse sont consolidés et rendus solidaires par des entretoises et diverses autres pièces en fer ; les quarts de cercle inférieurs qui circonscrivent la meule de chaque côté sont reliés par des cloisons en fonte représentant des V couchés, et qui constituent les parois des chambres où l'on place les bois à défibrer ; la meule tournante forme le fond de ces chambres. Les morceaux de bois sont pressés contre la meule par des sabots en fonte et bois fixés au bout de tiges filetées qui s'avancent lentement au fur et à mesure du défibrage, puisqu'ils reçoivent leur mouvement de progression de la meule elle-même par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'un écrou muni d'une articulation : on voit que ces dispositions ont de l'analogie avec celle des râpes à poussoirs mécaniques pour réduire les betteraves en pulpe.

Dès que le bois contenu dans une chambre est défibré, on ouvre les deux branches de l'écrou : alors la tige filetée n'exerce plus de pression sur la meule, et l'on peut, en l'enlevant avec le sabot qu'elle porte à son extrémité, remettre d'autres morceaux de bois dans la chambre.

Au fond de chaque cloison en V est pratiquée une fente par laquelle s'échappe une lame d'eau qui mouille constamment la meule.

La pulpe obtenue ainsi, et délayée dans de l'eau, passe successivement au travers de tambours cylindriques tournants, garnis de toiles métalliques de numéros graduellement plus élevés : on parvient par l'élimination des fibres grossières à obtenir les deux nos 2 et 1 de la pâte commerciale : les cinq tambours dont l'action se succède sont garnis de toiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nos 4, 20, 30, 200 ; les vitesses sont respectivement : 1° de 30 à 36 tours ; 2° 15 à 18 ; 3° et 4° 18 à 20 ; 5° 15 tours par minute.

Le tamisage s'effectue de l'extérieur à l'intérieur : chacun des tambours tournant sur deux tourillons creux dans la caisse qui contient la pâte à tamiser, la partie plus grosse est retenue à la surface extérieure du tambour, d'où de petits rouleaux pleins la font tomber dans un compartiment spécial.

La pâte plus fine qui passe au travers de la toile métallique sort continuellement par l'arbre creux du tambour et se rend dans la caisse où tourne le tambour suivant ; le tambour qui effectue le dernier tamisage ne doit laisser passer que de l'eau ; il se trouve en conséquence garni d'un tissu extrêmement serré.

Entre les tambours garnis des toiles n° 20 est disposé le *raffineur*, formé, comme dans les moulins à farine, de deux meules de la Ferté, l'une gisante, l'autre tournante ; on remonte continuellement au raffineur la pâte retenue par le deuxième tambour à toile mécanique n° 20, afin de la convertir en pâte commerciale des nos 2 et 1. Le déchet total est d'environ 50 pour 100 à l'état brut.

§ 3. — Pâtes à papier obtenues à l'aide d'agents chimiques.

On peut obtenir d'une foule de végétaux, renfermant en suffisantes proportions la cellulose fibreuse, des pâtes à papier susceptibles d'être mélangées avec celles qui proviennent des chiffons : ce sont principalement la *paille* des céréales, le *sparte* (*Stipa tenacissima*) et le bois de diverses essences forestières qui constituent les matières premières le plus généralement employées dans ce cas.

On reproche aux pâtes mécaniques d'être composées de fibres plus courtes que celles des chiffons ; les plus longues parmi ces dernières ont de 1 à 3 millimètres, mais les plus courtes varient de 0^{mil} 02 à $0^{mil}8$; elles remplissent les interstices

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et ce sont elles qui peuvent être remplacées par la pâte de bois du procédé Wœlter, dont on emploie seulement 20 p. 0/0 dans les papiers ayant une valeur de 105 à 110 francs les 100 kilogr., tandis que la proportion s'élève jusqu'à 30 et 40 centièmes pour le papier de journaux, d'affiches, de tenture, etc.

Les grandes opérations qui ont pour but et pour résultat l'extraction de la cellulose fibreuse du bois apportent, par des voies différentes, une démonstration nouvelle de la constitution organique et de la composition immédiate des fibres ligneuses.

En ce qui concerne le bois de plusieurs arbres, on parvient au but à l'aide de trois procédés distincts, chacun d'eux débarrassant par degrés la cellulose primitive des incrustations ligneuses qui, durant le cours de la végétation, avaient graduellement épaissi les parois internes de ces fibres, par couches concentriques ; de telle sorte que, partant du bois normal dont la composition élémentaire présente en centièmes, suivant l'âge et les espèces, de 48,5 à 53 de carbone (1), l'oxygène et l'hydrogène dans les proportions constituant l'eau, plus un excès d'hydrogène variable de 3 à 6 millièmes, outre 6 à 11 millièmes d'azote et 2 à 6 millièmes de substances minérales, on peut arriver à recueillir la cellulose intacte, con-

(1) Les analyses publiées par Gay-Lussac et Thénard, et plusieurs autres savants chimistes, ont montré que les bois plus ou moins légers et lourds, d'essences diverses, venus dans des conditions différentes, contiennent des proportions de carbone variables entre 0,485 et 0,530; or, la composition de la cellulose qui forme une partie intégrante des tissus ligneux ayant une composition constante et contenant 0,444... de carbone, si les substances incrustantes ou injectées dans les parois épaissies des fibres ligneuses contiennent dans leur ensemble 0,545 de carbone, on pourra, par un calcul simple, représenter ainsi la composition immédiate des bois graduellement plus lourds :

Bois.		Cellulose.		Substances incrustantes.		Carbone
100	=	60	+	40	=	48,44
100	=	40	+	60	=	50,46
100	=	30	+	70	=	51,48
100	=	20	+	80	=	52,48

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

servant les formes des fibres primitives amincies, ouvertes, en membranes plus ou moins étroites et longues, réunissant les conditions utiles au feutrage de la feuille de papier (1).

Ces membranes ainsi épurées offrent constamment la composition élémentaire de la cellulose représentée par du carbone 44,44... et de l'eau 55,55... (composition indiquée par la formule $C^{12} H^{10} O^{10}$), avec toutes ses propriétés : composition élémentaire, désagrégation et transformation en dextrine, puis en glucose par l'acide sulfurique à 60 ou 62 degrés, produisant aux premiers moments de cette désagrégation le curieux phénomène de la coloration violette par l'iode.

L'un des trois procédés appliqués également avec succès à l'extraction de la cellulose fibreuse de la paille de plusieurs graminées reproduit en grand, à l'aide d'appareils nouveaux et de perfectionnements remarquables, les phases des opérations que j'avais effectuées anciennement dans le laboratoire pour extraire la cellulose des tissus de divers végétaux ; il consiste à traiter plusieurs fois ces substances à chaud par de fortes solutions de soude ou de potasse, puis par le chlore. Dans les usines, la réaction est devenue plus énergique par l'élévation, en vase clos, de la température du liquide jusqu'à 120, 130, même 145 et 150 degrés. On a d'ailleurs rendu ce traitement plus économique en reconstituant la soude par la concentration des fortes lessives, chargées de matières organiques, l'incinération du résidu au four à réverbère, et la caustification, par la chaux, du carbonate alcalin.

On termine par un blanchiment à la solution d'hypochlorite

(1) Quant au tissu cellulaire disloqué par ces opérations, il fournit des membranes trop courtes pour se prêter au feutrage; les granules amylacés dont j'ai découvert la présence dans les tissus du bois d'un grand nombre d'arbres et d'arbustes, parfois jusque dans les longues cavités des fibres ligneuses (notamment chez les *Tamarix*), se trouvent (dans les opérations indiquées plus loin), soit détruits par l'*eau régale*, soit transformés en glucose par l'acide chlorhydrique étendu, plus facilement encore que la cellulose spongieuse injectée de matières incrustantes. (Voir les *Bulletins de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France*, 1862, 1863 et 1864.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chaux (1) et d'abondants lavages avec une eau aussi pure que possible.

Un assez grand nombre d'usines préparent ainsi chaque jour, en France et à l'étranger, 1,000, 2,000, et jusqu'à 10,000 kilogrammes de pâte à papier (supposée à l'état sec) (2).

Dans la belle usine de Pontcharra, MM. Neyret, Orioli et Frédet, traitant à chaud, par une sorte d'eau régale étendue, des rondelles de bois de 5 millimètres d'épaisseur, parviennent à dégager la cellulose fibreuse en attaquant les substances incrustantes par la soude ou l'ammoniaque (3) dans un vase clos à double enveloppe de leur invention ; le blanchiment à l'hypochlorite de chaux, puis les lavages et l'affinage à la pile suffisent ensuite pour donner une de ces pâtes de bois, blanches et pures, que l'on range à juste titre parmi les meilleurs et les plus économiques succédanés des chiffons de chanvre, de lin, de coton et d'autres fibres textiles (4).

La fabrication des pâtes chimiques à Pontcharra s'effectue

(1) Une addition ménagée d'acide sulfurique ou d'acide carbonique dégageant à l'état naissant de l'acide hypochloreux ou du chlore, active la décoloration.

(2) De semblables usines sont installées non-seulement chez MM. Neyret, Orioli et Fredet, à Pontcharra, mais encore chez MM. Zuber et Rieder, à l'île Napoléon; Dambricourt, à Saint-Omer; de Nœyer, à Villebrœch; Godin, à Huy en Belgique; on rencontre une vaste manufacture de ce genre sur le Schuylkill, aux environs de Philadelphie, et plusieurs autres établissements en Amérique; M. Vœlter, dans le Wurtemberg et en France, applique, comme on l'a vu, pour le *défibrage* du bois, un ingénieux appareil de son invention, dont l'effet mécanique pourrait sans doute être complété par le blanchiment au chlore ou à l'acide sulfureux. Parmi les manufacturiers qui ont apporté un utile concours à la préparation en grand des succédanés, on peut citer encore MM. Arnaud-Veissière, en France; Routledge, en Angleterre; Nagol, en Espagne, etc.; et plusieurs constructeurs de machines : MM. Decker, à Camstalt; Varral, Elweller, Poulot, à Paris; May-Escher, à Lusdorf (Autriche). (Voir le troisième Congrès des Fabricants de Papier de France, 12 mai 1866, et le Catalogue des produits du Wurtemberg à l'Exposition universelle.)

(3) Celle-ci, recueillie par condensation dans un ingénieux appareil, peut, sauf une déperdition légère, servir indéfiniment.

(4) On ne saurait s'étonner que le bois fournisse, en général, une cellulose plus pure que la paille, si l'on considère que celle-ci contient dix fois plus de substances minérales, renfermant des proportions notables de fer. Aussi, peut-on souvent reconnaître, à l'aide du *prussiate*, la présence de l'oxyde de fer dans les pâtes, même blanchies et lavées, de la paille, tandis que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les mêmes procédés indistinctement, sur trois sortes de matières (sauf la première opération ou division mécanique) : la paille et le sparte sont coupés au hache-paille, en petits tronçons de 1 ou 2 centimètres de longueur; le bois est écorcé puis débité à la scie circulaire, en rondelles de 5 millimètres d'épaisseur; chacune de ces matières premières ainsi préparées subit successivement trois opérations principales : 1° traitement par l'*eau régale* à froid ou à chaud; 2° lessivages; 3° blanchiment.

1° *Traitement par l'eau régale à froid* (bois à l'état sec, eau régale forte). — Ce mode d'opérer donne lieu à une manipulation plus facile, mais il présente plus de chances de destruction partielle de la cellulose fibreuse.

Le bain se compose de 94 acide chlorhydrique fort (à 21°), plus 6 d'acide azotique; l'immersion des rondelles, durant 6 à

produits obtenus du bois dans de semblables conditions n'en renferment pas de traces sensibles aux mêmes réactifs.

Depuis quelques temps, MM. Gagnage et Gignon, avec la coopération de M. Poinsot (chez M. Breton, à Pont-de-Claye), sont parvenus à extraire du *Zostera marina* (improprement désigné sous le nom de *Varech* ou *Fucus*) de la cellulose fibreuse qui entre dans la confection du papier de pliage, et même du papier blanc. La préparation, facile, consiste en un traitement par la soude, d'abondants lavages, puis le blanchiment ordinaire par l'hypochlorite de chaux dans une pile affineuse. Le produit ainsi obtenu n'offre plus que des traces d'oxyde de fer : sous ce rapport il est plus pur que la pâte de paille et moins pur que la pâte de bois, complétement blanchie; les fibrilles très-fines du Zostera se feutrent très-facilement.

Ces fibrilles, dans la plante, sont agglutinées par des composés pectiques, de telle sorte qu'en réagissant à la température de 15 à 20 degrés, durant dix à quinze jours, l'acide chlorhydrique étendu de neuf à dix volumes d'eau dégage ou transforme en acide pectique ces composés; que si alors, après des lavages abondants, on ajoute de l'ammoniaque en léger excès, la substance agglutinante passant à l'état de pectate d'ammoniaque dissous, ces fibres se désunissent par l'agitation, et, si le liquide n'est pas en trop grande quantité, l'addition d'un équivalent ou d'un excès de chlorure de calcium produit aussitôt un magma de pectate de chaux qui réunit en une masse consistante toute la matière organique.

Déjà depuis longtemps j'avais démontré que les cellules du tissu utriculaire de la pomme de terre, des racines charnues de la betterave et d'un grand nombre de tubercules et de racines semblables sont de même agglutinées et manifestent de semblables phénomènes de dislocation sous l'influence des mêmes réactions successives, tandis que je n'ai pas rencontré de substances pectiques dans le bois de cœur ni dans l'aubier des arbres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12 heures, se fait dans des vases cylindriques en grès, d'une contenance de 900 litres (fabriqués à la Chapelle-aux-Pots, près Beauvais) ; le bois absorbe environ 0,5 de son poids du liquide acide ; le surplus de cet acide, complété par un bain vierge, sert à une opération suivante : une partie des matières colorantes et résineuses se transforme en acide picrique ; la matière incrustante est dissoute ou devenue soluble ; la *cellulose fibreuse* n'est pas sensiblement attaquée, du moins au point de vue manufacturier.

2° *Traitement à chaud par l'eau régale étendue.* — Ce traitement permet de mieux ménager les fibres résistantes et attaque plus régulièrement les substances étrangères : pour 100 de bois, l'eau régale, composée de 6 d'acide chlorydrique et 4 d'acide azotique, est étendue d'un volume d'eau suffisant pour que les rondelles de bois se trouvent complétement immergées ce qui représente 25 d'eau pure pour 1 d'eau régale). L'opération a lieu dans une grande cuve en bois, munie d'un fond en granit avec joints en caoutchouc vulcanisé ; on fait barbotter pendant douze heures de la vapeur d'eau au fond de la cuve, à l'aide d'un conduit en bois, muni à sa partie supérieure d'un petit appareil de sûreté s'opposant à l'absorption du liquide acide dans le générateur. Après le traitement à chaud ou à froid par l'eau régale, ces rondelles sont lavées à l'eau ordinaire renouvelée dans la même cuve, égouttées, puis extraites et réduites, sous des meules verticales en granit, à l'état d'une pulpe brune ; celle-ci est soumise à de nouveaux lavages, et ce qui peut rester d'acide interposé est saturé à l'aide d'une petite quantité de lait de chaux.

§ 4. — Lessivage.

Cette opération a lieu sur 1500 kilogrammes de bois, de paille ou de sparte dans la chaudière cylindrique à double enveloppe, de l'invention de MM. Neyret, Orioli et Frédet; on y emploie soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3,000 litres d'ammoniaque du commerce (1), soit, par 100 kilogrammes de bois sec, l'équivalent de sel de soude à 75° dissous dans 6 fois son poids d'eau et rendu caustique par 7,5 de chaux préalablement éteinte (donnant ainsi une solution que l'on soutire à clair).

Si le lessivage est, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, d'une grande importance relativement aux chiffons, à plus forte raison doit-il être très-énergique lorsqu'on l'applique aux substances brutes qu'il faut débarrasser de toutes les matières incrustantes, grasses, colorantes, etc. (2).

§ 5. — Blanchiment.

Lorsque le lessivage a fait dissoudre les matières grasses azotées et incrustantes, rendu plus attaquables les substances colorables en augmentant ou produisant leur coloration brune, on doit détruire, par une sorte de combustion humide, à l'aide de l'hypochlorite de chaux, les substances étrangères, afin d'en débarrasser la cellulose fibreuse, qui, dès lors, se trouve blanchie, mais parfois partiellement *brûlée* elle-même.

Un blanchiment ordinaire de ces succédanés exige en moyenne 50 de chlorure de chaux à 100° chlorométriques pour 100 de pâte, et occasionne un déchet total de 6 pour 100 sur la paille comme sur le bois.

Le procédé de fabrication de la pâte de paille, chez M. Bergès et MM. Zuber et Rieder, offre plusieurs particularités très-dignes d'intérêt : la paille est d'abord coupée au *hache-paille*

(1) L'addition à cette quantité de 25 à 30 kilogrammes de soude caustique est utile afin de maintenir la causticité de l'ammoniaque et de concourir aux réactions.

(2) Des lessivages énergiques sont également nécessaires pour débarrasser, partiellement du moins, les fibres textiles du chanvre, du lin et d'autres analogues, ou les toiles écrues, d'une matière encore indéterminée, que les fabricants appellent *grasse*, qui donne de la transparence au papier : ce pourrait être de la cellulose plus faiblement agrégée; en effet, le coton qui ne contient pas la cellulose à cet état, et dont les fibres tubulaires ont de plus minces parois, donne des papiers plus opaques et moins résistants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(parfois avec une ventilation qui sépare les nœuds), mouillée, puis écrasée au laminoir; elle subit alors dans l'appareil rotatif, pendant dix à douze heures, un lessivage par une solution de 25 à 30 de sel de soude à 85° ou 90° alcalimétriques, dans 200 d'eau pour 100 de paille hachée ; on soutire la lessive, à laquelle s'ajoute le liquide obtenu par une forte pression au laminoir. L'ensemble de ces solutions alcalines, concentrées par la flamme d'un four à réverbère dans lequel l'évaporation s'achève et la calcination s'effectue, donne un salin brut qui, dissous, puis traité par son équivalent de chaux, reproduit ou revivifie la lessive caustique primitivement employée, en économisant de cette manière la plus grande partie de la soude.

Quant à la paille lessivée, puis exprimée, elle est immergée dans l'eau chaude, puis lavée à froid en même temps que désagrégée en fibrilles dans une pile défileuse. Le blanchiment à l'hypochlorite de chaux s'effectue dans la même pile, ainsi que l'affinage et le dernier lavage. On peut obtenir un affinage plus complet, ne laissant presque aucun débris de nœuds ou d'épiderme, en se servant de la machine appelée *pulp-engine;* le prix de revient par ce procédé est d'environ 55 francs pour la pâte mi-fine, et de 60 à 65 francs pour la pâte complétement blanche.

La fabrication de la pâte de paille, dans la belle papeterie de M. Dambricourt, à Saint-Omer, a coûté d'installation environ 150,000 francs, pour obtenir, en 300 jours, 300,000 kilogrammes de pâte à papier, dont on a calculé ainsi le prix de revient pour 100 kilogrammes :

Paille sèche.....	250k à 5 fr. 0/0.....	12f 50	60 fr.
Sel de soude.....	65k à 30 fr. 0/0.....	19 50	
Chaux.....	30	1 00	
Houille.....	320k (= 4 hectolitres)..	9 00	
Chlorure de chaux....	30k à 30 fr.....	6 00	
Main-d'œuvre.....		5 00	
Intérêts et frais généraux.....		7 00	
A déduire la portion de soude revivifiée.....			4
150 kil. de pâte coûtent.....			56 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 6. — Fabrication d'alcool et de pâte à papier avec le bois.

Parmi les procédés de nature à résoudre l'important problème des succédanés, il en est un sur lequel je crois devoir plus particulièrement insister, parce qu'il me semble jeter une plus vive lumière sur la constitution des fibres ligneuses et le mode d'agrégation des matières incrustantes dans l'intérieur de ces fibres.

Les inventeurs de ce procédé, MM. Bachet et Machard, se sont proposé d'atteindre un double but en transformant en glucose une partie de la substance incrustante des fibres ligneuses, et ménageant la cellulose susceptible de se feutrer sur la toile des machines à papier. Ils ont reconnu que la portion facilement saccharifiable fait partie de la substance incrustante, car le bois de cœur et les bois les plus durs, les plus riches en incrustations organiques sont ceux qui, toutes choses égales d'ailleurs, leur ont donné le plus de glucose et, par suite, les plus fortes proportions d'alcool.

M. Bachet m'ayant communiqué, en 1860, ce procédé, il fut vérifié en sa présence dans mon laboratoire au mois d'avril 1861, avec le concours de M. Billequin.

Trois expériences dans lesquelles on employa une fois 400 grammes et deux fois 500 grammes de bois de sapin découpé en rondelles de 1 centimètre d'épaisseur, traités dans chaque essai par 200 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, maintenus en ébullition durant dix heures, donnèrent en moyenne 21,13 de glucose (dosée par la solution de tartrate cupro-potassique) pour 100 de bois ramené à l'état sec.

L'inspection sous le microscope montrait alors, dans le résidu ligneux, la cellulose résistante avec ses formes membraneuses, tandis que la cellulose spongieuse constituant la trame de la matière incrustante avait été dissoute. La proportion de la matière incrustante elle-même se trouvait d'autant augmentée dans la masse ligneuse restante, ainsi que les proportions de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carbone ; enfin les substances incrustantes débarrassées de la cellulose spongieuse, étaient, par cela même, devenues plus facilement attaquables et solubles dans les solutions alcalines (1); tels furent, en effet, les résultats obtenus et qui ont permis d'extraire en grand la cellulose fibreuse du bois de différentes espèces d'arbres.

Ces faits, reproduits manufacturièrement à l'aide de moyens nouveaux, se trouvent en parfaite concordance avec les déductions organographiques présentées par M. Brongniart, à la

(1) Les analyses élémentaires que nous avons faites récemment avec MM. Champion et Henry Pellet ont effectivement démontré que, après le traitement à chaud par l'acide chlorhydrique et les lavages à l'eau, le bois de sapin contenait à poids égal plus de carbone et d'excès d'hydrogène, ce qui évidemment correspondait à une proportion plus forte de matières incrustantes ou à une quantité relativement moindre de cellulose. Voici les résultats moyens de deux ou trois de ces analyses. Afin de rendre les conditions égales autant que possible, les deux spécimens, préalablement réduits à la lime en poudre fine et tamisée, avaient en outre été soumis à des lavages par l'alcool, puis à l'eau froide et bouillante, qui avaient enlevé :

	Substances solubles dans l'alcool.	Dans l'eau.
Pour 100 de bois normal desséché.	»	1,5 0,66
Pour 100 de bois traité par l'acide HCl à 1/10 et l'eau, puis desséché.	»	1,66 1,00

On avait donc ainsi éliminé l'influence des substances résineuses, sucrées, etc.; alors l'analyse élémentaire donna :

	Pour le sapin blanc à l'état normal.	Même bois après dissolution partielle de la cellulose spongieuse des incrustations, par HCl.
Carbone.....	48.88	51.13
Hydrogène.....	6.74	6.46
Oxygène et traces de cendres.	44.38	42.71
	100.00	100.00
Excès de l'hydrogène sur les proportions constituant l'eau.	0.29	0.82

On peut reconnaître ainsi qu'après la réaction de l'acide chlorhydrique qui a dissous et saccharifié la trame en cellulose des incrustations ligneuses, les proportions de carbone et d'hydrogène en excès se trouvent accrues en raison même des différences de composition entre la substance incrustante, qui contient 0,545 de carbone, et la cellulose qui en renferme seulement 0,444. De même, après les traitements précités, le bois soumis comparativement à l'action de la potasse laissa dissoudre 0,4867 de matière incrustante, tandis qu'à l'état normal (épuré de même par l'alcool et l'eau) il ne perdit par l'action de la potasse que 0,12 de substance incrustante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suite de recherches auxquelles nous nous étions livrés ensemble. Par l'examen au microscope, en soumettant à divers réactifs des tranches très-minces soit transversales, soit longitudinales, de bois, tant dans leur état naturel qu'après les avoir dépouillées des matières autres que la cellulose, nous avons fait voir que, « l'épaississement intérieur de chaque utricule est composé en même temps de cellulose et de nouvelles substances ligneuses qui sont mêlées avec elle, de sorte qu'après avoir dissous et enlevé ces substances, les parois des utricules ligneuses ne sont pas réduites à une membrane extérieure mince, mais présentent au contraire une couche intérieure gonflée et comme spongieuse de cellulose, bien distincte par cet aspect de la zone externe, plus solide et très-bien limitée, qui correspond à la membrane primitive de ces utricules (1). C'est précisément cette membrane de cellulose que l'on parvient aujourd'hui à extraire pure par plusieurs procédés industriels.

Déjà Pelouze, en 1859, après avoir fait connaître une modification isomérique de la cellulose, constatait que l'eau acidulée par les acides chlorhydrique, sulfurique, etc., agit sur la cellulose normale plus ou moins pure, et, à l'aide d'une ébullition prolongée, la transforme en glucose. (*Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 327.) Mais ce qui caractérise nettement le procédé de MM. Bachet et Machard, c'est que, tout en saccharifiant une partie des incrustations, ils ménagent, autant qu'ils le peuvent, la cellulose constituant les membranes pri-

(1) Voir le rapport de M. Ad. Brongniart, *Comptes rendus*, séance du 22 mars 1840. On se rendra facilement compte de ces dispositions anatomiques, si on les compare à la structure remarquable des noyaux des fruits de Celtis : j'ai constaté que dans ces noyaux n'existent pas les incrustations ligneuses qui donnent une si grande dureté aux noyaux des fruits dits *à noyau*, jusqu'alors examinés; elles sont remplacées par des concrétions de carbonate de chaux et de magnésie qui leur procurent une dureté plus grande encore; de telle sorte qu'à l'état normal les fruits de Celtis ébrèchent le tranchant des lames en acier, tandis qu'après l'action d'un acide étendu qui dissout avec effervescence les carbonates minéraux, la trame de cellulose se montre souple, tout en conservant les formes primitives des noyaux; elle peut alors être entamée et découpée au rasoir sans la moindre difficulté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mitives et parviennent à l'extraire, soit légèrement brunie par des matières colorantes étrangères, soit blanche et pure, propre à la fabrication de différentes sortes de papier.

Voici comment s'effectue la saccharification de la cellulose spongieuse et l'épuration de la cellulose résistante dans plusieurs usines (distillerie de Saint-Tripon, papeterie de Bex, en Suisse, et papeterie de Vizille, Isère).

Une grande cuve, contenant 8,000 litres d'eau et 800 kilogrammes d'acide chlorhydrique ordinaire, reçoit 2,000 kilogrammes de rondelles de sapin ; un courant de vapeur porte le liquide à l'ébullition, que l'on soutient pendant douze heures ; la solution acide est soutirée, puis saturée aux 99 centièmes par le carbonate de chaux. Le chlorure de calcium formé ne s'oppose pas à la fermentation alcoolique, excitée d'ailleurs à la température de 22 à 25 degrés par une addition de levûre. On obtient à la distillation une quantité d'alcool en rapport avec la glucose produite.

On soumet le résidu ligneux au lavage méthodique, à un écrasage sous une meule en grès et au défilage avec lavage à la pile ; un lévigateur débarrasse de quelques agglomérations la pâte que l'on fait égoutter et presser ; on obtient aussi une pâte brune convenable pour fabriquer le papier d'emballage.

On prépare un papier de pliage plus fin et de teinte moins foncée, en soumettant la pâte à un laminage sous le presse-pâte usuel ; le *carton* ainsi obtenu, de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, retient 0,6 d'eau ; contourné sur un mandrin, il forme des rouleaux en spirale, qui, placés debout dans la caisse à chlore gazeux de trente-six à quarante-huit heures, absorbent 6 ou 7 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes de pâte supposée sèche : on obtient ainsi une pâte rougeâtre, qui, lavée, puis affinée, peut servir directement à la fabrication d'un beau papier de pliage.

Si l'on veut obtenir un produit blanc, il faut soumettre cette substance, après le traitement au chlore gazeux, à trois macérations dans l'eau de chaux, puis à un traitement par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10 kilogrammes de carbonate de soude pour 100 kilogrammes de pâte calculée sèche, à la température de 80° à 90° centigrades, et lavages complets dans une cuve filtrante doublée intérieurement de toile métallique. On achève le blanchiment en même temps que la division mécanique, à l'aide de l'hypochlorite de chaux agissant dans une pile affineuse.

Un stère de bois donne de 100 à 120 kilogrammes de cellulose fibreuse légèrement teinte en brun roux; le dernier blanchiment par l'hypochlorite de chaux, seul ou légèrement acidulé, occasionne une déperdition d'environ 30 p. 100.

La cause principale des déperditions variables qui se manifestent pendant le traitement chimique du bois et de la paille, en vue d'en extraire la cellulose fibreuse et blanche, tient à la réaction du chlore ou de l'acide hypochloreux, réaction qu'il est très-difficile de limiter aux matières colorantes et autres substances étrangères; en effet, lorsque les doses des réactifs colorants sont trop fortes ou que la température s'élève, la cellulose elle-même est attaquée et éprouve une véritable combustion au sein du liquide; elle subit dans ce cas une transformation partielle ou totale en eau ou acide carbonique.

On peut heureusement amoindrir ces déperditions en ménageant les doses du chlore et prévenant l'élévation de la température, sauf à prolonger la durée du contact.

En réunissant toute les conditions d'économie dans des opérations manufacturières expérimentales, on a obtenu les résultats suivants, constatés par une commission dans l'usine de Bex, en Suisse :

Compte de fabrication de la pâte brune.

Un stère de bois (1).....		6f »
(1) Un stère de sapin blanc = ... (Expérience de Bex)	rondelles.....	438kil.
	sciure.....	31
	écorce.....	36
	déchet.....	18
		325kil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Report.....		6f »
Façon des rondelles.....		1 31
Acide chlorhydrique, 45 kil. à 6 fr. les 100 kil.....		2 70
Houille et main-d'œuvre.....		2 90
Écrasage sous les meules.....		2 20
Défilage.....		1 30
TOTAL.....		16f 41
A déduire sciures et écorces.....	0 80	8 67
Alcool.....	7 87	
100 kil. pâte brune coûtent.....		7f 74

Prix de revient de la pâte blanchie.

100 kil. de pâte brune (sèche) défilée.....	7f 74
120 kil. acide chlorhydrique à 6 fr. = 7 fr. 20, plus 40 kil. manganèse à 10 fr. = 4 fr.....	11 20
2 kil. chaux = 0 fr. 06, plus 10 kil. carbonate de soude = 3 fr. 06.....	3 06
30 kil. chlorure de chaux (à 100°) à 30 fr. % kil...	9
Chauffage et main-d'œuvre.....	3 54
Chlorure de chaux et acide (dernier blanchiment)....	1
100 kil. pâte, moins 30 kil. déchet = 70 kil.....	35f 54
d'où 100 kil. coûtent.....	50 80

En général, on reconnaît que les différents succédanés, épurés chimiquement, donnent des pâtes coûtant moitié moins que les pâtes obtenues actuellement des chiffons.

Les pâtes chimiques bien préparées peuvent entrer en très-fortes proportions et jusqu'à 0,8 dans la composition du papier, tandis que les pâtes mécaniquement obtenues ne peuvent guère être mélangées avec les pâtes de chiffons au-delà de certaines proportions variables, généralement entre 0,2 et 0,3.

§ 7. — Conclusion.

1° On voit que l'industrie nouvelle des succédanés du chiffon et des différentes fibres textiles présente à divers titres un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grand intérêt. Elle permettra de subvenir aux développements progressifs de la consommation du papier, consommation qui, elle-même, suit l'impulsion heureuse donnée à l'instruction générale (1) ;

2° Au point de vue scientifique, elle vient démontrer, par une production annuelle déjà considérable, représentant plus du dixième de la production totale de la matière première du papier, que la cellulose extraite pure de différentes origines et même des fibres ligneuses plus ou moins incrustées, est chimiquement identique ;

3° Que la cellulose spongieuse moins agrégée, formant la trame des incrustations ligneuses, peut être enlevée aux utricules primitives par les acides, qui la transforment en glucose susceptible d'éprouver la fermentation alcoolique ;

4° Que la cellulose fibreuse obtenue du corps ligneux des arbres est exempte de composés ferrugineux, et contient moins de substances minérales que les fibrilles extraites des autres succédanés ;

5° Qu'ainsi l'on peut obtenir du bois de divers essences forestières un double produit : de l'alcool et des membranes de cellulose assez résistantes, flexibles et pures, pour entrer jusque dans les proportions de 50 à 80 centièmes dans la composition des papiers de toute nature, y compris les plus blancs ;

6° Au point de vue agricole, cette vaste démonstration expérimentale n'offre pas moins d'intérêt, car elle indique un nouveau débouché pour les produits des plantations de conifères qui, de leur côté, peuvent préparer et parfois assurer l'assai-

(1) Vingt-deux manufacturiers des diverses régions de la France et des pays étrangers (notamment des États-Unis, de l'Autriche, de la Belgique, du Wurtemberg, de la Prusse et de l'Italie), ont présenté à l'Exposition internationale des fibres extraites du bois, de la paille ou du sparte, propres à la fabrication du papier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nissement et la mise en valeur de landes incultes occupant encore d'immenses surfaces dans notre pays (1).

(1) En signalant autrefois, par des expériences nombreuses et des observations au microscope, les différents états de la cellulose, montrant qu'elle constitue les utricules primitives des fibres ligneuses et la trame des substances incrustantes complexes qui épaississent par degrés les parois internes de ces fibres, je ne pouvais espérer lever immédiatement certains doutes qui ont effectivement persisté chez quelques personnes.

Mais aujourd'hui qu'à l'aide de ces données de laboratoire réalisées industriellement, et manifestées au grand jour de l'Exposition universelle, on démontre sans peine qu'il est facile d'extraire des fibres ligneuses une partie de la cellulose fibreuse intacte, conservant sa structure primitive et entran chaque jour, en raison même de ses formes originelles, dans la fabrication du papier, le doute sur ce point ne semble plus permis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION III

MATÉRIEL DES ARTS DE LA PEINTURE ET DU DESSIN

PAR M. ROULHAC.

La galerie de l'Exposition où est classé le matériel des arts de la peinture et du dessin, présente un intérêt sérieux et incontestable. Pour en être convaincu il suffit de savoir que le nombre des artistes peintres, professeurs de dessin, d'aquarelle, de miniature, de pastel, de gravure, des dessinateurs sur bois et sur pierre s'élève, en France seulement, à plus de six mille ; qu'il faut encore ajouter à ce chiffre le nombre beaucoup plus considérable des élèves et des amateurs. Cela explique l'importance de ces diverses fabrications où tout est main-d'œuvre.

L'emploi des machines joue, il est vrai, un certain rôle dans les premières préparations des couleurs, le triturage, le broyage et le lavage. Pourtant il n'en est pas employé partout. Chaque maison a encore l'aspect des alchimistes du moyen âge et travaille sans publier ses procédés, ses secrets, en un mot ce qui constitue sa propriété. En Angleterre, en Allemagne comme en France, les fabricants ont fait de grands efforts pour arriver à obtenir par un choix scrupuleux des matières premières, par des lavages répétés, une plus grande finesse et une plus belle coloration due aussi à un broyage excessif. Nous avons cru reconnaître que c'est en France que l'on fabrique le mieux les couleurs à l'huile, les pastels et les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toiles. Celles-ci sont, par leur apprêt et leurs dimensions, supérieures aux toiles fabriquées à l'étranger; on en trouve la preuve dans les demandes faites par les artistes et les gouvernements des autres pays.

Nous nous empressons d'ajouter que la fabrication des couleurs pour le lavis et l'aquarelle a des rivalités heureuses à combattre, surtout en Angleterre. Quelques maisons françaises ont fait toutefois des efforts efficaces pour atteindre les qualités des couleurs anglaises, tout en les vendant à un prix moins élevé.

Les instruments et appareils à l'usage des artistes peintres, des graveurs, des lithographes, des architectes, ingénieurs et sculpteurs offrent une grande variété. Les pinceaux et les brosses emploient pour leur fabrication plus de 2,000 ouvriers ou ouvrières. La brosserie française est préférée de beaucoup par les étrangers, et on estime que la vente de ce produit s'élève à plusieurs millions de francs.

Les planches à dessin, les équerres et les T, servant spécialement aux architectes et aux ingénieurs, font l'objet d'une importante fabrication; un grand nombre d'ouvriers sont également employés à produire l'encre d'imprimerie, les couleurs par la lithochromie, le matériel pour la gravure et la lithographie.

Les mannequins pour peindre les draperies forment une spécialité qui exige une étude sérieuse de l'anatomie et de la mécanique; elle aurait besoin d'être encouragée, ne procurant pas une rémunération suffisante aux artistes industriels qui s'en occupent. Pourtant, et grâce à une persévérance soutenue, plusieurs fabricants ont obtenu des résultats qui méritent d'être signalés; il en est de même pour les chevalets, les boîtes à couleurs et les tubes qui renferment les couleurs broyées à l'huile.

L'enlevage des peintures de dessus les toiles, le rentoilage, le parquetage et la restauration des tableaux, en un mot, les moyens qui ont pour but de conserver les œuvres d'art, for-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment eux-mêmes un art sur lequel on ne saurait appeler trop l'attention. C'est un travail aussi utile qu'intéressant, et l'on peut affirmer que les plus sérieuses études en ce sens ont été faites en France et sont encore l'objet de très-louables efforts.

Dans cette catégorie de produits exposés dans la classe, l'exposition la plus intéressante est celle de M. Haro, auteur d'un ouvrage intitulé : *Histoire des procédés et des matières colorantes employés dans les beaux-arts*. Cet industriel s'occupe particulièrement des travaux d'art dans les monuments publics ; ses couleurs pour la peinture monumentale et la peinture sur toile sont d'excellente qualité ; ses toiles de toutes dimensions sont très-appréciées ; enfin il se distingue par ses marouflages, ses enlevages des peintures, ses rentoilages et restaurations de tableaux.

Nous citerons encore deux exposants, MM. Rowney, de Londres, dont la vitrine renferme de beaux spécimens de couleurs à l'huile et pour l'aquarelle broyées à la vapeur, dont la préparation est excellente, et M. Paillard, de Paris, qui a exposé des couleurs mates et transparentes, à l'huile, pour tableaux, de très-bonne qualité, de nouvelles couleurs à l'huile pour peintures murales, et des boîtes d'un nouveau système pour l'aquarelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 8

APPLICATIONS DU DESSIN ET DE LA PLASTIQUE AUX ARTS INDUSTIELS

SOMMAIRE :

Section I. — Procédés généraux et enseignement de l'art industriel, par M. Victor Baltard, membre de l'Institut.

Section II. — Applications diverses de l'art industriel, par M. Edmond Taigny, maître des requêtes au conseil d'Etat.

Section III. — Gravures sur pierres dures, par M. Barre, graveur général de la Monnaie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 8

APPLICATIONS DU DESSIN ET DE LA PLASTIQUE AUX ARTS INDUSTRIELS

SECTION I

PROCÉDÉS ET ENSEIGNEMENT DE L'ART INDUSTRIEL

PAR M. BALTARD.

CHAPITRE I.

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX.

L'art de reproduire les œuvres, soit graphiques, soit plastiques, par des procédés mécaniques, physiques ou chimiques, a acquis, depuis les dernières expositions, les ressources les plus variées, les plus fécondes. Assurément l'industrie n'a qu'à s'en féliciter; mais peut-être l'art pur n'y trouvera-t-il pas une aussi complète satisfaction, car une traduction n'est bonne qu'à la condition de ne point dénaturer les mérites saillants de l'original, soit dans ses contours, soit dans son modelé ; et, pour un œil exercé, pour un goût délicat, ni la photographie, ni ses dérivés, ni le moulage même, ne suppléeront jamais au sentiment ou au talent de l'artiste. Ce n'est pas que l'aspect d'une reproduction ne puisse être dif-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

férent du modèle, ainsi qu'une gravure diffère d'un tableau, mais sans compromettre les qualités essentielles de l'original, comme le dessin, le caractère, l'effet, les proportions. On ne peut nier que les moyens matériels, si exacts en certains points, inférieurs en beaucoup d'autres, ne rendent généralement que d'une manière insuffisante les originaux qui leur sont confiés.

Faut-il cependant se priver des résultats même imparfaits qu'on doit à ces procédés? S'ils ont des inconvénients, n'ont-ils pas l'avantage de transporter, pour ainsi dire, d'une langue dans une autre et de rendre sensibles et intelligibles à tous, quelques-uns des aspects de la nature et de l'art? Une trop grande sévérité à cet égard, en s'opposant à la propagation des bons ouvrages, aurait le tort de confisquer, en quelque sorte, au profit d'un trop petit nombre d'élus, les bienfaits de l'imprimerie, de la gravure sur métal, sur pierre ou sur bois, du moulage en diverses matières. On conçoit que de telles préoccupations n'aient pas arrêté les inventeurs ingénieux et persévérants dont les travaux et les recherches ont été examinés par la classe 8, rien n'empêchant d'ailleurs de perfectionner ultérieurement la pratique des procédés nouveaux. De tels perfectionnements ne sont pas rares. En effet, l'art patient de la gravure en taille-douce, dont les planches, soit de cuivre, soit même d'acier, mais surtout de cuivre, ne supportaient qu'un tirage limité, avait déjà trouvé en principe, dans la galvanoplastie, des moyens de reproduction des planches elles-mêmes pour des tirages nouveaux. Mais ces moyens étaient incomplets. Les recherches attentives et laborieuses d'un exposant, M. Samson, qui s'est appuyé sans doute sur les savantes observations et déductions de M. de Jacobi, le célèbre chimiste russe, paraissent avoir surmonté toutes les difficultés qui s'opposaient à la pratique usuelle de la reproduction des planches gravées, et désormais on n'a plus à craindre de voir une planche s'user et devenir impropre au tirage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 1. — Photographie, héliogravure, paniconographie, etc.

Quand une voie nouvelle vient à s'ouvrir et que les premiers pas y ont été marqués par un immense succès, les chercheurs s'y précipitent à l'envi, et bientôt les résultats de leurs efforts dépassent l'invention originelle. C'est ainsi que la photographie s'est entée sur la daguerréotypie et l'a fait bientôt oublier. Mais on veut faire mieux encore, et l'on semble aujourd'hui n'ambitionner rien moins que de remplacer mécaniquement le travail de l'artiste, du graveur et même du peintre. C'est trop prétendre assurément, et les artistes n'ont pas à s'en émouvoir. Rien ne suppléera jamais à ce que laisse sur une œuvre d'art l'empreinte de l'intelligence, de l'invention, du goût et de l'esprit. La photographie ne sera jamais qu'un précieux auxiliaire; ni ses procédés, ni aucun autre, dût-on parvenir à reproduire les couleurs des objets, ne prendront le place de l'art, ne pénétreront dans ses hautes régions, dans celles qui nous retracent les faits de l'histoire, qui nous font mieux saisir les beautés morales ou matérielles des sujets, qui nous font sentir plus vivement les œuvres de la nature avec leur coloration, leur lumière, leurs expressions variées, qui savent nous frapper et nous ravir par l'entente des lignes et de la composition, et qui nous font enfin sympathiser avec l'auteur de l'œuvre que nous admirons.

Les reproductions mécaniques, si habiles qu'elles soient, ne peuvent atteindre à de pareils effets; elles intéresseront le spectateur, elles ne sauront jamais l'émouvoir.

Gardons-nous cependant d'être ingrats, et sachons le plus grand gré à ceux qui, ne se contentant pas des résultats incomplèts de la photographie, cherchent avec ardeur à les perfectionner, à les compléter. C'est ce que paraît avoir obtenu le procédé de l'héliographie, qui fixerait solidement les images fugitives de la photographie sur le métal, comme ferait une gravure, de manière à ce qu'on en puisse tirer des épreuves par la presse. D'autres avaient cherché de sem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blables résultats; mais ces différents procédés de gravures photographiques ont la morsure pour principe; or, la morsure n'est pas favorable à l'obtention des demi-teintes, à moins de retouches nombreuses et difficiles, ce qui, jusqu'à présent, s'est opposé à ce que l'industrie en pût tirer presque aucun parti.

Il n'en est pas de même avec l'héliographie, qui, par des méthodes particulières de lavage et de dépouillement des épreuves, permet aujourd'hui de graver photographiquement un sujet quelconque avec toutes ses demi-teintes, et d'en tirer des épreuves par la presse.

M. Placet, l'inventeur de ces procédés, obtient, par leur aide, des planches pour la typographie, des *fac-simile*, des réductions et des amplifications, des plaques ornementées, des cloisonnements pour émaux, des nielles, etc. Là ne se sont pas bornés les efforts de son esprit inventif. Il a trouvé aussi le moyen d'obtenir, sans le secours d'aucune pression dommageable, des épreuves aux encres grasses, en noir et en couleur, de tous dessins, intailles, gravures et inscriptions figurés sur des objets précieux, tels que vases, coffrets, etc., quelles qu'en soient d'ailleurs la forme et et la matière.

L'intérêt qui s'attache à l'art de fixer sur le métal ou sur la pierre les images obtenues par la photographie, et l'utilité qu'on en peut tirer dans l'industrie, ont donné lieu en France à une vraie émulation, à de consciencieuses études, à de nombreuses recherches. Si toutes n'ont pas été suivies du même succès, elles tendent toutes vers le même but : celui des applications industrielles. Elles forment assurément un faisceau de science acquise et d'expérimentations dont les auteurs sont également dignes d'éloges et d'encouragements.

Le besoin de reproductions graphiques indéfiniment multipliées a donné naissance à une pratique nouvelle des plus utiles : la paniconographie, appelée à rendre les plus grands services à l'art et à l'industrie. Les premiers essais de ce genre remontent à l'Exposition universelle de 1855.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au moyen de procédés simples et pratiques dus aux constantes et laborieuses recherches de M. Gillot, la paniconographie transforme tout dessin à l'encre ou au crayon en cliché typographique susceptible de s'imprimer avec ou sans texte, à la presse à bras ou à la presse mécanique, comme la gravure sur bois, et avec la même perfection que le cliché galvanoplastique (1). Des publications nombreuses d'œuvres d'art, de planches de musique, de cartes géographiques, sont dues à ces nouveaux moyens; déjà l'imprimeur en étoffes y a recours, et d'autres industries y trouveront un puissant auxiliaire quant à la netteté des épreuves et à la rapidité de l'exécution.

D'autres inventions analogues, où l'électricité, le galvanisme, la lumière, la morsure par les acides, les agents chimiques, en un mot, jouent le principal rôle, moins développées peut-être dans leurs applications que les précédentes, indiquent combien l'esprit d'invention est prompt à satisfaire tous les besoins exprimés par l'industrie. Il semble qu'il suffise qu'un programme soit bien tracé pour qu'il y soit aussitôt donné satisfaction.

Mais il faut que le programme lui-même parte d'un principe vrai et incontestable; autrement celui qui s'applique à en résoudre les difficultés s'expose à faire fausse route, quels que soient son talent et ses facultés. Ainsi, l'on peut, sans grand inconvénient, reproduire avec plus ou moins de perfection des œuvres purement industrielles, des dessins purement décoratifs, sur étoffe, sur papier, sur cuir ou toute autre matière. Il n'en est pas de même lorsque l'œuvre est une œuvre d'art. L'art par à peu près n'est plus de l'art; il corrompt le goût plutôt qu'il ne le forme, en lui ôtant toute idée de perfection et de supériorité, en habituant l'œil et l'esprit à se contenter de peu, en leur faisant oublier qu'*il n'est point de degré du médiocre au pire*.

(1) Voir le rapport de la classe 8, page 88.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, bien que nous appréciions le mérite et l'utilité des reproductions lithochromiques, nous ne pouvons ne pas exprimer un regret en les voyant appliquer aux précieux chefs-d'œuvre que nous offrent certains missels anciens du moyen âge et de la renaissance. Malgré tous les soins des artistes qui s'y adonnent, malgré tout leur talent, on n'arrive qu'à de froides approximations que l'œil le moins exercé n'a pas de peine à reconnaître.

La reproduction mécanique est beaucoup moins à redouter lorsqu'il s'agit des reliefs et des moulages, parce qu'alors l'épreuve de l'original, bien qu'en une autre matière, est précise et absolue, si le mouleur sait bien son métier, s'il le pratique avec conscience. Plusieurs exposants mouleurs, de différents pays, ont fait preuve d'une véritable habileté et ont mérité d'être honorablement mentionnés, soit qu'ils aient eu recours au moulage au plâtre ou à d'autres procédés, tels que la galvanoplastie, le coulage en métal, les empreintes en cire, etc. Ces procédés deviennent extrêmement utiles et intéressants lorsqu'on parvient à augmenter ou à diminuer les dimensions des originaux, ainsi que l'a fait M. Martin pour toute espèce de reliefs, d'images, et même pour des caractères typographiques, comme l'ont fait M. Rogeau et d'autres ingénieux industriels.

On ne doit pas omettre de citer ici les reproductions de sculpture par contre-partie présentées par M. Sauvage.

Parmi les produits combinés d'art et d'industrie, on doit particulièrement remarquer la gravure et la taille des pierres fines dures et des métaux, les découpures et les reperçages, les émaux et les damasquinages.

Ces produits peuvent, il est vrai, être en général considérés comme tenant à l'orfévrerie; cependant, lorsqu'il s'agit de cachets, de sceaux, de camées, d'objets de goût combinés de fer, de cuivre, d'argent et d'or, ils se confondent dans la double définition de l'art appliqué à l'industrie, de l'industrie appliquée à l'art, et partant, ils ressortissent à la classe 8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas seulement en France, par les mérites des exposants Philippe, Dufresne, Jardin-Blancoud et autres, que cette branche combinée d'art et d'industrie produit des ouvrages à mettre en ligne avec ceux des maîtres des meilleures époques; c'est aussi en Espagne où se distinguent les damasquinages de M. Zuloaga ; c'est en Italie, la patrie originaire des pierres gravées et des camées; c'est en Russie, où la taille des pierres fines a atteint la plus grande perfection.

§ 2. — Mosaïques. — Peintures émaillées.

La mosaïque est un art monumental par excellence, dont on n'est point surpris de retrouver en Italie la tradition non interrompue depuis les temps de l'antiquité, telle que nous l'ont transmise le bas-empire, le moyen âge et la renaissance, telle qu'elle se montre à un haut degré de perfection dans les ouvrages sortis des ateliers pontificaux, à Rome. Les ouvrages en ce genre envoyés de Venise méritent aussi une attention particulière. Il est vrai que Rome et Venise ont, pour s'inspirer et s'instruire, les ouvrages anciens, qui abondent dans leurs musées et dans leurs églises; mais la tradition de cet art n'existait pas en Russie, et cependant l'atelier impérial de Saint-Pétersbourg a envoyé de vastes sujets en mosaïque, d'une belle composition, d'une exécution parfaite. Honneur au souverain et au pays qui comprennent l'importance d'un tel mode de décoration, qui savent l'encourager et obtenir de pareils résultats! Quelques essais de mosaïque ont été tentés en Angleterre, mais ils sont encore timides et incomplets; ils annoncent seulement une louable tendance qui mérite d'être signalée et qui, l'on n'en doit pas douter, sera suivie bientôt de progrès et d'une réussite complète.

En France, à part quelques petites pièces propres à la bijouterie, et généralement exécutées par des Italiens fixés à Paris, l'art de la mosaïque n'existe pas. Il est difficile d'en assigner la cause ; on pourrait croire qu'on hésite à perpétuer des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvrages qui ne seraient pas des chefs-d'œuvre avérés et incontestables; car nous possédons un art non moins durable que la mosaïque, en état de braver toutes les humidités, toutes les intempéries, et dont on fait peu d'usage, bien qu'il soit essentiellement propre à décorer nos édifices, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur : nous voulons parler de la peinture émaillée sur lave, sur terre cuite, sur porcelaine.

Les tableaux sur lave de M. Jollivet, les peintures sur carreaux de terre cuite de M. Balze, les faïences sur plaques de M. Devers, les deux grandes figures peintes sur porcelaine, de M. Yvon, offrent des spécimens intéressants de ces excellents procédés de décoration monumentale.

CHAPITRE II.

ENSEIGNEMENT DU DESSIN APPLIQUÉ AUX ARTS INDUSTRIELS.

Les attributions de la classe 8 étaient limitées aux dessins et aux compositions des artistes industriels, aux inventions propres à venir en aide à l'industrie, aux produits qui tiennent à la fois de l'art et de l'industrie, aux efforts tentés pour le perfectionnement de l'art appliqué à l'industrie. D'après un pareil programme, son domaine ne s'étendait à rien moins qu'à toute l'Exposition, car il n'est pas d'objets où le dessin n'ait précédé la fabrication, où la multiplication des formes ne soit une condition de succès.

Bien que la classe 8 s'applique à rester dans le cercle qui lui a été tracé, elle pense ne pas devoir se borner à une simple analyse des objets qui lui ont été départis ; elle ne peut s'empêcher de constater les progrès qui se manifestent au point de vue du goût dans la généralité des produits exposés. Ces résultats sont dus, elle le répète, aux efforts tentés partout afin d'étendre et de populariser l'étude du dessin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lors de l'Exposition universelle de Paris, en 1855, on avait remarqué dans les œuvres françaises une certaine supériorité de goût dont, par l'effet d'une noble émulation, se sont émues les autres nations. On pouvait l'attribuer, en grande partie, à ce qu'en France l'étude du dessin était déjà plus répandue que partout ailleurs. L'Angleterre particulièrement sembla le reconnaître, et, avec l'esprit pratique qui distingue le caractère anglais, voyant le but, elle se l'est proposé : elle devait l'atteindre ; aussi l'Exposition universelle de Londres, en 1862, a-t-elle dénoté les progrès les plus marqués dans les applications de l'art à l'industrie. Ces progrès sont dus à une organisation bien entendue de l'enseignement du dessin dans les écoles élémentaires d'enfants, dans les écoles spéciales du soir à l'usage des adultes, à la constitution d'écoles d'art bien installées à Londres et dans les principales villes d'Angleterre. Il existait bien déjà en France une organisation de l'enseignement du dessin ; mais lorsque l'Exposition de 1862 eut révélé les efforts de l'industrie anglaise et les succès qui les ont couronnés, on a vu la France, et particulièrement la ville de Paris, se porter avec un nouvel élan vers l'étude du dessin et s'appliquer à l'étendre et à la fortifier. On en éprouve déjà les heureux effets dans les formes et dans l'ornementation des objets fabriqués en France.

§ 1. — L'enseignement en France.

Il n'est pas hors de propos de comparer ici ce qui se fait pour l'enseignement du dessin à Paris et à Londres.

A Paris, où il y a deux cent trente écoles primaires contenant 63,530 élèves, tant filles que garçons, on donne dans cent quatre-vingt dix de ces écoles et à environ 9,000 élèves, deux ou trois fois par semaine, des leçons élémentaires de dessin linéaire et d'ornement. Des leçons analogues, mais d'un degré supérieur, sont données dans les pensionnats, colléges et lycées de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trente-six écoles du soir sont ouvertes aux ouvriers de tous les états ; des professeurs spéciaux y enseignent le dessin et le modelé de l'ornement et de la figure, et, pour d'autres aptitudes, le dessin géométrique et des formes propres à la construction des bâtiments, des machines, à l'outillage, etc.

En outre, la ville subventionne six écoles de jour spéciales pour les jeunes gens; elles sont quotidiennes, et l'on y enseigne le dessin de l'ornement et de la figure, les éléments de la composition appliquée à l'industrie. Vingt écoles de femmes, une par arrondissement, reçoivent le même genre d'encouragement. Enfin ceux qui se destinent aux arts industriels suivent des cours et des exercices journaliers dans l'École impériale gratuite de dessin, où l'on enseigne le dessin et le modelé de l'ornement et de la figure, les éléments de la composition appliquée aux diverses industries qui se rattachent à l'art, à la construction, à l'architecture. Cette École est très-fréquentée, et plusieurs grands artistes y ont reçu leurs premières leçons. L'État entretient également pour les femmes une école parallèle à celle-ci. On ne saurait trop insister pour que deux autres écoles semblables à l'École impériale gratuite fussent encore instituées à portée des quartiers où l'industrie a le plus d'importance.

Comme il n'est ici question que de l'enseignement du dessin propre à l'embellissement des œuvres de l'industrie, et qu'il s'agit surtout de Paris, nous nous contenterons de mentionner, les Écoles d'arts et métiers d'Angers, de Châlons, d'Aix, la nouvelle et déjà si florissante École de Cluny, l'École du génie civil, dite École centrale, l'École polytechnique, écoles où le dessin fait toujours partie des études.

Nous revenons aux écoles d'art, et, sans nous arrêter à toutes celles qui se distinguent dans les principales villes de France, à Lyon, Bordeaux, Marseille, Lille, Amiens, Rouen, etc., citons, comme planant au-dessus de toutes les autres, l'École impériale des beaux-arts de Paris.

Là, des cours spéciaux supérieurs complètent l'enseigne-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment de ceux qui prétendent à exercer l'art dans ce qu'il a de plus élevé, peinture, sculpture, architecture, gravure. En même temps, des concours périodiques appellent comme en un gymnase les élèves qui étudient et s'exercent journellement dans les ateliers des maîtres particuliers, où la méthode si efficace de la transmission intime, où les leçons orales et familières du maître et des condisciples produisent tous les avantages de l'apprentissage sans les rigueurs, les exclusions, les inégalités, les priviléges qui accompagnaient les anciennes institutions des jurandes, des maîtrises et des corporations. Des prix et des médailles sont conférés à la suite de ces concours, entre les élèves venant des écoles particulières, luttant entre elles à armes égales, et aussi, depuis quelque temps, contre les ateliers intérieurs nouvellement créés dans l'école même, mesure sur laquelle nous n'avons rien à dire, si ce n'est que nous y voyons un germe d'inégalité et de monopole contraire à la liberté, à l'originalité dans l'art.

Chaque année, un grand concours dans chaque section donne lieu à un grand prix qui procure au lauréat l'avantage de perfectionner ses études, sans contrainte et sans préoccupation, en Italie, en Sicile, en Grèce, et dans les principales villes du monde. On ne peut nier qu'il n'existe dans cet ensemble, depuis l'école primaire jusqu'à l'École impériale des beaux-arts, une prévoyance, une progression, une libéralité propres à faire naître et à développer partout le goût et la connaissance du dessin, ce langage universel, d'une si heureuse influence sur toute la civilisation. On voit quel rôle important y joue la ville de Paris, toujours jalouse de tenir en tout le premier rang, et quelle part en revient à une administration qui n'ambitionne que de bien faire, ne cherchant sa récompense que dans le sentiment, la conscience et le spectacle du bien qu'elle produit.

§ 2. — Pays étrangers.

En Angleterre, on fait les plus louables efforts pour l'encouragement des sciences et des arts parmi les classes industrielles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cette fin, une somme est votée chaque année par le parlement. Son emploi est réglé par la section ou le département des sciences et arts du Conseil d'éducation. Une partie de cette somme est consacrée à l'enseignement de l'art dans tout le royaume, dessin, peinture, sculpture, architecture, forme et décoration des œuvres industrielles. Le département concourt à l'enseignement du dessin élémentaire dans les écoles des enfants pauvres, à un enseignement plus élevé dans les classes du soir à l'usage des artisans, à l'enseignement de l'art dans les écoles spéciales, à l'entretien et à la propagation des bonnes méthodes dans l'école nationale supérieure et normale pour la formation des professeurs.

Les collections d'objets d'art décoratif à Kensington contribuent aussi à cet enseignement. Un système bien combiné d'examens, de concours et de récompenses, soit dans les écoles mêmes, soit entre les écoles diverses, entretiennent l'émulation et provoquent le progrès. Des diplômes ou certificats de capacité sont délivrés chaque année, après examen, à ceux qui en sont jugés dignes. Ces diplômes se résument en six facultés, savoir :

1° Dessin élémentaire et lavis, comprenant la géométrie, la perspective, le dessin de la mécanique et de l'architecture ;

2° Peinture, comprenant les différents styles, les principes de l'ornementation, la technique et la botanique ;

3° La figure dessinée et peinte, l'histoire de l'art, l'anatomie;

4° L'ornement modelé, les différents styles, les principes de l'ornementation ;

5° La figure modelée, les différents styles, la composition de l'ornement ;

6° L'instruction technique, comprenant l'architecture et l'ornement.

Enfin le musée de Kensington réunit une riche collection de toutes les œuvres propres à former le goût, à enrichir la mémoire, à inspirer l'imagination de ceux qui se livrent à l'étude et à la pratique des arts libéraux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce musée s'enrichit tous les jours, et nous savons même que cette année, le département des Arts a acheté pour 200,000 francs d'objets de toute sorte à l'Exposition universelle.

Les principales villes du royaume possèdent des collections analogues, et, afin que toutes ces richesses soient mises à la portée du plus grand nombre, un système de prêts et d'échanges est organisé entre toutes les écoles, de manière à faire circuler d'un bout du royaume à l'autre, dans tous les centres d'enseignement, tous les objets d'art précieux, les spécimens, les livres utiles, les modèles en tous genres. Nous avons vu à l'Exposition universelle des exemples nombreux et parfaitement organisés des intéressants et ingénieux moyens d'exposition et de propagation de modèles pratiqués par les Anglais.

Tout cet ensemble d'idées fécondes et de faits accomplis font le plus grand honneur au directeur dévoué du musée de Kensington.

L'organisation établie par la ville de Paris, ses efforts en faveur de l'enseignement du dessin, lui eussent valu certainement la même approbation au Concours universel, si, ne se contentant pas d'avoir constitué un ordre méthodique et régulier, d'avoir fait surgir d'habiles professeurs à l'aide de concours et d'examens, d'avoir créé des locaux commodes et bien appropriés, d'avoir fait choix des meilleurs modèles, elle eût pris le soin de présenter les résultats obtenus sous une forme remarquable et saisissante, comme l'ont pratiqué les nations étrangères.

Au reste, ce ne sont pas seulement la France et l'Angleterre qui se sont distinguées par de tels soins. L'impulsion est générale, et la classe 8 n'a eu qu'à le constater et à rendre hommage aux efforts intelligents, aux résultats obtenus par d'autres nationalités.

Ainsi l'école dite de Strogonoff, en Russie, donne une collection très-intéressante des modèles créés par ses professeurs, et des ouvrages de ses élèves qui font également honneur aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

uns et aux autres. On y remarque un caractère spécial, issu de la tradition grecque-bysantine, dont l'influence se fait d'ailleurs heureusement sentir dans la généralité des produits russes et leur constitue une originalité dont la Russie fera bien de ne pas se départir.

Les écoles de Wurtemberg, de Nuremberg, de Nassau, celles de Padoue, de Turin, de Catane, de Porto, témoignent à l'envi de l'importance que partout l'on attache à la perfection des formes, à la pureté du style dans les œuvres industrielles de tout genre, habitations, meubles, vêtements, instruments, en un mot dans tout ce qui encadre la vie humaine en exerçant sur elle une puissante et heureuse influence.

La France occupe un rang élevé dans cet ordre d'idées; mais, avec l'émulation qui règne partout, en présence des efforts heureux tentés de toute part, elle a beaucoup à faire pour maintenir son rang et pour ne pas déchoir de sa haute et ancienne renommée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION II

APPLICATIONS DE L'ART A L'INDUSTRIE

PAR M. EDMOND TAIGNY.

CHAPITRE I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

§ 1. — Organisation de la classe 8.

Les éléments constitutifs de l'industrie sont : la science qui interroge la nature, invente et perfectionne les moyens ; l'art qui crée et modifie la forme ; la fabrication qui agit directement sur la matière, suivant les découvertes de la science et les règles de l'art. On pourrait donc poser en principe que la part de l'artiste entre pour un tiers au moins dans l'ensemble des produits de l'industrie, et en déduire cette conséquence, que le dessin industriel devrait occuper une place proportionnelle à son importance coopérative. Sans prétendre appliquer à une matière aussi délicate les formules rigoureuses d'un raisonnement mathématique, on est fondé seulement à reconnaître que toute exposition universelle serait incomplète dans l'un de ses éléments essentiels, si l'art ne s'y trouvait pas représenté dans une mesure libérale.

Bien que le dessin industriel ait figuré avec honneur dans les dernières expositions, on a pu remarquer cependant que,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'effet d'un système défectueux de classement, la pensée première qui sert de point de départ à l'application n'avait pas été suffisamment mise en relief et dégagée de l'élément industriel (1). Il en était résulté que le public, égaré par cette confusion de deux natures distinctes de travail, l'inspiration et l'exécution, n'avait pu faire exactement à chacune d'elles la part qui lui revenait. Cette situation mixte, qui tendait à laisser les artistes à la remorque de produits parfois défectueux et à absorber leur individualité dans celle du fabricant ou du commerçant, décourageait les uns et privait les autres d'une notoriété justement due à de laborieuses études, à une incessante coopération.

En décidant qu'en 1867 une salle spéciale serait ouverte aux produits des arts appliqués à l'industrie, on a fait acte de justice et de réparation. Cette innovation est un progrès réel (2); elle satisfait la logique, qui veut que les œuvres de

(1) Voir les Rapports publiés à la suite des expositions de 1855 et 1862.

(2) L'annonce d'une classe spéciale a été accueillie par les artistes avec un véritable sentiment de reconnaissance. Leur concours a été empressé. Nous devons cependant constater avec regret l'absence de quelques dessinateurs d'un véritable talent, qui eussent certainement, par leur présence, ajouté à l'éclat de ce musée industriel. Il se peut que des scrupules honorables aient retenu les uns, que des traités même passés avec les maisons qui forment leur clientèle aient obligé les autres à ne pas se mettre en évidence. Il y a lieu de croire aussi que la possibilité de recevoir des médailles à titre de coopérateurs ait contribué à les éloigner de la classe 8. A ce propos, il est de notre devoir de consigner ici l'expression d'une critique qui a été formulée avec quelque raison au sujet de l'aménagement et du classement des œuvres qui ont formé le noyau de cette classe. Nous n'entendons nullement en imputer grief aux honorables membres du Comité d'admission qui n'ont fait que suivre le programme qui leur était imposé; mais ce programme est-il rationnel? S'il était juste de donner une place spéciale aux productions de l'art industriel, fallait-il nécessairement réunir dans la même division toutes ses applications? Chacun sait combien elles sont nombreuses, combien il est difficile de préciser la nuance qui distingue l'art proprement dit du produit artistique fabriqué, l'œuvre de l'artiste de l'opération commerciale qui a pour but de la propager en la transformant. N'eût-il pas été plus logique de maintenir une séparation entre les dessins et les autres objets qui, bien que dérivant d'une pensée artistique, rentrent, par la nature de leur fabrication, dans des groupes séparés? Or, on a été conduit, par un système de classification économique, à mettre dans la classe 8 une foule de produits qui lui sont étrangers. Ainsi voyons-nous figurer à côté de dessins pour dentelles, châles, impressions, etc., non-seulement des modèles ou des ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même nature soient réunies et groupées méthodiquement; elle répond à une loi de distinction dans l'origine même des produits, puisque la recherche de la forme constitue une opération distincte des procédés de fabrication ; nous pourrions ajouter qu'elle présente, au point de vue économique, un moyen de définir les causes particulières en vertu desquelles la supériorité de nos articles de luxe s'est établie sur les différents marchés européens.

§ 2. — Point de départ et but de l'art industriel.

Il serait, je crois, superflu de vouloir démontrer l'importance croissante de l'art industriel à notre époque. Assurément, un des côtés les plus saillants de notre tempérament artistique consiste dans la merveilleuse souplesse avec laquelle l'art, tout en se maintenant à son sommet dans les régions sereines de l'idéal, a su, à tous les âges, sous tous les styles, s'approprier aux besoins multiples d'une société élégante et raffinée, et conserver dans ses transformations pratiques un cachet d'inimitable variété.

Mais cette fécondité, si frappante aux siècles qui ont précédé le nôtre, devait-elle survivre aux causes qui avaient contribué la développer? Pouvait-on espérer que, dans les conditions nouvelles faites à notre société, ce don naturel du goût, cet instinct inné de l'élégance, pourraient sans effort, sans lutte,

quettes, mais de véritables pièces d'orfévrerie, de céramique, de peinture sur porcelaine, de ciselure et de lithographie, qui ont été arbitrairement distraites des classes correspondantes. Il en est résulté une certaine confusion, et de plus un préjudice réel pour les artistes dessinateurs, dont les œuvres se sont perdues au milieu d'objets disparates. Il eût mieux valu, à notre avis, tout en maintenant l'unité du titre de la classe 8, opérer une subdivision, mettre dans un compartiment séparé les dessins proprement dits, et grouper dans l'autre les produits multiples, un peu indéfinis, qui se trouvent placés sur les limites confuses de l'art et de l'industrie. Cette distinction eût permis de mieux apprécier nos dessinateurs; elle eût été, en tout cas, plus rationnelle et n'eût pas amené, dans l'ordre des récompenses, des comparaisons de mérite bien difficiles à déterminer, quand il s'agit de travaux essentiellement différents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffire à maintenir la distance qui, au commencement du siècle, nous séparait des autres nations? N'y avait-il pas lieu de craindre, au contraire, qu'endormis dans une sécurité trompeuse, nous n'eussions pas tenu en suffisante estime les progrès de nos voisins? Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'ensemble de l'Exposition de 1867 pour voir à quel point se sont transformés les éléments respectifs de production et de consommation. L'accroissement de la richesse générale, la facilité des communications et des échanges internationaux, l'abaissement des barrières de douanes, ont singulièrement stimulé les forces vives de chaque nation, élargi le champ des comparaisons. Les progrès des sciences naturelles, les découvertes de la chimie, les perfectionnements de la mécanique, ont bouleversé les notions élémentaires, élevé le niveau général des intelligences à tel point, que les procédés qui faisaient autrefois la supériorité exclusive de certaines industries sont devenus le patrimoine commun à tous les pays. N'oublions pas que les lois économiques, la nécessité de produire beaucoup, à bon marché, ont exercé une action non moins énergique sur les évolutions de l'art industriel. Au milieu de cet immense mouvement de production qui part de tous les coins du monde, quelle situation nous est faite? On peut le dire aujourd'hui, l'Exposition de 1851 fut une épreuve salutaire; elle nous apprit à compter avec les progrès qui s'accomplissaient sans nous, hors de nous, à notre insu même. Notre orgueil put en souffrir, mais il était bon que nous fussions réveillés. L'Exposition de 1855 ne fit qu'accroître les appréhensions exprimées par tous les esprits prévoyants qui n'avaient pas craint de jeter le cri d'alarme, et à qui n'avaient point échappé les signes non équivoques d'une concurrence redoutable. Des comparaisons, qui n'étaient pas toutes à notre avantage, mirent en relief les causes de notre infériorité relative dans certaines industries : l'altération du goût, une complaisance fatale envers les caprices de la mode, une tendance à l'imitation servile du passé sans aucun souci des lois de l'harmonie et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la destination, — telles furent les principales critiques adressées, non sans quelque raison, à quelques branches de nos arts décoratifs. Si les avertissements ne manquèrent pas pour signaler le mal, les conseils ne firent pas défaut non plus pour indiquer les remèdes. La question de l'art industriel s'agita, et de ces préoccupations publiques et privées sortirent des institutions destinées à rendre à nos arts industriels une séve plus féconde, en propageant par des encouragements de toute nature l'étude du dessin et de ses applications.

L'Exposition de 1867 avait donc un véritable intérêt : il s'agissait de savoir quel était le résultat de ces efforts, et de s'assurer si nos dessinateurs, éclairés, instruits, fortifiés, avaient repris l'avance que le défaut de concurrence étrangère leur avait fait négliger un moment.

Indépendamment de cette question, qui peut se poser au point de vue de la comparaison des produits, l'examen de la classe 8 en soulève une autre qui touche à l'essence même de l'art. Qu'est-ce que l'art industriel? Existe-t-il? Où commence-t-il? Où s'arrête-t-il?

On comprendra que, malgré l'intérêt de cette étude, nous soyons contraints de nous arrêter au seuil même du problème que nous livrons aux méditations de juges plus autorisés que nous. Cette excursion sur un terrain purement théorique nous entraînerait dans des développements que ne comportent point les bornes restreintes de ce travail ; mais s'il paraît préférable d'écarter les discussions stériles et les études rétrospectives qui, prenant trop souvent pour point de comparaison les produits de civilisations différentes de la nôtre, ont le tort de faire abstraction des nécessités impérieuses du temps présent, on ne saurait se priver tout à fait du secours qu'apporte, surtout dans une revue de détail, l'affirmation de certaines règles d'une esthétique sagement raisonnée; elles permettent de placer les observations et les critiques particulières à chaque nature d'industrie à l'abri

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une formule générale qui, s'appliquant également à l'ensemble des œuvres artistiques, dispense de redites inévitables, lorsqu'il s'agit d'un examen aussi étendu que le nôtre. Ce n'est pas qu'il soit aisé de résumer en quelques lignes les principes qui doivent être communs à tous les arts décoratifs, et de s'entendre sur le sens d'une définition qui embrasse un sujet aussi complexe; la preuve en est dans les nombreux traités, dont les conclusions, en ce qui touche les destinées de l'art, sont souvent contradictoires, selon le point de vue auquel se place l'auteur et les préférences qui le guident; mais ces études ont leur intérêt; il s'en dégage souvent quelque vérité utile. En effet, si l'on n'est pas toujours demeuré d'accord sur les distinctions subtiles de l'art, chacun avoue qu'il est urgent de constituer d'une manière saine et vigoureuse l'apprentissage de nos ouvriers. C'est là le point capital. Que l'art, après tout, soit un ou qu'il puisse se subdiviser, peu importent les querelles de mots; ce qu'il faut bien constater, c'est le point de départ et le but; or, le point de départ est celui-ci: la vulgarisation indéfinie des œuvres d'art, leur transformation à travers les procédés scientifiques qui ont pour objet de simplifier la main-d'œuvre et de diminuer le prix de revient, sont des nécessités auxquelles nous devons obéir. Quelque regret qu'on en puisse marquer, il faut marcher avec le courant qui entraîne l'art à sortir du domaine exclusif de quelques délicats pour enrichir le patrimoine du plus grand nombre. Si les objets d'art ont perdu quelque chose de cette saveur particulière que leur donnaient la rareté, le fini, l'alliance exquise de la forme avec la matière, combien aussi le champ de la possession s'est agrandi! De même que les richesses et les propriétés se divisent et se morcellent en des milliers de mains actives, de même les œuvres d'art, autrefois l'apanage d'un petit groupe de privilégiés, s'en vont, par des applications ingénieuses, visiter les plus humbles demeures. L'industrie a fait pour le tableau, pour la statue, pour l'orfévrerie, ce que l'imprimerie a fait jadis pour le manuscrit: elle en tire des exemplaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indéfinis. L'extension du goût, quoi qu'en disent certains esprits chagrins, a été en rapport avec cette propagation. La forme est devenue une préoccupation plus générale; la matière s'est pliée complaisamment à tous nos caprices; la science a multiplié les moyens et centuplé les forces productives. Mais n'oublions pas que ces facilités mêmes deviendraient des auxiliaires dangereux s'ils n'aboutissaient qu'à nous faire perdre de vue le but et négliger les principes éternels du beau, communs à tous les arts, aux plus infimes comme aux plus élevés. Conserver la pureté des formes, approprier la matière à l'importance et à la destination des objets, apporter autant de soins à la composition qu'à l'exécution, demeurer sobre, simple et vrai, sans cesser d'être original, tel devrait être l'objectif de tout artiste consciencieux, telles doivent être les bases sur lesquelles pourra se conclure l'alliance possible et vraiment féconde de l'art avec l'industrie.

La seule question dont tout esprit sérieux ait à se préoccuper, en dehors de toute comparaison avec les œuvres similaires d'autrefois, nous paraît donc pouvoir se réduire à celle-ci : étant donnés les besoins nouveaux, les artistes ont-ils failli à leur tâche? ont-ils su concilier, dans la satisfaction de ces besoins, les règles du beau, l'intelligence du vrai et du simple, avec les exigences multiples d'une production sans précédents? en un mot, peut-on considérer l'étape franchie depuis dix ans comme une période de stagnation ou comme constituant une marche progressive et féconde?

C'est en abordant successivement et séparément l'examen des différentes catégories d'œuvres exposées dans la classe 8 que nous pourrons utilement essayer de répondre à ces questions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — Tableau, par nature d'industrie, des artistes exposants de la classe 8.

Le nombre des artistes et industriels ayant concouru à la formation de la classe 8, peut se décomposer comme suit :

	Français.	Étrangers.
1° Dessinateurs pour tapis, tapisseries, impressions, étoffes d'ameublement, ornements d'église, châles, dentelles, papiers peints, bijoux, décoration d'appartement.	105	35
2° Dessinateurs, graveurs et peintres sur verre, porcelaine, tôle, etc.	12	3
3° Graveurs pour armoiries, cachets, médailles, coins, fers de reliure, timbres-poste	16	13
4° Graveurs en taille-douce, à l'eau-forte, planches typographiques, damasquine	15	6
5° Dessinateurs et graveurs pour outils, machines, usines, voitures	9	3
6° Graveurs sur bois	10	4
7° Graveurs en pierres fines, camées, coquilles	12	2
8° Dessinateurs et graveurs sur métaux, ivoire, nacre; reliefs obtenus par procédés chimiques; découpage, paniconographie, application de la galvanoplastie.	14	7
9° Lithographies, calligraphies, autographies, peintures sur vélin	8	18
10° Chromolithographies, estampages, fumitrace, gouaches	10	6
11° Objets de plastique, bois sculptés, cuirs, reproduction par le moulage, terres cuites, carton-pierre, pétrifications, objets en cire	27	52
12° Modèles pour bronzes, émaux	5	11
13° Briques émaillées; applications de la céramique à la décoration; imitations de bois et marbres	3	1
14° Procédés d'augmentation et de réduction, pantographie	7	3
15° Ouvrages populaires sur les beaux-arts; vulgarisations de modèles anciens	6	11
16° Sociétés industrielles; méthodes d'enseignement.	11	13
Divers omis au catalogue	27	
Total	485	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

BRANCHES DIVERSES DE L'ART INDUSTRIEL.

§ 1. — Dessinateurs pour ameublement, décorateurs.

Il y a toujours eu un art industriel, car, à toutes les époques, l'industrie a été tributaire de l'art; mais l'influence des artistes a été plus ou moins directe selon les temps et la constitution civile des sociétés. On peut dire qu'autrefois la ligne de démarcation entre l'art et l'industrie était plus fictive que réelle, en ce sens, que les artistes qui, par goût ou par nécessité, se livraient à l'étude de l'ornementation et des arts du mobilier, ne formaient pas, comme aujourd'hui, une classe absolument distincte et ne se plaçaient pas, dans la composition de leurs œuvres, au point de vue de la reproduction industrielle. On pourrait cependant suivre, pendant toute la période du moyen âge, la trace de corporations qui conservèrent des traditions précieuses et furent de véritables écoles d'art industriel. Il ne faut pas oublier aussi que les plus grands peintres et sculpteurs de la renaissance ne dédaignaient pas de mettre leur talent au service de l'industrie; mais, outre qu'ils exécutaient la plupart du temps leurs modèles eux-mêmes (tant étaient complètes et variées les ressources de leur génie), leurs œuvres ne s'adressaient qu'à un public d'élite. Il est incontestable cependant que l'influence de maîtres tels que Raphaël, Michel-Ange, Léonard de Vinci, Benvenuto, Albert Durër et tant d'autres, a réagi d'une manière heureuse sur les imitations sorties des mains de praticiens d'un ordre secondaire. Sous les Valois et leurs successeurs l'art français marqua une tendance plus prononcée à se dédoubler, et c'est alors qu'on vit naître quelques écoles qui eurent en vue spécialement l'application du dessin aux arts du mobilier et de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

décoration. Ces écoles, qui se succédèrent jusqu'à la fin du règne de Louis XVI, furent l'honneur de nos industries ; elles leur donnèrent ces formes variées, qui sous le nom de styles, les font reconnaître et imiter. Ducerceau, Marot, Lepautre, Berain, Gillot, Germain, puis plus tard, Blondel, Meissonnier, Roubo, Salembier, De la Fosse, Riesener, Gouttières (1), ont imprimé aux œuvres que nous ont léguées les siècles un cachet de grandeur et d'élégance qui laisse à leurs successeurs peu de chance d'être originaux.

Aussi cet héritage est-il lourd à porter. Nos yeux, accoutumés à se fixer sur les modèles d'une civilisation de luxe où la grande délicatesse de la main s'alliait à l'emploi judicieux de la matière, sont devenus difficiles à contenter. Il n'est pas étonnant que les artistes eux-mêmes, charmés par des œuvres qui laissent peu de prise à la critique, aient cherché à se renfermer dans l'imitation du passé plutôt que d'innover. Mais cette imitation peut-elle suffire à l'industrie moderne qui a d'autres besoins à satisfaire que ceux d'une société aristocratique ; les longs loisirs, la certitude d'une vie modeste, mais assurée, à l'ombre de quelque protection royale, ne sont plus possibles ; le temps presse, il faut produire beaucoup et vite, donner un caractère artistique à des objets souvent grossiers par la matière employée, d'une faible valeur intrinsèque, s'étendant à des besoins sans cesse renaissants, et dont la condition première est d'assurer, par la reproduction, une rémunération suffisante au fabricant ; de là la nécessité et l'accroissement d'une classe toute spéciale d'artistes, se rattachant à l'art par les principes et les règles de la composition, mais ayant fait une étude spéciale des conditions d'application exigées par la fabrication moderne.

S'il est une branche d'industrie qui ait particulièrement

(1) Berain, Jean Pâpillon, Jean Revel, et à la fin du dernier siècle, Vernet, Philippe de la Salle qui perfectionna la mise en carte, et Bony qui donna à l'industrie des broderies une extension considérable, peuvent être considérés comme de véritables peintres et dessinateurs industriels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

besoin de notions comparées, de principes sainement définis, c'est assurément celle de la décoration pour meubles et ameublement. Il est permis, jusqu'à un certain point, au dessinateur pour étoffes, châles, dentelles, de rester fantaisiste ; pourvu qu'il ait le don de l'harmonie des couleurs, une certaine élégance naturelle, surtout la science des procédés de fabrication, il peut trouver dans ses propres ressources un aliment suffisant ; mais le décorateur, celui qui se livre à la composition des bronzes, des meubles, doit avoir recours à des études plus sérieuses, à une nourriture intellectuelle plus fortifiante. L'architecture, la comparaison des styles, doivent lui être familières.

C'est en examinant avec attention les œuvres exposées dans la classe 8, qu'on se rend compte des difficultés de cet art délicat. Les exagérations dans lesquelles tombent les artistes d'un ordre inférieur font ressortir les mérites exceptionnels de ceux qui ont su, par la sobriété de la composition, la recherche des lignes, l'harmonie des proportions, l'entente ingénieuse et toujours rationnelle de la forme appropriée à l'usage, montrer qu'on peut charmer le regard, satisfaire le goût, sans avoir recours à des *trompe-l'œil*, à des faux semblants de richesse qui n'abusent que le vulgaire.

L'Exposition de 1867 n'est pas exempte de ces dévergondages d'imagination, de ces fautes contre la raison et le sens commun. On rencontre trop souvent ces formes outrées, cette abondance de détails, qui marquent plutôt l'impuissance que la fécondité. Sous le prétexte de créer, on amalgame des styles qui se repoussent ; on croit être classique, parce qu'on greffe un Louis XVI de convention sur l'antique dénaturé et contrefait. Il est un certain style étrusco-grec dont on a fait un étrange abus ; il se rencontre partout, dans les frises et les antéfixes, les corniches des appartements, dans les meubles et sujets de pendules ou de bronze. Loin de rappeler les délicates compositions de Pompeï, cette interprétation bâtarde n'accuse que sécheresse et stérilité, Les beaux modèles du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

musée Campana auraient dû, ce semble, être pour les artistes une source d'informations plus fécondes; quelques-uns ont été plus heureux en cherchant leurs inspirations dans l'étude des maîtres allemands et italiens. M. Rambert, entre autres, a une originalité incontestable. C'est plutôt un penseur qu'un artiste industriel. Quoique ses compositions allégoriques, ses dessins de vignettes, fers de reliure, lettres composées, etc., lui créent une sorte de parenté avec Siebmacher, Blondus, Albert Dürer, son indépendance éclate néanmoins de mille façons : on sent qu'il suit sa voie sans s'inquiéter de ses réminiscences et sans se préoccuper des difficultés pratiques qui s'opposent à l'exécution de ses pensées. Dans la grande décoration, nous n'avons eu que des éloges à adresser à MM. Manguin (1), Prignot, qui ont créé des œuvres remarquables et imprimé un grand essor à toutes les industries qui sont les auxiliaires de l'architecte.

Les expositions étrangères nous offrent peu de spécimens de cette nature. Si ce n'est l'Italie, où la décoration murale s'est toujours maintenue, les autres pays restent tributaires de nos compositeurs et de nos ornemanistes. Il ne faut pas se dissimuler cependant que la création d'écoles et d'instituts nationaux tend à les faire entrer dans une voie d'affranchissement (2). C'est affaire à nous de ne pas rester en arrière de ce mouvement; aussi voudrions-nous, en terminant ces réflexions générales, consigner l'expression d'un vœu : c'est

(1) Nous croyons devoir insister sur le mérite exceptionnel des compositions exposées par M. Manguin. Non-seulement elles témoignent d'une science profonde et variée, d'une recherche consciencieuse et persévérante, mais elles donnent la mesure du degré de perfection que peuvent atteindre nos industries lorsqu'elles sont stimulées et dirigées par un homme de talent. La plupart des dessins ont été exécutés pour l'hôtel Païva.

(2) La Russie, l'Angleterre, l'Espagne, le Portugal, les États-Pontificaux, l'Italie et le Wurtemberg ont exposé des échantillons nombreux et variés des travaux et des méthodes d'enseignement de leurs écoles et associations ouvrières, telles que : École Strogonoff. Moscou. — *Kensington-Museum*. Londres. — Société des arts. Londres. — Association commerciale de Porto. — Institut industriel de Madrid. — Atelier de mosaïques. Rome. — Écoles ouvrières communales. Wurtemberg. — Société industrielle de Nassau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il se formât pour l'instruction des jeunes gens qui se destinent au dessin d'ameublement un plus grand nombre d'ateliers où ils pussent recevoir l'inspiration d'un maître distingué, à côté des notions élémentaires de leur art. Liénard, Henry, Chenavart, ont formé des élèves, mais on se contente trop aujourd'hui de consulter des recueils. Ceux-ci ne remplaceront jamais l'influence directe d'un homme de talent, comme Diéterle, par exemple. Espérons que l'institution projetée d'un collége central des beaux-arts appliqués à l'industrie comblera cette lacune et relèvera le niveau du haut enseignement un peu trop abandonné de nos jours.

§ 2. — Dessinateurs de fabrique, impressions, soieries, dentelles, broderies.

En impression, le nom technique du dessinateur industriel est « dessinateur de fabrique. » Cette dénomination indique, qu'outre les connaissances relatives à l'art, celui-ci doit posséder les notions les plus complètes sur toutes les phases de la fabrication.

En effet, avant d'être fixé sur l'étoffe, le dessin passe par la gravure; il est donc nécessaire que l'artiste ne soit pas étranger aux divers procédés qui affectent, soit les métaux, soit le bois; qu'il sache se rendre compte de l'effet produit par la molette, l'eau-forte, le pantographe, ou le cliché, et approprier son esquisse aux différentes combinaisons du rouleau, de la perrotine, de la planche plate, de la planche à la main, soit à compartiment, soit à retour.

Sans être positivement chimiste, il a besoin de certaines connaissances relatives à l'harmonie des couleurs, à leurs propriétés colorantes, à leur résistance selon les tissus employés; en un mot, il lui faut se tenir au courant des découvertes qui peuvent simplifier ou enrichir sa palette.

Après avoir ajusté ses dessins, au point de vue de la gravure, de la mise en couleur et en carte, le dessinateur doit encore

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se préoccuper de la mode, soit pour la suivre, soit pour lui résister; il faut que son influence s'exerce sur le fabricant, qu'elle le stimule, et qu'elle combine, sans lui nuire, l'alliance du goût et de la vogue.

Cette longue énumération des devoirs attachés à la profession de dessinateur montre à quel rude apprentissage il est tenu de se livrer avant d'arriver à la plénitude de son talent.

La fabrique est assurément la meilleure des écoles, l'école primaire de l'artiste, pour ainsi dire; mais il ne doit pas s'y confiner. Lorsqu'il y a épuisé toutes les connaissances pratiques de la fabrication, lorsqu'il a assoupli son imagination et sa main à toutes les exigences matérielles du métier, il est bon qu'il échappe à ce milieu restreint, et qu'il soumette son talent au contact des maîtres et à la concurrence de ses confrères.

Le grand développement des cabinets industriels permet aux jeunes dessinateurs de trouver un moyen d'existence assuré et une école qui n'est pas sans utilité pour quelques-uns. Mais alors un autre danger se présente : devenus les employés d'un chef de maison, n'ayant plus qu'à suivre sa direction, ils se laissent envahir par une sorte d'indifférence et l'assurance d'un salaire élevé; praticiens habiles, vous les voyez se renfermer dans une spécialité, se réduire au rôle d'*ouvrier machine* et perdre bientôt, avec le stimulant de la rivalité, la meilleure part de leur initiative et de leur individualité.

C'est entre ces deux écueils, la fabrique et l'atelier, que l'artiste intelligent doit se mouvoir, sans s'immobiliser dans l'un des deux. L'influence des grands cabinets, pernicieuse parfois sous ce rapport, s'étend encore plus loin : elle agit directement sur l'ensemble de la fabrication. Les dessins sortis de quelques ateliers en vogue affectent un caractère d'uniformité, de monotonie, qui se retrouve sur une multitude de produits. Comment n'en serait-il pas ainsi quand on réfléchit qu'un grand nombre d'industriels, n'ayant pas les moyens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'attacher directement un dessinateur à leur établissement, sont forcés de se pourvoir auprès de ces grandes officines qui cumulent souvent des branches d'industries opposées. Il en résulte que la même pensée, à quelques variantes près, se trouve simultanément reproduite et appliquée sans discernement; tel dessin, bien composé comme dessin de papier peint, tel emploi de couleur, harmonieux comme tenture, devient par le fait d'une imitation inintelligente et d'une sorte d'économie de conception, propre aux indiennes, aux soieries, aux étoffes, aux bronzes même, sans qu'il soit tenu compte des lois séparatives de chaque nature de fabrication. Les cabinets sont donc de véritables vulgarisateurs et leur action n'est pas indifférente. Hâtons-nous d'ajouter que quelques-uns ont rendu des services incontestables; tel maître, tel cabinet; néanmoins, nous préférons l'art indépendant; nous trouvons dans la liberté plus de garanties; l'initiative individuelle engendre la variété, multiplie les efforts, féconde le talent. Aussi les grands industriels sont-ils revenus pour la plupart à l'idée de s'attacher exclusivement des artistes de talent. C'est à cette tendance qu'il faut attribuer l'abstention d'un certain nombre de dessinateurs de l'Alsace, qui continuent dignement les traditions des Grosjean et des Grosrenaud. Il serait injuste de ne pas mentionner les progrès accomplis et les tentatives heureuses dont nous trouvons les traces dans l'exposition de la classe 8. Nous signalerons particulièrement MM. Guéritte, Roussel, Reech, Weber, Ulmann, Vaillant, Biais, Bonhomme, comme ayant apporté dans l'industrie des dentelles, des rubans, des broderies et des étoffes, de sérieux perfectionnements (1).

(1) L'Autriche n'a pas envoyé de dessins de fabrique. Son exposition consiste spécialement en ouvrages en cire ou en bois. Le Tyrol et la Bohême renferment des centres industriels importants où l'art de la sculpture a pris une grande extension. Nous devons signaler des sujets religieux, des tableaux d'intérieur rustique où le caractère des personnages se trouve reproduit avec une grande finesse d'exécution. On doit citer particulièrement l'envoi de M. Noker-Grœden.

Il en est de même pour la Suisse : l'exposition des artistes de Brientz et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — Dessinateurs pour châles.

L'industrie des châles cachemires fournit à la classe 8 un contingent notable de dessinateurs. Leur concours se justifie par l'importance croissante de cette branche de notre commerce national. Peu d'industries ont eu, en effet, un développement plus rapide.

On sait que la fabrication du châle français date en France des premières années qui suivirent la campagne d'Egypte. Modeste à sa naissance, le cachemire français se bornait à reproduire servilement, d'après les modèles indiens, quelques palmettes uniformes détachées sur un fond de couleur et encadrées d'une étroite bordure. Mais bientôt la mobilité de la mode, le besoin du nouveau, jeta la fabrication dans des voies d'affranchissement. Elle essaya des fleurs naturelles, des oiseaux, des papillons, des enlacements et des arabesques; puis vint le genre dit *renaissance*, mélange de fleurs décoratives et d'attributs. Ces essais n'étaient pas tous heureux; ils eurent cependant pour effet de tirer l'Orient de son immobilité séculaire. L'influence de nos dessinateurs s'étendit sur les métiers de l'Inde, et une sorte d'émulation s'établit entre les deux pays. Nous avons pu constater à l'exposition de l'Inde la présence de plusieurs châles exécutés sur des dessins envoyés de Paris.

Aujourd'hui la fabrication du châle français, qui a exigé tant d'ingénieuses combinaisons mécaniques, est arrivée à son plus haut point de perfection (1); elle est sans rivale en Europe.

celle de M. Wirth méritent d'être examinées au point de vue de l'élégance et de l'habileté avec lesquelles sont traitées les sculptures en bois.

(1) A l'origine, la fabrication se faisait sur des métiers à la tire, méthode dispendieuse et fatigante, puisqu'il fallait que des hommes et des femmes levassent à force de bras les fils de la chaîne. Le plus grand perfectionnement a consisté dans l'emploi de la machine Jacquart. Il faut remarquer aussi qu'avec l'ancien outillage on ne pouvait agir que sur un espace très-restreint et que les compositions à raccords limités ne permettaient pas à l'artiste de développer sa pensée. Maintenant, sauf la question de dépense, on peut disposer de la grandeur entière du châle et déployer ainsi toute la richesse d'imagination possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi a-t-elle été pour la France la plus grande école de dessin industriel appliqué aux tissus.

L'industrie du cachemire français occupe de 480 à 500 dessinateurs qui se divisent en deux classes : la première et la plus nombreuse se compose d'artistes qui créent les dessins originaux et dirigent des ateliers où ils emploient de 10 à 40 ouvriers, dessinateurs, crayonneurs, metteurs en carte, retoucheurs, remplisseurs, etc.; la deuxième catégorie comprend les dessinateurs attachés aux fabriques: ceux-ci se bornent pour la plupart à copier les châles de l'Inde.

Amédée Coudère a laissé un nom fort estimé parmi les dessinateurs de châles. Il a fait école; mais de sensibles progrès ont été réalisés depuis les expositions de la maison Ternaux. L'Exposition de 1867 permet de les apprécier. MM. Berrus frères se maintiennent au premier rang par la variété et le goût de leurs compositions. MM. Vichy, Gonelles frères, Delaye, ont également mérité l'attention du jury, par l'importance de leurs travaux et la grande extension qu'ils ont donnée à leur industrie.

§ 4. — Papiers peints.

L'origine de l'industrie des papiers peints remonte à la fin du XVII^e^ siècle, mais leur emploi resta limité à des usages très-restreints jusqu'en 1750, où l'introduction par les Anglais des papiers tontisses, vint donner une certaine activité à la fabrication. En 1780 on ne comptait encore en France qu'une trentaine de manufactures; le prix moyen du rouleau était environ de six livres, prix considérable pour l'époque et qui indique que la consommation ne s'étendait guère au delà de certains articles de luxe. Encore les moyens mécaniques dont on disposait alors étaient-ils bien primitifs, si on les compare aux ressources qu'on possède aujourd'hui. Il y a cent ans, l'impression se faisait au moyen de planches gravées qui ne fixaient que le contour, et nécessitaient le concours de peintres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour le modelage intérieur. L'impression complète à la planche a été le premier progrès; elle a diminué le prix de la main-d'œuvre et fait disparaître les carrés de petite dimension et les raccords qui restreignaient l'emploi du papier à des surfaces limitées. Le rouleau sans fin, la machine à papier continu, l'impression mécanique, ont apporté successivement des perfectionnements nouveaux.

L'industrie des papiers peints a été une des branches les plus productives de l'art appliqué à l'industrie; elle a produit une pléiade d'artistes de grand mérite, qui ont fait école, et qui n'ont pas été dépassés par la génération nouvelle. Les deux périodes pendant lesquelles les papiers peints prirent un essor considérable correspondent, avant et après 1830, à deux courants artistiques distincts, qui se sont personnifiés chacun dans un groupe d'artistes. Laffitte, Lagrenée, Malaine et Madère furent créateurs à leur manière, car s'ils reçurent l'industrie au sortir de la révolution, abandonnée et sans direction, ils la laissèrent florissante et marquée au coin d'un véritable cachet de distinction artistique. Après eux Zipelius, Henry, Poterlet, Wagner, Chabal, Müller, Dumont, Guichard (1), partis de points de vue différents, doués d'aptitudes diverses, ont donné naissance à des spécialités qui ont eu leur jour de vogue et fournissent encore aujourd'hui des types acceptés du public.

En somme, depuis 1855, les dessinateurs ont moins marqué par la supériorité du talent que par la recherche constante de la nouveauté. Cependant, il faut reconnaître que la diversité des genres a amené de bons résultats. Les artistes se sont préoccupés davantage de l'étude de la nature. Ils ont gagné en *réalisme* ce qu'ils ont perdu en imagination; aussi les sujets à personnages, les compositions décoratives, les trompe-l'œil à la façon italienne, ont ils été généralement abandonnés. Cela

(1) Nous devons aussi mentionner quelques bonnes compositions de MM. Riester, Gattiker, Adam, Vaucquier et Delfosse, Oury et Fuchs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tient à cette raison que l'emploi des papiers peints est subordonné à la mode des étoffes d'ameublement. La vogue des perses, des cotonnades, des dessins orientaux, a eu une action directe sur la composition des papiers de tenture. Le dessinateur a donc moins besoin aujourd'hui d'être décorateur qu'artiste industriel; ses préoccupations doivent se porter de préférence sur les questions d'économie dans la fabrication et la recherche des couleurs dont les procédés chimiques ont multiplié les richesses. L'exiguïté de nos surfaces murales, dans les appartements, l'emploi plus fréquent des tentures et de la peinture, ont également contribué à amener des modifications dans le choix des dessins. Cette situation a eu pour résultat de jeter les artistes de talent dans des industries rivales, celles des tapis, tapisseries et étoffes d'ameublement par exemple, qui ouvre à leur imagination une carrière plus libre.

§ 5. — Dessinateurs pour bijoux, orfévrerie d'art.

La classe 8 renferme à la fois des dessins et des œuvres d'orfévrerie, de bijouterie d'art, de ciselure, de repoussé, de damasquine, des sculptures et des incrustations sur bois, sur ivoire, des modelages en cire et des pièces d'émaillerie. Il est donc bien difficile d'établir un ordre de classement entre tous ces produits qui diffèrent aussi bien par la nature du travail, les procédés employés, que par la valeur de la matière. Il est possible cependant de trouver entre eux un lien de corrélation : c'est le souffle artistique qui court à travers ces mille riens charmants auxquels il ne manque souvent que la sanction du temps pour prendre place dans les collections des amateurs les plus délicats. Quelle que soit la diversité de la matière, ces œuvres participent les unes des autres en ce sens que l'artiste, pour les créer, puise aux mêmes connaissances, s'inspire aux mêmes sources artistiques. Il y a lieu cependant de distinguer entre l'artiste dessinateur qui se contente de jeter sur le papier des modèles que les fabricants

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

font exécuter, et celui qui est deux fois créateur, et par l'inspiration et par la main. Quelques-uns de nos exposants réunissent ce double mérite, et je les en félicite. Cette habileté des doigts, qui vient au secours de la pensée, qui l'interprète et la vivifie, est le complément des vrais artistes; elle donne à leurs œuvres cette verve et cet accent de personnalité et d'unité qui fait le charme des belles productions de l'art florentin. On est heureux quand, au milieu de tant d'inventions industrielles, destinées à tromper l'œil, on rencontre un talent consciencieux, honnête, primesautier. M. Philippe est de ceux qui ne dédaignent pas de savoir descendre aux plus minutieux détails de la fabrication. Il a étudié les secrets de son art, et il est à la fois modeleur, graveur, émailleur, ciseleur et fondeur. Aussi, malgré la variété de ses compositions, ses patères, ses buires, ses cadres, ses coffrets émaillés ou incrustés, sont aussi remarquables par l'élégance de la forme que par la perfection et le fini du travail. On sent circuler à travers les rinceaux, les arabesques, les figurines qui ornent le socle de ses coupes, entourent les médaillons, une vie et une chaleur qui manquent généralement à nos arts de commande, trop souvent étouffés dans les étreintes du métier et de la mécanique.

Nous devons signaler de même le mérite de M. Henry Dufresne.

§ 6. — Damasquine.

L'art de la damasquine remonte aux âges les plus reculés; on trouve chaque jour, sur des objets de la plus haute antiquité, les traces de ce travail difficile et délicat. Les Indiens, les Maures, les artistes florentins et milanais l'ont particulièrement pratiqué; mais lorsque les armures ne furent plus une protection suffisante contre les engins de guerre modernes, la damasquine cessa d'être employée.

Aujourd'hui elle n'est guère connue que d'un petit groupe d'artistes amateurs qui se livrent à la restauration des objets anciens. La difficulté des procédés, le prix exorbitant de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

main-d'œuvre, seront toujours un obstacle à la reprise de ce travail de luxe ; aussi a-t-on cherché des moyens plus expéditifs et plus économiques d'arriver au même résultat.

L'ancienne damasquine consistait dans une superposition de fils d'or vierge très-menus sur des surfaces rondes ou plates, préparées à l'aide d'un outil tranchant appelé *couteau à hacher*. Les aspérités produites sur le métal présentent l'aspect de la taille d'une lime; elles facilitent l'adhérence des fils d'or, qu'elles grippent en tout sens. Au moyen d'une chaleur qui ne doit pas dépasser la couleur bleue, on fait pénétrer, avec un brunissoir en pierre d'agate, l'or dans les hachures; les fils se lient et s'amalgament pendant la dilatation, et présentent, lorsque le refroidissement s'est opéré, une masse extrêmement compacte et solide. Il ne faut pas confondre cette opération avec celle de l'incrustation, laquelle est surbordonnée à la gravure en creux qui lui sert de guide. La pureté des lignes et la délicatesse du dessin n'offrent donc que peu de difficultés à l'incrusteur, puisqu'il n'a qu'à introduire l'or dans l'emplacement préparé d'avance.

Les découvertes chimiques ont permis de simplifier encore l'opération de la gravure et d'obtenir des creux par l'emploi des défoncements à l'eau-forte. C'est à ce procédé que M. Zulnaga (section espagnole) a eu recours pour la confection, d'ailleurs très-remarquable, de ses œuvres. Indépendamment du mérite attaché au travail lui-même, on a constaté chez cet artiste un sentiment délicat de la décoration et une réminiscence heureuse des belles traditions milanaises.

Nous devons aussi mentionner les excellents spécimens exposés par MM. Perot et Roucou. Ce dernier appartient à l'école de l'ancienne damasquine; son coffret et ses modèles de serrure peuvent rivaliser avec certaines pièces de nos musées. Nous signalerons également son procédé de damasquine en relief et de dorure sans métal sous-jacent, qui peuvent rendre de grands services dans l'ornementation des armes de luxe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 7. — Émaux.

Après la révolution et les derniers essais tentés par Augustin et Counits, l'art de l'émaillerie perdit une grande partie de son importance. Depuis une dizaine d'années cependant, un mouvement de reprise s'est manifesté sous l'influence des études savantes auxquelles ont donné lieu l'analyse et la comparaison des méthodes employées dans la fabrication de Limoges. Les amateurs n'ont pas été étrangers à cette résurrection d'un art si éminemment français, sinon par ses origines, au moins par ses perfectionnements. Leurs expositions ont contribué à faire connaître et apprécier ces magnifiques échantillons de l'époque de la renaissance, illustrée par les Léonard, les Courtois, les Pénicaud, et plus tard Petitot et Chéron.

Est-ce à dire que ces efforts aient réussi à faire revivre ces œuvres anciennes, si éclatantes encore sous leurs reliefs et leurs colorations métalliques? Il est positif qu'en dépit des progrès accomplis par la chimie moderne, beaucoup de traditions se sont perdues. On a parfaitement analysé la composition des oxydes, défini les procédés, et l'on a été impuissant à reconstruire la synthèse avec les matériaux brisés.

L'émaillerie, par ses difficultés d'exécution, les connaissances techniques qu'elle exige, est un art savant. Il faut distinguer la peinture *en émail* sur plaque de cuivre, de la peinture *sur émail* qui a toujours été employée, et dont les procédés sont plus élémentaires. Les résistances matérielles qui entravent l'exécution de la première sont bien faites pour décourager les artistes qui cherchent avant tout à donner à leurs produits une destination commerciale. Le but des émailleurs modernes a donc été, si j'en excepte un petit groupe d'hommes épris de leur art, de rechercher toutes les combinaisons qui pouvaient simplifier la fabrication. Néanmoins, telles sont les difficultés inhérentes à ce genre de travail que l'on est parvenu bien rarement à le plier aux exigences de l'art. La plupart du temps, on n'a fait que copier servilement les modèles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la fabrication limousine ou chinoise, ou composer de simples grisailles, qui eussent été obtenues plus facilement par d'autres moyens. La peinture sur porcelaine ou sur faïence présentera toujours des avantages plus réels dans les applications industrielles, en ce qu'elle se prête mieux que l'émail à rendre les effets variés de la nature.

Les émailleurs sur or et sur argent ont un champ plus vaste. L'art de traiter les métaux a fait d'incontestables progrès, et de nombreuses découvertes sont venues faciliter le travail de l'orfévre. Ainsi, pour le *champlevage,* on ne se sert presque plus du marteau; il est facile d'obtenir par la fonte, la galvanoplastie ou l'eau-forte, des alvéoles destinées à contenir l'émail. M. Feuquières a employé ce moyen avec succès.

En résumé, on est fondé à croire que la peinture *en émail* restera toujours le domaine exclusif de quelques artistes qui se préoccupent uniquement de produire une œuvre de haut goût; mais l'exposition de M. Berthon et les remarquables ouvrages de M. Geoffroy, qui a rencontré de nouvelles applications de l'émail à l'argent dans l'orfévrerie religieuse, prouvent qu'on peut encore trouver dans l'émaillerie des ressources précieuses pour la décoration.

§ 8. — Céramiques; briques émaillées.

Il y a lieu de constater le rôle important que joue la faïence française à l'Exposition de 1867. Sans vouloir diminuer le mérite de MM. Copeland, Minton et autres, qui ont contribué à relever cette industrie et lui ont ouvert, grâce à leurs relations commerciales, à leurs grands capitaux et à la puissance de leurs machines, des débouchés considérables, nous pouvons aujourd'hui nous féliciter d'avoir repris l'avance que nous avions perdue au concours de 1855. Si on s'attache à la comparaison des produits, on est frappé de la supériorité qui distingue nos faïences de luxe des poteries anglaises; la différence essentielle consiste dans la fabrication et l'emploi des maté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riaux. Au lieu de terres préparées et mélangées, la manufacture de *Stoke upon Trent* se sert de cailloux broyés par la machine, qui rendent une pâte blanche, semblable au kaolin qui est la base de la porcelaine dure. Excellente pour la vaisselle ordinaire, et certaines poteries de jardin, cette composition nous paraît se refuser à des emplois décoratifs. Il n'en est pas de même des briques émaillées exposées par M. Collinot (1), dans la classe 8. Ce qui caractérise particulièrement sa fabrication, c'est l'application qui peut en être faite, sur une large échelle, à l'architecture. La céramique est la vraie peinture des monuments. Lorsque ce genre de décoration sera compris en France comme il l'est en Orient, il rendra le plus grand service aux architectes. A l'intérieur des églises, des palais, des théâtres, des cafés, des bains, aussi bien qu'à l'extérieur pour les frises, les cordons, les arcs, les moulures, la substitution de la faïence amènera avec elle la couleur inaltérable à l'air, au gaz, à la fumée et à l'humidité qui perdent si vite les peintures les plus solides; elle jettera sur l'ensemble gris et blafard de nos villes la gaieté et la variété qui leur manquent.

Indépendamment des progrès apportés à la fabrication même des briques, par la découverte de terres vitrifiables, et la composition d'émaux plus transparents, il faut féliciter M. Collinot et son savant collaborateur, M. Adalbert de Beaumont, d'avoir puisé leurs modèles dans les plus beaux types empruntés au génie persan, chinois, arabe ou mauresque.

On a trop souvent oublié que l'art décoratif est né avec la lumière. L'éclat dont la nature entoure les productions

(1) Quelques personnes ont paru surprises que les essais céramiques de M. Collinot aient été distraits de leur classe naturelle et aient figuré, à l'exclusion des autres, dans la classe 8. Il est facile d'en saisir la raison. Les poteries de M. Collinot ont un caractère industriel qui n'échappera à personne. Il y a dans ces essais, si remarquables d'ailleurs à tant de titres, le principe d'un système nouveau d'ornementation pour les édifices, auquel les constructions orientales du parc ont donné le piquant de l'à-propos. Il était donc logique que M. Collinot prît place dans une classe qui a pour objet de mettre en évidence les applications de l'art à l'industrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

orientales, la richesse de la flore, l'abondance des matières premières, ont révélé aux potiers, aux architectes, aux brodeurs, l'instinct de la couleur, l'harmonie des tons et la manipulation de ces belles terres émaillées, qui ont défié les injures des siècles. La simplicité de la vie asiatique donne aux monuments, aux ustensiles de la vie religieuse ou privée une régularité presque géométrique dans la profusion même, qui leur imprime un caractère profondément original. Aussi est-ce à ces peuples dont l'immobilité railleuse semble défier l'activité de nos machines, qu'il faut encore demander le secret de la véritable décoration. En vain les découvertes chimiques ont multiplié les tons de la palette : avec quelques couleurs *mères* les Chinois, les Persans, les faïenciers arabes ou italiens, leurs élèves, obtiennent des effets d'une vigueur incomparable. Le goût le plus exquis a brodé, découpé, soutaché, niellé ces entrelacs, ces arabesques ; le caprice seul semble avoir créé ces fleurs, ces animaux chimériques, et cependant telle est la puissance de l'inspiration puisée dans l'étude de la nature que le fantastique devient réel, marche, vole, s'épanouit et s'anime d'un souffle de vie. Quelle variété sous cette apparente monotonie de rinceaux enroulés! quel éclat sous ces vibrations infinies de la couleur! quelle justesse de proportion dans ces vases aux flancs largement renflés, aux cols évidés, autour desquels l'imagination, réglée par une logique secrète, a jeté l'éclatante parure de sa couleur.

C'est à ces sources que nos faïenciers doivent se reporter. Ils y trouveront la forme, le dessin et l'éclat. Ils ne doivent pas perdre de vue que l'entente de l'effet et les moyens décoratifs doivent être appropriés à la destination des objets. Or, cette loi première, l'art oriental nous la révèle. C'est pour l'avoir méconnue qu'on est tombé souvent dans une confusion regrettable. La prépondérance accordée à l'élément scientifique, à la découverte de nouveaux émaux colorants, est un excès ; on ne saurait séparer la forme de la couleur et de la matière. Vouloir transporter un art dans le domaine d'un au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tre, en imitant sur des porcelaines, par exemple, le reflet de l'argent ou du bronze, en reproduisant sur des potiches ou des assiettes de grands tableaux en miniature, c'est se complaire dans la satisfaction puérile d'une difficulté vaincue et faire de l'accessoire le principal.

Nous devons aussi signaler le mérite des faïences de M. Bouquet, peintes sur émail stannifère cru, et cuites au grand feu du four. Indépendamment des difficultés de l'exécution, elles révèlent chez leur auteur un grand talent de paysagiste.

§ 9. — Camées; pierres dures.

On appelle *camée* une pierre dure composée de plusieurs couches superposées de diverses couleurs, dont l'artiste profite pour faire une espèce de tableau, d'un fond clair ou foncé, et sur lequel les figures, les draperies, les cheveux se détachent par une nuance différente. On exécute ce travail au moyen de diamant pilé et d'un tour faisant mouvoir des mollettes en fer doux.

L'art de graver les camées sur pierres fines nous vient des Grecs. Introduit à Rome sous Auguste avec les célèbres graveurs Dioscorides et Aulus, il fut repris avec succès à l'époque de la renaissance et brilla d'un certain éclat en France, sous Henri IV, qui fit travailler Coldoré.

A la fin de l'Empire, cet art fut négligé et tomba presque dans l'oubli. Nous devons à un artiste italien, élève de Girometti, et naturalisé français, M. Michelini, la création d'un atelier d'où sont sortis quelques-uns de nos meilleurs graveurs. Depuis une dizaine d'années le commerce des camées et des coquilles tend à augmenter constamment, et donne lieu à une exportation considérable à l'étranger, principalement en Amérique.

Les progrès de nos articles sont très-sensibles. Encouragés par la vogue de leurs œuvres, qui sont très-recherchées par la bijouterie, ils me paraissent entrés dans une bonne voie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Guyetant, Bissinger, Staiger, ont particulièrement attiré l'attention du jury par la grande perfection des ouvrages qu'ils ont exposés.

§ 10. — Graveurs en cachets héraldiques; timbres secs et humides; chiffres monogrammes pour timbrage en couleur.

Au dernier siècle, les beaux cachets se gravaient en Angleterre (1); nous sommes aujourd'hui en mesure de nous suffire à nous-mêmes. Depuis 1849, le nombre des ouvriers graveurs a presque triplé. L'accroissement a porté principalement sur l'industrie des timbres secs et des cachets servant au timbrage en couleur du papier. Cette dernière avait déjà fait son apparition à l'Exposition de 1855 : depuis, le commerce de la papeterie s'en est emparé et elle donne lieu à un mouvement d'affaires très-considérable. M. Stern n'a pas été étranger à l'extension de ce genre de gravure artistique.

§ 11. — Gravures en taille-douce, reproduction des planches par la galvanoplastie.

Il y a longtemps qu'on est parvenu par la galvanoplastie à reproduire des clichés typographiques servant à l'impression des factures, chèques et billets de banque. En typographie, ces moules s'obtiennent facilement en gutta-percha (2) : la difficulté devient plus grande si on veut les appliquer à la reproduction des planches en taille-douce. En effet cette gravure, qui s'opère moitié à l'eau-forte, moitié au burin, présente des inégalités provenant des creux, et des détails imperceptibles dans le rendement des ciels et zones de nuages, qui échappent à l'action de la gutta-percha.

A l'aide de moules en cuivre, on est parvenu à vaincre ces difficultés. Les épreuves obtenues par ce moyen (3) offrent

(1) MM. Wyon, Ortener et Koule continuent à soutenir l'ancienne réputation de la gravure anglaise.

(2) Voir le rapport de M. Paul Boiteau sur la classe 6 (Imprimerie et librairie).

(3) Exposition de M. Stern.— Les procédés de MM. Placet, Vial, s'appliquent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une grande pureté et une ressemblance photographique. Elles paraissent supérieures à celles que donne l'ancien système à cylindre Perkins dont le prix est beaucoup plus élevé et qui exige un matériel considérable.

§ 12. — Gravures sur verre.

La gravure sur cristaux et sur verre se fait généralement à la meule. Les Anglais nous paraissent supérieurs pour la gravure des cristaux; il est vrai que le prix élevé de leurs produits facilite leur grande perfection. Si l'on voulait en France rémunérer ainsi l'artiste, on arriverait certainement au même résultat. Notre Exposition est particulièrement remarquable au point de vue des inventions destinées à perfectionner la gravure sur verre par les procédés économiques. La classe 8 offre, sous ce rapport, des applications ingénieuses de l'acide fluorhydrique (1).

§ 13. — Ouvrages populaires sur les beaux-arts. — Vulgarisation de modèles anciens.

Un des symptômes les plus significatifs de ce mouvement de recherches, d'examens, de comparaisons critiques particulier à notre temps, et sur lequel nous avons eu l'occasion de nous prononcer déjà, c'est assurément le nombre croissant des publications périodiques (2), livres, réimpressions, recueils gravés ou lithographiés.

également, au moyen de l'électro-chimie, à la reproduction de la gravure en taille-douce.

(1) Voir l'exposition de M. Jardin-Blancoud et ses spécimens de gravure chromatique sur ivoire.

(2) Il faut diviser ces publications artistiques en deux classes : les publications périodiques illustrées ou journaux et les recueils paraissant par livraisons ou fascicules, hebdomadairement ou mensuellement.

En première ligne et par raison d'âge, il convient de placer dans la première catégorie : *La Gazette des Beaux-Arts*, dirigée par M. Galichon, avec la collaboration d'écrivains et d'artistes distingués;

L'Art pour tous, fondé par M. Reiber, et continué par M. Sauvageot : ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La vogue soutenue de ces journaux d'art industriel a sa raison d'être. On sait la difficulté qu'on éprouve à se procurer l'œuvre originale de certains maîtres, tel que celui de Philibert Delorme et de Ducerceau, la collection des grands vases de Vico ou de Polidore, les cheminées de Serlio, le livre des meubles de Vriese et, sans remonter si loin, les planches de Blondel, Marot, Berain, Lepautre, Meissonnier et autres. Mettre à la portée du public ces ouvrages et ces modèles, c'est assurément une pensée morale qui a son utilité pratique. Le

recueil est destiné à rendre de véritables services; son tirage actuel, qui s'élève à 5,000, tend à augmenter;

Le Manuel de peinture, composé exclusivement de planches en couleur et traitant de toute décoration peinte;

Le Journal de menuiserie, dirigé par M. Maugeant, architecte;

La Revue générale de l'architecture et des travaux publics, dirigée par M. Daly;

La Gazette des architectes.

Ouvrages non périodiques :

Dictionnaire raisonné d'architecture française, par M. Viollet le Duc; véritable encyclopédie des arts au moyen âge;

Dictionnaire du mobilier français, par le même;

L'Architecture et les arts qui en dépendent, par M. Gailhabaud;

Les palais et châteaux de France, 4 vol., 300 planches en taille-douce, par M. Sauvageot;

Histoire des arts industriels, par M. Labarte;

La Flore ornementale, par M. Ruprich Robert;

Collections gravées, de M. Lièvre;

Motifs historiques, par M. Daly;

Desjardins-Isnard, publication d'estampes imitant la peinture à l'huile, à l'aquarelle : son procédé dérive de ceux employés au XVIIIe siècle; il consiste à imprimer un sujet avec quatre planches dont les couleurs se combinent entre elles.

Album indo-parisien, par Delahaye; recueil de palmes, palmettes imitant le style indien, persan, chinois, etc.;

Album du tapissier, par Guillemard;

La France sous Louis XV, par Guilletat;

Rapilly, 2 volumes de copies des meilleurs maîtres anciens: cette publication, sous la direction de M. Destailleur, a été gravée avec un grand soin par Riester, Caratte et autres;

Péquegnot. Choix de pièces les plus remarquables de vieux maîtres; ouvrage estimé des artistes;

Recueil de dessins gravés à l'eau-forte, et reproduction de l'art chinois, indien et persan, par M. Adalbert de Beaumont.

En Belgique, nous devons signaler le *Recueil de meubles*, par Eastlake; dessins pour la fabrication des armes de luxe, par Waroux, Hermann de Liége, Dietterlin, et l'*Album* de M. Tschaggeny.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps est, en effet, un capital pour l'artiste ; lui épargner les heures passées dans les bibliothèques, en lui apportant à domicile les éléments de l'instruction, constitue un bénéfice net; aussi la plupart des publications conçues dans l'esprit de propager les notions élémentaires de l'art décoratif et d'éviter à l'ouvrier des déplacements onéreux ont-elles réussi. Il n'est donc pas indifférent que ces recueils soient rédigés avec intelligence et que les documents de cette bibliothèque populaire soient triés et choisis avec méthode et discernement. C'est à ces conditions qu'ils peuvent être pour le lecteur une source d'informations fécondes.

Quelques esprits sérieux ont mis en doute les résultats d'un système qui, épargnant à l'artiste toute recherche et initiative personnelles, sollicitant sa paresse par la facilité de trouver des modèles préparés à l'avance, tendrait à émousser l'action de l'imagination, effacerait le caractère original de la conception, et supprimerait ces efforts quotidiens dont la collectivité constitue le progrès.

Assurément ces reproches ne sont pas sans fondement. Que quelques artistes ne soient que trop enclins à se contenter de cette instruction superficielle, le fait n'est que trop certain, et on a pu s'apercevoir que l'imitation servile des modèles ou leur interprétation mal comprise pouvait donner aux produits artistiques une apparence de monotonie regrettable. Mais il convient de ne point exagérer ces critiques.

Le mal n'est point aujourd'hui dans les tendances des hautes industries fabriquant exceptionnellement et sur commande, et maintenant par des œuvres de choix le niveau élevé de l'art ; il est plus bas, nous l'avons déjà dit, sur l'échelle de ces productions variées qui s'adressent à des besoins plus bourgeois. C'est donc par la base que la régénération doit s'opérer ; c'est contre la décadence des formes provoquées par la préoccupation exclusive de l'utilité, contre la fausse grandeur, l'abus du clinquant, la recherche de l'effet, qu'il faut réagir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est en instruisant l'ouvrier, en lui montrant comment les maîtres ont procédé, en appuyant de l'exemple l'enseignement des saines traditions, qu'on parviendra à combattre efficacement ces causes de décadence.

Félicitons-nous donc de voir cette vérité pénétrer les esprits : qu'une éducation forte et virile est le contre-poids nécessaire des tendances réalistes de notre époque. Encourageons de toutes nos forces la création des instituts populaires, le développement des cours d'enseignement qui relèveront le niveau de l'instruction industrielle; ayons aussi confiance dans ce public éclairé, dont les conseils, les encouragements, les libéralités stimulent nos industries de luxe : espérons enfin que l'art moderne, plus vigoureusement constitué, pourra s'affirmer à son tour, et que notre siècle, après avoir passé par l'éclectisme, entrera, comme ses devanciers, en possession d'un style qui aura sa raison d'être, de vivre et de compter, s'il est réellement la personnification élevée de nos besoins, de nos idées et de nos mœurs (1).

(1) Nous devons, en terminant, adresser des remercîments à quelques artistes distingués qui ont bien voulu nous aider de leurs lumières et nous fournir d'utiles renseignements sur les progrès de leur industrie. Nous citerons, parmi ces collaborateurs bienveillants : MM. Laroche, membre adjoint du Jury, Berrus, Conelle, Stern, Prignot, Sauvageot, Geffroy, Pequegnot, Roucou et Henry.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION III

GRAVURE SUR PIERRES DURES

PAR M. BARRE.

Sans sacrifier la profession où, de longue date, ils se sont placés au premier rang, MM. Jardin et Blancoud, graveurs sur métaux, ont su créer et fabriquer couramment des produits nouveaux qui paraissent devoir apporter un précieux concours aux diverses industries de luxe. C'est de la gravure sur pierres dure par un procédé chimique.

Parmi ces produits, qui se recommandent par leur variété inattendue autant que par une exécution pleine de goût, nous avons plus particulièrement remarqué: des cornalines, des onyx et des jaspes gravés en creux ou en tailles d'épargne, au moyen de l'acide fluorhydrique; des pierres de même nature, gravées d'abord par l'intervention du même agent et incrustées ensuite d'or ou d'argent, soit par la galvanoplastie, soit par compression; des émaux également gravés par l'action de l'acide et niellés à l'aide de couleurs vitrifiables, ce qui s'applique par exemple à la porcelaine et aux services de table faits de cette substance; des filigranes d'une finesse extrême, obtenus par des combinaisons semblables à celles qui président à l'incrustation des pierres dures; et enfin des plaques de nacre sur lesquelles des ornements délicats tracés par la morsure ont été incrustés de fils d'or comprimés.

Dans leurs inscrustations le métal est parfaitement assujetti

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à poste fixe, parce que le trait du sillon qui remplit le métal est plus large au fond qu'à la surface. Par la gravure cet arrangement est très-facile et se fait pour ainsi dire de lui-même.

Les procédés qui permettent de fabriquer ces produits dans des conditions peu dispendieuses sont aujourd'hui l'objet d'une exploitation importante. Sans plus nous étendre sur les nombreux spécimens que MM. Jardin et Blancoud ont exposés pour leur propre compte, nous signalerons une application très-réussie de leur mode de gravure et d'incrustations métalliques faites, dans de grandes proportions, sur la tablette, en jaspe rouge, d'une splendide toilette sortant des ateliers de MM. P. Christofle et C^ie^. Les dimensions, la richesse et la beauté de ce travail prouvent que l'industrie fondée par les deux habiles graveurs est, tout au moins, en mesure de prêter une coopération puissante à l'art du mosaïste en pierres dures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 9

Epreuves et appareils de photographie, par M. DAVANNE, chimiste, vice-président de la Société de Photographie, auteur de la *Chimie photographique*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 9

ÉPREUVES ET APPAREILS DE PHOTOGRAPHIE

PAR M. A. DAVANNE

Vice-Président de la Société française de Photographie.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

L'importance de la photographie à l'Exposition universelle de 1867 se révèle par le chiffre des exposants, qui s'élève environ à six cent cinquante pour l'ensemble des diverses nations; par le nombre des photographies exposées non-seulement dans les salles spéciales qui leur sont consacrées, mais aussi dans toutes les autres parties du Palais; par les applications scientifiques et industrielles qui prennent une extension de plus en plus considérable.

Si l'on examine l'ensemble des photographies pour elles-mêmes, on peut constater un progrès évident sur les expositions antérieures; les épreuves médiocres ont presque entièrement disparu, les appareils se sont perfectionnés, les meilleures formules se sont vulgarisées, même dans les pays les plus lointains, et la tâche du Jury eût été très-difficile s'il avait dû ne baser son jugement que sur la beauté des spécimens qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lui étaient soumis ; mais, en constatant ces progrès, il a dû remonter plus haut et rechercher les causes qui les avaient amenés.

Les beaux résultats constatés ont été acquis par suite de modifications heureuses dans les procédés et dans les appareils; des méthodes nouvelles pour s'affranchir de l'emploi des métaux précieux et pour les remplacer par le carbone ou l'encre grasse ont été cherchées, inventées, perfectionnées; des applications inattendues sont venues apporter des preuves nouvelles de l'importance de cette grande découverte si bien comprise par Arago, quand il vint proposer à la France de la payer des deniers publics, afin que, divulguée à tous, elle pût recevoir de chacun les perfectionnements rapides qui l'ont amenée au point où nous la trouvons aujourd'hui.

Répandue maintenant sur toute la terre, la photographie voit compter par millions la valeur de sa production commerciale ; elle a créé autour d'elle des industries accessoires qui se sont développées ; elle a stimulé les progrès de l'optique, donné un débouché nouveau au commerce des produits chimiques, et, en dehors de l'industrie des portraits, dans laquelle on est trop porté à la spécialiser, elle prouve chaque jour par les services rendus aux arts qu'elle vulgarise, aux sciences dont elle facilite l'étude, à l'industrie qui emprunte son concours, que l'illustre savant qui l'a présentée au monde ne présumait pas trop de son avenir.

Sous le nom général de procédés photographiques, on comprend l'ensemble des méthodes employées pour obtenir une image par l'action de la lumière sur une surface sensible quelconque. La production de ces images résulte d'opérations complexes, et peut être obtenue par des procédés très-différents. Nous les étudierons dans l'ordre suivant :

1° Les méthodes au moyen desquelles on fixe l'image donnée par la chambre noire, soit comme épreuve positive *directe*, soit plutôt comme épreuve négative ou type servant ensuite à l'impression d'un nombre indéfini d'exemplaires ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Les différents modes d'impression, soit par les sels d'or et d'argent, soit par le bichromate de potasse et les matières colorantes, soit encore par les substances vitrifiables servant à faire les émaux et les vitraux photographiques, et par les procédés qui permettent d'obtenir sur pierre ou sur métal des épreuves dont on peut faire ensuite un tirage régulier, économique et solide au moyen de l'encre grasse.

Enfin, les procédés de fabrication étant connus, il restera à en examiner les résultats et les diverses applications.

CHAPITRE I.

ÉPREUVES DIRECTES ET ÉPREUVES NÉGATIVES.

§ 1. — Héliochromie.

Le problème d'obtenir et de fixer sur une surface sensible les objets tels que nous les voyons avec toutes leurs couleurs n'est pas encore complétement résolu. La France est la seule nation qui ait exposé des photographies avec les couleurs naturelles, et bien que souvent des découvertes de ce genre aient été annoncées en Angleterre et en Amérique, nous devons croire que les résultats sont toujours restés très-incomplets, puisque, jusqu'à ce jour, ils n'ont figuré à aucune exposition. M. Niepce de Saint-Victor a fait faire un pas nouveau, dans ces dernières années, à cette branche de la photographie ; en employant un vernis composé de dextrine et de chlorure de plomb, il a pu donner à ses plaques une fixité plus grande que celle qui a été obtenue jusqu'à ce jour, mais il n'arrive cependant pas encore à la fixité absolue; il est parvenu, en outre, à reproduire même la couleur noire, qui semble la négation de la lumière et qui cependant modifie la teinte de la plaque comme le font les couleurs du spectre solaire. Ces expériences dont les résultats s'améliorent sans cesse, pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent que la solution du problème n'est pas impossible à atteindre; mais, au point de vue pratique, les procédés héliochromiques ne sont pas encore applicables; il leur manque la rapidité de l'exécution et la stabilité de l'épreuve produite.

Les mêmes observations peuvent être adressées à l'héliochromie sur papier de M. Poitevin; en faisant réagir les sels acides de chrome sur le chlorure d'argent violet, cet inventeur est parvenu à préparer de grandes feuilles de papier sur lesquelles on peut imprimer, par superposition, toutes les couleurs d'un modèle plat et transparent; ces couleurs obtenues prennent une certaine stabilité lorsqu'elles ont été traitées par une solution de bichlorure de mercure; mais, comme les épreuves héliochromiques sur plaques, elles ne tardent pas à s'effacer sous l'influence prolongée de la lumière.

§ 2. — Plaques daguerriennes.

Le développement considérable de la photographie sur papier a fait abandonner ce procédé qui était d'une finesse et d'une douceur remarquables; mais les dimensions forcément restreintes des plaques, leur prix élevé, l'inconvénient de ne pouvoir obtenir les épreuves redressées qu'au moyen d'un prisme ou d'une glace parallèle qui retardait l'action lumineuse, et surtout l'impossibilité de reproduire plusieurs épreuves avec un premier type, ont arrêté l'essor primitif de ce genre de photographie; la plaque n'est plus représentée maintenant que par un seul photographe français, M. Braquehais, qui a exposé quelques portraits stéréoscopiques. Les plaques sont encore utilisées par M. Niepce de Saint-Victor pour ses recherches héliochromiques, mais elles semblent destinées à disparaître complétement, à moins que quelque inventeur, utilisant les procédés déjà connus et les combinant avec la galvanoplastie et l'aciérage des planches, ne fasse de nouvelles études pour transformer la plaque daguerrienne en plaque gravée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — Négatif sur papier.

Le procédé négatif sur papier, inventé par M. Talbot, modifié et vulgarisé en France par M. Blanquard-Evrard, a été abandonné peu à peu et a été remplacé par les négatifs sur verre. Cependant ce procédé présentait des qualités artistiques remarquables, et le grain même du papier, qui le rendait d'une application difficile pour les portraits et pour toutes les circonstances où l'on demandait une extrême finesse, lui faisait quelquefois donner la préférence au point de vue de l'effet artistique.

La facile préparation et la grande légèreté du papier devraient le faire adopter par le photographe voyageur; cependant ce procédé n'est plus employé que par quelques amateurs parmi lesquels nous citerons M. Civiale, qui, par l'emploi de la paraffine et par des modifications successives, a donné à ses préparations la grande régularité et la constance des résultats indispensables pour faire ces immenses panoramas des Alpes formés d'une série de clichés de même valeur; les épreuves artistiques de M. Cuvellier, celles de M. Delondre, celles de M. le baron de Champlouis proviennent également de négatifs sur papier. Ce dernier opérateur emploie, sous le nom d'humido-sec, un procédé dans lequel il maintient la feuille sensible et l'empêche de s'altérer pendant un assez long espace de temps, en la serrant entre deux glaces qui s'opposent à l'action desséchante de l'air. En Angleterre le docteur Diamond paraît être un des derniers représentants de l'ancien procédé Talbot, et ses épreuves montrent les beaux résultats que l'on peut en obtenir.

§ 4. — Négatifs sur verre.

Malgré leur poids et leur fragilité, la glace et le verre sont devenus maintenant d'un usage général comme support de la couche sensible, et, sauf quelques rares exceptions mention-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées ci-dessus, toutes les photographies exposées ont été produites au moyen de clichés sur verre dont la préparation varie ainsi que les résultats.

Glaces albuminées. — M. Niepce de Saint-Victor, le premier, proposa l'emploi de la glace, qu'il recouvrait d'une couche égale d'albumine iodurée : cette méthode, qui amena plus tard l'emploi du collodion, commença une ère féconde pour la photographie ; au début, deux causes ont empêché le procédé sur glace albuminée de prendre l'extension que semblait devoir lui assurer la perfection des épreuves : d'abord la lenteur de l'impression lumineuse, et ensuite la difficulté pratique pour obtenir une couche d'une grande pureté ; aussi les photographes qui emploient ce genre de préparation sont-ils peu nombreux. Il en est deux cependant qui ont pu vaincre toutes les difficultés et joindre à une habileté hors ligne une manière d'opérer qui leur est particulière. Ils donnent à l'albumine une rapidité presque aussi grande que s'ils opéraient au collodion humide, tout en conservant cette finesse, cette pureté et cette vigueur, qui caractérisent le procédé de la glace albuminée. Les magnifiques paysages de M. Soulier et de M. Ferrier font regretter que ce mode d'opérer ne soit pas mieux connu et plus généralement adopté.

Glaces collodionnées.—Le procédé du collodion, entrevu par Legray, publié en Angleterre par MM. Archer et Fry, et introduit en France par M. Bingham, qui donna alors les premières formules applicables, présentait sur l'albumine une facilité bien plus grande dans toutes les manipulations et une sensibilité extrême à la lumière ; aussi, à partir de cette époque, la photographie prend un développement considérable. Dès 1855, on put voir de nombreux spécimens de cette nouvelle méthode qui fit abandonner le papier ; les amateurs, les industriels s'en emparèrent, et bientôt la photographie devint une branche de commerce à laquelle l'invention du stéréoscope et surtout celle du portrait-carte donnèrent une réelle importance. Ce pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cédé de collodion humide, le plus simple, le plus pratique, est celui qui a servi à faire la majeure partie des épreuves exposées chez les diverses nations ; sa facilité même a failli devenir fâcheuse pour la photographie, car, il y a quelques années, pour répondre à l'engouement public, nombre de gens, sans les moindres connaissances artistiques ou chimiques, s'établirent fabricants de photographies et jetèrent ainsi sur cette industrie, qui est un art entre des mains habiles, une défaveur dont elle n'a pu encore se relever. Mais l'entraînement des premières années semble se calmer de nos jours ; maintenant le public, en partie satisfait et mieux éclairé, demande au photographe les qualités artistiques trop oubliées au début, et on peut constater aujourd'hui que, si le procédé au collodion humide est resté sensiblement le même depuis 1855, l'ensemble général de l'Exposition de 1867 témoigne de progrès sérieux dans la manière de l'appliquer.

Le collodion humide, si facile à employer dans l'atelier toutes les fois qu'il s'agit de faire des portraits ou des reproductions, devient au contraire d'un emploi difficile lorsqu'on veut obtenir des vues de paysages et de monuments ; il entraîne en effet tout un matériel que l'on s'efforce de rendre le moins incommode possible et nous rendrons compte plus loin des appareils inventés pour cet objet; mais l'emploi de glaces sèches et sensibles préparées à l'avance semble souvent préférable ; aussi a-t-on proposé une foule de formules différentes pour pouvoir opérer sur collodion sec. Ces formules sont si nombreuses et si variées qu'on ne peut les citer toutes ; cependant, il est possible de les diviser d'une manière générale en quatre groupes :

1° Les formules qui consistent à ajouter sur la couche sensible après lavage une solution aqueuse quelconque renfermant une matière gélatineuse, gommeuse ou sucrée, on pourrait même dire toute matière soluble, n'ayant pas d'action sur l'iodure et le bromure d'argent ; il suffit en effet que cette matière soluble puisse s'interposer dans les pores du collodion,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour que celui-ci reste sensible à l'action de la lumière et à celle des agents de développement.

2° L'addition dans le collodion lui-même d'une substance qui permette ensuite de le conserver sec après sensibilisation et lavage sans autre opération. Les résines produisent ce résultat et elles ont été souvent conseillées depuis que l'abbé Despratz a donné la première formule. Ce procédé, qui semble d'une grande simplicité, ne paraît pas cependant généralement répandu ; nous citerons toutefois comme spécimens remarquables les vues de Suisse que M. England a exposées dans la section anglaise, et les vues de Venise, de Padoue, et les reproductions des fresques exposées dans la section italienne par M. Naya, et ces résultats prouvent que ce mode de préparation, convenablement employé et étudié, peut fournir d'excellentes épreuves.

3° L'emploi de l'albumine pour recouvrir la glace collodionnée (*procédé Taupenot*). Ce procédé consiste à recouvrir d'albumine la couche de collodion sensibilisée et bien lavée. Les premiers spécimens préparés par Taupenot ont paru à l'Exposition de 1855 ; on a proposé depuis un assez grand nombre de modifications qui ne semblent en rien supérieures à la formule primitivement adoptée. Ce mode de préparation assez délicat, quoique moins difficile que celui des glaces à l'albumine pure, s'en rapproche dans les résultats ; toutefois, il n'est pratiqué que par un petit nombre de photographes, parmi lesquels nous citerons MM. Gaillard, Miguel Aléo ; c'est également celui que nous préférons employer. Autrefois le collodion albuminé était plus généralement adopté, mais beaucoup d'amateurs ou de photographes l'ont abandonné pour le procédé suivant, qui paraît plus simple.

4° Le procédé au tannin du major Russell. Ce mode de préparation, publié en Angleterre par son auteur en 1861, y a pris un développement rapide et s'est ensuite généralisé chez les autres nations ; il consiste à recouvrir la couche collodionnée, sensible et bien lavée, avec une solution faible de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tanin (3 parties de tanin pour 100 d'eau); les glaces ainsi préparées se conservent sensibles pendant un temps presque illimité, et les résultats obtenus sont très-remarquables, ainsi qu'on peut le constater d'après les épreuves de M. Jeanrenaud et de quelques praticiens anglais. Toutefois, entre des mains moins habiles, on peut reprocher au procédé du major Russell de donner moins de transparence, moins de fraîcheur que le collodion albuminé.

CHAPITRE II.

DIVERS MODES D'IMPRESSIONS DES ÉPREUVES OBTENUES A LA CHAMBRE NOIRE.

§ 1. — Impressions par les sels d'or et d'argent.

Ce procédé, qui est le plus ancien, est encore le plus généralement employé; c'est celui qui donne, pour les portraits surtout et pour les paysages, une fraîcheur de ton que l'on cherche vainement jusqu'à ce jour à obtenir par d'autres moyens. Presque toutes les épreuves exposées sont faites par ce procédé. Les autres modes d'impression, bien que présentant un très-grand intérêt, ne sont pas encore répandus d'une manière générale dans l'industrie et ne figurent en réalité qu'à l'état de spécimens d'inventions nouvelles. Les procédés d'impression aux sels d'argent présentent, à l'Exposition de 1867, une grande amélioration sur les Expositions antérieures; les méthodes défectueuses sont abandonnées; presque toutes les épreuves sont belles, fraîches, d'un beau ton noir ou pourpré, et il ne semble pas que l'on ait à craindre l'altération rapide qu'elles subissaient il y a quelques années. On reproche à ce mode de tirage le prix élevé des matières premières; mais, en tenant compte des résidus, la dépense est réellement minime, et, lorsqu'il s'agit de faire seulement quelques épreuves,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la facilité de la préparation fait préférer ce procédé à tout autre. Le second reproche adressé au tirage par les sels d'argent et d'or est le peu de solidité des épreuves ; nous pouvons constater qu'un grand progrès s'est accompli dans cette voie depuis 1862, et maintenant ces épreuves peuvent subir sans changement appréciable l'influence de plusieurs années. Les résultats sont dus en grande partie aux recherches théoriques qui ont été faites en France par MM. Davanne et Girard, en Angleterre par M. Spiller, recherches qui ont permis d'indiquer les causes qui produisent l'altération, et les meilleurs moyens de les éviter.

§ 2. — Impressions par le bichromate de potasse et les matières colorantes.

Les matières gélatineuses ou albumineuses additionnées de bichromate de potasse deviennent insolubles dans l'eau sous l'influence de la lumière. Le premier, M. Fox-Talbot appliqua cette réaction pour ses essais de gravure ; la gélatine, devenue insoluble, formait alors sur la plaque de métal une réserve contre les morsures de l'acide. M. Pouncy en Angleterre, M. Poitevin et M. Testud de Beauregard, en France, firent une application tout autre de cette propriété, et ils l'utilisèrent pour emprisonner dans la partie rendue insoluble une matière colorante quelconque et produisirent aussi des épreuves, soit avec le carbone, soit avec toute autre substance inerte. Les débuts, assez encourageants, étaient loin d'être parfaits ; les épreuves manquaient de ces demi-teintes légères qui sont le charme de la photographie, jusqu'au moment où M. Fargier indiqua que l'épreuve devait être retournée et lavée du côté non impressionné pour obtenir des images complètes. M. Swann, de Newcastle, en rendant les manipulations plus faciles, fit de cette découverte un procédé industriel que M. Braun pratique maintenant en France sur une grande échelle. Les nombreux spécimens de toutes nuances exposés par M. Braun sont des reproductions de dessins, d'après les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grands maîtres, aux crayons noir et rouge, à la sépia, à l'encre de Chine, etc.; ils témoignent de la perfection à laquelle il est possible d'arriver, et les productions ainsi obtenues se distinguent difficilement de l'original, mais les épreuves d'après nature ne sont pas encore comparables à celles que l'on obtiendrait avec les sels d'or et d'argent; elles s'en rapprochent assez cependant pour faire espérer qu'avant peu de temps, soit par un mélange plus heureux des couleurs, soit par quelques légers perfectionnements de détail, ce procédé donnera des images comparables aux plus belles épreuves obtenues par les préparations d'or et d'argent.

Un autre procédé pour obtenir des épreuves au moyen des matières colorantes inertes a été inventé par M. Woodbury; c'est toujours le mélange de gélatine et de bichromate de potasse qui en est la base, mais l'emploi diffère complétement. Au moyen de ce mélange et avec un négatif quelconque, on peut obtenir une épreuve en gélatine sur laquelle le dessin est remplacé par des reliefs plus ou moins accentués. Ces reliefs, qui, par la dessiccation, deviennent très-durs, sont imprimés au moyen d'une presse hydraulique dans une feuille de plomb bien dressée, et ce creux en plomb devient une sorte de moule, sur lequel on coule une solution chaude de gélatine teintée avec l'encre de Chine ou toute autre matière colorante. Ce mélange un peu refroidi adhère par une légère compression à la feuille de papier qu'on vient y appliquer; l'excédant de gélatine colorée est exprimé au dehors; l'épreuve reste pure et présente beaucoup d'analogie avec l'image photographique ordinaire. Les épreuves exposées par M. Woodbury en Angleterre et par M. Bingham, qui pratique ce procédé en France, ont une finesse et surtout un éclat nacré qui leur communique un charme particulier. La nécessité d'employer des pressions considérables pour obtenir les moules en plomb, et surtout la difficulté de préparer des blocs de fonte d'une parfaite planimétrie, pouvait faire craindre que l'emploi de ce procédé ne fût limité à de très-petites dimen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sions, mais M. Bingham est déjà parvenu à surmonter cette difficulté, et à produire les grandeurs les plus fréquemment usitées en photographie.

Pour compléter ce rapide examen, il nous faut mentionner encore les épreuves que l'on obtient au moyen de substances hygroscopiques, soit que la lumière développe ces propriétés hygroscopiques, comme dans le procédé au perchlorure de fer et à l'acide tartrique de M. Poitevin, soit, au contraire, qu'elle les annule, comme dans le procédé pratiqué autrefois par MM. Salmon et Garnier. Dans l'un et l'autre cas, l'image se développe en passant sur la surface hygroscopique des poudres sèches excessivement fines qui, par une adhérence plus ou moins complète aux parties humides, produisent le dessin; c'est une application de ce genre qui, utilisée déjà dès 1854, a donné naissance aux émaux photographiques.

§ 3. — Impressions vitrifiées. — Émaux. — Vitraux. — Céramique.

L'épreuve qui présente les conditions les plus certaines d'inaltérabilité est celle qui s'est développée au feu de moufle; elle est alors à l'état d'émail ou matière vitrifiée, insensible aux agents atmosphériques. Cette application de la photographie, commencée en 1854 par M. Lafon de Camarsac, a fait des progrès considérables, et maintenant ce ne sont plus seulement quelques petits émaux pour portraits que l'on trouve à l'Exposition, mais une industrie complétement développée, et produisant, par des procédés divers, des émaux de toutes grandeurs, et aussi de véritables vitraux et des décorations céramiques qui peuvent être utilisés dans l'ornementation.

En France, M. Lafon de Camarsac a exposé un grand nombre d'épreuves sur émail, tant portraits que paysages, de grandeurs et de couleurs diverses, qui témoignent de l'habileté avec laquelle cet exposant peut produire ce genre de photographie. Le premier, il a monté industriellement cette belle application, et il a pu suffire aux commandes relativement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

considérables qui lui sont faites. M. Desroches, de Milan, l'a suivi dans cette voie : il présente, dans les expositions française et italienne, plusieurs plaques très-bien réussies. M. Grüne, à Berlin, M. Leth, à Vienne, MM. Most et Schrœder, en Danemark, ont aussi présenté de remarquables essais en ce genre; on peut seulement regretter que trop souvent, aussi bien en France qu'à l'étranger, des retouches, dont la fusion de l'émail fait disparaître les traces, viennent altérer le véritable caractère de la photographie.

Les mêmes procédés peuvent permettre d'obtenir de véritables vitraux photographiques, et M. Joubert, de Londres, qui fait également des émaux remarquables, produit sur verre opale des images vitrifiées d'une grande pureté.

Les grandes épreuves vitrifiées de MM. Tessié du Motay et Maréchal, de Metz, sont obtenues cependant par un procédé complétement différent : au lieu de se servir de poudres vitrifiables, les inventeurs commencent par faire une épreuve ordinaire au collodion humide. Cette épreuve, formée d'argent précipité, dont ils augmentent le plus possible la proportion, est plongée ensuite dans des bains métalliques divers, d'or, de platine, etc., et, par voie de substitution, ils ont ainsi directement sur verre un dépôt d'or, de platine ou d'autres métaux. Ce verre est ensuite porté au moufle d'émailleur, où, toutes les matières organiques étant éliminées par le feu, le métal, couvert d'un enduit vitrifiable, donne par transparence des colorations diverses que les inventeurs savent harmoniser, pour produire un ensemble de vitrail qui peut être appliqué à toute espèce de décoration. M. Grüne, de Berlin, a appliqué un procédé analogue pour les décorations des cristaux et de la porcelaine, et toute autre matière susceptible de supporter l'action du feu. Étant donné un ornement, un dessin quelconque, il en prend à la chambre noire une image de la dimension nécessaire; cette image, obtenue en argent, est transformée en or par voie de substitution, puis, collée sur la pièce que l'on veut décorer, et ensuite passée au moufle pour la cuis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son. On peut trouver dans ce procédé une ressource pour obtenir les dessins les plus compliqués aussi facilement que les plus simples et arriver ainsi à une décoration facile et économique, si toutefois le mode d'opérer est aussi simple en pratique qu'il semble l'être en théorie.

La facilité de produire une image photographique au moyen de poudres vitrifiables a fait faire de nombreux essais pour appliquer la photographie à la décoration de la céramique, et en rappelant que M. Lafon de Camarsac a plusieurs fois fait et exposé des séries de portraits sur des services en porcelaine, nous citerons, dans les expositions françaises et étrangères, les tentatives de M. Pinel Peschardières et de M. Kaiser, du Havre. M. Poitevin a également présenté un autre genre d'application de la photographie à la céramique. En utilisant le mélange de bichromate de potasse et de gélatine, et le gonflement des parties de ce mélange qui n'ont pas reçu l'action de la lumière, il fait des moulages en plâtre, sur lesquels il coule ensuite de la pâte de porcelaine, selon la méthode employée pour faire les lithophanies. Les creux ainsi obtenus sont remplis d'une matière vitrifiable légèrement teintée, et les différentes épaisseurs de cette teinte produisent le dessin.

§ 4. — Impressions à l'encre grasse.

Transporter l'image photographique sur une planche de métal ou sur une pierre que l'on puisse traiter ensuite par les méthodes ordinaires pour obtenir, soit une planche gravée en creux ou en relief, soit une pierre lithographique, tel était le problème posé dès le début de l'invention de Niepce et de Daguerre. M. le duc d'Albert de Luynes, comprenant que là était l'avenir de la photographie, encouragea, par la mise au concours d'un prix considérable, les premiers essais des inventeurs, et c'est à sa généreuse initiative que l'on doit les progrès rapides qui, depuis 1855, se sont produits tant en France qu'à l'étranger, non-seulement pour la gravure et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lithographie, mais aussi pour les divers modes d'impression sans sels d'argent, que nous avons développés plus haut. Le nombre des inventeurs qui ont exposé en 1867 des images obtenues à l'encre grasse par des procédés divers est relativement considérable, et parmi ces exposants, vingt-deux ont été récompensés.

Les épreuves présentées prouvent que le problème est résolu, et que l'image photographique peut être reproduite par la gravure en taille-douce, la typographie, la lithographie, et fournir à la presse un nombre considérable d'exemplaires qui joignent à la solidité connue des images faites à l'encre grasse, la fidélité et l'authenticité de l'épreuve photographique. Toutefois, nous n'oserions pas encore affirmer que toute épreuve photographique peut être transformée en planche d'impression : il y a lieu d'étudier quel genre de cliché convient le mieux pour la réussite, et il serait désirable que, comme M. Nègre, M. Baldus, etc., tous les inventeurs qui étudient les procédés photographiques fussent en même temps d'habiles photographes, sachant faire eux-mêmes leurs clichés selon le but qu'ils se proposent.

Il y a dans la gravure héliographique un écueil très-difficile à surmonter, c'est l'obtention de ces demi-teintes si légères qui sont un des mérites particuliers de la photographie, et qui, jusqu'à présent, n'étaient rendues que d'une manière très-incomplète. Il est facile d'obtenir et de montrer quelques planches faites d'après d'autres gravures ou d'après des monuments anciens, mais, le plus souvent, on échoue lorsqu'il faut reproduire un portrait ou tout autre sujet finement modelé. Les méthodes diverses sont actuellement si nombreuses qu'il ne nous est pas possible de les passer toutes en revue; nous citerons donc seulement les procédés et les résultats les plus remarquables.

Dans la gravure proprement dite, nous trouverons l'application de deux procédés anciens, l'emploi du bitume de Judée, qui remonte à Nicéphore Niepce, et dont M. Niepce de Saint-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Victor a fait ensuite de remarquables applications, et l'emploi de la gélatine bichromatée, indiquée comme réserve contre la morsure des acides, par M. F. Talbot. Ce réactif a été ensuite repris et appliqué avec toute sorte de modifications diverses. M. Garnier, par l'emploi de la gélatine bichromatée, est arrivé à produire des planches tellement fines et légères de tons, qu'elles sont égales, sinon supérieures, à l'épreuve photographique mise en parallèle. Cette finesse même pourrait faire craindre que l'épreuve ne pût fournir qu'un tirage trop restreint; mais M. Garnier est également l'inventeur d'un procédé dit d'aciérage par voie galvanique, qui lui permet de protéger les planches et de renouveler la couche du métal résistant, toutes les fois que l'usure vient à se manifester.

M. Placet, en se servant de la gélatine bichromatée comme intermédiaire, puis de la galvanoplastie, obtient également des planches d'une finesse très-remarquable; mais, comme dimension, les plus beaux spécimens sont ceux de M. Ch. Nègre, qui, depuis quinze ans, a montré à toutes les expositions des gravures sur acier obtenues au moyen du bitume de Judée. Sur la planche qui porte l'image, il forme, par voie galvanoplastique, une réserve d'or, qui, en s'opposant franchement à la morsure des acides, lui permet de graver profondément la plaque et d'avoir ainsi les mêmes vigueurs et la même résistance que si les planches eussent été gravées à la main.

Dans le mode de gravure que nous venons de rappeler, tous les efforts des inventeurs tendent à obtenir d'emblée et d'après nature une épreuve sans retouche; mais il y a lieu aussi de signaler les résultats industriels très-importants que M. Amand Durand obtient par les procédés connus, soit du bitume de Judée, soit de la gélatine bichromatée. En appliquant hardiment la retouche, toutes les fois que cela est nécessaire, il reproduit toutes sortes de gravures de la dimension qui lui est demandée, et il fait à volonté de cette reproduction une planche en creux pour la taille-douce ou en relief pour la typographie, et aussi parfaite l'une que l'autre. Il suffit de citer ce fait pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprendre tout le parti que l'on peut en tirer, aussi bien pour la reproduction facile et à bon marché des anciens modèles que pour la librairie, qui peut ainsi trouver avec facilité des fac-simile de toutes dimensions, pour ses divers formats, et des clichés s'adaptant dans le texte pour tous les ouvrages illustrés.

Une des plus grandes difficultés à vaincre dans la gravure est l'obtention du grain nécessaire pour retenir l'encre dans les noirs. Les uns, comme M. Garnier, se servent, à l'instar des graveurs à l'aqua-tinta, de la poussière de résine; d'autres, comme M. Placet et M. Pretsch, obtiennent une sorte de grain chimique qui se forme dans la préparation; d'autres, comme M. Drivet et M. Fontaine, viennent former, par voie mécanique, sous l'influence lumineuse, une sorte de grain quadrillé, tandis que M. Nègre doit celui qui recouvre ses planches au réseau d'or qui se forme dans les nombreux interstices laissés par les cassures de la couche de bitume.

Le procédé auquel MM. Tessié du Motay et Maréchal, de Metz, ont donné le nom de phototypie, dérive encore de l'emploi de la gélatine et des sels acides de chrome, mais ce n'est plus de la gravure, et le mode d'opérer se rapproche plutôt de la lithographie. Dans ce procédé, la couche de gélatine est rendue très-adhérente à la planche de cuivre qui la supporte, et lorsque l'image est terminée, ce sont les reliefs de gélatine qui reçoivent l'effort du rouleau chargé d'encrer l'image. Les images ainsi obtenues rappellent toutes les finesses, tout le modelé de la photographie, même pour les portraits; seulement, les reliefs de gélatine se fatiguant assez vite, chaque planche ne peut fournir qu'un nombre restreint d'épreuves. Il est vrai qu'entre des mains exercées, l'exécution paraît si facile et si peu coûteuse, que l'on remédie à cet inconvénient en préparant immédiatement avec le même cliché autant de planches gélatinées qu'il peut être nécessaire d'en avoir.

La lithographie, dont les premiers spécimens ont été obtenus, soit au moyen du bitume de Judée, par MM. Barreswil,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lemercier, Lerebours (avec la collaboration de M. Davanne), soit au moyen de la gélatine bichromatée par M. Poitevin, ne compte en France qu'un petit nombre d'expérimentateurs et les plus belles épreuves exposées en ce genre sont toujours celles de M. Lemercier, cessionnaire du brevet de M. Poitevin. Mais ces épreuves étant les mêmes que celles présentées déjà en 1862, nous ne pouvons constater qu'il y ait eu un progrès sensible.

Le procédé lithographique, basé sur l'emploi de la gélatine bichromatée, varie suivant les expérimentateurs, et, tandis que M. Poitevin applique ce mélange sur la pierre et encre directement, d'autres inventeurs, comme le colonel James et M. Pouncy, en Angleterre, MM. Simoneau et Toowey, en Belgique, M. de la Follye en France produisent d'abord l'épreuve sur une feuille de papier, qu'ils encrent directement en y passant le rouleau, et ils la reportent ensuite sur pierre ou sur métal. Déjà, en France et en Angleterre, il y a au Bureau des cartes un service spécial pour la copie et la réduction des cartes par ces procédés, et il semble probable qu'avant peu, lorsque ces inventions se seront généralisées, il s'en fera une très-large application pour les dessins industriels et généralement tous ceux qui peuvent être copiés directement sur nature.

CHAPITRE III.

APPLICATIONS DIVERSES DE LA PHOTOGRAPHIE.

§ 1. — Application aux arts.

Portraits. — Le genre de photographie le plus répandu, sans doute parce qu'il est jusqu'ici le plus lucratif, est l'art ou l'industrie des portraits. Sans vouloir entrer dans une appréciation critique qui n'est pas de notre domaine, nous ferons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remarquer une fois de plus, au sujet des portraits, que maintenant tout le monde peut, avec un peu d'habitude, obtenir, matériellement parlant, une bonne épreuve photographique, mais que les meilleurs portraits sont dus aux photographes dont le sentiment et l'éducation artistique sont le mieux développés. C'est ainsi que, parmi beaucoup d'autres beaux spécimens, on remarque, en France, les portraits de M. Salomon, en Prusse, les charmantes cartes d'enfant par M. Lœscher et Petsch, en Autriche, les épreuves de M. Angerer. Au point de vue photographique, on fait avec raison à tous les portraits qui dépassent la grandeur des cartes de visite, et même à celles-ci, le reproche d'être trop souvent retouchées, mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit ici non pas de rechercher la vérité, mais de satisfaire une clientèle généralement exigeante, et qu'il est impossible que l'épreuve réalise tous les désirs du modèle. Le photographe qui ne voudrait pas modifier et atténuer non-seulement les défauts du procédé, mais aussi ceux du sujet à reproduire, ne tarderait pas à voir son atelier désert. Cette question de retouche est tellement importante qu'elle a donné naissance à une industrie nouvelle et que si la photographie a annulé le travail de quelques artistes dessinateurs en portraits, elle en fait vivre actuellement un bien plus grand nombre qui se sont adonnés à la retouche des épreuves.

Les dimensions des portraits varient depuis la grandeur naturelle jusqu'à l'épreuve microscopique. Les grandes épreuves exposées sont moins nombreuses qu'aux précédentes expositions, et cette diminution de leur nombre prouve que la photographie ne charme pas quand on arrive à des exagérations, applicables seulement à certains cas spéciaux. D'ailleurs les instruments, les procédés semblent jusqu'ici se refuser à donner des résultats parfaits, soit qu'on essaie directement comme le fait M. Alophe, parce qu'alors les objectifs employés amènent des déformations impossibles à éviter jusqu'à présent, soit que l'on prenne de petites épreuves pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les agrandir ensuite. Les agrandissements paraissent toujours trop vaguement estompés par la lumière ; il y a cependant parmi ces épreuves agrandies un beau portrait de M. Ingres, par M. Disdéri ; mais ces grandes pages monochromes, même si on les suppose parfaitement réussies, ne resteront-elles pas toujours tristes et ternes, et ne devrait-on pas les employer uniquement, ainsi que le fait M. Truchelut, comme une sorte d'esquisse pour le peintre, dont elles semblent attendre la couleur ?

La grandeur qui donne les résultats les plus satisfaisants est la dimension moyenne, et parmi les épreuves de ce format, on remarque bon nombre d'excellents portraits, surtout en France, en Prusse et en Autriche.

La vogue qui avait accueilli les portraits-cartes diminue sensiblement. Leur dimension trop petite se transforme peu à peu et se double pour donner le portrait-album d'un effet beaucoup plus gracieux, et que M. Lewitzky exécutait déjà en 1862 sous le nom de portraits-keepsake. Parmi les très-nombreux spécimens, nous citerons ceux de MM. Vauvray, Reutlinger, Mulnier, etc.

Reproductions. — La reproduction des œuvres d'art a fait des progrès considérables. Maintenant, les premiers artistes n'hésitent pas à confier au photographe, qui ne demande que quelques jours, le soin de vulgariser leurs œuvres que la gravure mettait plusieurs années à reproduire.

M. Bingham, en France, est celui qui a rendu, en ce genre, le plus de services aux artistes modernes ; adopté par eux, il a fait une étude spéciale de la reproduction des tableaux, et nous lui devons les copies des Meissonnier, des Cabanel et des premiers maîtres de notre école ; il est suivi dans cette voie par M. Schauer et M. Milster, en Prusse; le premier a exposé une grande reproduction très-remarquable par l'assemblage des morceaux qui la composent. Il faut citer également, en France, MM. Michelet, Collin, Richebourg; en Belgique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Fierlants qui s'est adonné principalement à la reproduction des anciens maîtres et de l'œuvre de Rubens et de Rembrandt; en Italie, M. Naya, de Venise, qui a recueilli les restes des fresques de Giotto et les plus belles œuvres des peintres vénitiens. La difficulté qui résulte de l'action inégale et souvent renversée des diverses couleurs sur la couche sensible, rend très-difficile la reproduction exacte des peintures; celle des dessins et gravures se fait avec plus de facilité, mais si l'on veut joindre à l'exactitude des dimensions la reproduction exacte des tons employés par l'artiste, que ce soit la sépia, l'encre de Chine, la sanguine ou toute autre coloration, les procédés ordinaires ne sont plus applicables, il faut employer les impressions aux poudres coloriées dont M. Braun se sert avec une telle perfection que les épreuves semblent les dessins mêmes qu'il aurait détachés des collections du Louvre ou de Vienne. Les épreuves ainsi faites sont une nouvelle application des procédés de MM. Poitevin, Pouncy, Fargier, modifiés par M. Swann, de Newcastle; elles joignent à leur fidélité une garantie de solidité que l'on ne saurait assurer aux autres, et elles formeront pour l'étude de précieuses collections.

Architecture. —La photographie est également appliquée d'une manière très-utile à l'architecture. Non-seulement elle donne aux architectes une représentation généralement exacte des monuments et reproduit même dans des dimensions colossales, comme l'a exécuté M. Duvette pour la cathédrale d'Amiens, un ensemble grandiose dont on peut retrouver les plus petits détails, mais elle leur permet de collectionner, ainsi que l'a fait M. Manguin, l'ensemble de tous leurs travaux; cette collection est copiée rapidement et à peu de frais sur nature, tandis qu'il eût fallu des années et des dépenses considérables pour arriver au même résultat par la gravure; elle vient encore à leur aide dans tout le cours des grands travaux et il suffit des épreuves prises par un photographe habile, comme M. Collard et M. Terpereau en ont exécuté sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demande de grandes administrations pour suivre à distance et constater pour ainsi dire jour par jour l'état des travaux.

Paysages. — Cette branche de la photographie a toujours été, dès le début, une des plus charmantes que l'on pût cultiver et des plus instructives pour le public auquel elle fait connaître la physionomie des contrées éloignées. Elle semble principalement réservée aux amateurs, qui, sans s'inquiéter des frais qu'elle entraîne, cherchent avant tout la fidélité des souvenirs, la satisfaction de produire une belle épreuve d'un site pittoresque, ou s'efforcent, en multipliant les essais et en publiant leurs recettes, de faire faire quelque progrès à l'art qu'ils ont adopté.

Le nombre des amateurs qui s'occupent de photographie semble avoir sensiblement diminué depuis quelques années, et c'est avec regret que nous le constatons, car ce sont eux surtout qui, en dehors des grandes inventions, accumulaient peu à peu les perfectionnements, les faisaient connaître et maintenaient la photographie dans une voie constamment progressive. Les causes qui ont pu éloigner les amateurs d'un art qui semble inventé tout exprès pour occuper leurs loisirs sont nombreuses : d'abord, le caprice, puis la grande perfection à laquelle sont parvenus certains travailleurs sérieux, bien connus en France, en Angleterre et en Allemagne, tels que MM. Soulié, Ferrier, Jeanrenaud, Bedford, Mudd, England, Baldi et Wurthle, etc., perfection à laquelle on ne peut parvenir qu'avec une grande persévérance, et qui décourage vite les débutants trop souvent persuadés qu'il suffit d'avoir un appareil et des produits pour arriver aux mêmes résultats. Ajoutons comme cause fâcheuse, mais réelle de la défaveur jetée sur la photographie en général, le trop grand nombre de concurrents qui, ne sachant ou ne pouvant rien faire, ont envahi cette voie nouvelle, et, sans réussir davantage, y ont produit un encombrement regrettable.

Néanmoins, si le nombre des amateurs a décru, la beauté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des résultats a toujours été croissant et, après les artistes dont nous avons cité les noms plus haut, on trouve encore disséminées dans toutes les parties de l'Exposition, une grande quantité d'épreuves de paysages qui ne laissent rien à désirer. Le perfectionnement obtenu dans ces dernières années tient en partie à l'usage d'objectifs mieux appropriés, à l'emploi de méthodes plus faciles, telles que le procédé au tanin du major Russell, et surtout à une étude plus complète des procédés acquis.

Aux paysages qui n'ont qu'un caractère purement artistique, il faut joindre les épreuves qui font connaître les diverses contrées du globe : telles sont les grandes vues des Indes de MM. Bourne et Shepperd, du colonel Briggs et de M. Griggs ; celles que M. Champion a rapportées de Chine ; les diverses vues de la Sicile et des cratères de l'Etna par M. Berthier; les vues de Cochinchine exécutées par les soins du gouvernement français ; les grandes vues d'Égypte de M. Cammas et celles que M. Désiré, photographe au Caire, a faites de l'Égypte et du canal de Suez ; les diverses vues de l'Algérie par M. le capitaine Piboul et M. le baron de Champlouis ; un long panorama de Constantinople par MM. Abdulaah, frères ; trois volumes de vues de la Nouvelle-Orléans par le docteur Lilienthal, etc.

Aux épreuves ordinaires il faut joindre les épreuves stéréoscopiques. Leur vogue, un peu diminuée maintenant, n'en constitue pas moins une branche de commerce considérable dont la valeur s'élève à plusieurs millions de francs. Les épreuves stéréoscopiques sur papier sont celles dont la vente est la plus active ; celles de M. Beer de New-York, de M. England en Angleterre, de M. Lamy en France, méritent d'être citées parmi les mieux réussies, mais elles sont loin d'avoir la valeur, la finesse des belles vues sur verre de MM. Léon et Levy dont plusieurs sont tirées sur les négatifs de MM. Soulier et Ferrier et celles qui ont été exposées par M. Papot, par M. Plaut et par M. Bresse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 2. — Application aux sciences.

Astronomie. — La photographie offre un caractère incontestable d'authenticité qui rend son application précieuse pour les recherches des sciences exactes et pour la constatation des divers phénomènes qui se présentent dans la nature. Plusieurs savants l'utilisent avec succès pour les travaux astronomiques et M. Rutherford de New-York a exposé une image agrandie de la lune sur laquelle on peut constater tous les détails visibles de notre satellite et qui pourra servir heureusement plus tard de point de comparaison pour vérifier s'il ne s'est opéré aucun changement sur la surface lunaire. Le même savant a présenté une longue image du spectre sur laquelle on retrouve facilement les raies spectrales, et on doit regretter de ne pas avoir vu figurer à l'Exposition les belles épreuves sur lesquelles M. Warren de la Rue, de Londres, a pu déterminer la position des taches solaires.

Recherches microscopiques. — Si, de l'application aux infiniment grands, nous passons aux infiniment petits, nous retrouvons dans l'exactitude de l'épreuve photographique le même secours pour les savants. Grâce aux appareils microscopiques, appareils perfectionnés par M. Bertsch, on arrive à produire facilement des images agrandies jusqu'à 2,500 fois, qui nous montrent la structure exacte d'un monde invisible, en donnant tous les détails que la main du dessinateur le plus exercé n'aurait pu rendre avec la même perfection. M. Lackerbauer, en France, et M. Neyt, à Bruxelles, ont exposé deux grands cadres d'études microscopiques de même valeur, et on arrive même, au moyen d'un instrument perfectionné par M. Nachet, à prendre de ces petits modèles les épreuves stéréoscopiques qui en montrent les reliefs et en font mieux comprendre la structure.

Géographie, géologie, levé des plans, agriculture. — M. Ci-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

viale a exposé plusieurs grands panoramas pris de diverses stations dans les Alpes; ce sont des fragments de l'immense travail entrepris par lui depuis dix ans pour obtenir par la photographie un ensemble général des Alpes, donnant avec précision la vue des chaînes de montagnes, la position relative des points culminants, la direction des vallées qui les séparent, les profils des différents sommets, travail que l'auteur poursuit seul, avec persévérance, malgré les sacrifices et les fatigues, et dont l'utilité scientifique lui a valu l'approbation et les encouragements de l'Académie des sciences.

La photographie est également appliquée avec succès au levé des plans. M. Laussedat, le premier est entré d'une manière pratique dans cette voie, il a perfectionné la méthode indiquée par lui en 1860 et 1863, et le ministère de la guerre a exposé un très-beau plan des localités de Faverges et Doussard, dressé par M. le capitaine Javary, d'après les procédés de M. Laussedat. M. Auguste Chevalier expose également, dans la partie française, un plan de très-grande dimension qu'il a fait du château de Pierrefonds. Les vues photographiques nécessaires pour la construction de ce plan ont été prises au moyen d'un appareil spécialement inventé par lui et construit sur ses données par M. Duboscq.

L'utilité de la photographie pour les divers services de la guerre ou de la marine est incontestable, et on trouve dans les expositions étrangères des séries d'épreuves qui la constatent. Les unes ont été faites par le corps d'artillerie impériale d'Autriche ; d'autres par l'artillerie royale de la Grande-Bretagne ; d'autres par l'armée du Caucase, et, dans un avenir prochain l'atelier photographique deviendra, dans les diverses branches de l'administration gouvernementale, aussi nécessaire que l'est actuellement la presse du lithographe. Déjà M. Jubert, à l'école de Grignan, s'en est servi pour faire un album dont les planches sont, pour ainsi dire, une illustration des notes des élèves, et M. de Gayffier a réuni également, pour l'administration des eaux et forêts, une série d'épreuves qui repré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sentent les diverses essences d'arbres, leurs feuilles, leurs fruits, leurs caractères distinctifs.

Il est certaines circonstances où l'application de la photographie aux recherches scientifiques ou autres serait impossible, si on n'était parvenu à obtenir artificiellement la lumière nécessaire pour faire l'épreuve. On a employé d'abord divers appareils électriques avec régulateurs de M. Foucault ou de M. Serrin, ou le chalumeau à gaz oxygène et hydrogène projetant sa flamme sur un bâton de chaux (lumière Drummond); mais le matériel nécessaire pour ces expériences en limitait forcément l'emploi. La découverte des propriétés actiniques de la flamme que produit la combustion du magnésium devint pour la photographie une ressource dont on aurait tort de vouloir exagérer les conséquences, mais qui, convenablement appliquée, peut donner d'excellents résultats. M. Leth, en Autriche, a exposé de belles épreuves obtenues dans les caveaux funéraires au moyen de la lumière du magnésium, et M. Silvy a tenté les mêmes essais dans la chapelle de Dreux. M. Piazzi a pu rapporter d'Égypte des photographies de l'intérieur des Pyramides ; M. Solomon, de Londres, a exposé diverses lampes à réflecteur destinées à régulariser la combustion du magnésium ; et on trouve dans la section italienne des épreuves faites par M. Carlovari, au moyen d'un appareil analogue à celui qui produit la lumière Drummond, et dans lequel il remplace le morceau de chaux qui fournit une lumière relativement rouge par un bâton de magnésie préparé par lui d'une manière particulière et donnant une lumière beaucoup plus riche en rayons chimiques et ayant plus d'action sur les surfaces sensibles.

§ 3. — Application à l'industrie.

La photographie peut prêter un concours actif aux autres industries, et recevoir ainsi des applications très-diverses. Nous rappellerons ici ce que nous avons dit plus haut de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dorure sur verre, porcelaine, émaux ou faïences obtenue photographiquement par M. Grüne, de Berlin. M. Dagron a appliqué à la bijouterie les petites épreuves microscopiques, et divers essais ont été tentés pour obtenir d'une manière courante, sur les étoffes, des dessins au moyen de la photographie. Des tissus pour robes, des mouchoirs, ont été décorés par ce moyen, et le succès encourage ces premières tentatives.

La photographie sur soie blanche est employée depuis longtemps par Mme Laffon pour faire des écrans très-élégants, et M. Disdéri a exposé cette année plusieurs albums de photographies sur taffetas blanc, destinées probablement au même usage, car ces images doivent nécessairement être tendues pour prendre toute leur valeur. M. le marquis de Béranger a indiqué par un heureux essai le parti que l'on pouvait tirer de ce même genre d'épreuves pour la fabrication des éventails.

Les ressources que peut présenter la photographie commencent à être mieux comprises dans l'industrie, et toutes les fois que l'on veut représenter la chose absente, c'est maintenant au photographe que l'on a recours ; aussi, à chaque pas, dans les diverses galeries ou annexes du Champ-de-Mars, trouve-t-on des épreuves plus ou moins heureuses, mais qui iront toujours se perfectionnant dans l'avenir, et qui représentent l'usine, la machine, le modèle que l'on n'a pu déplacer : le dessin photographique vient compléter ainsi l'exposition de l'industriel.

Ce qui rend la photographie spécialement propre à ce genre de reproduction, c'est que, quelle que soit la complication du modèle, non-seulement la copie est exacte, mais le prix de revient est bien inférieur à celui d'un dessin et elle comble une lacune, en permettant de faire à peu de frais pour le fabricant un petit nombre d'épreuves de ses divers modèles, quand il ne pouvait les obtenir autrefois que par le dessin et la gravure, procédés qui ne deviennent écono-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miques qu'à la condition de tirer un très-grand nombre d'exemplaires. Lorsque l'héliographie et la lithophotographie se seront complétement développées, l'application de la photographie à l'industrie pourra se faire d'une manière complète, car le cliché obtenu à la chambre noire sera, suivant le besoin, tiré économiquement à un petit nombre d'exemplaires, et, s'il en faut un grand nombre, on le transformera en une planche gravée ou en une planche lithographique pour le tirage rapide et peu coûteux des impressions à l'encre grasse.

L'emploi de l'un ou de l'autre procédé permettra désormais à chaque fabrique de réunir facilement sa collection de modèles que l'industrie privée conservera dans ses archives pour y recourir au besoin, tandis que les divers manufactures de l'État, chargées avant tout de stimuler le progrès et de maintenir les traditions du goût, pourront publier leurs collections et imiter la manufacture de Sèvres, qui expose un cadre très-remarquable formé par quelques reproductions de son musée céramique et ses plus belles œuvres. Ces photographies, faites sous les ordres de M. Robert, chargé, à Sèvres, de la haute direction des travaux de peinture, formeront une collection complète destinée à la publicité.

CHAPITRE IV.

MATÉRIEL, APPAREILS ET PRODUITS DESTINÉS A LA PHOTOGRAPHIE.

La photographie, née de l'application des sciences chimiques et physiques, a, par le fait de son développement considérable, entraîné la création d'industries nouvelles, dont quelques-unes sont elles-mêmes tributaires de ces deux sciences; aussi les progrès de la photographie sont-ils liés en quelque sorte aux progrès de l'optique et de la chimie. D'autre part, les divers instruments doivent être faits et combinés de manière à joindre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à une grande précision, une appropriation convenable pour rendre faciles et promptes toutes les manipulations. De là des recherches nombreuses et suivies, qui amènent journellement des progrès dans l'exécution du matériel photographique, dont l'examen peut être divisé en trois chapitres : 1° l'optique, 2° les produits chimiques, 3° l'ébénisterie et les appareils divers.

§ 1. — Appareils optiques.

L'objectif est la partie essentielle de l'appareil photographique ; c'est lui en effet qui reproduit l'image de la nature et vient condenser les rayons lumineux sur la surface sensible ; on doit donc avant tout rechercher la perfection dans les objectifs photographiques. Mais il semble à peu près impossible de réunir sur un seul instrument toutes les conditions désirables, comme une grande intensité lumineuse également répartie sur une très-large surface et une finesse égale de tous les plans du modèle, sans altération des lignes ; aussi s'est-on trouvé forcé de faire des objectifs différents et de sacrifier l'une ou l'autre de ces conditions, suivant le but proposé. La fabrication des objectifs rentre réellement dans le domaine de la science ; ce n'est que par des calculs savants, suivis d'essais consciencieux et habilement exécutés, que l'on peut arriver à modifier ou à remplacer les instruments connus. Considérés à ce point de vue élevé, ces travaux rentraient dans la classe 12, qui était chargée d'apprécier les divers instruments des sciences et qui a distingué plusieurs constructeurs.

Objectifs à portraits. — La maison de Voigtlander, de Vienne, a toujours revendiqué l'honneur d'avoir fait les premiers objectifs à portraits du système généralement employé, et ses appareils, sous le nom d'objectifs allemands, n'ont cessé d'être recherchés comme réunissant les plus grandes qualités de finesse et de rapidité. Cette maison, qui n'a été jusqu'ici distancée par aucune autre en Allemagne, a trouvé une con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

currence dans les objectifs de M. Dallmeyer et de M. Ross en Angleterre. L'exécution matérielle des instruments anglais ou allemands est poussée aussi loin que possible, mais ils sont d'un prix si élevé qu'un grand nombre de photographes reculent devant une dépense considérable, et cette crainte semble d'autant mieux justifiée que nous avons en France des fabricants, parmi lesquels nous citerons M. Hermagis, M. Secretan, M. Derogy, M. Darlot, qui livrent à des prix beaucoup moins élevés des appareils à portraits pouvant soutenir la comparaison avec les objectifs étrangers.

Les objectifs à portraits ne présentent en 1867 d'autres modifications qu'un meilleur travail, une plus grande perfection et une position plus heureuse du diaphragme, que l'on adapte entre les deux lentilles au lieu de le placer comme autrefois à l'avant de la monture. M. Claudet, de Londres, a exposé un système nouveau dans lequel les objectifs peuvent s'écarter l'un de l'autre pour amener successivement au point, pendant la pose, les divers plans du modèle ; mais, pour juger si ce système atteint complétement les résultats artistiques annoncés par l'auteur, il semble nécessaire d'attendre que l'application en soit faite sur une plus large échelle.

Objectifs à reproduction. — Si, pour les portraits, on doit sacrifier à la rapidité, il n'en est pas de même pour les reproductions ; l'important c'est l'exactitude, la rectitude des lignes, la finesse de l'épreuve. Un objectif à portraits convenablement diaphragmé réunit en partie ces conditions de succès, mais il couvre rarement une assez grande étendue. L'objectif simple, (dit à paysage) couvre une plus large surface, mais ne donne pas la rectitude de lignes nécessaire, et admet trop peu de lumière.

L'objectif *triplet*, calculé par M. Dallmeyer et formé de trois lentilles dont une au centre avec les deux faces concaves, est celui qui a le mieux résolu le problème : quoique d'un court foyer, il peut couvrir une assez large surface d'une manière parfaitement égale ; on peut l'employer avec de grandes ouver-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tures, ce qui permet d'obtenir plus de rapidité; enfin les lignes du modèle conservent une parfaite rectitude. Cet instrument est maintenant adopté dans les ateliers dont le principal travail consiste à faire les diverses reproductions de cartes géographiques, gravures, plans, lignes architecturales, etc. Il est également excellent pour faire le paysage; mais pour cette dernière application, il faut au photographe plusieurs objectifs de foyers différents. Le paysage, en outre, est surtout pratiqué par les amateurs : le prix, le volume et le poids de plusieurs appareils de ce genre en limitent alors forcément l'emploi.

Objectifs à paysages.— L'objectif simple, formé d'une seule lentille achromatique, a été longtemps le seul employé pour paysages; mais il ne réalise pas toujours les conditions cherchées par les photographes et n'embrasse pas un angle assez étendu; il ne maintient pas suffisamment droites les lignes architecturales, et l'on a cherché par des combinaisons nouvelles à remédier à ces défauts. Les principaux instruments exposés sont les *triplets* de M. Dallmeyer dont nous avons parlé ci-dessus, et divers systèmes de *globe-lens* ou autres objectifs à verres combinés.

Parmi ces objectifs, il convient de citer celui de M. Busch de Rathenow, en Prusse. De tous les objectifs proposés jusqu'à ce jour, c'est celui qui permet d'embrasser facilement l'angle le plus considérable; il peut aller jusqu'à 90° et 100°, mais l'emploi d'un semblable instrument dont le foyer est très-court doit être limité aux vues panoramiques pour lesquelles il offre l'avantage de pouvoir donner ce genre de vue sans avoir recours aux chambres spéciales.

M. Steinheil a également exposé un objectif *grand angulaire* d'une construction nouvelle dont la pratique n'a pas encore suffisamment sanctionné l'usage.

Nous retrouvons dans cette même voie M. Ross et M. Dallmeyer en Angleterre; en France, MM. Gasc et Charconnet, M. Hermagis et surtout M. Darlot. Sans arriver aux extrêmes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

limites atteintes par M. Busch, les objectifs de M. Darlot embrassent un angle considérable. Chaque lentille, formée de trois verres collés et à courbures très-accentuées, peut être employée, soit isolée, comme verre simple, soit combinée avec un autre. Ces combinaisons diverses s'opérant sur une même monture sont très-précieuses pour le photographe paysagiste qui peut avoir ainsi sous un petit volume et à des prix très-modérés une série de foyers qu'il change à volonté selon les exigences de la vue qu'il désire reproduire.

Appareils spéciaux.—En dehors des objectifs, nous mentionnerons quelques appareils d'une application spéciale, tels que l'instrument construit par M. Duboscq, sur les indications de M. A. Chevalier, pour prendre les épreuves nécessaires au levé des plans. Cet appareil diffère complétement des chambres noires ordinaires, aussi bien par la forme que par les épreuves obtenues; mais il paraît bien approprié au but qu'il doit remplir, si l'on en juge par le grand plan de Pierrefonds exposé par M. A. Chevalier. Dans l'exposition de M. Duboscq se trouve aussi un héliostat de M. Foucault et plusieurs appareils pour les reproductions micrographiques et les agrandissements. M. Bertsch expose un appareil-amplifiant qui donne, soit par la lumière solaire, soit par la lumière électrique, une image agrandie que l'on reçoit sur une surface sensible à l'iodure d'argent et que l'on développe par les procédés négatifs ordinaires; il a joint à ces appareils le microscope destiné à produire photographiquement des épreuves agrandies semblables à celles de M. Lackerbauer et Neyt, une chambre automatique et un laboratoire portatif pour faire des négatifs d'une mise au point rigoureuse et destinés à être agrandis. Parmi les nombreux appareils d'agrandissement qui permettent de faire des épreuves à la lumière solaire, directement par les procédés positifs, on doit mentionner celui de M. van Monckhoven de Gand, qui semble généralement adopté dans les grands ateliers photographiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 2. — Produits chimiques et papiers.

Toutes les opérations de la photographie sont basées sur des réactions chimiques souvent fort délicates, et cette industrie est devenue pour le commerce des produits chimiques un débouché d'autant plus important que les substances employées sont généralement d'un prix élevé. Mais en face d'une consommation croissante et toutes les fois que la matière première le permettait, les procédés de fabrication se sont perfectionnés et les prix se sont abaissés dans une proportion considérable : c'est ainsi que l'acide pyrogallique est tombé progressivement de 3 francs le gramme à moins de 20 centimes, et d'autres substances telles que l'hyposulfite de soude ont suivi une marche analogue, quoique moins frappante.

Les produits employés peuvent se partager en deux catégories : ceux qui servent à l'industrie d'une manière générale, et ceux que nous pourrions appeler de petite fabrication, qui sont préparés spécialement pour la photographie. Il est nécessaire que ces produits soient d'une grande pureté, et bien que la question de prix ait son importance, cette considération ne peut être que secondaire pour le photographe, qui doit chercher dans la pureté des réactifs le remède le plus sûr à de trop nombreux insuccès.

Produits généraux. — L'alcool et l'éther, l'un de ses dérivés, se fabriquent en général sur une très-grande échelle et sont livrés à la photographie dans un état de pureté convenable; quelquefois cependant ils contiennent des substances étrangères, des produits empyreumatiques qui nuisent beaucoup à la fabrication d'un bon collodion, et il serait à désirer que l'alcool et l'éther eussent toujours subi une dernière rectification très-soignée, quand ils sont destinés aux usages photographiques. L'iode et l'iodure de potassium retirés des soudes de varechs ainsi que le brome et les bromures que l'on peut également extraire des eaux mères des salines, sont des dérivés de gran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des industries auxquelles la photographie est venue ouvrir une application nouvelle ; l'iode et le brome servent aux fabricants de produits photographiques pour préparer les iodures et bromures de cadmium, d'ammonium et autres qui entrent dans la préparation du collodion. L'acide acétique cristallisable, qui peut être le plus souvent remplacé par l'acide pyroligneux, n'est pas employé en photographie en quantités bien considérables ; cependant ce faible débouché a dû exercer une influence bien marquée sur les prix qui, depuis dix ans, ont constamment suivi une marche décroissante.

Mais cette influence s'est surtout fait sentir sur l'hyposulfite de soude. La consommation de ce corps, presque nulle avant l'invention de la photographie, est devenue considérable; la possibilité d'employer cet agent fixateur en grande quantité et de le renouveler chaque jour a eu la plus heureuse influence sur la beauté et la solidité des épreuves positives. L'hyposulfite de soude, en effet, lorsqu'il contient des sels d'argent, se décompose avec une grande rapidité en déposant dans l'épreuve même une petite quantité de soufre qui est le germe de sa destruction. Pour que le photographe pût renouveler les solutions aussi souvent, plus souvent même qu'il n'est nécessaire, il était important que le prix de l'hyposulfite de soude tombât aussi bas que possible; maintenant, ce besoin est réalisé, car, d'une part, grâce à une fabrication faite très en grand, comme celle de M. Gelis, le produit ne revient même pas à 50 centimes le kilogramme, et sans doute il pourra s'abaisser encore, puisqu'on est arrivé à l'extraire des marcs de soude, qui n'étaient qu'un résidu sans valeur et qui deviennent maintenant, sous l'influence oxydante de l'air, une source d'hyposulfite de soude qui semble devoir excéder la consommation.

Les dangers que présente l'hyposulfite de soude pour la solidité des épreuves dans les circonstances trop nombreuses où son action pourrait être mal appliquée, ont fait chercher quelque autre agent qui pût lui être substitué, et M. Meynier, de Marseille, a proposé l'emploi du sulfocyanure d'ammonium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S'il fallait préparer ce corps de toutes pièces d'après les réactions de laboratoire, il eût été impossible d'en faire l'application, mais on le trouve tout formé dans les résidus de la fabrication du gaz, et le prix de revient, qui s'abaisserait rapidement devant une consommation assurée, ne serait pas un obstacle à l'emploi de ce fixateur. La Compagnie Parisienne du gaz, pour faciliter les essais, a fait préparer une provision considérable de ce corps, dont elle a confié le dépôt à M. Mathieu-Plessy. Jusqu'ici cependant, malgré les études faites, malgré les conseils donnés, les sulfocyanures de potassium ou d'ammonium ne sont pas encore entrés dans la pratique de l'atelier.

Produits spéciaux. — Les produits spéciaux se font en général par quantités relativement faibles et comme produits de laboratoire. Plusieurs maisons en France et à l'étranger se sont acquis une juste réputation, par le soin qu'elles apportent à leurs préparations, celles, par exemple, de MM. Puech, Poulenc et Wittmann, Briois, Plessy, pour la France, M. Rough, en Angleterre, MM. Beyrick et Schering, de Berlin, M. Moll, à Vienne.

Le coton-poudre est un des corps dont la préparation et la bonne réussite présentent le plus de difficultés, et les qualités du collodion, qui est actuellement le point de départ de toutes les épreuves photographiques, dépendent principalement du coton-poudre employé. Nous avons regretté de ne pas avoir trouvé dans l'exposition de la Russie des échantillons de coton semblables à ceux que nous avons reçus une fois de ce pays, et qui joignaient à toutes les qualités des meilleurs cotons l'avantage d'être présentés en larges cardes complétement exemptes de cette poussière qui indique l'action trop énergique des acides.

La préparation du nitrate d'argent parfaitement pur est également nécessaire, et en Angleterre on n'admet que l'emploi du nitrate d'argent recristallisé dans l'eau distillée. Trop sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent en France on pouvait constater à l'ouverture du flacon et rien que par l'odorat la présence d'une faible quantité d'acide nitrique libre, mais la fabrication s'est améliorée et, malgré le peu de bénéfices que présente ce produit, on peut constater que maintenant le nitrate d'argent préparé dans les bonnes maisons présente toute la pureté désirable.

Le chlorure d'or ordinaire est peu à peu remplacé par le chlorure double d'or et de potassium, qui a l'avantage de n'être ni acide ni déliquescent. Le chlorure double s'obtient en cristaux faciles à reconnaître; il ne se prête pas aux falsifications, et il donne exactement les mêmes résultats que le premier; aussi cette substitution ne tardera-t-elle pas à être complète.

L'emploi des acides gallique et pyrogallique était considérable en France, et la maison Fontaine préparait ces produits en grande quantité; mais l'importance de cette fabrication a dû diminuer depuis que l'on a adopté les solutions étendues de sulfate de protoxyde de fer comme développant mieux et plus rapidement les épreuves négatives au collodion humide. On emploie de préférence dans ce cas le sulfate de protoxyde de fer purifié par une nouvelle cristallisation, ou bien le sulfate double de fer et d'ammoniaque. Quelque abondante que soit en photographie la consommation de ce réactif, elle peut être considérée comme tout à fait nulle, comparée à celle que peuvent en faire les autres industries.

C'est toujours avec regret que l'on voit exposé parmi les produits photographiques un des corps les plus dangereux de la chimie, le cyanure de potassium. Ce poison, dont la plus légère dose peut amener une mort foudroyante, cause aussi à la longue des accidents sérieux rien que par le contact momentané avec la peau et même par la respiration des quelques molécules gazeuses qu'il laisse dégager, et nous demanderons sans cesse qu'un produit aussi dangereux soit exclu du laboratoire, puisqu'il peut être remplacé par une solution d'iode dans l'iodure de potassium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Papiers photographiques. — Leur préparation est une opération délicate, demandant une grande habitude; elle ne peut être faite convenablement et économiquement que sur des quantités assez considérables. Cette préparation a donné naissance à une petite industrie spéciale qui affranchit les photographes d'une complication inutile dans leur travail.

Les bonnes qualités du produit dépendent en première ligne de la fabrication même du papier, qui pour cet usage a dû être fait avec des soins particuliers. Trois usines se sont particulièrement adonnées à cette fabrication : celle de Steinbach de Malmedy, qui fournit les papiers dits de Saxe, et en France celle de MM. Blanchet frères et Kléber de Rives, et celle de MM. Lacroix, à Angoulême. Le premier soin du fabricant doit être d'éviter dans la pâte les parcelles microscopiques de bronze ou de laiton qui résultent, soit du frottement des appareils broyeurs, soit de l'oubli dans le chiffon de quelques parties métalliques. Les taches dites « de fer » en réalité causées par le bronze et le laiton, n'ont pas d'autres causes et ne sont plus maintenant que de rares accidents dans les papiers bien fabriqués. Une seconde condition d'une importance aussi grande et dont dépendent le ton et la richesse des épreuves, est la bonne qualité de l'encollage de la pâte. La composition de cet encollage peut varier non-seulement suivant les usines, mais même pour chaque cuvée, sans doute sous l'influence de la chaleur ou de celle d'une quantité plus ou moins grande d'agents décolorants contenus dans la pâte, ou d'autres causes qui ne paraissent pas suffisamment étudiées. Ces variations expliqueraient pourquoi le fabricant de papier albuminé, en employant les mêmes préparations, obtient avec des papiers sortant de la même fabrique des résultats très-différents, suivant que sa provision provient d'une même cuvée ou de cuvées différentes. MM. Schœffner et Mohr, M. Garin, M. Marion ont exposé de beaux échantillons de papiers de France ou de Saxe; M. Godard prépare exclusivement du papier d'Angoulême. Nous citerons également comme le produit d'une fabrication soignée les papiers fournis par M. Couvez.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — Appareils et matériel des photographies.

Ébénisterie. — Les chambres noires et leurs accessoires se font principalement en Angleterre, en France et en Allemagne. Les formes sont variables suivant la destination, et, pour les appareils d'atelier, on a généralement une construction un peu lourde, mais parfaitement adaptée au but que l'on se propose. En Angleterre, les appareils exposés par M. Meagher montrent une fabrication très-soignée et même luxueuse; l'acajou, que les constructeurs anglais semblent adopter de préférence, est remplacé en France, pour le travail courant, par le noyer poli; cette économie sur la matière première produit un ensemble moins flatteur à l'œil, mais la fabrication est tout aussi soignée. Parmi les chambres exposées par nos meilleurs ébénistes, MM. Koch et Wilz, M. Ruckert, MM. Gilles frères, nous citerons la chambre universelle de ces derniers. Cette chambre, très-solide, d'un maniement facile, répond à toutes les exigences de l'atelier et peut être employée aussi bien pour les plus courts foyers que pour les reproductions qui exigent un long tirage. Mais ces appareils, malgré les modifications ingénieuses que M. Koch leur a fait subir, pour en diminuer le poids et le volume, sont un peu lourds pour le voyage. M. Relandin a cherché à réaliser un appareil plus portatif; la chambre de voyage qu'il a exposée nous a paru réunir le mieux, sous une forme nouvelle et parfaitement appropriée, toutes les conditions désirées par le photographe voyageur; elle joint à la légèreté, la rigidité, l'aptitude à se prêter à toutes les longueurs focales, la facilité pour prendre les vues, soit en hauteur, soit en largeur, au moyen du soufflet tournant que M. Relandin a construit le premier en 1855 sur nos indications. Cet ébéniste est celui qui a fait le plus de recherches et a trouvé les meilleures combinaisons pour arriver à satisfaire diverses exigences d'un appareil portatif. L'exposition de M. Relandin est faite collectivement avec celle de M. le baron Humbert de Molard, amateur très-distingué à qui la photographie est redevable de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombreux perfectionnements dans les appareils, entre autres du soufflet fabriqué d'une seule pièce d'étoffe, sans angles saillants, et d'un système particulier pour les boîtes stéréoscopiques dites *américaines*.

Parmi les appareils spéciaux, on trouve divers modèles de chambres dites *panoramiques*, dans lesquelles l'objectif, animé d'un mouvement lent et régulier, peut parcourir successivement tout ou partie des points de l'horizon et en projeter l'image sur la glace sensible. Le premier appareil de ce genre a été inventé par M. Martens et appliqué à la plaque daguerrienne, que l'on courbait de telle manière que la surface sensible se trouvait toujours au point, malgré le mouvement de rotation de l'objectif. Lorsque la glace collodionnée vint remplacer la plaque daguerrienne, il fallut chercher une autre combinaison. M. Martens, en 1856, et, vers la même époque, M. Garella, présentèrent chacun un système dans lequel la glace pouvait se mouvoir à mesure que l'objectif se déplaçait, et présentait ainsi successivement au foyer tous les points de sa surface.

MM. Brandon et Johnson, MM. Koch et Wilz ont présenté également divers appareils qui réalisent les conditions nécessaires pour obtenir un panorama sur glace plane.

Si l'on veut, en voyage, opérer sur collodion humide, il faut un système quelconque permettant de faire les préparations à l'abri de la lumière. Bien des inventions ont été proposées : nous citerons la chambre de M. Titus Albitès et celle de M. Anthoni, avec laquelle il suffit de tourner une série de boutons pour que la glace passe successivement dans les divers bains. Les petits appareils de M. Dubroni et ceux de M. Gauvain seraient difficilement applicables pour de grandes épreuves, mais ils séduisent les amateurs par le bas prix et la facilité apparente des manipulations, et ils développent et répandent le goût de la photographie. Tous ces appareils ont un défaut grave pour le photographe sérieux, c'est qu'ils ne permettent pas de suivre convenablement la série des réactions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui se passent sur la glace. Pour obtenir ce résultat, il faut un appareil capable de remplacer le cabinet noir, soit un système de tente convenablement disposé, comme celui que M. Thomas et M. Rough ont exposé dans la section anglaise, soit des boîtes à manches que l'opérateur modifie à son gré, ou bien encore, si on ne craint pas un volume un peu considérable, la voiture inventée par M. Poitrineau, et disposée de telle sorte que le photographe assis se trouve dans un véritable cabinet noir, ayant tous ses réactifs à la portée de la main. Mais, quels que soient les perfectionnements adoptés, la photographie au collodion humide entraîne toujours beaucoup d'embarras et nécessite un lourd bagage quand on doit opérer hors de l'atelier.

Verreries, cuvettes, accessoires. — Les négatifs se font sur verre ou sur glace. Les glaces sont certainement préférables. Leur emploi a été entravé en France par la protection qui a longtemps arrêté l'importation des glaces étrangères, et il est probable que maintenant, grâce aux nouveaux traités de commerce, les prix s'abaisseront, soit par suite d'une fabrication française mieux entendue, soit par l'importation facile des produits étrangers, et que les glaces pourront le plus souvent remplacer le verre dans les manipulations photographiques.

Les cuvettes forment une partie importante du matériel et devraient répondre à bien des exigences qui ne sont encore réalisées qu'en partie. Il faudrait joindre à l'inaltérabilité par les bains divers la légèreté, la solidité et le bon marché. Les cuvettes en porcelaine sont excellentes pour le travail d'atelier, mais elles sont lourdes et fragiles, et d'un prix très-élevé lorsque les dimensions deviennent un peu grandes. M. Claudet, en Angleterre, a exposé de beaux spécimens en ce genre, et M. Lécu, en France, a fait faire un modèle de cuvettes à fond cannelé destiné à retenir les poussières, qui doivent être d'un très-bon service. MM. Warmbrunn et Quilitz, en Prusse, ont exposé des cuvettes verticales et horizontales en verre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moulé d'une seule pièce, et un ensemble d'appareils divers très-bien appropriés aux besoins de la photographie ; mais ces divers modèles, ainsi que ceux en verre et bois, sont lourds et fragiles, et l'on a cherché à les remplacer, au moins en partie, par la gutta-percha, qui ne présente pas une inaltérabilité suffisante. M. Dufournet a fait faire un grand progrès à cette industrie par l'emploi du carton durci, préparation qui réunit presque toutes les conditions désirables lorsque la fabrication en est suffisamment soignée. M. Kronig, à Vienne, a exposé dans le même genre des cuvettes qui ont le brillant et le vernis de la laque et qui paraissent supérieures aux précédentes pour le fini du travail.

Les autres accessoires pour le matériel photographique sont trop nombreux pour que nous puissions les passer en revue ; nous citerons cependant l'exposition de M. Langlois, qui a monté une fabrique spéciale pour les diverses pièces métalliques, comme engrenages, crémaillères, boutons, qui entrent dans la fabrication de ces appareils. Le même fabricant expose un modèle de pied tout en fer et fonte d'une grande rigidité, disposé de telle sorte que tous les mouvements se trouvent sous la main de l'opérateur et se transmettent facilement à la chambre noire au moyen d'engrenages parfaitement disposés.

Les laminoirs nécessaires au satinage des épreuves, les timbres secs ou humides font encore partie du matériel photographique, et en France, cette industrie est représentée principalement par M. Lecoq et par M. Poirier ; en Angleterre, par M. Austen ; mais ces appareils sont plutôt de véritables machines, et elles ont été classées comme telles dans le groupe VI.

§ 4. — Conclusion.

En résumé, les progrès que la photographie a faits depuis une dizaine d'années sont surtout le résultat des travaux et des inventions qui ont paru en France et en Angleterre. Pour ce qui touche les épreuves négatives, ces progrès sont dus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins à de nouveaux procédés qu'aux perfectionnements des procédés anciens, et, quant aux épreuves positives ordinaires, une étude plus approfondie des réactions chimiques qui leur donnaient naissance a permis de les faire plus belles et plus sodides. Mais ce qui caractérise surtout l'Exposition de 1867, ce sont les efforts faits de toute part pour s'affranchir des tirages aux sels d'or et d'argent et remplacer les réactifs trop chers et donnant une image trop altérable, par des matières sensibles à la lumière qui, le plus souvent, sont mélangées de bichromate de potasse. Ces mélanges, étudiés dans les circonstances les plus diverses, ont donné naissance à de nombreux procédés qui tous dérivent les uns des autres, sans cependant être semblables : ils sont le principe des impressions à l'encre grasse, des images formées par des poudres colorantes inertes, des émaux et vitrifications, et l'on doit croire que dans ces procédés nouveaux, si rapidement développés sous l'initiative généreuse de M. le duc de Luynes, réside maintenant l'avenir de la photographie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 10

Instruments de musique, par M. Fétis, membre de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts; directeur du Conservatoire royal de musique de Bruxelles; membre des Jurys internationaux de 1855 et 1862.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 10

INSTRUMENTS DE MUSIQUE

PAR M. FÉTIS.

CHAPITRE I.

INSTRUMENTS A CLAVIERS.

§ 1. — Orgues d'église et de chapelle.

Le plus beau, le plus puissant, le plus complet et le plus compliqué de tous les instruments, l'orgue, est composé de trois parties distinctes, essentielles, dont le perfectionnement a été l'objet des recherches et des travaux des facteurs les plus habiles de l'Europe, particulièrement dans le XIX^e^ siècle; ces parties de l'instrument sont : 1° la mécanique des claviers et de leurs accouplements; 2° la soufflerie; 3° la diversité des jeux ou voix, et leurs dispositions sur les sommiers.

Parmi les grandes orgues placées à l'Exposition, le jury a particulièrement distingué le grand orgue de la nouvelle église Saint-Epvre de Nancy, tant à cause de son importance au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

point de vue de la puissance sonore que du mérite de conception et d'exécution de ses diverses parties. Construit dans les ateliers de la Société anonyme pour la fabrication des grandes orgues (établissement Merklin-Schütze), ce bel instrument, composé de quarante-quatre jeux, est disposé comme il suit :

1° Un clavier, dit *positif*, de 56 notes, composé de 10 jeux.
2° — dit *grand orgue*, de 56 notes. . de 15 —
3° — dit *récit expressif*, de 56 notes, de 10 —
4° — pédalier, de 27 notes..... de 9 —

Total..... 44 jeux.

5° Une série de pédales d'accouplement et de combinaison.

Les jeux distribués sur les quatre claviers sont ceux-ci :

POSITIF :

1. Bourdon..... de 16 pieds.
2. Principal..... 8 —
3. Bourdon..... 8 —
4. Salicional..... 8 —
5. Viole de gambe..... 8 —
6. Flûte harmonique..... 4 —
7. Prestant..... 4 —
8. Clochette (deux tuyaux)..... 2 —

JEUX DE COMBINAISON.

9. Clarinette..... 8 —
10. Trompette..... 8 —

GRAND ORGUE.

1. Principal..... 16 —
2. Bourdon..... 16 —
3. Montre..... 8 —
4. Bourdon..... 8 —
5. Flûte harmonique..... 8 —
6. Gambe..... 8 —
7. Dulciana..... 8 —
8. Flûte octaviante..... 4 —
9. Prestant..... 4 —
10. Quinte-flûte..... 3 —

JEUX DE COMBINAISON.

11. Fourniture progressive..... 4 —
12. Grand cornet..... 8 —
13. Bombarde..... 16 —
14. Trompette..... 8 —
15. Clairon..... 4 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉCIT EXPRESSIF.

1. Flûte harmonique..... 8 pieds.
2. Voix céleste..... 8 —
3. Gambe..... 8 —
4. Bourdon..... 8 —
5. Flûte octaviante..... 4 —

JEUX DE COMBINAISON.

6. Flageolet..... 2 —
7. Basson..... 16 —
8. Hautbois et basson..... 8 —
9. Trompette harmonique..... 8 —
10. Voix humaine..... 8 —

PÉDALIER.

1. Sous-basse..... 32 —
2. Grosse-flûte..... 16 —
3. Sous-basse..... 16 —
4. Octave-basse..... 8 —
5. Violoncelle..... 8 —
6. Flûte..... 4 —

JEUX DE COMBINAISON.

7. Bombarde..... 16 —
8. Trompette..... 8 —
9. Clairon..... 4 —

PÉDALES D'ACCOUPLEMENT ET DE COMBINAISON.

TONNERRE.

1. Pédales pour réunir la basse du 1er clavier (positif) au pédalier.
2. — — — 2e — (grand orgue) au pédalier.
3. — — — 3e — (récit expressif) au pédalier.
4. Pédales pour réunir le 1er clavier au grand orgue.
5. — — le grand orgue à la machine pneumatique.
6. — — le 3e clavier (récit) au grand orgue.
7. — — le 3e clavier au grand orgue, à l'octave grave.
8. Pédales d'appel des jeux de combinaison du 1er clavier.
9. — — — du 2e —
10. — — — du 3e —
11. — — — du pédalier.
12. — de *forte* général pour ouvrir et fermer les pédales de combinaisons de tous les claviers.
13. Pédale d'expression.

Trémolo.

Dans cette disposition des jeux ou registres, le choix des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

timbres est fait avec intelligence; les basses n'étouffent pas les voix supérieures, défaut trop ordinaire dans la plupart des grandes orgues. L'organiste y peut trouver des moyens de variété presque inépuisables pour ses inspirations, bien que les jeux ne soient pas multipliés à l'excès dans cet instrument comme dans d'autres grandes orgues, où ils sont au nombre de soixante-dix, quatre-vingts et même jusqu'à cent. Ce luxe inutile de l'ancienne facture ne s'obtenait que par le redoublement des mêmes jeux, de grosse et de petite-taille, ainsi que par l'abus des jeux de mutation, tels que les *mixtures*, *cymbales*, *cornets* à tous les claviers, *nazards et tierces*, dont les harmoniques multipliées anéantissaient la véritable harmonie de l'orgue. L'établissement Merklin et Schütze se distingue spécialement par ce mérite de produire autant d'effet et d'avoir autant de puissance, par la réunion de quarante à quarante-cinq jeux, que d'autres facteurs avec un tiers de plus.

Les divers perfectionnements introduits dans la facture moderne des orgues se trouvent tous réunis dans l'instrument sorti des ateliers Merklin-Schütze (Paris), à savoir :

1° Soufflerie à diverses pressions, avec réservoirs et régulateurs indépendants;

2° Application du système des doubles layes aux sommiers;

3° Application du levier pneumatique complet au grand orgue, et spécial à chaque clavier;

4° Simplicité et promptitude des mouvements dans le mécanisme;

5° Disposition par groupes et par séries des pédales d'accouplement et de combinaison;

6° Réunion des jeux de divers systèmes de facture, et perfection de leur harmonie.

On sait que les jeux de l'orgue se distinguent en trois familles principales, dont la première renferme tous les jeux de flûte, ou à bouche, de 32, 16, 8, 4 et 2 pieds, et qu'on désigne par le nom de *jeux de fond;* la deuxième comprend tous les jeux dont le son se forme par les vibrations d'une languette de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuivre, ou anche, contre les parois du pied des tuyaux; on leur donne le nom de *jeux d'anche;* enfin, la troisième famille est celle des jeux dits *de mutation,* lesquels sont composés de plusieurs tuyaux répondant à la même touche, et accordés par octaves et quintes, ou octaves et quartes. Ces diverses familles de jeux exigent des pressions de vent différentes pour la bonne harmonie de leur ensemble: c'est ainsi que dans l'orgue Merklin-Schütze la pression est de 0^m10 pour les jeux de fond, et de 0^m12 pour les jeux d'anche et de mutation. Pour le fonctionnement des appareils pneumatiques, la pression est de 0^m14.

Ces différentes pressions sont obtenues par un double système de pompes d'alimentation, par des réservoirs indépendants, et par des soufflets régulateurs qui sont en relation avec les soufflets réservoirs, au moyen de soupapes régulatrices; ce sont ces soufflets qui distribuent le vent entre les divers sommiers et leurs jeux respectifs.

Le système de soufflerie à diverses pressions, qui peut être considéré comme une des plus précieuses conquêtes de la facture d'orgue moderne, a rendu nécessaire la division des sommiers en plusieurs layes. Cette division a pour but de faire résonner les différentes familles de jeux selon leur vrai caractère et dans toute leur puissance.

Lorsqu'on veut faire entendre un grand instrument de cette espèce, on réunit tous les jeux des divers claviers sur un seul par les pédales d'accouplement; dans ce cas, un grand nombre de soupapes sont mises en mouvement et offrent une grande résistance; pour vaincre cette résistance, M. Barker a produit son admirable invention du levier pneumatique, tombé dans le domaine public, et dont la plupart des facteurs d'orgues français et belges font usage aujourd'hui. Toutefois, il a été reconnu que le levier pneumatique seul n'est pas suffisant pour triompher complétement de la résistance, lorsque tous les claviers sont accouplés. MM. Merklin-Schütze et C^ie^ ont fait disparaître cette imperfection par l'application d'une série de soufflets

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pneumatiques à chaque sommier à double laye, lesquels ont pour effet d'imprimer aux mouvements de chaque clavier autant de légèreté que de précision. Ainsi soulagée la machine pneumatique fait mouvoir, avec autant de célérité que de régularité, les accouplements et l'ensemble du mécanisme, de telle sorte que les doigts de l'organiste trouvent sur le clavier la même légèreté que sur un bon piano.

Les facteurs de l'orgue de Nancy ont classé avec ordre les pédales d'accouplement et de combinaison à l'aide desquelles l'organiste dispose, sans peine et sans ôter les mains du clavier, de toutes les ressources de puissance, d'expression et de variété, que lui offre l'instrument. En les rangeant par groupes d'effets analogues, ils ont rendu faciles les mouvements des pieds de l'artiste exécutant, et soulagé sa mémoire concernant la place de la pédale destinée à l'effet spécial qu'il veut produire.

Le Jury a reconnu avec satisfaction que les facteurs de ce grand instrument lui ont conservé le caractère de l'orgue d'église, conformément à sa destination, au lieu de le surcharger d'effets de fantaisie, dans lesquels le génie du mécanicien peut se faire admirer, mais qui n'entreront jamais dans l'art sérieux. D'ailleurs, la multitude de ressorts, à l'aide desquels se produisent ces effets, ont le grave inconvénient d'occuper exclusivement l'attention de l'organiste, de nuire au libre essor de sa pensée musicale, et même de diminuer le mérite de son exécution. En écoutant un très-habile artiste (1) dans l'exécution de grandes pièces de Bach, sur l'instrument sorti des ateliers Merklin-Schütze, le Jury a constaté que cet orgue a toutes les qualités désirables de puissance, de majesté et de variété. L'examen auquel il a été soumis dans ses détails a démontré qu'il ne laisse rien à désirer pour le fini du travail, ainsi que pour les dispositions intérieures, qui rendent facile l'abord de toutes les parties de l'instrument.

(1) M. Renaud de Vilbac.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deux autres orgues, construites dans les ateliers de la société anonyme pour la fabrication des grandes orgues (établissement Merklin et Schütze), à Bruxelles, figurent à l'Exposition universelle. Le premier est un instrument composé de deux claviers manuels, d'un pédalier, d'une série de pédales d'accouplement et de combinaison, et de vingt-cinq jeux. Il appartient à la catégorie des orgues désignées sous le nom de *seize-pieds*. La distribution de ses jeux est celle-ci :

1er CLAVIER (grand orgue).

1. Principal	16	pieds.
2. Montre	8	—
3. Bourdon	16	—
4. Bourdon	8	—
5. Flûte harmonique	8	—
6. Salicional	8	—
7. Prestant	4	—
8. Flûte octaviante	4	—

JEUX DE COMBINAISON.

9. Fourniture.		
10. Bombarde	16	—
11. Trompette	8	—
12. Clairon	4	—

2e CLAVIER (récit expressif).

1. Flûte octaviante	8	—
2. Gambe	8	—
3. Dulciana	8	—
4. Flûte	4	—
5. Flageolet	2	—

JEUX DE COMBINAISON.

6. Cornet.		
7. Trompette	8	—
8. Clarinette	8	—
9. Voix humaine	8	—

PÉDALIER.

1. Flûte	16	—
2. Octave basse	8	—

JEUX DE COMBINAISON.

3. Bombarde	16	—
4. Trompette	8	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pédales d'accouplement et de combinaison.

1. Réunion du grand orgue ou pédalier.
2. — du récit expressif au pédalier.
3. — du récit au grand orgue.
4. Appel des combinaisons du grand orgue.
5. — du récit.
6. — du pédalier.
7. Forte général, ou réunion de tous les jeux.
8. Trémolo.
9. Expression.

Dans des proportions moindres de moitié, et conséquemment dans des conditions de sonorité inférieures à celle du grand orgue de Nancy, celui-ci est néanmoins d'un très-bel effet. Construite d'après les mêmes principes, sa soufflerie est à plusieurs pressions, avec réservoirs et régulateurs; ses sommiers sont à doubles layes; le levier pneumatique y remplit ses fonctions, et toutes les parties du mécanisme y ont un fini remarquable.

Les mêmes ateliers de Bruxelles, dépendant de l'établissement Merklin-Schütze, ont fourni à l'Exposition un petit orgue de chœur ou d'église de petite localité; il est composé d'un clavier à main de 56 notes, d'un clavier pédalier de 25 touches, correspondant au clavier manuel, et de six jeux, dont deux, le bourdon, de 16 pieds, et la trompette sont divisés en deux registres. Ces jeux sont :

1. Montre	8	pieds.
2. Bourdon bas	16	—
3. Bourdon haut	16	—
4. Bourdon	8	—
5. Salicional	8	—
6. Flûte	4	—
7. Trompette basse	8	—
8. Trompette haute	8	—

Bien que borné dans ses ressources, et ne renfermant dans l'ensemble de ses jeux que 336 tuyaux grands et petits, ce petit orgue a une certaine ampleur religieuse et sympathique. Tous les perfectionnements de la facture moderne, tant pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la nature des jeux que pour la soufflerie et le fini du mécanisme, s'y trouvent réunis.

Un orgue de petite dimension, placé dans la chapelle du parc de l'Exposition, par M. Cavaillé-Coll, a fixé l'attention par l'excellence de sa sonorité et le fini de toutes ses parties.

Parmi les facteurs d'orgues français, qui ont des instruments à l'Exposition, se trouvent MM. Stolz et fils, de Paris. On a remarqué, en 1855, que ces facteurs, continuant l'ancien système de construction, plaçaient les jeux d'anches sur les mêmes sommiers que les jeux de fond, afin d'occuper moins d'espace et d'établir leurs instruments à meilleur marché que ceux qui sont construits d'après les principes de la facture moderne. Il en résultait un défaut de pureté dans les jeux d'anche, et, en général, une sonorité sèche et peu sympathique. Néanmoins, en considération de certaines qualités accessoires, leur orgue de l'Exposition fut acheté par le gouvernement pour la cathédrale d'Agen, et, depuis lors, ces industriels ont obtenu plusieurs commandes du gouvernement pour de grandes orgues d'églises; il y avait lieu de croire que ces encouragements auraient déterminé MM. Stolz à entrer franchement dans le système perfectionné de la facture moderne; mais à l'audition de l'instrument de l'Exposition actuelle, le Jury n'a pas jugé que les progrès y fussent assez marqués. L'orgue de MM. Stolz est un seize-pieds de 26 jeux; qu'ils le comparent à celui de l'établissement Merklin-Schütze de 25 jeux, placé près de leur instrument; l'évidence de la supériorité de celui-ci ne leur laissera pas de doute concernant l'avantage qu'il y aurait pour eux à adopter le nouveau système, au lieu de persister dans les anciennes voies.

Pays étrangers. — L'Angleterre est en progrès dans la facture des orgues, et l'on pouvait croire qu'elle obtiendrait des succès à l'Exposition dans ce genre de produits; mais il paraît que des difficultés d'installation de ces grandes machines ont découragé plusieurs facteurs, car deux petits instruments se trouvent seuls dans le compartiment qui est réservé à la Grande-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bretagne. Le premier petit orgue de six jeux est sorti des ateliers de MM. Bevington et fils, de Londres. La sonorité en est très-distinguée ; mais cette œuvre a trop peu d'importance pour la réputation des facteurs ; le souvenir de l'excellent instrument placé par eux à l'Exposition de 1855 n'est pas heureusement sorti de la mémoire des artistes.

MM. Bryceson frères, de Londres, ont construit l'autre orgue du département anglais de l'Exposition. Cet instrument est de dimensions plus grandes que celui de MM. Bevington, mais il ne l'égale pas pour la qualité des jeux. Ses tuyaux sont peints de diverses couleurs, à l'imitation de quelques instruments du moyen âge, dont on a conservé des vestiges.

M. Charles Hesse, de Vienne (Autriche), a exposé un orgue d'église dont les jeux de fond ont de la distinction et de l'ampleur.

§ 2. — Harmoniums et accordéons.

L'harmonium, ou orgue expressif, est un instrument relativement nouveau, quoique son principe, l'*anche libre*, soit connu et mis en pratique en Chine depuis plus de deux mille ans. La première application de ce principe en Europe date de 1810 : elle fut renouvelée en plusieurs pays sous différents noms, et finit par donner naissance à l'*accordéon*, instrument portatif à lavier, dont le succès fut populaire en Allemagne pendant près de quinze ans, et dont le développement a produit l'*harmonium*. L'histoire de celui-ci a été donnée dans le rapport de l'Exposition universelle de 1855 ; il ne s'agit donc ici que de ce qui a été fait depuis cette époque pour le modifier et le perfectionner.

Bien que l'*harmonium* proprement dit ne soit connu que depuis 1840, sa popularité est devenue universelle, et de grands établissements, spécialement destinés à sa production, en ont inondé le monde musical. A la tête de cette industrie se placent, en France, les maisons de MM. Alexandre père et fils, et de M. Debain. Beaucoup d'autres maisons, en France, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Allemagne, en Angleterre, en Amérique, fabriquent une immense quantité d'harmoniums de tous genres et de toutes dimensions.

Le défaut essentiel, inévitable de l'harmonium, est la monotonie du caractère de sa sonorité. En dépit de tous les efforts pour varier ce caractère par des procédés ingénieux, le défaut subsiste toujours. Il est surtout choquant dans les sons graves, où le frôlement de l'anche est de plus en plus sensible dans les notes les plus basses de l'échelle.

La lenteur de l'entrée en vibration de l'anche, après que le doigt a abaissé la touche, est un autre inconvénient non moins considérable. M. Martin, de Provins, imagina, vers 1850, de faire disparaître ce défaut par la percussion de l'anche, au moyen d'un appareil de petits marteaux ; mais la percussion est elle-même un autre mal, car elle ajoute un bruit au son de l'instrument.

En dépit de ses défauts, l'harmonium ne jouit pas moins d'une vogue immense. Il trouve son emploi dans de petits orchestres, où il remplace les instruments à vent ; dans les églises de petites communes, trop pauvres pour faire la dépense d'un orgue ; dans les sociétés chorales, où il maintient l'accord des voix ; dans les familles de la religion réformée ou protestante, pour l'accompagnement des psaumes et cantiques ; enfin, il est un certain nombre d'amateurs qui confondent cet instrument avec l'orgue et en jouent avec plaisir.

Par les dispositions des cases où sont plongées les lames sonores, et à l'aide du voisinage de tables d'harmonie, le facteur d'harmonium obtient des modifications de sonorité qu'on désigne sous le nom de *jeux*. Ces jeux sont divisés en deux registres qui, suivant qu'ils sont ouverts ou fermés, font entendre ou la partie grave ou la partie aiguë du jeu sous la main de l'artiste. Un harmonium destiné à offrir des ressources variées à l'exécutant, est composé de quatre, cinq ou six jeux complets, représentés par huit, dix ou douze registres. On assimile les noms de ces jeux à ceux de l'orgue à tuyaux ; ainsi on a le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bourdon et la *clarinette*, le *basson* et le *hautbois*, le *cor anglais* et la *flûte*, le *clairon* et le *fifre*, qui forment quatre jeux suivis. Il y a aussi des demi-jeux de solo, tels que la *musette*, la *voix céleste* et le *baryton*. Dans le grand jeu, les soupapes des divers registres sont ouvertes. Il y a aussi des registres accessoires pour le *forte*, le *trémolo*, l'expression, le grand jeu et la sourdine.

France. — Les modifications et les perfectionnements dans la facture des harmoniums, depuis 1855, ont consisté principalement dans l'addition de jeux ou d'effets nouveaux, et dans l'amélioration de certaines parties du mécanisme. MM. Alexandre père et fils, les premiers, ont dépassé le nombre de six jeux; ils en ont même exagéré le nombre. Le quatrième registre solo, appelé *harpe éolienne*, est de l'invention de M. Mustel, autre exposant déjà connu et apprécié en 1855. Excité par cette disposition à augmenter les ressources de l'harmonium, M. Debain a conçu le dessein de donner à cet instrument, par le nombre des jeux et les dimensions des anches, une puissance et une variété de sonorité égales à celles de l'orgue à tuyaux des églises. Bien qu'il fût hors de concours, par la position qu'il avait acceptée, le Jury a pris connaissance des premiers résultats obtenus par cet ingénieux industriel. L'instrument n'était pas achevé, mais le Jury a pu se convaincre, tout en rendant justice au génie de l'inventeur, que, en dépassant les limites ordinaires de l'harmonium, on exagère ses défauts sans parvenir à la possibilité d'égaler l'ampleur sympathique de l'orgue à tuyaux. Le frôlement de l'anche libre trop longue et trop forte des basses, dans un instrument de ce genre, produit une impression désagréable. L'harmonium à six ou sept jeux paraît être la limite où la fabrication de ce genre d'instruments doit s'arrêter.

De bons instruments de cette espèce ont été placés à l'Exposition par plusieurs fabricants de Paris, à la tête desquels se placent MM. Alexandre père et fils, par la multiplicité et la bonne qualité de leurs produits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Mustel, autre exposant, n'est pas, à proprement dire, un fabricant, car le nombre d'instruments qui sortent chaque année de ses mains ne dépasse pas quinze. M. Victor Mustel est un artiste; il porte dans son travail les soins les plus minutieux; toutes les parties de ses instruments se font remarquer par la précision et le fini, et la qualité des sons a une rare distinction.

Un très-bon instrument, qui a les dimensions d'un orchestre et peut remplir les fonctions de l'orgue à tuyaux dans une chapelle, est exposé par la Société anonyme pour la fabrication des grandes orgues (établissements Merklin et Schütze), de France et Belgique. On a loué la puissance de l'ensemble et le caractère spécial des divers registres de ce grand harmonium.

MM. Rodolphe, Christophe et Etienne, et Fournaux, tous fabricants à Paris, ont exposé des harmoniums bien construits. Les qualités estimables de leurs instruments du même genre ont valu des distinctions à MM. Salmon, Schwab et C^ie^, de Paris, ainsi qu'à MM. Conty et Richard, de la même ville.

Pays étrangers. — Au nombre des meilleurs harmoniums de l'Exposition universelle, se placent ceux de MM. J. et P. Schiedmayer et de MM. J. Trayser et C^ie^, de Stuttgart (Wurtemberg). Aussi remarquables par leur bonne construction et leur sonorité que par le bon marché, ils sont aussi recherchés dans les pays étrangers que dans toute l'Allemagne. Le chef de la maison Schiedmayer avait été associé au Jury, en qualité d'expert.

Depuis longtemps, une grande quantité d'harmoniums s'exportent en Angleterre de la France et de l'Allemagne, et les instruments de ce genre fabriqués chez les Anglais étaient inconnus sur le Continent; mais M. Ramsden, de Londres, a fixé l'attention du Jury par des harmoniums bien faits, d'une sonorité agréable et d'un prix peu élevé.

Jusqu'à ces derniers temps, l'Italie ne paraissait pas s'être occupée de l'harmonium; mais M. Joseph Mola, de Turin, a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mis à l'Exposition universelle un instrument de ce genre digne d'intérêt par le caractère de sa sonorité, ainsi que par quelques simplifications dans le mécanisme.

Les États-Unis d'Amérique sont aussi entrés en lutte avec la France, l'Angleterre et l'Allemagne, pour la fabrication des instruments à anches libres. Comme dans d'autres industries, les Américains y ont mis le cachet de leur originalité. MM. Mason et Hamlin, de New-York et Boston, ont à l'Exposition des harmoniums de salon remarquables par leur belle sonorité, où la sécheresse des lames vibrantes disparaît en partie, ainsi que par un nouveau mécanisme d'expression, qu'ils nomment *crescendo automate*. Ce système nouveau a pour objet de rendre l'exécution plus facile et les nuances d'accroissement et de diminution de l'intensité plus progressives. Les facteurs européens obtiennent les avantages de ce *crescendo automate* par le mécanisme de la *double expression*, qui a fait disparaître les secousses du *crescendo*, en isolant la partie chantante de la main droite de l'harmonie de la main gauche, dans l'augmentation et dans la diminution d'intensité; mais l'usage de la double expression exige plus d'habileté de la part de l'exécutant.

Les instruments de MM. Mason et Hamlin se distinguent aussi de ceux des fabriques européennes par le système de l'impulsion donnée aux vibrations des lames, en ce que cette impulsion, au lieu d'être produite par l'insufflation, l'est par l'aspiration. Les inventeurs ont fait en cela l'application à l'harmonium d'un des modes d'impulsion vibratoire de l'*accordéon* qui, comme on sait, résonne sous l'action de l'air produite par la pression du soufflet ainsi que par sa dilatation.

L'accordéon, première application de l'anche libre vibrant sous l'action d'un soufflet, se fabrique encore et se voit dans la classe 10 de l'Exposition universelle; mais il n'a pas progressé depuis vingt ans environ, par la raison qu'il est parvenu aux limites de son développement possible. L'anche libre a reçu d'autres applications de fantaisie, 1° dans le *mélo-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phone, qui fit une assez grande sensation à l'Exposition de 1834, à cause du talent de l'artiste qui en jouait, mais qui, depuis lors, a été abandonné, parce qu'on n'a pu corriger ses nombreuses imperfections; 2° dans le *concertina*; 3° dans l'*harmoni-flûte*. Ces deux derniers instruments sont agréables dans leur domaine limité; de jolis concertinas se trouvent dans le département anglais de l'Exposition. Cet instrument, préférable à l'accordéon, pour le caractère de la sonorité ainsi que pour la rapidité de l'articulation, est très-populaire en Angleterre. MM. Marix et Bié, de Paris, ont exposé des harmoni-flûtes bien faits et d'une bonne sonorité ; toutefois, nous n'avons pas considéré ces instruments comme susceptibles d'application dans l'art sérieux.

§ 3. — Pianos.

L'industrie des pianos est, sans aucun doute, la plus universelle et la plus productive. Bien que la statistique n'ait pas encore fixé, même d'une manière approximative, le chiffre des capitaux employés à la fabrication de ces instruments et représenté par la valeur des établissements où ils se confectionnent, il n'y aurait pas d'exagération à évaluer ce chiffre à plusieurs centaines de millions.

L'Angleterre, la France et l'Allemagne ont eu longtemps le privilége de fournir des pianos à l'ancien et au nouveau monde ; aujourd'hui ces instruments se fabriquent partout, et l'Amérique menace l'industrie européenne des pianos d'une rivalité redoutable. Ce résultat a été prévu dans le rapport de l'Exposition universelle de 1855, où il est dit : « L'Amérique « marche à grands pas dans cette voie de production. Telle a « été la rapidité de ses progrès depuis quelques années qu'il « est permis de croire que la fabrication des pianos, dans les « principales villes de l'Union, pourra égaler celle de l'An- « gleterre dans l'espace de dix ans. »

Les fabricants de pianos de toute l'Europe et de l'Amérique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont envoyé leurs produits à l'Exposition universelle sont au nombre de cent cinquante-huit. Leurs instruments atteignent le chiffre de 338, dont 76 pianos à queue, 152 pianos droits ou obliques, et 10 pianos carrés.

Parmi ces instruments de formes et de destinations différentes, celui qui saisit d'abord l'attention est le grand piano de concert. Les qualités qu'on y recherche sont la puissance du son, l'éclat sans sécheresse ; l'égalité dans toute l'étendue du clavier; l'articulation prompte et brillante, unie à la suavité chantante ; enfin, un mécanisme qui réponde à toutes les exigences de l'exécution, soit dans la force, soit dans la légèreté, et qui réalise les diverses nuances du sentiment de l'artiste. Qu'un tel instrument ait jamais existé et qu'il ait satisfait à tant de conditions absolues, c'est ce qu'on n'oserait affirmer : il en est qui ont l'éclat, le timbre incisif, qui portent le son au loin et donnent de la clarté aux traits les plus rapides et les plus compliqués, mais ce timbre métallique est sans charme et ne sait pas chanter; d'autres ont le moelleux, la délicatesse des nuances, mais le son est sans portée dans un vaste local. Quelquefois le son puissant n'est obtenu que par l'artifice d'étouffoirs qui n'étouffent pas assez, d'où résulte la confusion ; ou bien le mécanisme étouffe trop, et les vibrations sont courtes. Parfois les sons graves ont trop de puissance et ne laissent pas entendre les dessus. Dans un grand nombre de pianos, les octaves du médium sont plus faibles que les autres; d'autres ont les dernières notes aiguës sèches et sentant le bois. De très-bons pianos, d'ailleurs, sous beaucoup de rapport, ont l'insupportable défaut de faire entendre, sur de belles notes de basse, la septième mineure en harmonie aiguë, parce que le point d'attaque du marteau tombe précisément sur un des nœuds harmoniques de la corde.

Ce qu'on doit conclure de tant d'imperfections qui se rencontrent, soit l'une, soit l'autre, dans des instruments remarquables d'ailleurs, c'est que la construction d'un grand piano, excellent de tout point et sans aucun défaut, est un des pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blèmes les plus difficiles à résoudre. Pour y atteindre aussi près que possible, une grande expérience est nécessaire, et l'on ne pourrait y apporter des soins trop minutieux.

Grands pianos. — France. — Les trois maisons les plus importantes de la fabrication des pianos, Mme Erard (représentée par M. Schœffer), MM. Pleyel, Wolff et Cie, et Henri Herz, ont exposé des instruments d'une grande distinction; toutefois, elles n'ont pu prendre part au concours, parce que leurs chefs avaient accepté la position d'associés du Jury de la classe, en qualité d'experts.

Le grand piano de concert de la maison Érard n'a pas subi de modification depuis le premier spécimen qui en fut fait à Londres en 1829, d'après le nouveau plan de Sébastien Erard. Cet instrument, envoyé à la maison de Paris, servit de modèle pour ceux qu'on y fabriqua; mais, dans les premiers temps, les grands pianos Érard, de Paris, n'égalaient pas les grands pianos Érard, de Londres, parce que les ouvriers français avaient alors moins d'habileté que les ouvriers anglais. Pierre Érard, qui avait dirigé ceux-ci pendant plusieurs années, vint ensuite se fixer à Paris, et sous son impulsion, les instruments qu'on y fabriqua eurent bientôt acquis les qualités qui ont fait leur immense renommée, laquelle s'est maintenue jusqu'à ce jour.

Les grands pianos de concert et de salon de la maison Pleyel, Wolff et Cie, ont progressé depuis l'Exposition de 1855; leur sonorité s'est agrandie et a pris plus de portée; leur mécanisme à répétition a plus de souplesse et de promptitude, et la conception de son échappement est d'une grande simplicité. Ces instruments sont au premier rang dans la fabrication.

M. Henri Herz a conservé, dans la fabrication de ses instruments, la position élevée qu'il a conquise en 1855. Sa célébrité comme virtuose et compositeur avait fait croire alors qu'il avait peu de part dans les produits de ses ateliers, dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on attribuait le mérite à l'habileté d'un contre-maître; cependant, ce contre-maître est sorti de la maison de M. Henri Herz depuis plusieurs années, et les pianos n'ont rien perdu de leurs excellentes qualités. Ce serait une erreur de croire que le talent distingué d'un pianiste n'exerce pas une heureuse influence sur les travaux qui s'exécutent dans la fabrication des instruments auxquels il s'intéresse. Tout le monde sait ce que la grande expérience de Clementi a produit dans la manufacture de pianos qu'il fonda à Londres au commencement de ce siècle ; même résultat s'est fait voir à Paris en 1827, lorsque Kalkbrenner, grand maître sur son instrument, et Camille Pleyel, artiste distingué lui-même et doué d'un sentiment fin et délicat, entreprirent la transformation des instruments de la maison Ignace Pleyel et Cie. M. Auguste Wolff, chef aujourd'hui de la même maison, est un ancien lauréat du concours de piano du Conservatoire de Paris. C'est à son expérience de musicien que les produits de ses ateliers sont redevables de leurs derniers succès. Sans la coopération des grands pianistes, sans les exigences de leur talent qu'il a fallu satisfaire, les pianos ne seraient pas parvenus à l'état d'avancement où ils sont aujourd'hui.

Un fabricant nouveau de Paris, M. Philippe-Henri Herz, a exposé plusieurs instruments d'une qualité distinguée, dans le nombre desquels se trouve un grand piano de très-bonne sonorité.

Parmi les facteurs français qui ont pris part au concours pour les grands pianos, on remarque M. Kriegelstein et M. Gaveaux. Leurs instruments sont de bonne qualité, et leur prix est modéré. On n'a pu juger de la qualité des instruments de M. Limonaire, ni de ceux de beaucoup d'autres facteurs, parce qu'ils ont négligé d'être présents dans leur section lors des visites du Jury. Le nom de M. Limonaire n'a donc pu être inscrit parmi ceux des industriels récompensés. Toutefois, le rapporteur ne put refuser à ce fabricant d'aller examiner et entendre ses instruments. Pour réparer, autant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il est en son pouvoir, le préjudice causé à l'exposant par ces fâcheuses circonstances, il prend sur sa responsabilité personnelle de déclarer que le grand piano et les autres instruments de cette exposition particulière se font remarquer, non-seulement par leur bonne sonorité, leur égalité et le fonctionnement facile de leur clavier, mais que tous les détails de leur facture se distinguent par une conception intelligente ainsi que par le fini du travail.

Pays étrangers. — L'Angleterre est représentée d'une manière splendide à l'Exposition, dans la catégorie des pianos de grand format. A la tête des exposants se place la maison John Broadwood et fils. Quatre grands pianos de concert et de salon, ainsi qu'un piano de demi-queue, ont excité le plus vif intérêt parmi les membres du Jury par leur noble et grandiose sonorité. Cette maison, dirigée aujourd'hui par la troisième génération d'une famille originaire d'Écosse, jouit depuis plus de quatre-vingts ans d'une renommée universelle, par la bonté et la solidité de ses instruments, qui s'exportent, en immense quantité, dans toutes les contrées, nonobstant leur prix élevé. Les pianos placés à la présente Exposition accusent un progrès remarquable.

Après MM. Broadwood viennent MM. Kirkman et fils, puis M. Brinsmead, de Londres, pour la fabrication des grands pianos anglais. La maison Kirkman est une des plus anciennes et des plus estimées de la Grande-Bretagne pour ce genre d'instruments, et le chiffre de ses affaires est considérable. M. Brinsmead est plus jeune dans cette industrie, mais il construit ses instruments avec beaucoup de soin. Il a inventé un nouveau système de mécanisme très-ingénieux pour la répétition rapide des notes sur le clavier.

Aucun piano fabriqué dans les États-Unis d'Amérique n'avait paru en Europe avant 1851 ; alors MM. Chickering et fils, de Boston, envoyèrent à l'Exposition internationale de Londres un piano carré de très-grande dimension, à cordes croisées,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont le son avait une puissance remarquable. A cette Exposition, Pierre Érard avait fait des efforts extraordinaires pour triompher de tous ses concurrents, et rien n'avait été négligé pour absorber sur ses instruments l'attention générale et assurer le succès qu'il ambitionnait. L'instrument de M. Chickering ne produisit pas alors l'effet qu'il méritait, comme en jugea alors celui qui écrit ce rapport. Pendant et après l'Exposition, on ne parla pas du piano américain.

Soit qu'ils eussent été mécontents du résultat obtenu par eux à Londres, soit que leur attention fût détournée par quelque intérêt plus important, MM. Chickering n'envoyèrent pas de piano à l'Exposition universelle de Paris, en 1855; mais on y vit un piano carré de très-grande dimension, sous le nom de M. Ladd, de Boston. Cet instrument à cordes croisées et à double table d'harmonie était remarquable par la puissance et l'égalité des sons; mais sa forme, qui n'était plus de mode, fut cause qu'on ne lui prêta pas non plus l'attention qu'il méritait. D'ailleurs, personne ne le jouait; il resta oublié, sauf du rapporteur de l'Exposition, qui mentionna ses qualités.

Il n'y eut pas autant d'indifférence à l'Exposition internationale de Londres (1862), où MM. Steinway père et fils avaient envoyé plusieurs instruments, parmi lesquels se trouvait un grand piano de concert. Un des fils de M. Steinway avait accompagné ces instruments à l'Exposition; il les fit jouer incessamment, et le public, charmé par leur grand son, ne cessa de s'amasser en foule pendant plusieurs mois dans le compartiment qui les contenait. Le Jury ne fut pas moins intéressé que le public par la puissance et le charme de ces pianos, particulièrement par le piano carré, égal en sonorité aux plus beaux pianos à queue. Il a été rendu compte alors dans la *Gazette musicale de Paris* (quatrième lettre sur les instruments de l'Exposition internationale de Londres) de l'effet produit par ces pianos. La récompense unique de cette Exposition fut décernée à MM. Steinway.

Le retentissement qu'eut en Amérique le succès obtenu par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces industriels détermina MM. Chickering à envoyer en Angleterre et en Allemagne plusieurs grands pianos, sur lesquels ils sollicitèrent l'attention des artistes les plus renommés; déjà les virtuoses Gottschalk et Thalberg en avaient fait beaucoup d'éloges, pendant leur séjour dans les États-Unis. A ces noms s'ajoutèrent ensuite ceux de Léopold de Meyer, d'Alfred Jael, de Benedict, de Mme Arabella Goddard, de Moscheles, de Balfe et de beaucoup d'autres.

La lutte entre les deux plus grands établissements de fabrication de pianos américains, à savoir de MM. Steinway et Chickering, s'est produite avec un caractère fiévreux dans l'Exposition universelle actuelle de Paris : elle n'a pas eu toujours la dignité convenable; on a usé et abusé des réclames de journaux; mais on ne peut méconnaître le vif intérêt qu'a pris à cette lutte la foule prodigieuse qui n'a cessé de se réunir autour de ces instruments lorsqu'on y jouait. Évidemment, il y avait là quelque chose de nouveau qui impressionnait le public; ce *nouveau* était une puissance de son auparavant inconnue. Ce n'est pas à dire que ce son formidable ne rencontrât que des éloges; les partisans de la facture européenne des pianos reprochaient aux Américains de lui avoir sacrifié toutes les autres nécessités de l'art : le moelleux, les nuances délicates et la clarté. D'autres disaient que ce grand son non-seulement n'est pas nécessaire pour exécuter la musique de Mozart, de Beethoven et d'autres maîtres du premier ordre, mais qu'il y serait nuisible. On peut répondre à ces amateurs de la musique classique par ces paroles du rapporteur de la classe des instruments de musique à l'Exposition de 1855 :

« Il y a toujours quelque chose à faire en ce qui tient aux « besoins de l'humanité, à quelque point de vue qu'on se place « dans l'industrie, dans la science et dans l'art. L'art, la mu- « sique surtout, se transforme à de certaines époques et veut « des moyens d'effet conformes à son but actuel : or, le déve- « loppement de la puissance sonore est la tendance donnée à « l'art depuis le commencement du XIXe siècle. La facture du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« piano a suivi cette tendance, particulièrement le piano de « concert, qui doit souvent lutter avec des orchestres consi- « dérables, et dont les sons doivent se propager dans de vastes « salles. »

A ces considérations, dont la justesse n'a pas été contestée, il faut ajouter que la nécessité d'augmenter la puissance sonore du piano a été si bien sentie en Europe, même depuis les derniers perfectionnements de l'instrument, que la recherche des moyens de la réaliser a préoccupé les acousticiens et les facteurs les plus habiles. Ce problème, le fait vient de prouver qu'il a été résolu en Amérique. Le rapporteur ne croit pas devoir traiter ici les questions de priorité et de propriété d'invention, parce que ces questions sont souvent obscures et peuvent toujours entraîner de longues discussions. En voyant les mêmes moyens mis en œuvre librement par plusieurs fabricants de pianos dans le même pays, il en conclut que ces choses y sont dans le domaine public, et son attention n'est fixée que sur le mérite de l'exécution et sur les résultats.

Le secret du grand son des pianos américains consiste dans la solidité de leur construction ; il se trouve aussi bien dans le piano carré que dans le piano à queue, car ce dernier n'a été l'objet des travaux des fabricants de New-York et de Boston que depuis 1856. L'instrument dont l'usage était et est encore le plus général en Amérique est le piano carré, lequel a à peu près disparu de la fabrication européenne. Le principe de solidité des pianos américains se trouve dans un cadre en fer fondu d'une seule pièce, sur lequel s'opère la traction des cordes, au lieu de la charpente en bois des pianos européens. Le premier qui imagina d'employer ces cadres pour la solidité des instruments fut un facteur de Philadelphie, nommé Babcock ; il termina son premier instrument de ce genre en 1825. En 1833, Conrad Meyer, autre facteur de la même ville, exposa à l'Institut Franklin un piano avec un cadre complet en fer fondu. Ces industriels n'avaient pas compris les avantages de leur innovation, car leurs instruments étaient montés en cordes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trop minces, qui n'étaient pas en rapport d'équilibre avec le cadre métallique; leur son était maigre et sentait la ferraille.

En 1840, Jonas Chickering, de Boston, chef de la famille des facteurs de ce nom, prit un brevet d'invention pour un sommier à chevilles ayant un sillet fondu d'une seule pièce avec le cadre; il commença à tendre sur cet appareil des cordes plus fortes, dont la sonorité était meilleure; comme il arrive toujours, cette invention ne se perfectionna que par degrés. Aujourd'hui les cordes des pianos américains sont beaucoup plus grosses que celles dont les fabricants français, allemands et anglais font usage. Pour les mettre en vibration complète, les marteaux doivent avoir une attaque plus énergique que dans le mécanisme anglais et français; de là l'augmentation considérable de la force des sons; mais cet avantage est balancé par la dureté de l'attaque, qui rend le coup du marteau trop sensible; inconvénient plus choquant encore dans le piano à queue que dans le piano carré.

Le 20 décembre 1859, la maison Steinway prit un brevet pour un système de piano à queue qui faisait disparaître, en grande partie, le défaut qui vient d'être signalé. Dans ce système, le cadre en fer reçut une disposition nouvelle pour le placement des cordes et des traverses.

Le placement de ces cordes, en forme d'éventail, fut adopté, en divisant leur ensemble sur les divers chevalets de la table d'harmonie. Dans le dessus du piano, on continua de placer les cordes parallèlement à la direction des marteaux, parce qu'il avait été reconnu, dans le piano carré, que cette position des cordes produit des sons plus intenses dans cette partie de l'instrument. Dans le médium, les cordes furent tendues en forme d'éventail, de droite à gauche, autant que l'espace le permettait. Les cordes de la basse, filées sur acier, furent tendues de gauche à droite, au-dessus des autres, sur un chevalet plus élevé et placé derrière le premier.

Les avantages de ce système sont ceux-ci : 1° La longueur des chevalets de la table d'harmonie est augmentée, et l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut profiter de grands espaces qui n'avaient pas été utilisés jusque-là; 2° l'espace d'une corde à l'autre est agrandi, d'où il suit que leur résonnance se développe plus puissamment et plus librement; 3° les chevalets, posés plus au centre de la table d'harmonie, et conséquemment plus éloignés des bords ferrés de la caisse, agissent avec plus d'énergie sur l'élasticité de cette table, et favorisent la puissance du son; de plus, en gardant les mêmes dimensions pour l'instrument, la longueur des cordes se trouve augmentée; 4° la position des cordes du médium et de la basse, vers la direction du coup de marteau, produit des vibrations circulaires, d'où résultent des sons moelleux et purs.

Le système du croisement des cordes n'est pas nouveau; il a été essayé plusieurs fois sans succès, mais il était employé sans intelligence; car, au lieu de favoriser les vibrations des cordes, en les écartant, on y portait atteinte en rapprochant ces cordes l'une de l'autre. On verra plus loin que des fabricants de pianos européens ont exposé de très-bons instruments construits dans ce système.

Les pianos droits ne sont en usage dans les États-Unis que depuis peu d'années. MM. Steinway ont introduit dans la construction de ce genre d'instruments des nouvelles combinaisons qui en assurent la solidité, si nécessaire dans le climat à température variable des États-Unis. Ces améliorations consistent en un double cadre en fer, avec plaque d'attache et barrages, fondus en une seule pièce. Le côté gauche de ce cadre reste ouvert, et par cette ouverture se glisse la table d'harmonie: à celle-ci s'adapte un appareil spécial, lequel consiste en un certain nombre de vis qui servent à comprimer ses bords à volonté.

Le succès de cette combinaison, pour la beauté du son et la solidité de l'accord, a déterminé MM. Steinway à appliquer le même système à la construction des pianos à queue, dont la puissance du son est devenue plus chantante et plus sympathique, par ce moyen de compression facultative de la table.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Steinway ont été brevetés le 5 juin 1866 pour cette importante amélioration.

De ce qui vient d'être dit se tire la conséquence que le grand son des pianos est une véritable conquête pour l'art; conquête dont les résultats pourront s'agrandir par des perfectionnements futurs, mais dont le mérite actuel ne peut être mis en doute, si ce n'est par des préjugés d'habitude.

Les pianos de MM. Chickering et fils sont de puissants et magnifiques instruments qui, sous la main d'un virtuose, produisent de grands effets et frappent d'étonnement. Leur vigoureuse sonorité se propage au loin, libre et claire. Dans une grande salle, et à certaine distance, l'auditeur est saisi par l'ampleur du son de ces instruments. De près, il faut bien le dire, à ce son puissant se joint l'impression du coup de marteau, qui finit par produire une sensation nerveuse par sa fréquente répétition. Ces pianos orchestres conviennent aux concerts; mais, dans le salon, et surtout en les appliquant à la musique des grands maîtres, il y manquerait, par l'effet même de ce coup de marteau trop prononcé, le charme que requiert ce genre de musique. Il y a là quelque chose à faire, sur quoi le rapporteur croit devoir appeler l'attention de l'intelligent fabricant de ces grandioses instruments, sans toutefois diminuer leur mérite dans le reste.

Les pianos de MM. Steinway père et fils sont également doués de la splendide sonorité des instruments de leur concurrent; ils ont aussi l'ampleur saisissante et le volume, auparavant inconnu, d'un son qui remplit l'espace. Brillante dans les dessus, chantante dans le médium, et formidable dans la basse, cette sonorité agit avec une puissance irrésistible sur l'organe de l'ouïe. Au point de vue de l'expression, des nuances délicates et de la variété des accents, les instruments de MM. Steinway ont sur ceux de MM. Chickering un avantage qui ne peut être contesté; on y entend beaucoup moins le coup de marteau, et le pianiste sent sous sa main un mécanisme souple et facile, qui lui permet d'être à volonté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puissant ou léger, véhément ou gracieux. Ces pianos sont à la fois l'instrument du virtuose qui veut frapper par l'éclat de son exécution, et celui de l'artiste qui applique son talent à la musique de pensée et de sentiment que nous ont laissée les maîtres illustres; en un mot, ils sont en même temps des pianos de concert et de salon, doués d'une sonorité exceptionnelle.

M. Streicher, de Vienne, chef d'une manufacture de pianos, qui jouit en Allemagne de beaucoup d'estime, n'avait pas envoyé d'instrument à l'Exposition universelle de Paris, en 1855, mais il prit part à celle de Londres, en 1862. Il y envoya un grand piano qui, par comparaison avec les excellents produits des facteurs anglais et français, parut médiocre. Par considération pour l'ancienneté de l'établissement de M. Streicher, et ne voulant pas porter atteinte à ses affaires, le Jury décerna une médaille à ce facteur; toutefois, ce fut plutôt comme souvenir de ses anciens succès que comme récompense pour son piano. Il est vraisemblable que M. Streicher lui-même se jugea alors avec sévérité, et qu'il fit des études comparatives des grands instruments qui se trouvaient à l'Exposition. Les pianos de MM. Steinway fixèrent vraisemblablement son attention plus que les autres, puisque, renonçant tout à coup aux principes de son ancienne facture, il a adopté les dispositions américaines des cordes croisées. La transformation est complète et les résultats sont heureux, car le grand piano de M. Streicher, placé à l'Exposition actuelle, est un très-bon instrument.

M. Günther, de Bruxelles, intelligent et habile fabricant de pianos, a fait aussi une heureuse application du système des cordes croisées, non dans le grand piano, mais dans les pianos dits *obliques*. Ses dispositions ne sont pas celles de MM. Steinway, dans les pianos de même espèce; son éventail est plus ouvert, parce qu'il donne à sa table d'harmonie plus de largeur. L'écartement des cordes favorise le développement des vibrations, et la sonorité des instruments construits par ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facteur a une puissance qui surpasse celle des meilleurs pianos obliques de l'ancien système.

Bien que la fabrication des pianos à queue ne soit pas habituelle en Belgique, MM. Sternberg et Vogelsangs, de Bruxelles, ont exposé de bons instruments de cette espèce.

Dans cette catégorie, on remarque aussi, comme des instruments d'un mérite distingué, ceux de MM. Ehrbar, de Vienne; Knake, de Münster; Blüthner, de Leipzig; Sprecher et Cie, de Zurich: Krall et Seidler, Malecki et Schreder, de Varsovie. Plusieurs autres fabricants, qui avaient été distingués dans les expositions précédentes, n'ont pas paru avoir progressé depuis lors; mais il est juste de mentionner avec éloge un piano à queue construit dans les plus petites dimensions par MM. Hals frères, de Christiania (Norwége), et dont la sonorité a du charme.

Pianos droits, obliques, etc. — Après les pianos à queue viennent les pianos droits, obliques et demi-obliques, qui sont en très-grande majorité à l'Exposition. Les grandes maisons de Paris et de Londres conservent leur supériorité dans la facture de ces instruments comme dans les pianos à queue, et l'on trouve, parmi les produits exposés des maisons Érard, Pleyel, Wolff et Cie, Henri Herz, Broadwood, Kirckman, etc., de très-beaux instruments de cette espèce, destinés aux petits appartements et à l'intimité de l'artiste et de l'amateur. Mais le rapporteur constate avec regret qu'à l'exception de ces grandes maisons et de quelques autres moins importantes, qui se maintiennent dans une situation honorable, la facture française des pianos de second ordre n'a pas fait des progrès, et paraît plutôt en décadence. Qui a vu ce genre de pianos à l'Exposition nationale de 1844, et en a conservé le souvenir précis, le retrouve aujourd'hui dans la même situation.

C'est que, à vrai dire, chez une multitude de fabricants de pianos droits, obliques, et surtout demi-obliques, il n'y a plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de facture proprement dite : il n'y a plus que de l'assemblage des diverses parties de ces instruments. Dans des ateliers du faubourg Saint-Antoine se fabriquent, en grande industrie, des caisses de pianos droits ou *pianino*, à tous les degrés de hauteur, de pianos demi-obliques et grand-obliques; ailleurs, on prépare des tables d'harmonie et des chevalets de toutes dimensions. MM. Rohden, Schwander et autres industriels ont en magasin les mécaniques de piano toutes faites, y compris les claviers; il y a des fabricants de touches d'ivoire pour les claviers, d'autres qui ne font que les dièses, c'est-à-dire les touches d'ébène qui alternent avec celles d'ivoire sur les claviers; d'autres préparent le feutre pour la garniture des marteaux, et M. Duval et d'autres vendent des chevilles à tendre les cordes, des pointes, des agrafes, etc. Après avoir travaillé dans les ateliers d'un grand facteur de pianos, l'ouvrier qui a amassé quelque argent s'établit, achète tous ces éléments de la facture d'un instrument, les met en œuvre avec plus ou moins d'habileté, et de tout cela sort un piano. Quel piano! Peut-être le salaire de l'ouvrier qui est parvenu à le finir n'est-il pas plus élevé que celui qu'il recevait d'un patron; peut-être l'est-il moins; mais il a pu mettre son nom à un instrument, et sa vanité est satisfaite. Quant à la pensée de produire un bon instrument et de faire quelque chose pour l'art, à peine s'il en est question. Faire au meilleur marché possible, afin de trouver un débit facile, est à peu près la seule préoccupation.

C'est en effet à la recherche incessante du bon marché que doit être attribué le grand nombre de pianos, de médiocre ou de minime qualité, qui se trouvent mêlés aux bons instruments à l'Exposition de 1867. Les instruments qui ont de la valeur sont chers et doivent l'être, parce que les belles qualités d'un instrument ne s'obtiennent qu'avec les dépenses nécessaires, des études persévérantes et des soins minutieux qui exigent beaucoup de temps.

Parmi les facteurs de pianos français dont les instruments

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

viennent immédiatement après ceux des maisons citées précédemment, dans la catégorie des pianos droits, obliques et demi-obliques, on doit mentionner MM. Kriegelstein, J. Gaveaux, Bord, Blanchet, Thibout et Cie, Martin, de Toulouse; Mangeot frères, de Nancy, et Limonaire. Le Jury a vu avec étonnement et à regret d'autres fabricants qui se plaçaient autrefois parmi les plus renommés, et qu'il n'a pu classer que dans un ordre inférieur. Même circonstance s'est produite dans les pays étrangers.

En Belgique, le progrès s'est soutenu comme aux expositions universelles précédentes; un nouvel exposant, M. Günther, dont l'excellente facture a été mentionnée ci-dessus, a pris tout d'abord une position des plus honorables parmi les facteurs de cette catégorie de pianos droits, demi-obliques et grand-obliques. Après lui se font remarquer les noms de MM. Sternberg, Vogelsangs et Berden.

En Allemagne, particulièrement en Autriche, les pianos en forme de buffet (droits et obliques) ont moins de vogue qu'en France et en Angleterre; ainsi, sur dix-sept facteurs de pianos allemands indiqués au Catalogue, cinq seulement font des pianos droits. M. Ehrbar est le meilleur facteur de ce genre d'instruments à Vienne. En Prusse, l'usage des pianos droits est plus général. MM. Bechstein, à Berlin, M. Blüthner, à Leipzig, M. Biber, à Munich, et MM. Schiedmayer et fils, à Stuttgard, sont les facteurs les plus distingués dans la fabrications des pianos droits.

Les pianos italiens n'ont rien qui les mettent au-dessus de la médiocrité. La supériorité de l'Italie, en ce qui concerne la fabrication des organes sonores, ne s'est jamais manifestée que dans les instruments à archet.

L'Espagne est plus avancée à l'égard des pianos : il y a quelques bonnes fabriques de cet instrument à Madrid, Barcelone et Saragosse. M. Eslava, neveu du célèbre maître de chapelle de la reine, et éditeur de musique, a exposé un très-bon piano droit, construit dans ses ateliers de Madrid. Le même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

industriel se recommande aussi par ses belles éditions de musique.

CHAPITRE II

INSTRUMENTS A ARCHET

Les précieuses qualités des instruments sortis des mains des célèbres luthiers italiens du XVII^e^ et du XVIII^e^ siècle, les Amati, Magini, Stradivari, Guarneri, et leur rareté devenue plus grande chaque jour, ont fait élever leur valeur devenue inabordable pour les jeunes artistes. On a parlé récemment de violons vendus 12 et 15,000 francs; une basse de Stradivarius a été payée 25,000 francs par un professeur de cet instrument.

D'autre part, en dépit des soins qui sont donnés à leur entretien ainsi qu'aux réparations devenues nécessaires à la suite d'accidents, ces mêmes instruments tendent incessamment à une complète destruction, soit par l'effet de la charge énorme exercée sur leur table d'harmonie par le tirage des cordes au diapason actuel, pour lequel ils n'ont pas été faits; soit par l'effet du temps qui détruit tout et ronge lentement les fibres du bois dont ils sont faits, les vers y aidant.

La lutherie moderne a donc pour mission de préparer des successeurs à ces excellents instruments, vénérables restes d'un temps déjà loin de nous. Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'elle a compris l'importance de cette mission : dès le commencement du XIX^e^ siècle, de très-bons ouvriers essayaient déjà de marcher sur les traces de leurs illustres prédécesseurs, mais ils n'avaient guère pour les guider que des tâtonnements. On copiait des modèles, et les résultats de l'imitation n'étaient pas toujours heureux. Cependant, de bons instruments ont été faits par Lupot, à Paris, et par John Betts, à Londres, dans les vingt-cinq premières années de ce siècle : leur prix s'est déjà fort élevé.

Quelque chose manquait cependant à ces hommes habiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la pratique de leur art : à savoir un certain esprit de recherche qui fait remonter aux causes des phénomènes. Cet esprit s'est trouvé dans un ouvrier, venu jeune de Mirecourt à Paris, et qui, entré dans l'atelier de Lupot, où sa main acquit la dextérité indispensable, ne tarda pas à se demander à quelles causes devaient être attribuées les admirables qualités des violons, altos et basses de Stradivari et de Guarneri; car il ne doutait pas que ces causes ne fussent complexes : Jean-Baptiste Vuillaume était cet ouvrier. Heureusement, au milieu de ses recherches, et lorsque déjà son habileté manuelle avait produit de très-bons instruments, il rencontra dans Savart un expérimentateur occupé du même objet; ils unirent leurs efforts, et bientôt M. Vuillaume ajouta à son talent pratique de l'art du luthier une connaissance positive et théorique des lois de la fabrication des instruments à archet.

Au nombre de ces connaissances figure en première ligne celle de la nature des bois propres à cette fabrication, et des conditions dans lesquelles ils doivent se trouver. De fréquents voyages faits par M. Vuillaume, en Italie, en Suisse, en Dalmatie, l'ont mis en possession de précieux matériaux de ce genre, avec lesquels il a fait des instruments, véritables modèles de perfection, tels que ceux qui figurent à l'Exposition universelle. Deux quatuors complets, composés chacun de deux violons, alto et basse, exposés par lui, sont, sous tous les rapports, d'une perfection qui égale ce que les grands luthiers de Crémone ont fait de plus beau.

On doit aussi à M. Vuillaume l'invention nouvelle et très-ingénieuse d'un petit appareil qui produit, à la volonté de l'exécutant, l'effet de la sourdine sur le violon, par la seule pression du menton du violoniste sur la queue à laquelle sont attachées les cordes. Lorsque l'auteur de ces merveilles de belle sonorité et de fini précieux aura cessé d'exercer son activité productive et n'en augmentera plus le nombre, leur prix atteindra le niveau de celui des instruments de Crémone, surtout lorsque les siens auront acquis le prestige de l'ancienneté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'imitation des instruments de Crémone continue d'être l'objet principal du travail des meilleurs luthiers de l'époque actuelle. On n'y remarque pas de progrès sensible depuis l'Exposition de 1855. L'examen des produits de cette fabrication fournit la démonstration que la lutherie française tient le premier rang dans l'Exposition. Après elle vient immédiatement la Belgique, puis la Prusse, l'Italie, l'Autriche, la Bavière, la Saxe. Au bas de cette échelle décroissante, se trouvent certains instruments si peu satisfaisants pour l'oreille et pour l'œil qu'ils méritent peu d'être mentionnés.

France. — Dans la lutherie de Paris, citons d'abord MM. Gand et Bernardel frères; ils ont exposé des violons, altos, violoncelles et une contre-basse, où l'on retrouve la tradition de Gand père et de MM. Gand frères. La facture est faite avec soin et accuse un travail consciencieux. Le vernis, dont le rouge est un peu trop vif, est aussi le cachet des instruments de cette famille. La sonorité de ces instruments est de bonne qualité, vibrante, égale, sauf à la contre-basse, dont le son a paru cotonneux, quoique sa facture n'ait pas été négligée.

M. Mennegaud, de Paris, se présente ensuite comme auteur de deux violons, un alto et un violoncelle. Le travail de ces instruments est bien fait; il est fâcheux que leur vernis soit un peu opaque. A l'audition, les violons ont paru satisfaisants; l'alto est faible de sonorité, mais le violoncelle est excellent. M. Mennegaud fabrique peu de violons neufs; son talent se fait particulièrement remarquer dans les réparations difficiles d'instruments anciens, dont il met les qualités en relief.

Trois violons, un alto et un violoncelle sont exposés par M. Miremont, de Paris. Ce luthier travaille seul, voulant une précision extrême dans son travail, qu'il ne croit pas pouvoir obtenir d'un ouvrier. Ses instruments sont, en effet, très-bien faits. Leur auteur a pris un brevet pour un procédé à l'aide duquel il croit pouvoir améliorer les instruments à archet et leur donner une puissance sonore très-supérieure à celle qu'ils ont eue jusqu'à ce jour. M. Miremont n'a pas communiqué son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secret au Jury, qui n'en a pas aperçu les résultats dans ses instruments.

M. Jacquot père a mis à l'Exposition trois violons, un alto et une basse d'un bel aspect, quoiqu'on puisse désirer plus de caractère dans le travail du bois. Le vernis est d'une jolie teinte, mais si léger, qu'il couvre à peine les pores du bois. A l'audition, les violons ont paru bons, mais l'alto a le son empâté, et la basse est faible de sonorité.

Trois violons, un alto et un violoncelle sont exposés par M. Sébastien Vuillaume, luthier à Paris. Ces instruments sont bien faits, quoique le travail n'ait pas de caractère prononcé. Le vernis, d'une teinte brune, contraste un peu trop avec les taches blanchâtres faites à l'imitation des anciens instruments. La sonorité des violons est peu distinguée; l'alto, très-bon, est facile à jouer; le violoncelle a peu de son.

M. Thibouville-Lamy (Paris), à vrai dire, n'est pas un luthier; il a des ateliers à Mirecourt, pour tout ce qui représente la lutherie, comme il en a ailleurs pour les orgues et pour la fabrication des instruments à vent en bois et en cuivre. Il expose la série complète des instruments à archet, et offre en même temps une gradation de prix qui frappe d'étonnement quiconque n'est pas initié aux mystères de la fabrication sur une grande échelle. C'est ainsi que M. Thibouville-Lamy a pu mettre sous les yeux du Jury un violon de 4 fr. 50 cent.; un autre de 10 fr., et un troisième de 30 fr., tous bien montés, et de beaucoup supérieurs à tout ce qui se fait en Saxe et dans le Tyrol. Le violon de 4 fr. 50 cent., joué à la vérité par M. Joachim, fut trouvé bon; quant à celui de 30 fr., c'est, relativement, un instrument d'artiste. Les guitares, exposées par le même industriel, viennent de la même source et sont bien faites.

Les instruments à archet, exposés par MM. Gautrot et C^ie^, de Paris, sont dans les mêmes conditions, et proviennent également de Mirecourt. Le rapporteur croit devoir faire remarquer que ces séries d'instruments ne sont dignes d'éloges que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme des objets de commerce et d'exportation; ils n'ont pas de rapport avec les produits de la lutherie de précision, et il ne s'agit pas, dans leur examen, de rechercher l'ampleur, la distinction et l'égalité de la sonorité; mais ils ont la supériorité relative dans la lutherie commune.

Les instruments de Mirecourt, de 25 à 30 fr., trouvent des imitateurs. M. Granjon, de Paris, expose deux violons de ce genre, et deux autres avec l'imitation du vernis de M. Gand. Ces objets sont aussi destinés à l'exportation. M. Jacquot fils, établi à Nancy, a exposé trois violons, un alto et un violoncelle. Ces instruments, faits avec soin, sont identiques à ceux de M. Jacquot père, à l'exception de certains éclaircis de vernis, dont le but est de leur donner l'aspect des vieux instruments. Quatorze violons sont exposés par M. Grivel, de Grenoble, non comme son ouvrage, car il n'est pas luthier; ces instruments sont de plusieurs luthiers connus; mais M. Grivel y a appliqué un vernis fabriqué par lui, et qu'il dit avoir été celui des luthiers de Crémone. C'est à ce vernis qu'il attribue les précieuses qualités des instruments de Stradivari et de Guarneri. Malheureusement pour le succès de la découverte de M. Grivel, son vernis n'a pas amélioré les instruments auxquels il l'a appliqué; ainsi, de deux violons de M. Gand, dont un était verni par ce luthier et l'autre par M. Grivel, le premier sonnait beaucoup mieux que le second.

Pays étrangers. — Parmi les instruments belges, on a remarqué, en première ligne, quatre violons, deux altos et deux violoncelles, de M. N.-F. Vuillaume, luthier à Bruxelles, qui, depuis quarante ans, s'occupe avec succès de la fabrication des instruments à archet, et en a produit un grand nombre. Ses instruments sont bien faits et soigneusement terminés. A l'audition, ses violons ont fait entendre une sonorité pure, intense et égale; les altos égalent les violons, et les basses ont de la rondeur.

M. Darche, luthier à Bruxelles, a mis à l'Exposition une basse attribuée à André Amati, et qu'on croit avoir appartenu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au roi Charles IX. L'objet de l'exposition de cet instrument est de faire voir la difficulté vaincue d'une restauration qui paraissait impossible dans l'état de délabrement où se trouvait cette basse. M. Darche expose aussi trois violons, un alto et un violoncelle, sortis de son atelier. Le travail de ces instruments est assez satisfaisant; mais le ton et la pâte du vernis laissent à désirer, particulièrement dans les imitations des maîtres anciens. La sonorité des violons a paru bonne au Jury; l'alto est un peu sourd ainsi que la basse.

La lutherie italienne ne présente plus que le spectacle affligeant de la décadence. A l'Exposition actuelle, on trouve deux violons et un violoncelle de M. Guadagnini, de Turin, descendant d'une famille de luthiers qui a eu de l'illustration. Le bois employé dans la fabrication de ces instruments est de belle qualité, et le travail est bien fait; mais à l'audition, la sonorité n'est pas supérieure aux bons instruments de Mirecourt : la distinction y manque.

M. Gagliani, de Naples, est aussi le rejeton d'une ancienne famille de bons luthiers napolitains; mais il n'a rien conservé du mérite de ses ancêtres. Les deux violons qu'il a exposés sont d'un travail au-dessous du médiocre, et le vernis, nonobstant la prétention d'imiter celui des anciens maîtres, est trop épais. La sonorité est terne sur les trois dernières cordes, et pointue sur la chanterelle. Enfin, M. Cerutti, que les traditions de Crémone, sa ville natale, n'ont pas inspiré, n'a pu présenter à l'Exposition que deux violons d'une facture maigre, efflanquée, mal vernis, et d'une sonorité dépourvue d'ampleur et d'éclat.

Dans le compartiment de l'Autriche, on trouve des instruments à archet de MM. Lambœck et de M. David Bittner, tous deux luthiers à Vienne. Le premier a exposé trois violons, un alto et deux violoncelles. Il a imité le patron de Joseph Guarneri, mais en le grandissant, et laissant plus d'épaisseur à la table d'harmonie. Par ce système, M. Lambœck obtient un son qui semble clair et en dehors, mais dont le timbre métal-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lique est dépourvu de charme. Le travail de ces instruments est d'ailleurs peu soigné. Les basses sont aussi plus grandes que les dimensions ordinaires.

Quatre violons, un alto et deux violoncelles sont exposés par M. Bittner. Le bois de ces instruments est beau, mais le travail ne s'élève pas au-dessus du médiocre. Le vernis, mal posé, est rempli de taches, ce qui donne à ces instruments un aspect déplaisant. On s'étonne de voir des produits semblables sortir d'une capitale où il y a des instruments de maîtres, de grands artistes et des connaisseurs. A l'audition, les violons n'ont rien de remarquable ; l'alto est meilleur, mais les basses ont le son cotonneux.

En Prusse, on ne trouve que M. Grimm, de Berlin, pour représenter la lutherie destinée aux artistes. Il a exposé un quatuor complet, c'est-à-dire deux violons, un alto et un violoncelle. Ces instruments sont dans de bonnes conditions de travail ; remarquons seulement que les mailles du sapin des tables d'harmonie paraissent trop larges, et que le vernis est un peu trop épais. A l'égard de la sonorité, elle a paru peu satisfaisante et inégale. M. Carl Grimm est un luthier habile : il a fait souvent des instruments plus beaux et meilleurs que ceux qu'il a envoyés à l'Exposition.

M. Diehl, de Darmstadt, n'a exposé qu'un violon et un alto d'un travail médiocre et d'un vernis sans valeur. A l'audition, le violon a paru bon, mais l'alto était sourd.

La lutherie de pacotille et d'exportation se fabrique dans de grandes proportions à Mittenwald, dans la Haute-Bavière. La maison la plus importante est celle de MM. Neuner et Hornsteiner : son existence remonte à cent vingt ans. Jusqu'en 1813, elle fut connue sous la firme *Neuner et C*^{ie}, et depuis lors sous celle qu'elle porte maintenant. Cette maison est montée pour une grande fabrication : elle possède une immense quantité de bois qui se préparent dans une usine hydraulique disposée pour cela. C'est avec ces matériaux que les ouvriers confectionnent les instruments en blanc, pour lesquels ils sont payés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la pièce, ou, comme on dit, *à façon*. Des femmes, dont le salaire est très-minime, sont ensuite employées à les vernir. Les ouvriers luthiers ne travaillent aux instruments que pendant l'hiver, dont la durée est de sept ou huit mois dans ce pays; l'été venu, ils sont occupés aux travaux des champs. Telles sont les causes du bas prix des instruments de Mittenwald : on y trouve des violons à 1 florin 45 kreutzers, à 3 florins, à 5 florins, à 30 florins 12 kreutzers, etc., c'est-à-dire, depuis 4 francs jusqu'à 80 francs environ. Un violoncelle en très-beau bois, imité de Stradivari, est coté au prix de 120 francs. A l'audition, parmi ces instruments, le violon de 4 francs est celui qui a le plus étonné le Jury. La maison Neuner et Hornsteiner fait de très-grandes affaires en instruments de ce genre et instruments à cordes pincées, tels que guitares et cithares. La maison J.-A. Bader et C^ie^, de Mittenwald, qui a placé aussi des instruments à archet et à cordes pincées à l'Exposition, a une industrie identiquement semblable à celle de la maison Neuner et Hornsteiner, mais dans des proportions moindres. M. Reiter (Jean) est un simple ouvrier demeurant à Mittenwald. Il a exposé trois violons et un alto qui sont faits avec beaucoup de soin et de fini. Il est évidemment doué d'une intelligence peu commune et d'une grande habileté de main : malheureusement il est privé de beaux modèles et des conseils de connaisseurs; il travaille d'instinct, et les lois qui devraient le guider dans son travail lui sont inconnues. De là vient que la sonorité, comme les autres conditions, laisse tant à désirer.

MM. Schuster frères, de Neukirchen (Saxe), ont envoyé à l'Exposition une multitude de violons mal faits, avec toutes sortes d'ornements bizarres, mais au prix le plus bas. Ce pays est celui où se font les plus mauvais instruments, mais à meilleur marché. On y remarque des violons de 3 fr. 50. MM. G. et A. Klemm frères, de Neukirchen, fabriquent des instruments à archet et à cordes pincées qui sont faits et vendus dans les mêmes conditions.

Depuis quelque temps, plusieurs ouvriers de la Saxe, plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

habiles que d'autres, se sont mis à fabriquer d'après de bons modèles, et produisent de meilleures choses : ils n'ont rien envoyé à l'Exposition. Il est vraisemblable qu'il sortira de là d'utiles réformes dans la fabrication des instruments de musique de la Saxe.

Un seul luthier des États-Unis, M. Georges Gemünder, de New-York, a exposé cette année. Ses instruments sont au nombre de six, à savoir : quatre violons, un alto et un violoncelle. Tous sont bien faits et terminés avec soin ; mais le bois dont ils sont fabriqués laisse beaucoup à désirer. Les violons sont d'une assez bonne sonorité, ainsi que l'alto, mais la basse est très-inférieure aux autres instruments.

CHAPITRE III.

INSTRUMENTS A CORDES PINCÉES.

Le développement progressif de la puissance sonore dans la musique, depuis la seconde moitié du XVIII^e^ siècle, a fait successivement disparaître du domaine de cet art tous les instruments dont la sonorité était douce et discrète. Tour à tour la flûte à bec, parmi les instruments à vent, les pardessus de viole ou *quintons*, les violes tenors, de l'orchestre de Lully et des maîtres de son temps, la basse de viole, le *violone* ou contre-basse de viole, de la catégorie des instruments à cordes, ont fait place au violon, au violoncelle, à la contre-basse moderne ; les petits et agréables violons d'André Amati et de son école, à l'exception de ceux de Nicolas, se sont trouvés trop faibles pour l'instrumentation actuelle; enfin, parmi les instruments à cordes pincées, le luth, l'archiluth, le théorbe, la guitarone, la mandore et la mandoline, autrefois employés dans l'instrumentation, et dont Jean-Sébastien Bach a tiré encore de beaux effets, ont tous disparu. Si nous remontons à quarante ans du moment actuel, nous verrons la guitare cultivée avec amour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par une multitude d'artistes et d'amateurs ; l'illustre compositeur du *Barbier de Séville* en tirait un effet charmant dans la sérénade de cet ouvrage ; mais la guitare n'a plus assez de son pour la musique fiévreuse des derniers temps : elle est abandonnée, et l'Espagne est à peu près le seul pays en Europe où elle donne encore signe de vie.

La harpe même, dont la sonorité a pourtant de l'éclat, a cessé d'intéresser le monde musical précisément au moment où les célèbres artistes Parish-Alvars, Labarre et Godefroid, agrandissaient son domaine. Si cet instrument n'était pas nécessaire pour les théâtres, particulièrement pour les ballets, il n'y aurait plus de harpistes. La fabrication des harpes était naguère une grande industrie. Sébastien Erard en vendit pour un demi-million, dans la première année où il fit connaître sa harpe à double mouvement. A peine aujourd'hui quelques ouvriers sont-ils occupés dans la même maison à la fabrication de cet instrument. En France, tous les contrefacteurs de ces harpes ont cessé de travailler, et l'Angleterre, où l'on s'occupait autrefois de ce genre d'industrie, n'a rien envoyé à l'Exposition.

La perfection, si rare en toute chose, avait été atteinte par Sébastien Erard dans la harpe à double mouvement; car on n'aperçoit pas en quoi elle aurait pu progresser encore, à moins de changer sa nature. Après lui, on a essayé d'y appliquer un clavier (le *clavi-harpe*); mais ce fut aux dépens de la belle qualité de ses sons : l'invention n'eut pas de succès. Les belles harpes exposées par la maison Erard sont le dernier effort de l'esprit humain pour la perfection de cet instrument.

Les guitares françaises, en petit nombre, qui figurent à l'Exposition universelle, proviennent de la fabrication de Mirecourt (France), représentée par M. Thibouville-Lamy et par M. Gautrot. Leur destination est particulièrement l'exportation. Ces instruments sont bien faits et soignés dans les détails de leur fabrication; mais ils n'ont rien de remarquable au point de vue de la sonorité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pays étrangers.— Les guitares les plus sonores sont aujourd'hui celles qui sont fabriquées en Espagne. MM. José Campo, de Madrid, Fuentes, à Saragosse, et surtout Francisco Gonzalez, de Madrid, en ont exposé de très-bonnes. La guitare de M. Gonzalez, d'un modèle nouveau, est un instrument d'exception par la beauté de ses sons. Par un procédé particulier de renforcement et de prolongation des sons, inventé par lui, M. Gonzalez est parvenu à prolonger ses puissantes vibrations pendant vingt secondes, lorsque la musique exige de longues tenues. Ces guitares, dont le travail est très-fini, sont du prix de 1,000 francs. Le même luthier a exposé un instrument auquel il donne le nom de *mandora*, mais qui n'est pas la mandore ancienne. A vrai dire, c'est une grande *mandoline*. La sonorité en est excellente.

Un instrument à cordes métalliques pincées est devenu fort en vogue dans l'Allemagne méridionale et en Suisse depuis le commencement du XIX^e^ siècle, tandis que plusieurs autres étaient définitivement abandonnés. Cet instrument est la *zither* ou *cither*, qu'on a assimilé, à tort, à la cithare de l'antiquité, avec laquelle cet instrument moderne n'a aucune analogie. Le corps de l'instrument est plat ; la table d'harmonie est à peine à la distance de trois centimètres du fond. On distingue en Bavière trois variétés de *zither*, appelées *lieder-zither*, ou *élegie-zither*, *schlagzither* et *streichzither*. La première est destinée au chant; les deux autres ont des modes différents d'exécution et différents aussi par le nombre de cordes. Avec de l'habileté, on tire de jolis effets de cet instrument.

Les meilleures *cither* ou *zither* placées à l'Exposition sont celles de MM. Jean Haselwander, de Munich, Antoine Kiendl, de Vienne, et Max Amberger, de Munich.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

INSTRUMENTS A VENT.

§ 1. — Famille des flûtes.

La réforme complète de la flûte, par Théobald Bœhm, célèbre artiste bavarois, est une des améliorations les plus importantes qui aient été faites dans la catégorie des instruments à vent. Elle a été analysée dans ses conditions diverses par le rapporteur de l'Exposition de 1855 : ce sujet ne sera donc plus traité ici. Il est pourtant une considération qui ne doit pas être oubliée : elle concerne la part active qu'a eue M. Coche, professeur-adjoint au Conservatoire de Paris, à l'introduction de cet instrument en France. Tulou, virtuose renommé à juste titre dans toute l'Europe, et professeur de flûte dans cet établissement, avait joué, pendant tout le temps de ses brillants succès, l'ancienne flûte, dont il corrigeait les défauts de justesse et les inégalités par son talent. Soit qu'il eût mal apprécié d'abord le nouvel instrument de Bœhm, en dépit de ses avantages, soit que les habitudes de toute sa vie fussent un obstacle pour de nouvelles études, il se montra jusqu'à ses derniers jours l'adversaire de la flûte nouvelle. Ce fut M. Coche qui, jeune alors, ayant reconnu les avantages de l'instrument transformé, le fit connaître à Paris, publia plusieurs écrits pour le faire adopter, et en expliqua le mécanisme avec beaucoup de clarté dans un bon ouvrage destiné à l'enseignement (1).

Postérieurement, Bœhm, éclairé par l'expérience, modifia de nouveau son invention et la porta au point de perfection qu'ont fait valoir par leur talent MM. Dorus, professeur au

(1) *Méthode pour servir à l'enseignement de la nouvelle flûte*, inventée par Gordon, modifiée par Bœhm et perfectionnée par Coche et Buffet jeune. Paris, 1838.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conservatoire de Paris, Dumon, professeur à celui de Bruxelles, Altès, première flûte solo de l'Opéra, et quelques autres artistes.

C'est cette même flûte, refaite en 1847 par Bœhm, et dans laquelle il abandonna la perce cylindrique du tube, pour revenir à l'ancienne perce conique de Tromlitz et de Ribœck, c'est, disons-nous, cette même flûte, exécutée avec un fini remarquable, que M. Lot a exposée cette année comme en 1855. Ses instruments sont en argent, métal considéré aujourd'hui par quelques artistes comme ayant des qualités de sonorité supérieures au bois de diverses sortes, et même à celui de grenadille. Les instruments de M. Lot jouissent en France d'une réputation d'excellence justement méritée. Il en a exposé de deux systèmes : le premier à trous très-ouverts, l'autre à trous plus petits. Ces dernières flûtes ont une qualité de son préférable : les flûtes à très-grands trous sont un peu nasales dans les sons bas.

Les flûtes de M. Godfroy aîné et de M. Buffet (Auguste) ont aussi le timbre brillant et clair ; elles sont estimées des artistes. Les petites flûtes de M. Godfroy ont le son un peu mince ; celles de M. Buffet ont le timbre plus plein et moins sifflant.

Les meilleures flûtes de l'Exposition sont celles de M. Albert, de Bruxelles. Ce facteur a fait alliance des deux systèmes de perce cylindrique pour les sons graves, et conique pour les notes élevées. Le jury leur a trouvé le son moins puissant que celui des flûtes de M. Lot ; mais ce son a du charme, beaucoup d'égalité dans toute l'étendue de l'échelle, et la grave de l'instrument a de la rondeur.

Les flûtes de MM. Buffet et Crampon et celles de M. Gautrot ont de la justesse et le son clair; on peut seulement reprocher à celles de ce dernier facteur d'être un peu sourdes dans le bas. Les petites flûtes de ces deux maisons sont d'un bon timbre et ont de l'égalité.

Quelques flûtes de l'ancien système, venues de l'Allemagne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figurent à l'Exposition : elles sortent des ateliers de M. Mollenhauer, de Fulde, et de M. Ziegler, de Vienne. Malgré l'importance de la maison de ce dernier et la réputation dont elle jouit en Autriche, elle ne doit pas se faire illusion, car ses flûtes ne sont pas justes : le son en est gros et sans distinction.

Le célèbre réformateur de la flûte, Théobald Bœhm, a envoyé à l'Exposition une *flûte-alto* qui descend au *sol*. Un instrument de ce genre, appelé improprement *panaulon*, par Trexler, de Vienne, qui en était l'auteur, fut joué dans quelques concerts (1818-1830) par le virtuose Sedlazek. Comme la flûte de Trexler, celle de Bœhm a le défaut d'être sourde, nasale, et de n'avoir pas d'analogie par son timbre avec la flûte soprano. Tous les efforts pour triompher de ces imperfections seront infructueux ; car le docteur Schafhault, professeur à l'Université de Munich, a démontré, par ses recherches et ses expériences, dans sa *Théorie des tuyaux fermés, coniques et cylindriques, et de la flûte traversière* (1), que l'insufflation par un trou latéral du tube est insuffisante pour mettre en vibration complète la colonne d'air qui y est contenue, au delà de certaines limites de longueur et de diamètre. Les sons graves des flûtes de cette espèce ne peuvent être que rauques ou sourds. La flûte à bec ou à sifflet formait autrefois une famille complète (soprano, alto, ténor et basse) dont tous les individus étaient analogues par le timbre, parce que le mode d'insufflation, avec le sifflet entre les lèvres, a une puissance suffisante pour mettre en vibration les colonnes d'air de ces grands tubes.

M. Théobald Bœhm a fait aussi appel à l'attention du Jury de la classe 10 de l'Exposition universelle sur un *schéma* (2) formulé par lui *comme une illustration graphique de la gamme majeure*, d'après le *diapason normal et de la propor-*

(1) Dans les *Jahrbücher der Chemie und Physik*, t. VIII.

(2) *Schema zur Bestimmung der Löcherstellung auf Blas Instrumenten. V. 2, Bœhm.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion géométrique, pour mettre d'accord ces proportions avec chaque diapason. M. Cavaillé-Coll ayant accepté la mission d'examiner ce nouveau travail de l'artiste, à qui la facture des instruments à vent en bois est déjà redevable de grandes améliorations, a donné ses conclusions ainsi qu'il suit :

« M. Bœhm ne s'explique pas sur la méthode qu'il a suivie pour établir son *schéma ;* mais, après un examen attentif, il nous a été facile de reconnaître que ce *schéma*, qui n'est autre chose que ce qu'on nomme, en termes de facture instrumentale, un *diapason*, est établi d'une manière rationnelle, suivant une loi que nous croyons avoir été le premier à mettre en lumière, *pour la détermination des dimensions exactes des tuyaux d'orgue*, et que nous avons présentée à l'Académie des sciences de Paris, dans sa séance du 23 janvier 1860.

« Or, cette loi se résume dans la formule ci-après pour les tuyaux cylindriques : $L = \frac{V}{N} - \left(D. \frac{5}{3}\right)$, dans laquelle L désigne la longueur de la colonne d'air du tuyau ; D le diamètre intérieur dudit tuyau ; V la vitesse moyenne du son à 340 mètres par seconde ; N le nombre de vibration dans le même espace de temps.

« D'après notre formule, nous avons trouvé que le *schéma* ou *diapason* de M. Bœhm a pour base une ligne C, divisée en progression géométrique et indiquant les longueurs d'ondes correspondantes à l'échelle chromatique des divisions de la gamme, au tempérament égal, et suivant au diapason dont le *la* correspond à environ 856 vibrations par seconde, et donne une longueur d'onde de 0,397-2, au lieu de 0,398-38, indiquée sur le tracé de M. Bœhm ; ce qui diffère d'ailleurs fort peu (1).

« Sur cette base, il a établi une série de triangles ayant

(1) Cette différence entre les résultats du calcul de M. Bœhm et celui de M. Cavaillé-Coll provient de ce que ce n'est pas *la* correspondant à 856 vibrations, mais *la* = 860 vibrations que M. Bœhm donne au diapason au-dessous du diapason normal de 870 vibrations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même sommet, pour diviser proportionnellement les échelles qu'on voudrait faire entre le premier diapason plus bas d'un demi-ton que le ton normal français, et un autre diapason plus élevé, ce qui devrait satisfaire à tous les diapasons usités en Europe.

« En vérifiant ce schéma d'après nos calculs, nous avons trouvé que la ligne moyenne B, sur laquelle M. Bœhm indique les divisions de l'échelle chromatique, d'après le ton normal français de 870 vibrations par seconde, porte des longueurs d'ondes trop grandes, eu égard au nombre de vibrations, et qu'il faudrait prendre cette échelle deux divisions au-dessus de la ligne moyenne B indiquée par l'auteur. En effet, si l'on divise la vitesse moyenne du son, c'est-à-dire 340 mètres par seconde, par le nombre de vibrations du *la* normal, soit de 870 vibrations, on trouve une longueur d'onde sonore = 0,391 au lieu de la longueur indiquée sur le schéma 0,398, ce qui donne une différence en plus de 0,007.

« Au résumé, et malgré ces légères erreurs de calcul, qui peuvent d'ailleurs résulter de la différence de vitesse du son que l'auteur du schéma aurait pris pour base, on doit reconnaître que cette échelle graphique des divisions de la gamme a été établie par l'auteur avec beaucoup de soin et d'une manière rationnelle, tandis que jusqu'alors, et de l'aveu même des meilleurs facteurs que nous avons consultés, les diapasons de leurs instruments ont toujours été faits expérimentalement et par tâtonnements. »

Il n'est pas inutile de constater, après cette conclusion, que Sax père avait trouvé, dès 1836, une méthode géométrique pour la division de l'échelle chromatique appliquée aux tubes cylindriques. Voici ce qu'en dit le célèbre acousticien Savart, dans son rapport sur l'Exposition industrielle de Paris, en 1839.

« M. Sax père nous a donné une preuve évidente et matérielle de la division des instruments à vent sur une flûte percée d'une vingtaine de grands trous, qui donnait la gamme chromatique la plus exacte et la plus pleine que nous ayons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jamais entendue. Ces trous avaient été percés du premier coup sans tâtonnement et à l'aide de son compas. Il en est résulté pour nous la conviction que M. Sax possède la loi des vibrations d'une manière infaillible. »

§ 2. — Famille des hautbois.

Les progrès ont été considérables dans toutes les familles d'instruments à vent depuis environ vingt ans : celle des hautbois n'a pas reçu de moindres améliorations que les autres. Les questions de justesse et d'égalité ne sont pas les seules qui présentent de grandes difficultés pour ce genre d'instruments, car les considérations de doigter ne sont pas moins importantes. La famille des hautbois est composée du hautbois proprement dit, qui en est le soprano, du cor anglais, qui est l'alto, du baryton, véritable ténor de cette famille, du basson, qui est le violoncelle, et du contre-basson, dont l'usage ne s'est pas introduit en France.

Avant les dernières réformes, le hautbois ne descendait qu'à l'*ut* au-dessous de la portée ; beaucoup de hautboïstes le préfèrent dans la condition du nouveau hautbois, qui descend une tierce mineure plus bas, c'est-à-dire au *la*. En France, on préfère celui-ci, parce que le tube allongé pour les notes *la*, *si* bémol, *si*, améliore les notes *ut*, *ut* dièze, *ré* et *mi* bémol, dont le son est rauque dans les autres hautbois ; mais on objecte contre cet avantage l'altération du timbre naturel de l'instrument qu'a produit l'allongement du tube, parce que le cône de ce tube ayant été allongé pareillement, a dû recevoir un élargissement proportionnel à son développement.

La détermination de la position des trous du hautbois offre d'assez grandes difficultés, car bien que leurs distances soient en progression croissante, cette progression n'est pas régulière, à cause de l'inclinaison du cône du tube et de son peu de largeur. Beaucoup d'instruments de cette espèce ont le *ré* du médium trop haut, et le *fa* dièze trop bas. M. Tric-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bert, de Paris, qui suit, dans la construction de ses instruments les données théoriques de Bœhm, perfectionnées par lui, est parvenu à fixer les distances et les diamètres de quatorze trous qui font entendre douze demi-tons d'une justesse très-satisfaisante, non compris trois petits trous placés dans la partie supérieure du tube pour octavier. Dans les instruments construits par cet habile facteur, l'échelle chromatique des douze demi-tons se forme en fermant ou en ouvrant tous les trous dans leur ordre successif et régulier, de telle sorte que les monstruosités acoustiques des fourches et des demi-trous ont disparu. Depuis 1855, M. Triebert, tout en conservant les avantages de la nouvelle construction, est parvenu, par des soins délicats, à retrouver le joli timbre de hautbois français très-préférable au gros son des hautbois allemands, A l'égard du doigté, il a rendu faciles des successions de notes qui offraient autrefois de grandes difficultés dans la vitesse. Des combinaisons heureuses de clefs ont fait disparaître la nécessité de se servir du même doigt pour deux notes différentes et rapides.

Le cor anglais, instrument sympathique par sa qualité de son, mais très-imparfait autrefois, a été aussi fait par M. Triebert sur de meilleurs principes et dans des conditions normales. A l'égard du baryton, auquel l'habile facteur a donné les mêmes soins, il n'a pas encore trouvé d'emploi dans les œuvres des compositeurs modernes, parce que le premier basson remplit son office. Cependant les deux sonorités ont un caractère très-différent : il y a lieu de croire qu'un jour ce nouvel organe sonore s'introduira avec avantage dans l'instrumentation.

Le basson a été longtemps un instrument très-imparfait, en dépit de tous les efforts qui avaient été faits pour l'améliorer. Il a fallu le concours des artistes les plus habiles, réuni aux connaissances théoriques et pratiques des facteurs, pour atteindre le point réellement satisfaisant où le basson est aujourd'hui. Les difficultés consistent dans l'écartement des doigts, qui ne peut dépasser des limites assez étroites, et qui ne per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

met pas de placer les trous à la place régulière où ils devraient être, pour la justesse des intonations. On a fait usage de la ressource des clefs pour les trous que ne peuvent atteindre les doigts ; mais les clefs ne doivent pas être trop multipliées, car elles ont aussi leurs inconvénients de plusieurs espèces. Le premier est la complication qui embarrasse l'artiste dans son exécution. Le clapotement des longues tringles qui font mouvoir les clefs est une autre imperfection, résultant de leur multiplicité. Il paraît que c'est à ces causes qu'il faut attribuer le retard qu'éprouve la mise en usage du basson exécuté par M. Triebert, d'après une nouvelle théorie des proportions, due à M. Bœhm, et pour lequel le facteur a fait de grandes dépenses. Le prix élevé de cet instrument en a sans doute aussi empêché le succès. Un basson d'un système plus simple, par le même facteur, a été jugé très-bon par le Jury. M. Jancourt, qui le jouait, a fait remarquer que des trilles, auparavant inexécutables sur le basson, étaient devenues faciles par les combinaisons de clefs.

Les hautbois et les bassons de M. Buffet-Crampon ont une bonne qualité de son, et sont satisfaisants pour la justesse.

M. Fr. Leroux aîné, de Paris, a exposé aussi des hautbois d'un joli son, et un bon cor anglais. M. Gautrot a exposé un basson assez juste et d'un son agréable.

M. Albert, de Bruxelles, a parmi ses instruments, placés à l'Exposition, un hautbois d'une bonne qualité de son, mais d'un timbre différent du son français. Les hautbois de MM. Ziegler, de Vienne, et Laussemann, de Linz, ont le caractère de la sonorité allemande, qui manque de charme ; mais ils sont assez justes. Le son du basson de M. Ziegler est bon, mais l'instrument manque de justesse.

§ 3. — Famille des clarinettes.

Peu d'instruments ont subi autant de transformations que la clarinette, depuis que Jean-Christophe Denner, de Nuremberg,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eut tiré ce bel organe sonore du *chalmay* (le chalumeau) du moyen âge, en 1690. Un résumé de l'histoire de ces transformations a été donné dans le rapport sur l'Exposition universelle de 1855. On ne le reproduira pas ici, et l'on se bornera à l'examen de quelques améliorations nouvelles qui se sont produites à l'Exposition actuelle, particulièrement au point de vue du doigté et de la facilité d'exécution d'une multitude de traits, considérés auparavant comme difficiles ou impossibles.

Ce qui, nonobstant les grandes améliorations faites précédemment à la clarinette, a gâté ce bel instrument, c'est le défaut d'homogénéité de son timbre, et le défaut de justesse de certaines notes, telles que *mi* bémol, *mi* naturel, du chalumeau ou registre bas, et conséquemment *si* bémol, *si* naturel, à la double quinte ou douzième, de même que *fa*, *fa* dièze, de la deuxième octave. La clarinette même, à dix-sept clefs, perfectionnée par les travaux de MM. Sax, Buffet jeune, et Buffet-Crampon, sous la direction de l'excellent artiste, M. Leroy, présente encore ces imperfections; car, en essayant d'améliorer ces notes, on en gâtait d'autres.

Deux nouvelles réformes de la clarinette, entreprises dans le but de corriger ces défauts, se présentent à l'Exposition de 1867 : M. Romero y Andia, professeur de cet instrument au Conservatoire de Madrid, et M. Albert, facteur d'instruments à Bruxelles, en sont les auteurs. Leurs moyens sont analogues; ils ne diffèrent que dans le mode d'exécution. Tous deux ont amélioré, tant pour le timbre que pour la justesse, le *si* bémol, au moyen d'un trou spécial pour cette note, ce qui n'a pas lieu dans la clarinette ordinaire, où le même trou qui s'ouvre pour produire les douzièmes supérieures sert aussi pour la production de cette note. Dans la clarinette de M. Romero, le trou qui sert pour le *si* bémol s'ouvre en appuyant le doigt annulaire de la main droite sur le premier anneau du système Bœhm; par là, le trou des douzièmes est supprimé par une combinaison qui n'altère plus la liberté de la colonne d'air, et le trou du *si* bémol seul se ferme par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clef à bascule, mise en mouvement sans gêner le jeu du pouce et de l'index de la main gauche. L'avantage de l'un ou de l'autre système, pour la facilité d'exécution, ne peut être décidé que par des virtuoses clarinettistes.

Par le système Romero, les trois notes *sol* dièze, *la*, *si* bémol, de la deuxième octave, dont la succession a toujours été très-difficile dans la vitesse, est devenue beaucoup meilleure ; les trilles majeurs et mineurs sont aussi plus faciles sur les notes *fa*, *fa* dièze, *sol*, *sol* dièze, *la*, *si* bémol. Les mêmes avantages se trouvent également dans le système Albert.

En réunissant les deux corps du centre de la clarinette en un seul tube, M. Romero a pu percer un trou qui donne l'intonation juste d'*ut* dièze grave et de sa douzième, *sol* dièze, et, au moyen d'un mécanisme simple, il a obtenu de bons trilles sur les notes *si* bas, et sur sa douzième *fa* dièze.

Enfin, par les deux systèmes nouveaux, les vibrations de la colonne d'air n'étant plus troublées par des causes anormales, les sons du registre supérieur peuvent être joués avec douceur, et les accidents appelés vulgairement « couacs » ne se produisent plus. Nous avons été frappé de tous les avantages de cette dernière réforme de la clarinette. La clarinette de M. Romero a été exécutée sous sa direction par M. Bié, facteur d'instruments à vent, à Paris.

En dehors de ces nouveaux systèmes, de très-bonnes clarinettes, grandes et petites, ont été exposées par MM. Buffet-Crampon, Buffet jeune et Lecomte. Quant aux instruments de même espèce exposés par MM. Thibouville aîné, Martin frères, Gautrot, de Paris, M. Isidore Lot, de la Couture, et plusieurs autres, leur destination n'étant pas pour les artistes mais pour l'exportation, en quantité plus ou moins grande, ils sont inférieurs, soit au point de vue de la qualité de son, soit à celui de la justesse.

Le système allemand du son des clarinettes exposées par MM. Ziegler, de Vienne, et Lausmann, de Linz, n'a pu soutenir la comparaison avec celui des clarinettes françaises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 4. — Instruments de cuivre.

La catégorie des instruments à vent en cuivre se compose de trois familles, dont l'usage est général dans les orchestres d'harmonie et de symphonie, à savoir les cors et cornets, les trompettes et trombones, et les bugles ou sax-horns, qui comprennent les sopranos, altos, ténors, barytons, basses et contre-basses. De plus, parmi ces instruments métalliques se place la famille des saxophones, instruments mixtes qui résonnent par les vibrations d'une anche, comme les clarinettes.

Le rapport sur la classe des instruments de musique de l'Exposition universelle de 1855 contient l'histoire des instruments de cuivre, depuis leur situation primitive jusqu'à leur transformation par l'invention des pistons et cylindres, ainsi que l'explication des effets de ceux-ci : le rapporteur de l'Exposition actuelle croit devoir renvoyer le lecteur à ce travail, et se borner ici aux modifications introduites dans cette catégorie d'instruments pendant l'espace de douze ans, telles qu'elles sont présentées aujourd'hui par les facteurs.

Famille des cors et cornets. — Par son importance dans les orchestres de symphonie, le cor est le premier des instruments de cuivre qui ait dû fixer notre attention. Il y a, en ce qui concerne cet instrument, un préjugé qui paraît invincible en France ; le cor simple, ou sans piston, est le seul qui y soit estimé des artistes et des compositeurs. Les raisonnements sur lesquels s'appuie cette préférence consistent à dire que le son des cors à piston est inférieur à celui du cor simple, et que les combinaisons de pistons faussent la justesse des intonations : or, si ces reproches étaient fondés il y a quarante ans, lorsque le premier cor à piston fabriqué en France fut mis à l'Exposition de 1827, ils ont cessé de l'être depuis plus de dix ans ; ce qui n'empêche pas qu'on persiste à les répéter encore, à Paris particulièrement. Dans les premiers temps, les pistons étaient mal conçus, mal placés, fonctionnaient mal et nuisaient aux libres vibrations de la colonne d'air, d'où devait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résulter un son qui manquait de pureté. De plus, n'ayant que des pistons descendants, c'est-à-dire qui allongeaient la colonne d'air pour baisser les notes d'un demi-ton, d'un ton, d'un ton et demi, au moyen de combinaisons entre eux, le cor manquait de justesse, parce que ces divers allongements de la colonne d'air n'étaient et ne pouvaient être dans des proportions exactes. Aujourd'hui, il n'en est plus ainsi, car la circulation de l'air dans le jeu des pistons est devenue parfaitement libre et régulière, et, par l'invention de la double action ascendante et descendante des pistons, on a fait disparaître de l'instrument toute cause d'altération de la justesse des intonations, attendu qu'il n'y a plus de combinaisons de plusieurs pistons pour la production d'une note quelconque.

Dans cet état de choses, le plus simple bon sens suffit pour comprendre que le cor à piston est infiniment préférable au cor simple, car il a toute l'échelle chromatique en sons ouverts, tandis que l'autre montre partout des lacunes déplorables. Dans son octave la plus basse, il n'a pas un son intermédiaire entre la tonique et son octave ; il n'en a qu'un dans la seconde octave, à savoir, la quinte; dans la troisième, il a la tierce majeure, la quinte juste et la septième mineure ; enfin, ce n'est que dans la quatrième octave qu'on lui trouve une suite de notes ouvertes comme *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*. Les autres intonations ne s'obtiennent que par le mouvement de la main qui bouche en partie dans le pavillon la colonne d'air, et baisse d'un demi-ton les notes ouvertes, en leur enlevant l'éclat de leur sonorité : on les appelle, à cause de cela, *notes bouchées*.

Il résulte de ce qui vient d'être dit que le cor-basse n'existe pas dans le cor simple, et que dans sa région élevée, appelée *cor-alto*, l'échelle chromatique se forme de sons de qualité différente, les uns ayant de l'éclat et de la puissance, les autres plus ou moins faibles et sourds. Voilà ce que les musiciens préfèrent, en France, à l'homogénéité du cor à piston. Tandis qu'on recherche dans une voix, dans un piano, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un violon, dans une flûte, l'égalité de son et de timbre, pourquoi en est-il autrement du cor? La raison, le rapporteur croit pouvoir le dire, c'est qu'on joue mal le cor à pistons dans les orchestres français, et que la plupart des compositeurs ne savent pas écrire pour cet instrument. En Belgique, où les instruments de cuivre sont remarquablement bien joués, les cors à pistons sont excellents. Il n'y a nulle part de son plus beau, de justesse et d'égalité aussi satisfaisantes que dans les quatre cors à pistons du Conservatoire de Bruxelles. Le rapporteur ne cessera d'attaquer le préjugé répandu en France, et qu'entretiennent des critiques mal informés, contre l'adoption générale des cors à pistons.

Les cors simples, auxquels on donne en France le nom de *cors d'harmonie*, sont en petit nombre à l'Exposition; les meilleurs instruments de cette espèce ont paru être ceux de Mme Besson et de M. Lecomte. M. Courtois, autrefois renommé pour la fabrication de ses cors, n'en a présenté qu'un seul, dont la sonorité est un peu mince. M. Kœstler, d'Eger (Bohême), en a exposé un sans pistons qui, sans corps de rechange, peut jouer dans six tons différents. Le système de cet instrument rappelle l'ancien *cor omnitonique* de feu Sax père. M. Kœstler a fait subir à l'embouchure du cor une transformation qui n'est pas heureuse, car son instrument a plutôt le son du bugle que du cor. Le *cor ténor* de M. Distin, de Londres, avec sourdine, est d'une sonorité bâtarde qui n'appartient ni au cor proprement dit ni à la famille des bugles. Un autre *cor ténor*, en *fa*, du même facteur, a une forme bizarre, avec un pavillon qui passe sous le bras. Sa sonorité se rapproche davantage de celle du cor ordinaire.

M. Cerveny, de Kœniggrätz (Bohême), facteur distingué d'instruments de cuivre, a exposé aussi un cor sans pistons, qui n'est pas le cor d'harmonie, mais un cor de chasse, différent par la forme de la trompe de chasse française. C'est un instrument de puissante sonorité.

Les cors à trois pistons exposés par MM. Martin (Jules),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lecomte, Roth, de Strasbourg, et Franz Bock, de Vienne, sont de l'ancien système de pistons descendants et de combinaison. Celui de M. Jules Martin est particulièrement remarquable par sa bonne sonorité et sa justesse.

M. Sax, ayant appliqué au cor le système de pistons ascendants, dont il est l'inventeur, en a fait à trois, à quatre et à cinq pistons. Le cor à trois pistons indépendants représente quatre cors, à savoir : celui du ton de l'instrument et les tons de *fa*, de *mi* et de *ré*. Le cor à quatre pistons représente le ton de *ré* bémol, et le cor à cinq pistons, le ton d'*ut*. Dans chacun de ces tons se trouvent toutes les notes ouvertes du cor, parce que les tubes sont indépendants, et conséquemment les notes sont justes. Ayant toujours à sa disposition telle note de l'un de ces tons qui lui est nécessaire, l'artiste la produit immédiatement. M. Mohr, virtuose sur le cor et professeur au Conservatoire de Paris, enseigne aujourd'hui à ses élèves l'usage de ce nouvel instrument, ce qui promet à la France de bons cornistes pour ses orchestres.

Les cornets. — Le cornet à pistons, dont on n'aperçut pas dans l'origine la véritable destination, devait être le *soprano* du cor ; tel aurait été en effet son emploi, si les facteurs n'en avaient pas fait une sorte de trompette par ses tubes étroits et par la nature de son embouchure, lesquels produisent des sons stridents. De là vient que dans beaucoup d'orchestres on a remplacé les trompettes par des cornets, plus faciles à jouer, mais dont le son bâtard n'a ni la puissance ni le brillant éclat de l'ancien instrument. Dans l'origine, on voulut faire du cornet un instrument *sui generis*, destiné à faire briller l'habileté de quelques artistes dans des solos. Plus tard, on en fit l'instrument de la danse ; on le prostitua jusque dans les guinguettes et les mauvais lieux. C'est par cette cause que la fabrication des cornets est devenue un des objets les plus importants du commerce des facteurs.

La quantité de cornets placés à l'Exposition est immense.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On en remarque de divers systèmes et de formes variées. L'idée des tubes indépendants, qu'on doit à Sax, a été appliquée au cornet par quelques facteurs, pour les rendre transpositeurs, au moyen de deux tubes de longueur différente, mis à volonté, l'un ou l'autre, en communication avec l'embouchure. La fabrication des cornets s'est généralement améliorée depuis 1855. Le Jury a remarqué, parmi ceux qui sont le plus satisfaisants par le timbre et par la justesse, les cornets de Mme Besson, ainsi que ceux de MM. Lecomte et Cie, Martin (Jules), Mahillon, Courtois, Labbey, Distin et Cerveny. Ces derniers sont très-justes, mais leur timbre est strident. Dans les cornets, comme dans tous les autres instruments de cuivre chromatiques, les facteurs allemands ont conservé l'ancien système de cylindres à rotation au lieu des pistons droits de la facture française.

A côté de la fabrication des instruments d'artistes se trouve celle des choses courantes et à bon marché. Les instruments de ce genre que fabriquent M. Gautrot et Thibouville sont dans de bonnes conditions relatives.

M. Sax, qui est artiste avant tout, s'est sérieusement occupé du perfectionnement du cornet. Ayant remarqué que les trilles, les groupes, les appogiatures, ont toujours une certaine roideur par le seul usage des pistons, dans lequel se fait sentir le changement de proportion de la colonne d'air, il a imaginé d'employer pour ces choses l'usage des clefs, qui, sur un petit instrument comme le cornet, n'ont pas les mêmes inconvénients que sur les grands tubes, tels que l'ophicléïde.

L'usage des clefs, pour les choses dont il vient d'être parlé, a sur les pistons l'avantage de ne point altérer la colonne d'air dans le passage d'une note à l'autre, et d'avoir plus de moelleux et d'homogénéité dans le timbre. La force de l'habitude et le peu de penchant qu'ont les artistes à se livrer à des études nouvelles, sont peut-être cause que les virtuoses n'ont pas encore adopté cet instrument perfectionné ; mais il y a lieu de croire que s'il ne devient pas populaire, il sera quelque jour, au point de vue de l'art, le cornet préféré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Famille des trompettes et trombones. — Les trompettes et les trombones appartiennent à la même famille par la nature stridente de leurs sons. Le diapason des trompettes en fait le soprano et le mezzo-soprano des trombones, qui sont l'alto, le ténor et la basse de cette famille.

L'ancienne trompette droite a disparu de la plupart des orchestres, depuis qu'elle a été transformée en instrument chromatique par l'application qu'on lui a faite des cylindres ou des pistons; cependant, on en trouve encore en Autriche. M. Cerveny en a exposé d'une bonne sonorité, ainsi que M. Franz Bock, de Vienne, dont on a entendu une trompette en *mi* bémol très-brillante. Quelques-uns de ces instruments ont le tube trop large; tels sont ceux de M. Tomschik, de Brünn (Autriche), et de M. Jos. Farsky, de Pardubitz (Bohême). La sonorité franche de l'instrument en a souffert quelque altération, compensée par l'augmentation de ses ressources. On sait que la première idée des trompettes chromatiques consista à leur appliquer des coulisses, comme aux trombones, ce qui leur conservait le tube étroit, et, conséquemment, le caractère primitif de leur sonorité. L'inventeur de ce système fut un facteur de Hanau, nommé Haltenhoff. L'inconvénient de cet instrument consistait dans un ressort en spirale, d'une grande énergie, qui ramenait rapidement la branche mobile de la coulisse à sa position première, et opposait une forte résistance qui gênait la main dans ses mouvements pour prendre les diverses positions.

Débarrassée du ressort, la trompette à coulisse avait été conservée en France. Plusieurs instruments de cette espèce se trouvaient à l'Exposition de 1855; on n'en a point aperçu dans celle de 1867. M. Sax avait fait, vers 1856, un perfectionnement considérable aux trompettes et trombones à coulisse, en y ajoutant un piston descendant qui baissait ces instruments d'une quarte, et leur fournissait trois positions de plus que dans les trompettes et trombones à coulisses simples. Plusieurs facteurs ont emprunté ce moyen à M. Sax,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'appliquer aux diverses familles d'instruments de cuivre, et les rendre ainsi transpositeurs.

La trompette à pistons est devenue d'un usage à peu près général. Plusieurs facteurs en ont mis à l'Exposition. Nous avons remarqué particulièrement celles de M. Sax, de Mme Besson, ainsi que celles de MM. Labbaye, Courtois, Millereau et Gautrot. D'autres fabricants, tels que MM. Mahillon, de Bruxelles, Van Osch, de Münster, et Laussmann, de Linz, emploient de préférence, pour la trompette chromatique, les cylindres à rotation. Plusieurs autres ont présenté des trompettes à transposition d'une quarte inférieure, d'après l'invention de M. Sax.

— Les trombones, comme les trompettes, se distinguent en deux espèces principales, entre lesquelles il y a des variétés. La première comprend les trombones à coulisses ; l'autre, les trombones à pistons. Les uns comme les autres ont leurs avantages et leurs inconvénients, lesquels résultent de leur système de construction. Le trombone à coulisses ne pourrait servir pour l'exécution d'une multitude de traits qui se jouent avec facilité sur le trombone à pistons. Il ne peut lier les sons, comme sur celui-ci, sans faire entendre le passage d'une position à une autre, ce qui le rend incapable de chanter. Mais si on ne l'emploie que dans son domaine, comme l'ont fait Glück et Mozart, il y a, dans certains effets de sa sonorité, quelque chose de mystérieux qui n'existe pas dans les timbres des tubes plus larges du trombone à pistons, et sa justesse est plus pure. A vrai dire, ce sont deux instruments différents, qui pourraient être également utiles à la diversité des effets imaginés par les compositeurs.

Les meilleurs trombones à coulisses placés à l'Exposition, sont ceux de MM. Courtois, Lecomte et Cie, Millereau, et, relativement au prix, celui de M. Gautrot. Mme Besson a exposé un trombone à coulisses avec deux pistons pour faciliter l'émission de certaines notes, ainsi qu'un trombone à coulisses doubles pour la basse. M. Gautrot a aussi emprunté, dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même but, à M. Sax, le piston qui descend l'instrument d'une quarte.

Voulant réunir, dans un seul instrument, les avantages du trombone à coulisses et du trombone à pistons, M. Sax a compris qu'il ne pourrait atteindre ce but que par le moyen de tubes indépendants, dont chacun correspondrait à une des positions du trombone à coulisses, et produirait, conséquemment, le son grave de ce tube et tous ses harmoniques. Six pistons correspondent à ces tubes. Dans ce système, les six pistons ascendants agissent toujours isolément, ne s'ajoutant jamais ensemble au corps principal de l'instrument ; les longueurs de leurs tubes restent donc toujours entre elles dans des rapports exacts. Les six pistons, divisés en deux groupes de trois, se placent naturellement sous les mains de l'exécutant, et la forme nouvelle de l'instrument a été calculée pour qu'il pût être assujetti solidement sous le bras gauche, en laissant aux mains leur liberté. Cette création du génie de l'artiste est postérieure de plusieurs années à l'Exposition de 1855.

Famille des bugles ou saxhorns.— Ce n'est pas sans difficulté que le rapporteur peut classer les instruments de cette catégorie, parce que plusieurs facteurs ont affecté dans ces derniers temps d'en varier les formes et les noms. M. Cerveny, de Kœniggrätz, M. Distin, de Londres, et M. Schreiber, de New-York, se sont fait remarquer particulièrement par des formes singulières, où la fantaisie paraît avoir eu plus de part que la nécessité. Au résumé, tous les instruments de cuivre à tubes larges et à pistons, quelque forme, quelque nom qu'on leur donne, appartiennent aux classifications naturelles de *suraigus*, *sopranos*, *altos*, *ténors*, *barytons*, *basses* et *contre-basses*. Peu importe donc qu'on appelle *euphonium* le baryton, *helicon* la basse, *bombarde* ou *bombardon* la contre-basse ; peu importent les formes plus ou moins bizarres sous lesquelles on les déguise, ils ne représentent, dans leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grosse sonorité, que les voix de baryton, de basse et de contre-basse des bugles ou saxhorns.

Le service le plus important rendu aux artistes qui jouent ce genre d'instruments, on le doit à M. Sax, qui, les réunissant en famille, à cause de la parenté du timbre, les dessina d'une manière analogue dans tous leurs diapasons, et leur donna un doigté identique; de telle sorte que, sauf la différence d'embouchure, nécessairement appropriée à la taille de l'instrument, tel musicien qui joue le soprano peut jouer également l'alto, le ténor, le baryton, la basse et la contre-basse.

Dans la grande quantité d'instruments de cette espèce, qui figurent à l'Exposition, il en est beaucoup dont la sonorité ou la justesse sont défectueuses, ou qui même ont les deux défauts réunis. Plusieurs facteurs ont exagéré les proportions des tubes des basses, dans le but d'atteindre à une puissance formidable; leur erreur, à cet égard, est complète ; d'abord, parce qu'aucun instrument ne doit avoir dans l'ensemble une puissance sonore en disproportion avec les autres; en second lieu, parce qu'il n'est pas de poitrine humaine qui puisse fournir un souffle suffisant aux notes graves de ces monstres sonores. De là venait que les artistes qui les jouaient devant le jury ne les faisaient entendre que dans le medium. En vain le rapporteur les invitait à jouer les notes de l'octave la plus grave; aucun ne parvenait à les faire résonner avec un caractère d'intonation déterminée.

Le moyen imaginé par M. Sax pour porter une grande puissance de son sur un point donné par les instruments, sans augmentation de fatigue pour les exécutants, est beaucoup plus rationnel et plus ingénieux : il consiste à rendre les pavillons mobiles sur leur axe, et à leur donner une forme recourbée, de telle sorte qu'on puisse donner à ces pavillons telle inclinaison et telle direction voulue. Nous avons pu constater, par les expériences faites devant nous, que la puisssance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonore est au moins doublée quand l'auditeur est dans la direction de l'ouverture du pavillon.

Les meilleurs saxhorns ou bugles des voix de soprano, contralto, ténor, baryton, ou basse et contre-basse, soit sous le rapport du timbre, soit sous celui de la justesse et de la netteté d'articulation, sont ceux de MM. Sax, Courtois, Lecomte et Cie, Martin (Jules), Millereau, Mahillon, Mme Besson, MM. Bohland, de Graslitz, Cerveny, de Kœniggrätz, Distin, de Londres, et Laussmann, de Linz. Les basses de M. Sax sont les meilleures de l'Exposition.

Famille des Saxophones.— A vrai dire, la famille des saxophones, inventée par M. Sax, appartient à la catégorie des instruments à anches plutôt qu'à celle des instruments de cuivre, bien que ce métal en soit la matière, car le producteur du son est une anche battante contre un bec semblable à celui de la clarinette. C'est, en effet, dans cette catégorie que les saxophones sont placés dans le rapport de l'Exposition de 1855 ; mais le Jury de 1867, les ayant entendus pendant l'examen des instruments de cuivre où ils sont placés, le rapporteur croit devoir mettre cette famille parmi ceux-ci.

Nous reproduirons quelques passages, qui, dans le rapport de 1855, concernent cette intéressante et nouvelle famille d'instruments :

«Le saxophone est un cône parabolique en cuivre, dans lequel les intonations se modifient par un système de clefs. Ces clefs sont au nombre de 19 à 22, suivant les individus de la famille. Essentiellement différent de la clarinette par les nœuds de vibration de sa colonne d'air, le saxophone est accordé par octaves ; en sorte que toutes les octaves sont justes, ce qui n'a pas lieu dans la clarinette. Toutefois, le saxophone jouit de la faculté de donner, dans une grande partie de son étendue, l'harmonie de la douzième, ou octave de la quinte. »

« Le son du saxophone est le plus beau, le plus sympathique qu'on puisse entendre. Il compose une famille complète qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se divise en huit variétés, lesquelles sont toutes à la quinte ou à l'octave les unes des autres. »

« L'examen attentif de la famille des saxophones révèle des faits de haute importance, car cet instrument est nouveau par les proportions de son tube, par sa perce, par son embouchure, et particulièrement par son timbre. Il est complet, car il embrasse, dans l'ensemble de ses variétés, de l'aigu au grave, tout le diagramme des sons perceptibles. Enfin, il est parfait, soit qu'on le considère aux points de vue de la justesse et de la sonorité, soit qu'on l'examine dans son mécanisme. Tous les autres instruments ont leur origine dans la nuit des temps ; tous ont subi de notables modifications à travers les âges et dans leurs migrations ; tous enfin se sont perfectionnés par de lents progrès ; celui-ci, au contraire, est le fruit d'une seule conception, et dès le premier jour, il a été ce qu'il sera dans l'avenir. »

CHAPITRE V.

INSTRUMENTS DE PERCUSSION.

§ 1. — Instruments sonores.

Depuis longtemps, des études sont faites en France pour donner aux cymbales la sonorité brillante et argentine des cymbales turques. L'analyse chimique de la composition du métal de celles-ci a été faite avec soin, et l'on a la connaissance certaine des proportions du mélange dont elles sont formées. Néanmoins un succès complet n'a point encore couronné les essais persévérants auxquels on s'est livré. Ce qui paraît aujourd'hui hors de doute, c'est que la belle sonorité des cymbales turques est le résultat du travail du marteau des ouvriers musulmans. Le Jury de la classe 10 a pu faire la comparaison de cymbales fabriquées par M. Gautrot, et supérieures à ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on avait fait précédemment en France, avec une paire de cymbales turques exposées par M. Kenropé-Zidji, de Psamatia (Turquie) ; il a acquis la conviction que, nonobstant les progrès réalisés par M. Gautrot, ses cymbales n'égalent point encore la finesse, la distinction, ni la brillante résonnance de celles avec lesquelles la comparaison avait été faite.

M. Grappin, d'Auxerre, a exposé aussi des cymbales qui ne sont pas sans mérite, mais dont la résonnance est plus courte que celle des cymbales de M. Gautrot. Enfin, une paire de cymbales en acier a été soumise à l'examen du Jury, qui n'a pas cru devoir encourager cet essai, duquel on ne peut rien attendre de comparable même aux cymbales françaises en métal composé.

Les crotales ou instruments à sonnettes, qui parfois s'adjoignent aux corps de musique militaire, ne sont guère susceptibles de progrès. Plusieurs figurent à l'Exposition, mais ils n'ont pas paru devoir fixer l'attention du Jury.

Au nombre des instruments de percussion se placent aussi certains appareils de lames de verre mises en vibration par l'action d'un clavier, tels que ceux qu'on entend dans le quatrième acte de l'*Africaine* et dans la *Flûte enchantée*. On leur donne communément le nom d'*harmonica*, quoique le son du véritable harmonica se produise par le frottement sur le verre et non par la percussion. M. Darche, de Paris, construit ces petits instruments avec beaucoup d'intelligence et de soins. L'attaque des marteaux est précisément ce qu'elle doit être pour produire une résonnance brillante et légère.

§ 2. — Instruments bruyants.

Les timbales tiennent la première place, au point de vue musical, parmi les instruments bruyants de percussion, parce que leur bruit est sonore et que leurs intonations sont déterminées et s'accordent avec les instruments de l'orchestre. La membrane qui recouvre la cuve hémisphérique, considérée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme le corps de l'instrument, cette membrane, disons-nous, résonne sous la percussion d'une baguette terminée par un bouton garni de peau. Les intonations de la membrane se déterminent par la tension plus ou moins forte qui se fait au moyen de vis mobiles. La difficulté de changer avec rapidité le ton de la membrane, en tournant toutes les vis placées sur la circonférence, a fait imaginer plusieurs moyens pour opérer la tension par un seul mouvement mécanique. Ces inventions étaient trop compliquées et n'eurent pas de succès. M. Gautrot et M. Martin ont mis à l'Exposition des timbales qui s'accordent par une seule vis : cette conception est ingénieuse, mais son défaut consiste en ce que la tension n'est pas égale sur tous les points de la circonférence, ce qui nuit à la sonorité déterminée de la note.

Au point de vue de la précision d'intonation et de la bonne sonorité, les timbales de M. Galeotti, de Crémone, sont les meilleures de l'Exposition. Elles sont d'un petit module et s'accordent avec facilité. Le son de chacune des deux timbales ne laisse aucun doute sur l'intonation, et a autant de précision qu'en aurait une corde pincée.

Les tambours ont été placés dans la classe 10 de l'Exposition ; il paraît cependant qu'ils se trouveraient mieux dans les attributions de l'autorité militaire que dans celles d'artistes musiciens. Quoi qu'il en soit, le Jury a rempli sa mission en ce qui concerne ces engins tapageurs, qui n'appartiennent à la musique que par le rhythme. Le Jury a donné d'abord son attention aux taroles de M. Grégoire. Ces taroles sont de petits tambours dont le volume n'est pas plus de moitié du tambour ordinaire ou caisse militaire. L'auteur voudrait voir le tarole adopté dans l'armée française, comme il l'est, dit-il, dans plusieurs contrées de l'Allemagne. N'ayant pas à donner d'avis sur cette question, le Jury s'est borné à constater que les taroles ont moins d'intensité que le tambour ordinaire.

Un nouveau système pour tendre les peaux des tambours par un seul mouvement est aussi exposé par M. Grégoire. Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

système a un avantage évident sur celui qui a été en usage jusqu'à ce jour.

Plusieurs grosses caisses ont été soumises à notre examen; elles n'ont plus aujourd'hui que la moitié de la longueur qu'elles avaient autrefois et n'ont plus de son. Lorsqu'on les frappe, elles ne font entendre qu'un bruit mat, comme celui d'une porte qu'on ferme avec fracas. Il est désirable qu'au point de vue de la musique, on revienne en France et en Belgique aux anciennes proportions de la grosse caisse sonore, telles qu'elles existent encore en Allemagne.

CHAPITRE VI.

INSTRUMENTS MIXTES ET MÉCANIQUES.

Les instruments mixtes sont ceux qui ont pour objet certains effets, soit de combinaison, soit d'imitation, et qui ne sont pas compris dans le domaine ordinaire de la musique. Un nombre immense d'instruments de ce genre ont exercé la capacité des inventeurs, leur ont occasionné des dépenses considérables en recherches et en essais, et tous ont disparu presque au moment même où ils naissaient, sans qu'il en restât un souvenir. Les choses de ce genre étaient en grand nombre à l'Exposition de 1855; elles sont plus rares à celle de 1867.

Le premier instrument qui se présente dans cette catégorie est le *piano-orgue* de M. Fourneaux. L'idée de l'union du piano et de l'orgue n'est pas nouvelle, car il y eut, dans les dernières années du XVIII^e^ siècle, des facteurs de piano qui construisirent des pianos organisés, lesquels étaient composés d'un piano carré placé sur un jeu de flûte dont la soufflerie était sous le pied du pianiste. Il était très-rare que les deux instruments fussent d'accord, à cause des changements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fréquents de température qui faisaient monter ou descendre l'orgue, tandis que le piano restait invariable.

Le même inconvénient n'existe pas avec l'anche libre ; on réunit souvent un piano et un harmonium pour produire certains effets. On a pu réunir aussi leurs sonorités dans le même instrument, comme l'ont fait voir à l'Exposition de 1855 MM. Alexandre dans le *piano-mélodium*, et M. Debain, dans l'*harmonicorde*. Le piano-orgue de M. Fourneaux est une combinaison du même genre. Ainsi que ses prédécesseurs, ce facteur a fait un instrument d'exception qui peut produire des effets agréables, mais qui ne pourra devenir un objet de grande facture ni former une classe spéciale, n'ayant pas de place dans la musique proprement dite.

Le *piano-violon*, de M. Baudet, avait pour objet, suivant la pensée de l'inventeur, d'imiter, dans son harmonie, les effets du quatuor d'instruments à cordes ; mais comme tous les essais de ce genre tentés depuis le XVII^e^ siècle, celui-ci n'aboutit pas à son but. Comme toujours, la partie supérieure du clavier a le son de la vielle et non du violon : dans les accords du medium, on trouve une sonorité analogue à celle de l'harmonium. L'imitation des sons du violoncelle, en chantant, est la seule partie de l'instrument qui produit quelque illusion ; mais en cela il ressemble au mélophone.

Divers instruments nés du principe de l'anche libre et qui figurent à l'Exposition sous divers noms, comme *harmonica*, *harmoni-flûte*, *harmonicor*, etc., ont une sonorité agréable au premier moment d'audition mais ne tardent pas à fatiguer par leur monotonie. On ne peut les classer que parmi les instruments de fantaisie.

Le piano mécanique ou à manivelle de M. Debain a une destination spéciale, à savoir la danse. A défaut du piano ordinaire, ou plutôt de l'exécutant pour le jouer, le piano mécanique est une sorte d'orchestre de danse tout prêt.

Nous avons vu dans les divers compartiments de l'Ex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position des pianos *automatiques*, *melodium*, à sons prolongés, *organium*, et autres, qui ne nous ont pas paru devoir être les objets d'un examen spécial dans le rapport.

La fabrication des orgues mécaniques a fait, dans l'espace des vingt dernières années, des progrès considérables. M. Kelsen, de Paris, se distingue particulièrement dans cette industrie. Après l'examen de ses instruments, on ne peut que répéter ici ce qui a été dit dans le rapport sur l'Exposition de 1855 : « La précision, la netteté de l'articulation, la variété des jeux qui se font opposition et donnent à la musique le coloris de l'orchestre ; enfin, l'harmonie élégante et correcte que l'instrument fait entendre, font beaucoup d'honneur à M. Kelsen et marquent un progrès incontestable dans cette branche de l'industrie instrumentale. »

Les *orchestrions* ou orgues automatiques et mécaniques du duché de Bade, sont aussi en progrès et sont devenus des instruments par le nombre des registres qui s'élèvent jusqu'à six (petite flûte, hautbois, clarinette, basson, grande flûte et trombone, avec timbales et triangle). Les maisons Welte et fils, Heintzmann et fils, et Zähringer, toutes de la Forêt-Noire, fabriquent ces instruments sur une grande échelle et les expédient en Russie, en Angleterre, en Amérique et dans l'Australie.

Les boîtes à musique de la Suisse, lesquelles contiennent parfois un oiseau mécanique, sont de petites merveilles de précision, mais elles n'ont aucun rapport avec l'art, si ce n'est de faire entendre des airs connus avec leurs variations par de petits timbres que fait résonner un cylindre mis en mouvement par un ouvrage d'horlogerie. Il ne nous a pas paru qu'il y eût rien de nouveau dans les choses de ce genre : toutefois, le groupe II a reconnu l'importance de ces produits, au point de vue industriel et commercial.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII.

FABRICATION DE PARTIES DIVERSES ET D'ACCESSOIRES DES INSTRUMENTS.

§ 1. — Pianos.

L'industrie de la fabrication des pianos a pris de si grands développements à Paris, qu'elle s'est divisée en plusieurs industries spéciales, dont les produits se réunissent dans l'ensemble des instruments. Ces industries partielles sont elles-mêmes établies sur une grande échelle.

Les maisons les plus importantes pour la fabrication des mécaniques complètes de pianos sont celles MM. Rohden et Schwander, de Paris. Toutes les parties de ces mécaniques y sont faites avec beaucoup de précision et de fini; elles fonctionnent avec une grande régularité. Après ces maisons viennent celles de MM. Gerling et Kutt et Féchoz, de Paris, dont les produits sont également exposés, et qui se recommandent par leur bonne fabrication.

Les claviers des pianos sont aussi l'objet d'une industrie spéciale, dans laquelle se font remarquer les produits de M. Monti fils aîné, de Paris. Cette fabrication se divise même, car M. J.-F. Monti ne fait que les touches d'ivoire, et M. Chaudesson, que les touches d'ébène pour les dièses et les bémols.

Le feutre employé pour la garniture des marteaux de la mécanique des pianos est un objet d'industrie assez considérable. MM. Alessandri et fils, Fortin, Victor Barbier, tous de Paris, et Billion, de Saint-Denis, ont exposé de bons produits de ce genre.

Parmi les éléments de la facture des pianos, les cordes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

métalliques, dont la percussion produit le son, occupent le premier rang. Deux grandes maisons sont en première ligne dans cette fabrication, à savoir : Pochlmann (Maurice), de Nuremberg (Bavière), et Debster, de Horsfoll (Angleterre). Leurs cordes d'acier fondu, soumises par nous à des expériences de résistance dans la tension par une machine à traction, ont donné les résultats du tableau suivant, où l'on voit, pour chaque numéro, le poids qui a déterminé la rupture de la corde.

Cordes de M. Pochlmann.		Cordes de M. Debster.	
Nos 12.	kilogrammes 96	Nos	
13.	— 113	. . . . .	
14.	— 132	14	kilogrammes 107
. . . . .		14 ½	— 107
15.	— 146	. . . . .	
16.	— 148	. . . . .	
17.	— 156	. . . . .	
18.	— 174	18	kilogrammes 137
19.	— 178	. . . . .	
20.	— 183	. . . . .	
21.	— 246	. . . . .	
22.	— 256	. . . . .	
23.	— 280	. . . . .	
. . . . .		24	kilogrammes 290

On voit que depuis le n° 12 jusqu'au n° 18 compris, les cordes allemandes ont une supériorité considérable sur les cordes anglaises ; les proportions se rapprochent plus de l'égalité au fur et mesure de l'élévation du numéro, et au n° 24 elles sont à peu près exactement semblables.

Pour les cordes des notes les plus graves, les facteurs français, anglais et allemands font usage de cordes de laiton filées ; les facteurs américains, qui montent leurs instruments en numéros plus forts, emploient de préférence dans les basses des cordes d'acier filé.

§ 2. — Instruments à archet. — Cordes de boyaux.

La supériorité des anciennes cordes de Naples fut attri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

buée à diverses causes : on a cru, d'une part, que l'air pur de l'extrémité méridionale de l'Italie, dans lequel vit le mouton, donne à ses intestins une qualité spéciale qui exerce une heureuse influence sur la sonorité et la solidité des cordes fabriquées avec cette matière ; d'autre part, on a pensé, avec plus de vraisemblance, que les eaux vives, froides, presque glaciales, de Naples, dans lesquelles on fait macérer les boyaux, pour les dépouiller des parties graisseuses, est la cause principale de la supériorité des chanterelles de Naples pour l'éclat, la pureté des sons, ainsi que pour leur solidité. Les cordes françaises sont incontestablement mieux faites, mais dans les cordes italiennes la matière est supérieure. Très-habiles dans leur art, les fabricants français éprouvent de grandes difficultés à mettre obstacle à la putréfaction des intestins, à cause de la nature des eaux de Paris.

La maison L. – H. Savaresse et Thibouville, dont le chef, Henri Savaresse, a rendu de grands services à la fabrication des cordes françaises, soutient sa réputation par la bonne qualité de ses produits. Les chanterelles à quatre et à six fils exposées par cette maison sont claires, sonores, justes et solides, bien qu'elles n'aient peut-être pas l'éclat des meilleures cordes italiennes, à cause de l'infériorité de la matière. Les cordes à six fils ne sont composées que de trois intestins ; mais ceux-ci sont fendus dans leur longueur, et les deux moitiés sont réunies en sens inverse pour être filées. Par ce procédé, dont il est inventeur, Savaresse père a fait disparaître l'inégalité et le défaut de justesse, auparavant inséparables des cordes à trois fils, à cause de la conicité de l'intestin. A l'égard des autres cordes de violon, d'alto, de basse et de contre-basse, ainsi que des cordes de harpe, exposées par la maison Savaresse et Thibouville, ce sont des produits d'une qualité supérieure.

M. Baudesset-Cazottes, autre exposant de cordes har-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moniques, a fondé, à Montpellier, une grande fabrique de ce produit, dans laquelle il occupe en moyenne un personnel de 80 à 100 ouvriers. Les bâtiments de cette usine sont vastes et divisés en plusieurs grandes salles, où la matière subit les divers genres de préparation nécessaires pour arriver à l'état de cordes prêtes pour l'expédition. Les eaux, dont l'établissement est abondamment fourni, paraissent avoir la qualité essentielle d'une grande fraîcheur. Les cordes de M. Baudasset-Cazottes qui ont été essayées ont de l'éclat et de la pureté.

Les expériences faites sur les cordes harmoniques (chanterelles) à quatre fils, en essayant trois cordes de chaque fabricant, pour avoir une moyenne, ont donné les résultats suivants de résistance :

M. Eberlé (Charles), de Vérone :	1re	chanterelle. kil.	15
— —	2e	—	6
— —	3e	—	13
M. Bichetti (Luigi), de Trévise :	1re	—	15
— —	2e	—	9
— —	3e	—	12 1/3
M. Belta (Nicolas), de Vérone :	1re	—	12
— —	2e	—	12 1/2
— —	3e	—	10
M. Tuzi (Pietro), de Perugia :	1re	—	14
— —	2e	—	13 1/2
— —	3e	—	10
M. Ruffini, de Naples :	1re	—	14
— —	2e	—	13 1/2
— —	3e	—	13 1/2

Un inconnu, dont les cordes ont été trouvées à l'Exposition sans aucune indication, est arrivé à des résultats supérieurs à tous les autres, et même tout à fait extraordinaires. Les voici :

. . . . .	1re	chanterelle. kil.	15
. . . . .	2e	—	15 1/2
. . . . .	3e	—	17 1/2

Les chanterelles de MM. Savaresse et Thibouville ont donné en moyenne une résistance de 13 1/2 kilogrammes;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celles de M. Baudassé ont résisté en moyenne jusqu'à 13 kilogrammes.

§ 3. — Agents de la production des sons. — Archets.

L'importance de la forme, de la matière, des proportions et du poids de l'archet, est connue de tous les artistes qui jouent des instruments à cordes : les virtuoses ont à cet égard une sensibilité de tact qui leur fait découvrir immédiatement les qualités ou les défauts d'un archet, lorsqu'ils le font agir sur les cordes ; mais le jugement qu'ils en portent est purement empirique ou sentimental.

Les formes de l'archet ont souvent varié avant qu'on fût fixé sur ses conditions essentielles. Jusqu'en 1775, ni la longueur des archets, ni leur poids, ni leurs conditions d'équilibre dans la main, n'avaient été déterminés ; ce fut un ouvrier français, François Tourte, qui les fixa par son esprit d'observation, et qui les réalisa avec une supériorité incontestable par son habileté de main. Éclairé par les conseils des artistes célèbres dont il était entouré, Tourte fixa la longueur de la baguette pour l'archet de violon à 74 ou 75 centimètres, y compris le bouton ; celui de l'alto à 74 centimètres, et celui du violoncelle à 72 ou 73 centimètres. Ce fut alors aussi qu'il détermina la distance du crin à la baguette par les hauteurs de la tête et de la hausse, et qu'il obtint par ces proportions l'angle nécessaire au crin pour l'attaque des cordes, en évitant l'inconvénient que celles-ci fussent touchées par la baguette. Dans ces archets, la tête, plus élevée qu'autrefois, et conséquemment plus lourde, obligea Tourte à augmenter d'une manière sensible le poids de la partie inférieure, afin de rapprocher de la main le centre de gravité et de mettre l'archet en équilibre parfait.

Les précieuses qualités des archets de Tourte en ont fait élever le prix à l'excès, après sa mort ; on les vend

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

habituellement 250 à 300 francs. En 1865, un archet de violon fait par lui a été payé à Londres 20 livres sterling (500 francs). Voulant procurer aux artistes de bons archets à des conditions beaucoup moins onéreuses, M. Jean-Baptiste Vuillaume ne s'est pas borné à imiter au hasard le travail de Tourte, comme les autres fabricants d'archets : avec une persévérance digne des plus grands éloges, il a étudié les lois de la courbe de la baguette et des décroissances progressives de ses épaisseurs, depuis la hausse jusqu'à la tête, et les a déterminées par des procédés graphiques dont les résultats sont : 1° le profil de l'archet est une courbe logarithmique dont les ordonnées croissent en progression arithmétique, tandis que les abscisses croissent en progression géométrique ; 2° en divisant la longueur de la baguette en dix points conformes à ces progressions, on trouve qu'à chacun d'eux le diamètre de l'archet est successivement réduit de 3 1/0 de millimètre.

En possession de ces lois, M. Vuillaume fait avec certitude des archets dont les qualités égalent ceux de Tourte, ainsi que le prouvent les beaux modèles qu'il a mis à l'Exposition.

Les archets destinés aux musiciens dont le talent n'égale pas celui du virtuose, ceux enfin qu'on trouve dans le commerce, ne sont pas fabriqués avec la précision dont il vient d'être question. Le bois dont ils sont faits est aussi de qualité inférieure ; mais il a été fait beaucoup de progrès dans la fabrication de ce produit pendant les vingt dernières années. Les archets de cette espèce mis à l'Exposition ont des qualités suffisantes pour l'orchestre.

§ 4. — Instruments à vent, en bois. — Anches.

Les anches de hautbois, clarinettes et bassons, sont à l'époque actuelle inférieures à ce qu'elles furent autrefois, bien qu'elles soient mieux faites au moyen de nouveaux procédés mécaniques. Cette infériorité est préjudiciable au talent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des artistes : elle provient de la qualité du roseau, souvent médiocre, parce que la grande consommation qui en est faite dans les deux mondes oblige à le couper avant qu'il ait atteint l'âge d'une complète maturité.

Les facteurs d'instruments en bois fabriquent aussi les anches, mais la plupart des hautboïstes, clarinettistes et bassonistes, ont les outils nécessaires pour ce genre de fabrication et font eux-mêmes les anches de leurs instruments. Il en est qui ont acquis beaucoup de dextérité dans ce travail, mais ils n'ont pas comme les facteurs les relations nécessaires pour se procurer le roseau de meilleure qualité.

Une industrie spéciale de la fabrication des anches s'est élevée par la nécessité de procurer aux artistes ces accessoires indispensables de leurs instruments dans de bonnes conditions. Deux procédés sont employés dans cette fabrication : le plus expéditif est celui d'une mécanique qui fait la plus grande partie du travail ; les anches faites par ce procédé sont ensuite terminées par les soins de l'ouvrier. L'autre mode de fabrication est plus lent et exige plus de travail, car l'anche est dégrossie et finie à la main. La fabrication à la mécanique a pour elle le bon marché, car les anches ne se vendent qu'environ le tiers du prix des anches faites à la main. Celles-ci, particulièrement les anches de clarinette, sont préférées par les artistes les plus distingués lorsqu'elles ont été confectionnées par des mains habiles. M. Massabo, de Paris, est particulièrement renommé pour la bonté des anches fabriquées de cette manière : son nom ne figure pas au Catalogue de l'Exposition ; mais le rapporteur a pu constater l'excellence de ses produits, malheureusement présentés trop tard à l'examen du Jury.

M. Kroll, de Paris, fabricant d'anches à la mécanique, a exposé de bons produits de ce genre pour les clarinettes, hautbois et bassons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII.

PUBLICATIONS MUSICALES.

§ 1. — Typographie de la musique.

L'application de la typographie à la musique commença dans le XV^e^ siècle par quelques fragments gravés sur bois, pour des missels et pour le petit nombre d'ouvrages didactiques sur cet art, publiés dans le même siècle. La typographie musicale proprement dite, en caractères mobiles et métalliques, ne fut inventée que vers 1498, par Octavien Petrucci, de Fossombrone, et le premier produit de ses presses parut à Venise en 1500.

Dès le premier pas dans cette nouvelle industrie, Petrucci avait atteint la perfection pour la notation en usage de son temps. Bientôt ses procédés typographiques furent imités ou modifiés en Italie, en Allemagne et en France. Toute la musique imprimée dans le XVI^e^ siècle est d'une remarquable beauté. Au XVIII^e^ siècle, la typographie de la musique déclina par degrés, parce que les éditeurs se mirent alors à la recherche de moyens économiques, soit dans le tirage, soit dans la qualité du papier.

Dans les premiers temps, l'impression de la musique en caractères mobiles ne fut appliquée qu'à la musique vocale. La musique d'orgue, de clavecin, et d'instruments à cordes pincées, ne s'imprimait qu'en tablatures, dont les lettres de l'alphabet et les chiffres, combinés avec certains signes, formaient la base. La lecture embarrassante de ces tablatures fit revenir à la notation musicale ordinaire pour la musique de clavecin et d'orgue, mais comme elle était surchargée d'ornements dont les signes étaient trop compliqués pour la typographie en caractères mobiles, on eut recours à la gra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vure au burin sur cuivre. Le premier ouvrage de ce genre, intitulé *Toccate d'Intavolatura d'organo di Claudio Merulo*, parut à Rome en 1598. Cet exemple fut souvent imité pour d'autres ouvrages de même espèce, pendant le XVII^e^ siècle, et jusque dans le XVIII^e^; toutefois, le procédé de la gravure au burin était trop dispendieux pour être d'un usage général. On continua donc d'imprimer la musique par la typographie en caractères mobiles, mais dans des conditions de plus en plus mauvaises, soit par des caractères gothiques, comme ceux des Ballard en France, soit par les formes grossières de la typographie musicale de Hambourg.

Une réforme de cette typographie fut entreprise en Allemagne par Jean-Gottlob-Emmanuel Breitkopf, dont le premier essai fut publié à Leipzig en 1755. Les formes de ses caractères étaient celles de la musique manuscrite; leur aspect était satisfaisant, et le succès de cette réforme fut complet. Jusque vers 1810, on imprima une immense quantité de musique, avec les mêmes caractères, chez les successeurs de Breitkopf, ainsi que dans une grande partie de l'Allemagne. Aujourd'hui encore, ces mêmes caractères sont employés avec succès dans les livres didactiques et historiques sur la musique.

Dans le même temps où paraissaient en Allemagne les premiers essais de Breitkopf, Fournier, dit *le jeune*, et les Gando, père et fils, entreprenaient une réforme semblable à Paris pour l'impression de la musique; mais un obstacle insurmontable se présentait alors contre ce mode de publication : un nouveau procédé de gravure pour la musique avait été découvert; il était économique et consistait à frapper les notes avec des poinçons sur des planches d'étain. La musique composée en caractères mobiles ne pouvait soutenir la comparaison avec la beauté de la musique gravée; on ne s'en servit plus que dans de rares occasions, pour les livres. Pendant plus d'un demi-siècle, la gravure française de la musique fut la plus belle que l'on connût en Europe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vers 1815, la décadence commença, parce que les éditeurs, pour augmenter leurs bénéfices, eurent recours à tous les moyens d'économie. On diminua par degrés la quantité d'étain dans les planches, et l'on augmenta celle du plomb; la gravure fut faite à vil prix par des femmes et de jeunes filles à peine instruites des procédés de leur métier; on économisa sur la qualité du papier et sur le tirage; enfin, on en était arrivé naguère à placer la gravure française de la musique au dernier rang de ce qui se fait en Europe dans ce genre.

Pendant ce temps, les grands éditeurs de musique allemands, après avoir adopté la gravure, qu'ils faisaient exécuter avec soin, y appliquèrent un des procédés de la sténographie, en faisant décalquer les planches sur la pierre et tirer à la presse sténographique. Par là ils obtinrent une économie sur le tirage, sans rien ôter à la beauté de la gravure. Dans quelques grandes entreprises, telles que la collection complète des œuvres de Bach, la maison Breitkopf et Hærtel, de Leipzig, a été la première à faire voir le plus haut degré où puisse parvenir l'impression de la musique, par la beauté de la gravure, par l'égalité du tirage et par les choix du papier.

A la vue de ces chefs-d'œuvre d'éditions de musique, on s'est ému à Paris de l'infériorité des éditions françaises; une réaction s'est opérée. M. Lemoine, éditeur de musique à Paris, est un des premiers qui s'occupèrent d'une amélioration nécessaire, et qui fournirent de beaux modèles à leurs confrères. Feu M. Farrenc, qu'animait le seul amour de l'art, fit voir aussi, dans sa belle collection du *Trésor des pianistes*, qu'avec la volonté, le soin intelligent et la dépense convenable, on peut faire aussi bien en France qu'à l'étranger de belles et bonnes éditions. Ces exemples ont été suivis, et le goût de la belle gravure et de la belle impression de la musique s'est progressivement développé. Non-seulement M. Heugel a donné de belles éditions des sonates de Mozart pour piano et violon, d'une collection choisie des maîtres allemands, de la *Méthode de chant* du Conservatoire et des partitions du *Mignon* d'Am-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

broise Thomas, pour orchestre, et pour chant et piano, mais on lui doit le plus beau livre de luxe relatif à la musique qui ait été publié, non-seulement à Paris, mais en quelque lieu que ce soit. Ce livre a pour titre : *les Clavecinistes de 1637 à 1790; histoire du clavecin*; *portraits et biographies des célèbres clavecinistes*, par Amédée Méreaux. Paris, 1867, très-grand in-folio, aussi remarquable par la beauté du texte que par les portraits.

MM. Brandus et Dufour et Gérard et Cie, de Paris, se distinguent également par les soins qu'ils donnent à leurs publications.

L'Espagne, longtemps arriérée dans la typographie musicale, a fait dans ces temps des progrès très-remarquables, dont M. Boniface Eslava, de Madrid, a été le promoteur. Au nombre des belles publications qu'il a placées à l'Exposition, se trouve un grand ouvrage intitulé : *Methodo theorico-pratico-elemental de Organo*, par M. Paolo Hernandez, où la gravure, le papier et le tirage sont d'une beauté tout à fait exceptionnelle. Ce livre peut être mis au premier rang des chefs-d'œuvre de la typographie de la musique.

§ 2. — Traités pour l'enseignement de la musique.

Un très-petit nombre d'exposants d'ouvrages destinés à l'enseignement d'une partie quelconque de la musique ayant répondu à l'appel du Jury, le jour indiqué pour l'examen de ces livres, dont quelques-uns seulement furent mis sous ses yeux, le rapporteur ne peut parler que de ceux-ci, quel que soit son regret de passer sous silence d'autres ouvrages, parmi lesquels il en est peut-être d'une utilité digne d'intérêt.

Les travaux de Panseron pour l'enseignement de la musique, depuis ses éléments jusqu'aux parties les plus élevées de l'art, ont reçu l'approbation des maîtres; ils sont répandus dans les écoles, et jouissent d'une grande popularité. En plaçant ces ouvrages sous les yeux du Jury, sa veuve n'a fait que rappeler

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à chacun de ses membres le mérite distingué des œuvres d'un ami regretté.

L'École du musicien, ou solfége théorique et pratique, par M. Léonce Cohen, ancien pensionnaire de l'Académie impériale de France à Rome, a reçu les éloges de l'Académie des beaux-arts, de l'Institut impérial de France, ainsi que du Comité des études musicales du Conservatoire de Paris. Ces suffrages sont certainement suffisants pour constater le mérite de l'ouvrage; cependant, le rapporteur, interprète de l'opinion du Jury, croit pouvoir ajouter que les définitions de la première partie sont toujours précises et claires; que la graduation des leçons élémentaires de la seconde partie est parfaitement établie pour les difficultés; que ces leçons sont écrites dans des limites qui ne peuvent fatiguer les voix les plus jeunes, et que le soin qu'a mis l'auteur à indiquer les moments de respiration, en raison de la nature des phrases, est une bonne préparation à l'art du chant; enfin, qu'en écrivant pour la troisième partie de son livre des leçons sur toutes les clefs en usage dans la musique moderne, M. Cohen a contribué à ralentir la décadence de l'éducation musicale en France, laquelle n'est que trop rapide. On peut ajouter que le style de ces leçons est élégant, mélodieux, et qu'elles sont un témoignage certain de la solidité du savoir de l'auteur.

Trois méthodes de contre-basse sont à l'Exposition. La première en date est l'ouvrage de M. Gouffé, attaché à l'orchestre du théâtre impérial de l'Opéra et à celui de la Société des concerts. Cet artiste distingué fut le premier qui introduisit à l'orchestre de l'Opéra la contre-basse à quatre cordes accordées par quartes, à partir du *mi* grave. Par cette réforme, il augmentait l'étendue au grave et rendait le doigté bien plus facile que sur les contre-basses à trois cordes accordées par quintes dont faisaient usage tous les contre-bassistes français. Ce fut sur les instances réitérées de M. Gouffé que les contre-basses furent mises à quatre cordes à l'Opéra, ainsi qu'à l'orchestre de la Société des concerts. M. Gouffé a aussi amélioré

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le son de la corde grave *mi*, lequel était mou lorsque la corde était filée en fil de laiton, et dur quand elle était filée en acier. Avec l'aide de M. Bernardel, luthier à Paris, il parvint à faire revêtir la corde d'un double trait de cuivre et d'acier qui établit une compensation juste.

La *Méthode de contre-basse* de M. Gouffé est la première qui ait été publiée en France et adoptée pour l'enseignement dans les Conservatoires de Paris et de Bruxelles. Sa date est de 1839. Elle a beaucoup contribué au développement de l'habileté des contre-bassistes français de l'époque actuelle.

Après la méthode de M. Gouffé vient, dans l'ordre des dates, la *Méthode de contre-basse* de M. Charles Labro, professeur au Conservatoire de Paris. Cet ouvrage, publié en 1860, est méthodique et conçu sur un bon plan, particulièrement au point de vue des positions du doigté. L'auteur a fait évidemment une étude approfondie de toutes les ressources de son instrument. L'ouvrage est terminé par des exercices ou études, dans lesquelles toutes les difficultés inhérentes à l'instrument sont réunies.

M. Verrimst, contre-bassiste distingué de la musique particulière de l'Empereur, de la Société des concerts et de l'Opéra, est auteur d'une *Méthode de contre-basse à quatre cordes*, dans laquelle on remarque que si l'auteur s'occupe moins des positions que M. Labro, ses soins se portent davantage sur la qualité des sons, ainsi que sur les études relatives à cet objet. M. Verrimst s'attache particulièrement à l'étude des gammes, très-importantes en effet, comme sur tous les instruments, car c'est par les gammes souvent répétées, dans un mouvement lent, que l'élève acquiert le son et la justesse. Sa *Méthode* est terminée par vingt-cinq bonnes études sur tous les genres de difficultés, et par un concertino de bon style.

Le rapporteur croit devoir appeler l'attention des professeurs de contre-basse français sur la forme et la tenue de l'archet droit dont on fait usage en France. Il est sans doute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus favorable à la légèreté que l'archet en arc, tenu avec la main renversée, de l'école de Dragonetti et de Müller, de Darmstadt; mais celui-ci a une énergie extrême et produit un son triple de celui que peut faire entendre l'archet français. Les contre-basses des bons orchestres de Londres et de celui du Conservatoire de Bruxelles ont une plénitude de sonorité qui est inconnue en France.

La *Méthode de harpe*, de M. Prumier père, et les *Études* spéciales de M. C. Prumier fils sont deux ouvrages de grand mérite, qui se complètent l'un par l'autre. Ancien élève de l'École polytechnique et de l'École normale, M. A. Prumier se livra dès sa jeunesse à l'étude de la harpe, et fut un des premiers professeurs qui adoptèrent la harpe à double mouvement de Sébastien Erard. Appelé au Conservatoire de Paris en 1835, pour y enseigner cet instrument, ce fut alors qu'il comprit la nécessité d'écrire une *Méthode* concernant l'emploi du nouveau mécanisme. C'est cet ouvrage, publié en 1865, que l'auteur a soumis à l'examen du Jury de l'Exposition. La réputation depuis longtemps faite de M. Prumier, comme professeur de harpe et comme virtuose, ne peut laisser de doute sur le mérite pratique de sa *Méthode,* et la solidité de ses études à l'École polytechnique ainsi qu'à l'École normale est une garantie de l'ordre des faits et du talent d'exposition qui se trouvent dans son ouvrage. Ces deux qualités y brillent en effet; la partie littéraire et la part de l'artiste y sont également remarquables. Si le rapporteur n'était retenu par les limites dans lesquelles il doit se renfermer, il entrerait dans une analyse plus développée de cet excellent travail.

Elève de son père et devenu lui-même un virtuose sur la harpe, M. C. Prumier, aujourd'hui premier harpiste du théâtre impérial de l'Opéra et de la Société des concerts, a écrit un recueil considérable d'*Études spéciales pour la harpe, sur les accords, les arpéges et les gammes, précédées d'une introduction pour l'instruction des élèves, complément de la Méthode de A. Prumier père*, etc. Ces deux ouvrages compo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sent en effet un corps complet d'instruction pour les harpistes; rien n'y est oublié concernant tous les genres de difficultés, et l'expérience des moyens de les surmonter s'y fait remarquer à chaque page.

CONCLUSIONS.

Des appréciations établies dans ce rapport, il résulte que la facture générale des instruments de musique est en progrès. En effet, on y constate :

1° Que les grandes orgues ont été perfectionnées dans l'alimentation du vent, laquelle était insuffisante dans les anciens instruments, et qui, aujourd'hui, est abondante et modifiée dans sa pression, à raison de la nature des jeux; dans la suppression de plusieurs jeux de mutation, dont la réunion nuisait à la pureté de l'harmonie; dans la séparation des jeux de nature différente sur des sommiers spéciaux; dans la création d'effets de sonorité auparavant inconnus, particulièrement dans les jeux de détail; par la facilité donnée aux claviers pour le toucher; enfin, par des pédales d'accouplement et de combinaison qui mettent à la disposition de l'organiste une multitude de moyens de variété, sans que les mains quittent les claviers ;

2° Que l'harmonium, instrument relativement nouveau, est perfectionné dans sa facture et dans ses effets de sonorité, et qu'avec ses six ou sept jeux divisés en un certain nombre de registres, il possède aujourd'hui des moyens de variété qui n'appartiennent pas à son origine;

3° Que les pianos de diverses formes ont acquis une égalité de timbre, dans l'étendue de leur diagramme sonore, qui fut longtemps désirée avant d'être réalisée, et que leurs claviers ont, dans tous les instruments des grands facteurs, une sensibilité d'articulation qui met à la disposition des artistes les nuances les plus délicates ; que de plus, par de nouveaux systèmes de construction, une augmentation considérable de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonorité a été trouvée, et prépare vraisemblablement une transformation nouvelle de ce genre d'instrument;

4° Que par les travaux de M. Jean-Baptiste Vuillaume, la facture des instruments à archet est parvenue à un degré de perfection égale à celle des produits des anciens luthiers de Crémone; qu'à un degré moins élevé, on trouve dans les produits d'autres luthiers des qualités très-estimables, et que dans la lutherie courante et à bon marché, les formes et le fini des instruments ont une grande supériorité sur ce qui se faisait autrefois;

5° Que les instruments à vent en bois et à anche ont progressé sensiblement, non-seulement au point de vue de l'égalité et de la justesse, mais aussi pour le doigté, devenu plus facile dans une multitude de traits et d'ornements, et rendant exécutable ce qui ne l'était pas auparavant;

6° Que dans la catégorie des instruments de cuivre, de nouvelles voix sympathiques ont été créées, et que toutes les familles qui composent cette catégorie ont reçu de notables améliorations dans la justesse, dans les facilités de mécanisme, ainsi que dans les moyens de transposition;

7° Que, à l'égard de la typographie de la musique, il est constaté qu'après avoir été longtemps dans une situation médiocre, elle a fait en peu d'années de remarquables progrès, et que, parmi les produits mis à l'Exposition, on trouve des ouvrages d'une beauté réelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 11

APPAREILS ET INSTRUMENTS DE L'ART MÉDICAL, AMBULANCES CIVILES ET MILITAIRES

SOMMAIRE.

Section I. — Observations sur l'ensemble de la classe, par M. le docteur Ambroise Tardieu, président de l'Académie de Médecine, membre de la Faculté de Médecine, médecin consultant de l'Empereur, membre du Jury international de 1855, et sir John Oliffe.

Section II. — Appareils des instruments de chirurgie, par M. le docteur Nélaton, chirurgien ordinaire de l'Empereur, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie impériale de Médecine.

Section III. — Gymnastique médicale et hygiénique, par M. le docteur Demarquay, chirurgien en chef de la Maison municipale de Santé et du Conseil d'État, membre des Jurys internationaux de 1855 et 1862.

Section IV. — Appareils d'orthopédie et de secours; ambulances; prothèse chirurgicale, par M. le docteur Tillaux, chirurgien en chef de l'hospice de Bicêtre.

Section V. — Voitures et tentes d'ambulance, par M. le docteur Evans, médecin-dentiste de l'Empereur.

Section VI. — Prothèse dentaire et buccale, par le même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 11

APPAREILS ET INSTRUMENTS DE L'ART MÉDICAL, AMBULANCES CIVILES ET MILITAIRES

SECTION I

HYGIÈNE ET MÉDECINE.

PAR MM. LES DOCTEURS A. TARDIEU ET SIR JOHN OLIFFE.

§ 1. — Observations sur l'ensemble de la classe 11.

Pour la troisième fois, la médecine et la chirurgie, ou pour mieux dire, l'art de guérir, sont admis à occuper une place spéciale dans une exposition ; mais à chacun des trois grands concours internationaux de 1855, 1862 et 1867 répondent des différences de classification qu'il est bon de rappeler au début de ce rapport. Lors de la première Exposition universelle de Paris, en 1855, la classe 12 comprenait l'hygiène publique et privée, la pharmacie, la médecine et la chirurgie, l'anatomie humaine et comparée, l'hygiène et la médecine vétérinaire. En 1862, à Londres, sous le titre en apparence plus étroit de la classe 12 du catalogue anglais : *Instruments et Appareils de chirurgie*, les principes de la classification française avaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prévalu dans la pratique, et le Jury avait été heureux de retrouver dans les produits soumis à son examen, les divers groupes naturels qui avaient été précédemment établis, et qui se rapportaient à l'hygiène et à la salubrité, à la médecine, et à la chirurgie proprement dite, à la vétérinairie, à l'anatomie, à la physiologie et à la taxidermie. Il n'en est pas tout à fait ainsi dans l'Exposition actuelle. Bien que dérivant des mêmes principes, le système de classification adopté en 1867, en multipliant le nombre des classes, a permis de spécialiser davantage, non-seulement les produits exposés, mais surtout les études qui s'y rattachent, et, en maintenant les grandes divisions des groupes, de circonscrire plus nettement les diverses classes qu'ils renferment. La médecine et la chirurgie, mieux définies, forment ainsi dans le matériel, et les applications des arts libéraux qui composent le groupe II, la classe 11 plus distincte et véritablement spéciale sous ce titre: *Appareils et instruments de l'art médical.*

Une partie des objets qui dans les précédentes classifications tombaient naturellement dans notre domaine en sont distraits aujourd'hui, et, tout en appréciant les avantages que peut offrir à certains égards la nouvelle méthode, nous ne pouvons nous empêcher de regretter qu'elle ait disséminé dans des classes nombreuses et éloignées les unes des autres certains produits industriels qu'il eût été utile de rapprocher et d'étudier à un point de vue commun, notamment ceux qui se rattachent à l'hygiène publique, à la salubrité et à l'hygiène professionnelle; et ceux qui se rapportent à l'enseignement des sciences anatomiques et médicales, qui appartiennent si essentiellement au médecin. Il nous reste toutefois un champ vaste encore et plein d'intérêt, qui embrasse des branches importantes de l'industrie humaine, utilement et brillamment représentée à l'Exposition universelle de 1867.

Les produits exposés dans la classe 11 peuvent être répartis dans cinq sections qui formeront les divisions naturelles de ce rapport: 1° L'hygiène et la médecine; 2° la chirurgie proprement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dite ; 3° l'orthopédie, les bandages et la prothèse chirurgicale ; 4° l'art dentaire ; 5° enfin le matériel des secours à donner aux blessés sur le champ de bataille, et du service hygiénique et médical des armées de terre et de mer, qui formait une annexe importante de notre classe. Il est intéressant de constater que malgré les limites plus restreintes dans lesquelles la classe 11 a été renfermée, presque toutes les nations y figurent, et le nombre des exposants est, relativement, considérable. Les chiffres suivants sont utiles à consigner. Sur un total de 372 exposants, nous en comptons pour la France, 112; pour la Grande-Bretagne et les Colonies anglaises, 38; l'Italie, 38; les États-Unis, 28; l'Autriche, 19; la Prusse, 18; l'Espagne, 11; la Russie, 8; la Belgique, 6; la Suède, 6; la Norwége, 4; l'Empire Ottoman, 4; le Danemark, 3; les Pays-Bas, 2; le grand-duché de Hesse, 2; le royaume de Wurtemberg, 2; le Portugal, 2; l'Egypte, 2; le grand-duché de Bade, 1; les États-Pontificaux, 1; la régence de Tunis, 1; le Brésil, 1; la Confédération Argentine, 1; enfin, l'ensemble des Comités et des Sociétés de secours pour les blessés, 56.

Nous ne voulons pas anticiper sur les jugements qui seront portés dans les Rapports spéciaux qui concernent chacune des sections en particulier, mais il nous sera permis de dire que s'il existait entre elles de notables inégalités au point de vue de la nouveauté et de l'invention, l'exposition de la classe 11, prise dans son ensemble, a donné des résultats très-satisfaisants. Sur quelques points, elle a révélé des perfectionnements considérables dans les instruments mis par l'industrie au service de l'art médical; sur tous elle a montré une élévation sensible dans la fabrication des produits affectés à la conservation de la santé ou au soulagement des malades. Ajoutons qu'il a été impossible de méconnaître dans l'exposition de cette classe l'influence des précédents concours internationaux ; car, si la supériorité appartient toujours et sans conteste à la France, en tout ce qui touche la médecine et la chirurgie, nous avons pu constater un progrès sensible chez les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diverses nations étrangères, qui se sont heureusement inspirées des découvertes et des inventions dues à la science et à l'industrie françaises.

§ 2. — Hygiène privée et médecine.

Cette première division est loin d'avoir l'importance de celles qui suivront, tant par le nombre que par la nature des produits; et l'on peut dire surtout qu'elle nous a offert fort peu de choses nouvelles. Nous y avons retrouvé des objets exposés déjà à Paris et à Londres, en 1855 et en 1862, non pas seulement semblables et nullement perfectionnés, mais exactement et identiquement les mêmes. Nous ne nous y arrêterons pas, et, nous attachant à ce qui peut nous offrir quelque intérêt, nous passerons successivement en revue les appareils balnéatoires, les irrigateurs et autres appareils hygiéniques; les appareils de gymnastique; les instruments destinés à l'exploration et au traitement médical, spécialement pour les maladies des organes des sens, les appropriations du caoutchouc au service des malades; les applications de l'électricité à la médecine pratique, enfin, les produits de la librairie médicale.

§ 3. — Appareils balnéatoires.

L'extension considérable et très-digne d'encouragement qu'a prise dans ces dernières années l'usage de l'hydrothérapie et des bains de tout genre, aurait pu faire croire que l'Exposition universelle serait beaucoup plus riche qu'elle ne l'a été réellement en appareils de ce genre. Les étrangers n'ont rien apporté qui ait quelque valeur, bien que tout le monde sache combien en Angleterre, en Suisse et en d'autres lieux encore les douches hydrothérapiques sont répandues, et quelle richesse possède l'Allemagne en établissements balnéaires. Nous n'aurions donc guère eu qu'à reconnaître d'anciens appareils exposés déjà par quelques fabricants français et étran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gers, si un petit nombre d'exposants appartenant à notre pays ne nous avaient montré des appareils nouveaux et admirablement appropriés à tous les besoins de l'hygiène et de la médecine.

A leur tête il faut placer M. Charles (Georges), qui non-seulement a exposé des instruments et des appareils balnéatoires fort intéressants, mais qui encore avait fait construire dans le parc du Champ-de-Mars un établissement où il avait réuni et fait fonctionner les appareils les plus divers et les plus ingénieux, un bain de cercle, un hydro-mélangeur pouvant servir à mélanger à la fois de l'eau froide, de l'eau chaude et une eau minérale, et offrant cet utile perfectionnement, de supporter en même temps un thermomètre et un manomètre; des bains de siége, des baignoires, des chauffe-bains, des appareils de douches de tout genre; mais surtout un appareil d'hydrothérapie complet, qui, dans un très-petit espace et pour un prix relativement réduit, accessible à ce double titre à des hôpitaux peu étendus, à des établissements privés, à des particuliers même, contient tous les procédés d'application de l'eau en cercle, en douches de directions variées, en douches locales, etc. Les progrès réalisés depuis vingt ans par cet habile artiste ont été constatés dans un grand nombre d'établissements publics, et notamment aux thermes d'Amélie-les-Bains, à Pierrefonds et dans divers hôpitaux et hospices.

On doit à MM. Bouillon et Muller, qui ont, depuis dix ans, contribué à perfectionner les divers appareils balnéaires, des produits dignes d'attention et généralement bien conçus. Nous citerons particulièrement leur bain de siége hydrothérapique à cinq douches, que le malade peut manœuvrer lui-même, et qui est muni d'une soupape de vidange à hélice; leur appareil portatif d'hydrothérapie à domicile, qui permet au médecin d'appliquer lui-même ce puissant moyen de traitement sans déplacement du malade; les lavabos destinés aux asiles et aux hôpitaux, où un grand nombre de cuvettes peuvent être alimentées et vidées en même temps; les baignoires fermées pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les aliénés; les appareils pour bains et douches électriques, et enfin l'*hydrofère* qui n'a peut-être pas donné jusqu'ici tous les résultats qu'on est en droit d'en attendre.

A des points de vue plus spéciaux et d'une moindre importance, nous signalerons les appareils à bain de siége et à douches de forme et de construction excellentes de M. Durier; les *appareils de bains de vapeur et médicinaux* imaginés et utilement employés par MM. les docteurs Lefebvre et Grout, recommandables surtout par la simplicité, la commodité et la sûreté de leur emploi. Il est juste de reconnaître les efforts que n'a cessé de faire M^me^ Jullienne pour perfectionner les *appareils destinés à transporter et à soutenir dans le bain les infirmes et les enfants*. Nous mentionnerons enfin pour mémoire, comme une nouveauté qui pourrait entrer utilement dans la pratique, les grands *wagons-baigneurs*, dits bains américains, posés sur rails, partant très-mobiles, contenant quarante cabines avec terrasses et balcons, et pouvant suppléer au défaut d'établissement fixe dans les petites localités de bains de mer, que proposent MM. Spiers et Tixier, exposants de la Confédération Argentine.

§ 4. — Irrigateurs et pulvérisateurs.

Les *irrigateurs*, tombés depuis plusieurs années dans le domaine public, et entrés dans la pratique générale, conservent leur supériorité dans la fabrique de l'inventeur Eguisier, entre les mains de ses successeurs, MM. Tollay, Martin et Leblanc, qui ont imaginé récemment de substituer la porcelaine au métal dans la construction du corps de pompe, modification utile au point de vue de la propreté, d'abord, et aussi de la sécurité dans l'emploi des remèdes composés. Il est intéressant, comme un trait de mœurs digne d'être relevé, de voir exposés par MM. Twinberrow, de Londres, de très-beaux modèles de ces instruments naguère si antipathiques aux habitudes anglaises. L'ancienne maison Darbo montre un ingénieux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perfectionnement de ses petits appareils portatifs, auxquels sont ajustés des *réservoirs à médicaments*, qui donnent plus de sûreté et de commodité pour l'emploi des remèdes laudanisés, huileux, etc., en isolant du corps de pompe et en mélangeant, au passage seulement, les principes actifs que l'on veut ajouter à l'eau injectée.

Les *appareils à pulvériser* l'eau sont trop nombreux et trop variés pour que nous essayions d'analyser les modifications qu'a reçues l'utile invention du docteur Sales Girons. MM. Mathieu, Robert et Collin, Charles Georges et d'autres encore exposent des appareils d'inhalation et de pulvérisation, montés sur des tables et qui ont été expérimentés avec succès dans un grand nombre de stations hydrominérales: Enghien, Luchon, Eaux-Bonnes, Marlioz. Je signalerai toutefois comme une application nouvelle qui ajoute une ressource à la thérapeutique des affections douloureuses des nerfs, les appareils de *douche filiforme*, simple ou multiple, construits par M. Mathieu avec son habileté ordinaire, et qu'a mis en pratique avec un très-grand succès le praticien excellent qui dirige les eaux de Néris, M. le docteur de Laurès. Le jet filiforme que donne ce puissant instrument frappe la peau avec une telle force qu'il la crible de trous imperceptibles justifiant ainsi le nom *d'aquapuncture*, et produit une révulsion d'une singulière énergie, à laquelle ont cédé les névralgies les plus rebelles.

§ 5. — Gymnastique.

La gymnastique a été attribuée à la fois à deux classes, la nôtre et la classe 89, qui comprend le matériel et les méthodes de l'enseignement des enfants. Nous n'en parlerions donc pas, si nous n'avions rencontré parmi nos exposants des noms et des produits vraiment dignes de fixer l'attention des médecins.

Nous n'insisterons pas sur les intéressants modèles, déjà remarqués à Londres en 1862, du docteur Roth, ni sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brillants spécimens du système de Ling, appliqués au gymnase de famille du prince Oscar de Suède, dont nous avons pu apprécier, dans les opérations de notre Jury, l'esprit libéral et élevé, ni même sur les procédés ingénieux et simples de la gymnastique de chambre de Bacon, ou sur ceux beaucoup plus compliqués du comte Aguiléra de Villalobos, de Madrid; mais nous ne saurions nous dispenser de dire combien nous avons été frappés des avantages et de l'heureuse disposition de l'*armoire gymnastique*, inventée et construite par MM. Burlot et Viau, de Paris. Dans un espace qui n'excède pas celui d'une petite bibliothèque, pour un prix qui n'est pas trop élevé, ils ont rassemblé des appareils très-variés d'extension pour les membres supérieurs ou inférieurs et du tronc, qui permettent des exercices nombreux et gradués, grâce à un système de contre-poids mobiles, dont il est très-facile de diminuer ou d'augmenter la résistance. C'est là un appareil vraiment original, à la fois pratique, simple et sûr, que le médecin peut conseiller et que nous voudrions voir se répandre dans les écoles de jeunes enfants et jusque dans les familles.

Nous laissons au savant rapporteur de la classe 89 le soin d'apprécier dans leur ensemble les systèmes et les appareils de gymnastique qui figurent à l'Exposition de 1867.

§ 6. — Instruments destinés à l'exploration médicale et à divers traitements spéciaux.

Ici encore nous ne nous attacherons qu'aux points véritablement saillants et nouveaux, et notre tâche ne sera pas très-étendue. Nous avons retrouvé cette année les *appareils acoustiques* déjà anciennement exposés, mais généralement bien conçus, de M. Rein, de Londres, qui a trouvé cette fois un rival intelligent et habile dans M. Gatau, de Paris, dont les *appareils contre la surdité* sont convenablement gradués, exactement adaptés à la conformation de l'oreille, et renforcent le son de douze à quinze fois. Nous mentionnerons à un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autre point de vue, et sans le croire applicable à un grand nombre de cas, le *couvre-oreille* en caoutchouc que M. Marville, de Reims, a exposé, et qui peut en réalité protéger ces organes contre le froid et contre l'introduction des corps étrangers, surtout dans les climats extrêmes, et qui est d'une grande utilité pour les voyageurs et les soldats en marche.

Les *opercules de la bouche*, dits *respirateurs*, fort usités en Angleterre, le sont trop peu chez nous ; c'est pourquoi nous rappelons ceux qu'expose M. Marsden, de Sheffield, et qui remplissent les conditions que l'on peut exiger de ces utiles appareils. A un ordre assez analogue d'indications médicales répondent les *goudronnières* ou *émanateurs hygiéniques*, qu'a récemment inventées M. Sax, et qui rendent d'une application plus facile et plus efficace les inhalations de goudron auxquelles on soumet avec tant d'avantages les malades atteints d'affections chroniques des organes respiratoires.

L'hygiène de l'œil et le traitement des infirmités de la vue doivent beaucoup à M. Nachet qui, dans une autre classe, occupe un rang si élevé pour ses instruments d'optique, et notamment pour ses excellents microscopes. Il a construit des *ophthalmoscopes* plus complets que tous ceux qu'on trouve en si grand nombre chez les fabricants d'instruments de chirurgie, et auxquels il a joint une sorte d'œil ophthalmoscopique très-propre à la démonstration. Il a composé également une *boîte graduée de lunettes d'essais* à verres équidistants qui facilitent singulièrement le choix des lunettes les mieux appropriées à la vue. M. Émile Javal est l'inventeur d'un instrument qui est appelé également à rendre de grands services au traitement d'une infirmité de l'œil : c'est *l'optomètre*, à l'aide duquel ce savant parvient à corriger l'astigmatisme ou l'asymétrie des surfaces réfringentes de l'œil, par une série de verres correcteurs éprouvés successivement par le malade dans une opération rapide et sûre. Cet appareil, qu'il serait trop long de décrire ici, a été l'objet d'un rapport très-favorable et en même temps fort remarquable, présenté récemment à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Académie impériale de médecine par M. le professeur Gavarret.

§ 7. — Appropriation du caoutchouc à divers usages médicaux.

Il nous est impossible de passer sous silence, bien que ce sujet appartienne surtout à la chirurgie, l'importance considérable qu'a acquise dans ces derniers temps, entre des mains ingénieuses et habiles, l'appropriation du caoutchouc aux divers usages médicaux. On pourrait presque trouver dans ce fait l'une des caractéristiques les plus saisissantes de l'Exposition universelle de 1867, dans laquelle se sont multipliées au delà de toute imagination les applications de cet utile produit.

M. Henri Galante, en France, a déployé, à cet égard, un véritable génie, et son exposition est tout à fait hors ligne. Les indications médico-chirurgicales auxquelles il a su approprier le caoutchouc sont presque innombrables. Celles qui intéressent plus spécialement la médecine proprement dite sont les oreillers, coussins à air de toute forme, les bonnets à glace, les matelas et coussins hydrostatiques qui sont un diminutif mais en réalité un grand perfectionnement du lit à eau du savant docteur Arnott; les alèses avec cylindres conducteurs, les tubes alimentaires, les brosses pour frictions sèches, les irrigateurs et tant d'autres qu'il nous serait impossible d'énumérer. Mayor, en France, la Compagnie Russo-Américaine, en Russie, Leiter, en Autriche, se font remarquer dans la même voie par des produits très-variés et de qualité excellente. Les *tissus élastiques*, que l'on peut rapprocher des objets précédents, présentent une grande supériorité chez Longdon, en Angleterre; chez M^mes^ Laurys, de Louvain; chez MM. Ferté, Flamet et Leperdriel, à Paris.

§ 8. — Applications de l'électricité à la médecine pratique.

Il ne nous est rien apparu de nouveau dans les applications

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'électricité à la médecine pratique. Ce qu'il y a de plus frappant, c'est la multiplicité des *appareils de faradisation* destinés aux usages médicaux que l'on voit exposés par toutes les nations, et ne différant pas entre eux pour la plupart. C'est là une nouvelle preuve des efforts plus répétés que fructueux qui sont partout tentés pour tirer parti dans le traitement des maladies d'un agent aussi puissant que l'électricité. Sous des formes plus modestes et cependant d'une réelle utilité dans quelques affections rhumatismales et douloureuses simples, il se manifeste encore dans la *brosse volta-électrique* exposée par M. Bru, et qui porte le nom du docteur Hoffmann, de Berlin et, quoique moins sûrement, dans les *tissus électriques* de M. Courant.

§ 9. — Librairie médicale.

Nous ne pouvons terminer sans nous féliciter d'avoir pu apprécier, dans la classe spéciale à laquelle ils se rattachent naturellement, les habiles et distingués libraires-éditeurs qui ont tant fait pour le progrès des sciences médicales dans notre pays, MM. J.-B. Baillière et fils, M. Asselin. Nous ajouterions les noms de MM. Victor Masson, si le Catalogue ne les avait étroitement rattachés à une autre classe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION II

INSTRUMENTS DE CHIRURGIE

PAR M. LE DOCTEUR NÉLATON.

Au commencement de ce siècle, l'art du coutelier en chirurgie se réduisait à la confection des instruments les plus usuels, ceux qui entrent dans la composition de la trousse du chirurgien : la boîte à amputation et à trépan, les sondes, les instruments destinés à l'opération de la taille. A peine trouvait-on quelques instruments pourvus d'un mécanisme spécial, destinés à remplir une indication particulière; mais, depuis cette époque, l'industrie dont nous nous occupons a été, pour ainsi dire, transformée. Les opérations nouvelles dont s'est enrichi notre art, comme les méthodes perfectionnées appliquées à des opérations déjà connues, ont nécessité de nouveaux moyens d'exécution. D'habiles industriels, secondant les inspirations de la science, ont donné à leur art une importance qu'il n'avait jamais eue.

Déjà en 1862 (1) nous avons signalé les nombreux perfectionnements réalisés dans la confection des instruments de chirurgie proprement dits. Nous passions en revue successivement :

1° Les instruments tranchants (couteaux, lancettes, bistouris), qui, à part quelques différences peu importantes dans

(1) Rapport des membres de la section française du Jury international, t. IV, p. 264 et suiv.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la forme, se trouvent maintenant à peu près les mêmes dans toutes les grandes fabriques des grands pays industriels de l'Europe. Et, en effet, ces formes ont dû être depuis longtemps choisies comme les mieux appropriées au service chirurgical.

2° Les instruments composés de deux branches articulées (ciseaux, pinces à anneaux, tenettes et cisailles), modifiés d'une manière avantageuse par l'emploi du tenon au lieu de la vis et par le point d'arrêt.

3° Les scies, dont le perfectionnement le plus important remonte à la création de la chaîne de Jeffrey ; les ostéotomes, un peu négligés en France depuis que le rôle secondaire de ces instruments dans la pratique de la chirurgie a été généralement reconnu, tandis qu'ils sont encore, de la part des étrangers, l'objet de recherches et de modifications peu avantageuses.

4° Les compresseurs, dont on a multiplié à l'infini les formes en les adaptant à chaque région.

5° Les instruments destinés à la cautérisation.

Après avoir étudié ces cinq classes, nous faisions l'énumération des instruments de création nouvelle, et cette longue liste témoignait assez de l'esprit d'invention qui caractérise l'industrie dont nous avons à exposer les progrès. Renvoyant à notre Rapport de 1862 pour les détails relatifs aux instruments déjà connus à cette époque, nous nous bornerons à signaler les perfectionnements qu'ils ont reçus récemment et à faire connaître les acquisitions nouvelles dont s'est enrichi l'arsenal chirurgical. On reconnaîtra avec nous qu'en France, comme à l'étranger, le mouvement ne s'est point arrêté, et que la dernière période décennale que nous venons de traverser a été aussi féconde que les précédentes. Les objets que nous avons à signaler se prêtent mal à une classification; nous devrons donc nous borner à les mentionner dans un ordre qui n'aura rien de méthodique, en faisant remarquer les caractères spéciaux qui les distinguent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 1. — Des instruments nouveaux ou perfectionnés depuis 1855.

Le *forceps lithotriteur* qui avait paru à l'Exposition de 1862 est encore trop volumineux : il fallait le réduire sans diminuer sa force.

M. Lüer nous a présenté une pince assez semblable à la tenette qui sert dans l'opération de la taille, munie d'une crête et de dentelures destinées à pénétrer dans le calcul. Cet instrument peut être employé avec avantage, mais il n'est applicable qu'aux calculs de petit ou de moyen volume. La pince de M. Mathieu saisit mieux les grosses pierres ; elle est beaucoup plus puissante. Réduites à de plus petites proportions, elle permettra (nous l'espérons) d'extraire, en les fragmentant, les calculs les plus volumineux par une incision périnéale ne dépassant pas les limites de la prostate; réalisant ainsi le précepte que notre honorable confrère M. Hervey de Chégoin a formulé avec une exagération calculée, pour le rendre plus saisissant, lorsqu'il a dit :

En deçà, point de danger ; au delà, point de salut.

Pour rendre plus puissante l'action du *lithoclaste à cuiller,* qui est maintenant presque exclusivement employé par tous les chirurgiens, MM. Robert et Collin ont eu la pensée de garnir la concavité de la cuiller de dents qui pénètrent dans la pierre et en facilitent l'éclatement. En outre, ils ont pratiqué sur cette cuiller des fenêtres multiples destinées à l'expulsion des détritus lithiques pulvérisés. C'est là, il faut le dire, un véritable perfectionnement.

Parmi les instruments destinés à agir sur les voies urinaires, nous devons signaler un *urétrotome* à lame articulée, qui peut être masquée dans la tige conductrice ou découverte à volonté, à laquelle on donne le degré de saillie qu'on désire et qui peut agir, soit d'arrière en avant,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit d'avant en arrière. Cet instrument, de l'invention de M. Trélat, a été très-bien exécuté par M. Luer. Le diviseur urétral de notre collègue M. Voillemier, confectionné par M. Mathieu, doit être cité après les urétrotomes, qu'il me paraît devoir remplacer : c'est un instrument qui fait céder instantanément les rétrécissements les plus rigides, comme le fait l'incision, mais n'expose pas, comme un instrument tranchant, à produire la section des vaisseaux et l'hémorragie.

Pour compléter ce qui est relatif aux voies urinaires, citons le *cathéter injecteur* de M. Luer, et, chez MM. Mathieu, Robert et Collin, un *tube aspirateur* des petits fragments et des détritus pulvérulents, après l'application du lithoclaste. Cet instrument, qui, à la vérité, n'a pas encore été appliqué sur le vivant, nous paraît très-propre à l'extraction des détritus lithiques sans introductions plusieurs fois répétées. Mais pour réaliser ce perfectionnement, qui sera, nous l'espérons, sanctionné par la pratique, il sera nécessaire de faire subir au tube aspirateur une modification importante. Son extrémité vésicale devra être terminée en une cuiller semblable à celle du lithoclaste. Cette modification présentera le double avantage de faciliter l'introduction, et de ramasser dans le bas-fond de la vessie les fragments du calcul pour les soumettre à l'aspiration.

En présence du peu de profondeur des escarres produites par le cautère actuel, tandis que le contact de la flamme donne lieu en quelques instants à des escarres très-profondes, on a eu l'idée d'utiliser la flamme comme agent de cautérisation destructive. Le *cautère à gaz*, à l'aide duquel on projette sur la partie à détruire un dard de gaz d'éclairage enflammé, dont la température dépasse 1,000 degrés, a reçu maintenant la sanction de l'expérience. Il se compose d'un petit ballon en caoutchouc, auquel est adapté un tube métallique à robinet terminé par une extrémité capillaire. Une pression douce et continue exercée sur le ballon maintient le dégagement du gaz. Cet instrument, d'un maniement facile, qui ne présente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rien d'effrayant pour les malades, a été surtout employé dans les dégénérescences limitées du col utérin.

Pour éviter la propagation du calorique aux parties voisines, M. Mathieu a construit un *spéculum métallique à deux parois*, entre lesquelles on fait circuler une couche d'eau froide pendant la durée de l'opération.

Les perfectionnements introduits dans le traitement des fistules vésico-vaginales par la suture ont donné lieu à la création d'instruments destinés à conduire les fils. Nous citerons les diverses aiguilles tubulaires dites *aiguilles chasse-fils*, qui atteignent sans doute le but désiré, mais auxquelles nous reprochons d'être un peu trop volumineuses. On parviendra, nous l'espérons, à les perfectionner encore, en diminuant leur calibre, tout en leur conservant une force suffisante. Les *pinces à torsion* de M. Sims pour sutures métalliques, et l'instrument de M. Denonvilliers, destiné au même usage, fonctionnent d'une manière simple et régulière et nous devons les mentionner.

De tous les instruments inventés pour les divers temps de l'ovariotomie beaucoup ont été abandonnés, mais quelques-uns, véritablement utiles, sont restés dans la pratique; nous citerons : les *pinces plates garnies de dents* destinées à saisir et à attirer le kyste sans le déchirer; les divers *trocarts à soupape*, et *à hélice*, dont la canule est pourvue d'un poinçon ou terminée par une coupe oblique à bords tranchants ; les *clamps* garnis de rainures propres à fixer plus solidement le pédicule, munis de branches démontantes, afin de rendre l'instrument moins gênant pendant les jours qui suivent son application, enfin le *clamp modifié* de Baker-Brown, avec sa lame protectrice destinée à faciliter la section du pédicule par le cautère actuel.

Après avoir été longtemps proscrits, certains appareils destinés à réduire les luxations ont été mieux appréciés par les chirurgiens de nos jours. De ce nombre est l'*appareil de Jaris*, qui a été successivement employé à la réduction des luxations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'épaule, de la cuisse, des phalanges, mais qui est surtout d'un grand secours dans les cas de luxation du coude.

A peine tiré de l'oubli, cet appareil, sur l'indication des chirurgiens, a déjà subi plusieurs modifications de la part de MM. Mathieu, Robert et Collin. Il est pourvu d'un dynamomètre qui permet d'apprécier la force développée dans les efforts de réduction.

Parmi les instruments employés à l'exploration des organes soustraits à notre vue, quelques-uns ont subi d'utiles perfectionnements.

L'*otoscope* de M. Rein doit être cité d'abord. Il reçoit la lumière naturelle sur un pavillon métallique et sur une glace qui la réfléchit au fond du conduit auditif. A la faveur de cet éclairage, qui ne laisse rien à désirer, l'œil de l'observateur peut apprécier les détails de forme et de couleur que présente le fond du conduit auditif, la membrane ou la caisse du tympan. On a déjà construit, d'après le même principe, un *speculum ani*, destiné à remplacer les instruments si imparfaits qui portent ce nom. Il sera bien facile d'appliquer le même système d'exploration à l'utérus, au vagin, à la vessie de la femme, aux fosses nasales.

Nous devons citer aussi le *laryngoscope* de Zermak, pour les diverses modifications qu'il a subies, et qui portent principalement sur le mode d'éclairage. Des instruments nouveaux ont été construits pour les diverses opérations rendues possibles par ce nouveau mode d'examen : tels sont les pinces courbes, munies de griffes, pour l'arrachement des polypes du larynx, l'exciseur annulaire, imité de l'amygdalatome, de Fanestoch, les porte-caustiques laryngiens. Mentionnons enfin le *speculum laryngien*, du docteur Labordette, instrument d'un mécanisme plus simple que celui des précédents, mais qui laisse voir moins nettement la partie que l'on explore.

L'arsenal si complet déjà des instruments consacrés à l'ophthalmologie s'est encore enrichi par l'acquisition d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instrument nouveau, fort habilement construit, le *kystitome* ou *synechotome*, de MM. Robert et Collin, consistant en un tube extrêmement fin, d'où l'on fait sortir et rentrer à volonté, par le jeu d'une pédale, une petite lame bien tranchante. Signalons aussi l'*ophthalmo-fantôme*, à paupières souples en caoutchouc, des mêmes fabricants.

Parmi les instruments destinés à l'obstétrique, nous devons particulièrement citer le *transforateur*, du docteur Hubert, de Louvain, l'*embryotome à ficelle*, du professeur Pajot, le *perforateur céphalotribe*, du docteur Didot, le *perforateur crânien emporte-pièce*, de M. Luer, le *dilatateur* pour accouchement prématuré, du docteur Tarnier.

Dans cet exposé extrêmement succinct des inventions et des perfectionnements réalisés dans la fabrication des instruments et des appareils destinés à la chirurgie, nous avons dû particulièrement insister sur les inventions nouvelles. Mais nous avons remarqué la bonne exécution, la perfection du travail dans les instruments déjà anciens ; c'est par ces qualités que se distinguent la collection de Lollini, de Bologne, celles de Leiter à Vienne, du ministère de la guerre, en Russie, de Stelle, en Suède, de Nyrop, en Danemark. Nous avons regretté que l'Angleterre n'ait pas cru devoir se faire représenter dans cette grande solennité industrielle par ses fabricants les plus justement renommés ; leur exposition eût sans doute été remarquée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION III

APPAREILS ET OUVRAGES DE GYMNASTIQUE

PAR M. LE DOCTEUR DEMARQUAY.

Une des choses qui peuvent le mieux concourir à l'amélioration des conditions physiques et morales de l'homme est certainement la gymnastique.

Cette science, que Tissot définit : « la partie de la médecine qui enseigne la manière de conserver ou de rétablir la santé, par l'usage de l'exercice, » n'a pas seulement pour but, bien entendu, de favoriser le développement régulier du corps et de le rendre plus agile; nous verrons plus loin que, bien comprise, elle peut, elle doit amener d'autres résultats. Mais avant d'entrer en matière, énumérons d'abord les divers éléments sur lesquels doit porter ce rapport.

CHAPITRE I.

LA GYMNASTIQUE A L'EXPOSITION.

Nous n'avons pas l'intention de nommer et de décrire tous les objets de l'Exposition, pouvant servir à la gymnastique; ainsi, on rencontre, au Champ-de-Mars, dans beaucoup de classes, surtout dans celles où se trouvent des cordages ou des objets de campement, divers produits qui peuvent être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employés à cet usage. Mais nous devons limiter l'étendue de ce travail et nous nous bornerons à signaler :

1° En *Angleterre*, classe 12. Un tableau des exercices gymnastiques que l'on peut exécuter avec un trapèze ; ce tableau, dû à M. Bacon, a été reproduit en France dans la classe 11. — Le docteur Roth, qui s'est occupé de propager en Angleterre la pratique de la gymnastique, a exposé une série de petits personnages, en carton-pâte, représentant les divers mouvements que l'on peut imprimer aux articulations, d'où résultent les poses diverses que l'on peut reproduire à volonté, même dans son appartement.

2° En *Italie*, classe 89, nous trouvons un tableau représentant une belle salle de gymnastique. Ce tableau, envoyé par l'Association italienne pour l'éducation du peuple, représente l'école de gymnastique de Lodi.

3° En *Espagne*, classe 11. Le comte de Villalobos expose des modèles de machines gymnastiques, consistant en barres parallèles, système compliqué, barres à suspension et un système de crampons pour monter aux cordes lisses.

4° En *Suède*. Dans la patrie de Ling, l'inventeur d'une gymnastique fondée sur des connaissances précises d'anatomie et de physiologie, nous n'avons trouvé qu'un appareil peu important.

5° En *Saxe*. Nous mentionnerons d'une manière toute particulière l'exposition de la Saxe. C'est un beau et grand modèle de gymnase, partie en plein air, partie couvert, dont l'exposition a été faite par M. le ministre de l'instruction publique de la Saxe. L'importance de cette pièce montre quelle place importante tient la gymnastique dans le système d'éducation de ce pays.

6° En *France*. Disons tout d'abord que nous avons regretté de ne pas trouver parmi les exposants M. Lelièvre, qui a fourni pour les lycées et pour l'armée un grand nombre d'objets, destinés aux exercices gymnastiques. Dans la classe 11, nous avons trouvé MM. Bourlatet Viau, qui ont exposé un appareil

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

destiné à être placé dans un appartement pour servir à l'exercice de chambre; c'est une espèce d'armoire dans laquelle se trouvent des poids que l'on soulève au moyen de cordages. C'est le même principe que celui de Pechery; seulement la résistance est dans les poids à soulever au lieu d'être dans des ressorts.

Dans la classe 89 nous signalerons :

1° L'exposition de MM. Bertrand et Frété où l'on trouve tous les objets pouvant servir soit à la gymnastique de chambre, soit à celle en plein air; 2° M. Coru a fait une exposition analogue; 3° enfin nous avons encore remarqué dans cette classe un charmant petit modèle de gymnase exécuté par M. Laisné, professeur de gymnastique.

Il importe, maintenant, pour être complet, de signaler les ouvrages déposés à l'Exposition, dans lesquels sont relatés les principes de la gymnastique, son but, son avenir. Nous signalerons, dans la classe 89, les petites brochures du docteur Mathias Roth, où il a reproduit quelques-unes de ses idées et où il a fait, en même temps, connaître les exercices corporels variés auxquels il soumet ses sujets.

En Saxe, nous avons trouvé une série d'ouvrages notables :

1° M. Kloss, directeur de l'École royale de gymnastique de Dresde, a exposé douze petits volumes ayant trait à cette matière et où il parle, en détail, de la gymnastique de l'homme, de la femme, de l'enfant, soit en chambre, soit en plein air ; des figures accompagnent la plupart de ces traités classiques et sont intercalées dans le texte.

2° M. Lion, de Leipzick, a aussi exposé deux ouvrages, avec un atlas, contenant les instruments de gymnastique et des figures pour les divers exercices du corps. L'exposition faite par le ministre de l'instruction publique de Saxe, et les ouvrages que nous venons de mentionner, prouvent combien la gymnastique préoccupe les esprits sérieux dans ce pays.

Nous signalerons d'une manière toute particulière les ouvrages de M. Laisné, qui a rendu, en France, de grands ser-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vices par son enseignement théorique et pratique et aussi par les ouvrages où il expose ses doctrines et les faits qui les justifient. Ces divers traités sont :

1° *La gymnastique pratique*, contenant la description des exercices, la construction et le prix des appareils, enfin des chants spéciaux inédits; ouvrage destiné aux familles, aux établissements d'éducation, aux corps militaires; 1850.

2° *La gymnastique des demoiselles*, ouvrage destiné aux mères de famille et contenant la description des exercices avec la construction et le prix des instruments.

3° *Un traité élémentaire de gymnastique*, avec chants, à l'usage des enfants des deux sexes;

4° *L'application de la gymnastique à la guérison de quelques maladies*, avec des observations sur l'enseignement actuel de la gymnastique; 1863. Cet ouvrage intéressant sera mentionné dans le cours de ce rapport.

Il résulte de ce qui précède que la gymnastique a été convenablement représentée à l'Exposition. Nous y trouvons, en effet : 1° des modèles de gymnases, soit en plein air, soit couverts; 2° tous les appareils simples ou compliqués qui peuvent ou doivent entrer dans la composition de ces gymnases; 3° tous les éléments nécessaires à la pratique de la gymnastique de chambre; 4° une foule d'ouvrages, sur les principes de la gymnastique; sur son enseignement, sur ses avantages, soit seule, soit combinée avec le chant, dans l'enseignement universitaire, soit enfin au point de vue de l'hygiène et de la thérapeutique.

On pourrait croire, d'après l'énumération sommaire que nous venons de faire de tout ce que nous avons trouvé à l'Exposition relatif à la science de la gymnastique, que cette étude est très-répandue et qu'elle occupe dans l'enseignement et dans la pratique de la médecine la place qui lui convient, surtout si on tient compte des efforts qui ont été faits en France, pour la propager, particulièrement par M. Duruy. Jusqu'à ce jour, plusieurs causes se sont opposées à sa vulga-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

risation ; nous allons essayer de les étudier et de démontrer, en même temps, tout le parti que la société peut tirer de sa vulgarisation, au point de vue de l'éducation physique de la jeunesse, aussi bien qu'au point de vue médico-chirurgical.

La Grèce, toute préoccupée du développement harmonique de l'homme, demandait à la gymnastique, dont les exercices étaient très-variés, non-seulement la conservation de la santé, mais aussi la force et la pureté des formes dont l'art grec nous a conservé de si beaux types. Ce n'est que peu à peu, il est vrai, qu'elle a atteint ce magnifique résultat et il faut remonter loin pour retrouver l'origine de ces jeux qui, plus tard, devinrent une institution obligatoire de l'ancienne Grèce.

CHAPITRE II.

HISTOIRE DE LA GYMNASTIQUE.

Au dire de Pline, Lycaon aurait, le premier, institué ces jeux en Arcadie, et Hercule aurait été l'auteur de ceux qui rendirent Olympie si fameuse. Le livre XXIII de l'Iliade d'Homère nous apprend aussi, à propos des funérailles d'un prince grec, qu'on avait coutume de célébrer de ces sortes de jeux, soit pour honorer les grands, soit pour concourir à des réjouissances publiques. Les récompenses et les prix décernés aux plus adroits transformèrent plus tard ces simples jeux en de véritables exercices du corps, dont l'ensemble porta bientôt le nom de *gymnastique*.

Les anciens eurent d'abord en vue de pourvoir à leur sûreté et de se rendre plus propres aux fonctions de la guerre en s'accoutumant à tous les mouvements qui peuvent être de quelque utilité pour l'attaque ou pour la défense : ce fut là la gymnastique *militaire*. Le soin qu'ils prirent de leur santé les engagea à la fortifier au moyen des exercices le plus con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venables qu'ils assujettirent à certaines lois, conformément aux avis et aux décisions des médecins : ce fut la gymnastique *médicale*. Enfin, l'amour du plaisir et surtout celui qui est inséparable des spectacles, joint au désir de donner des preuves publiques de sa force et de son adresse, en remportant un prix proposé, mit en vogue une troisième espèce de gymnastique qui fut celle *des athlètes* (1).

C'est ainsi que, guidés par le pur instinct ou éclairés par la raison, les anciens s'adonnèrent avec ardeur au culte de la gymnastique ; à cet effet ils instituèrent ces *gymnasia*, ces *palestræ*, où devaient se distribuer tant de couronnes et d'où sont sortis de si beaux types de l'organisation humaine. Nous empruntons au traité de gymnastique de M. Clias (2) la description de ces édifices : « Les Athéniens, nous dit cet auteur, « ont trois gymnases destinés à l'institution de la jeunesse : « Celui du *Cynosarge*, situé sur une colline de ce nom ; celui « de l'*Académie;* celui du *Lycée*, dont les murs sont décorés « de peintures, où l'on voit la statue d'Apollon, divinité tutélaire de ces vastes édifices entourés de jardins et d'un bois « sacré. On entre d'abord dans une cour, de forme carrée et « dont le pourtour est de deux stades (189 toises); elle est environnée de portiques et de bâtiments; sur trois de ces côtés « sont des salles spacieuses et garnies de siéges où les philosophes, les rhéteurs et les sophistes rassemblaient leurs disciples; sur le quatrième on trouve des pièces pour les bains « et les autres usages du gymnase. Le portique exposé au « midi est double, afin qu'en hiver la pluie, agitée par le vent, « ne puisse pénétrer dans sa partie intérieure.

« De cette cour on passe dans une enceinte également carrée

(1) Platon divise la gymnastique en deux parties : l'*Orchestique* (de ὀρχεῖσθαι, saltare, sauter, danser), qui comprend la danse et la sphéristique (qui embrasse tous les exercices où on emploie une balle); et la *Palestrique*, où se trouvent le pugilat, la lutte, le pancrace, la course, le saut, le disque, l'hoplomachie, etc.

(2) Cette description, contenue dans l'ouvrage de Clias, appartient probablement à quelque auteur ancien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Sur trois des côtés règnent des portiques. Celui qui regarde « le nord est à double rang de colonnes, pour garantir du so- « leil ceux qui s'y promènent en été. Le portique opposé « s'appelle *xyste;* dans la longueur du terrain qu'il occupe, on « a ménagé au milieu une espèce de chemin creux, d'environ « douze pieds de largeur, sur deux pieds de profondeur. C'est « là que, à l'abri des injures du temps, séparés des spectateurs « qui se tiennent sur les plates bandes latérales, les jeunes « élèves s'exercent à la lutte. Au delà du xyste est un stade « pour la course à pied. Quant aux palestres elles ont à peu « près la même forme que les gymnases. »

Ainsi construits, ces établissements étaient sous la direction d'officiers diversement dénommés *épistaltes*, *pedotribes*, *gymnastes*, *aliptes*, *iatraliptes* et aussi diversement préposés à l'éducation de la jeunesse. C'est d'eux que parle Pindare, quand il dit qu'ils sont les « artisans des athlètes, » les créateurs de ces hommes qui, lorsqu'ils sont vainqueurs, sont révérés de leurs concitoyens, prennent la première place aux spectacles des jeux, sont nourris aux dépens du public et à qui la ville érige des monuments.

De pareilles institutions ne se virent pas seulement à Athènes et en Grèce. Rome aussi, héritière de cet art, suivit la voie tracée par ses devanciers. Elle créa, à son tour, ces immenses gymnases, connus sous le nom de *Thermes*, dont on voit encore aujourd'hui les restes, et où l'on retrouve quelques vestiges des salles où les Romains se livraient à tous les exercices du corps. Ajoutons que d'immenses bibliothèques leur fournissaient, en même temps, tous les éléments nécessaires à la culture de l'esprit. Eh bien, ces thermes, à Rome, ces portiques et ces gymnases, à Athènes, dans ces contrées où souvent la chaleur est excessive et où la promenade en plein air est impossible le jour, une grande partie de l'année, ces thermes, dis-je, servaient à la fois de refuges et de lieux de rafraîchissement; ils répondaient à un double et grand besoin, et il est véritablement à regretter que, plus tard, ces immen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses créations aient été détournées de leur véritable but.

Quant aux effets produits par ces institutions, ils sont faciles à constater. Consultons les musées anciens, là où l'on a conservé des types d'athlètes et de gladiateurs. Nous y verrons tout de suite jusqu'à quel point une gymnastique exagérée a pu accroître la puissance musculaire de l'homme; le gladiateur surtout nous offrira un remarquable excès de développement, dû, il est vrai, non-seulement à l'exercice exagéré auquel il se livrait, mais aussi au régime particulier qu'il suivait, à la nourriture exceptionnelle dont il usait. C'est là, malheureusement, le côté regrettable de la gymnastique ainsi pratiquée ; car, avec une force corporelle extrême, l'intelligence du gladiateur était à peine accentuée ; son front bas et déprimé en était une preuve manifeste.

Aussi Galien lança-t-il les foudres de son éloquence contre la gymnastique ainsi interprétée. La santé, nous dit-il, ne consiste, pour ainsi dire, que dans une certaine médiocrité ; elle ne peut donc manquer de recevoir un notable préjudice du régime outré de l'athlétique. En effet, ajoute-t-il, cette profession semble principalement occupée du soin d'accroître le volume des chairs et l'abondance d'un sang épais et visqueux, c'est-à-dire qu'elle ne travaille pas simplement à rendre le corps plus robuste, mais qu'elle s'attache encore à le rendre plus massif, plus pesant, et par là, plus capable d'accabler de son poids un adversaire; d'où il résulte que, non-seulement elle est inutile à l'acquisition de cette vigueur qui se contient dans les bornes de la nature, mais qu'elle est, outre cela, dangereuse. L'athlète, croit-il, n'est propre ni aux fatigues d'un voyage, ni à celles de la guerre, encore moins aux fonctions du gouvernement : il les juge aussi peu propres au conseil qu'à l'exécution.

Cette diatribe galénique, sans être absolument exacte, mérite d'être prise en très-sérieuse considération, et nous aurons à démontrer ici quels inconvénients peuvent présenter les exercices exagérés, au point de vue de la santé et des études.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce sont là d'ailleurs des considérations qui sont loin d'être neuves. Lisons Platon et nous y verrons que la question de l'influence de la gymnastique sur la santé avait été l'objet de soins particuliers chez Herodicus. Maître d'une de ces académies particulières que la Grèce appelait *gymnasia*, *palestræ*, Herodicus avait remarqué que les jeunes gens qu'il avait sous sa direction et qu'il instruisait dans les exercices de la lutte, du pugilat, etc., devenaient, pour l'ordinaire, d'une santé très-robuste, que même les plus faibles d'entre eux se fortifiaient souvent. Instruit d'ailleurs par sa propre expérience, il fit alors une réflexion toute naturelle et qu'on eût pu faire longtemps avant lui, savoir : que l'exercice et le mouvement pouvaient infiniment contribuer à la santé du corps et à sa vigueur. Portant ensuite ses vues plus loin, il fit une seconde réflexion, presque aussi naturelle que la première, puisqu'elle en découlait, celle de croire qu'on pouvait rendre les différents exercices non-seulement utiles à l'acquisition de la santé, mais encore à la conservation de la vie; et, de ces deux réflexions, il conclut à la possibilité d'introduire avec succès les exercices académiques dans l'art de guérir, en les soumettant aux règles et aux principes de cet art. D'après cette conséquence qu'il crut avec raison aussi juste qu'elle était intéressante, Herodicus ne balança pas; il abdiqua la gymnastique militaire pour ne plus s'attacher qu'à la gymnastique médicinale. Il en traça les règles, en donna les préceptes, et, à ce prix, mérita sans doute plus qu'aucun de ses devanciers, d'être regardé comme l'inventeur de cette partie de la médecine.

L'empirisme avait donc doté la médecine de ressources nouvelles, et nous voyons, plus tard, Galien lui-même, Celse, Oribase, Aétius, Rivinius, Sydenham, Baglivi, Boerhaave, Van Swieten, etc., etc., recommander l'exercice, l'équitation, etc., comme d'excellents moyens de guérison des maladies. Tous les chefs de la science avaient ainsi reconnu l'influence heureuse de l'exercice sur la marche d'un grand nombre d'affections; mais leur défaut de connaissances précises en physio-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

logie et en anatomie pathologique a fait que, souvent, les limites d'un exercice gymnastique régulier ont été dépassées et qu'il en est résulté de graves abus.

A une époque plus rapprochée de nous, la plupart de ces institutions païennes, comme les gymnases ou les thermes, dans lesquels, au début, le développement physique et intellectuel de l'homme était particulièrement cultivé, sont tombées dans l'oubli; il est bon d'ajouter qu'elles étaient devenues un foyer de déplorables désordres; aussi ont-elles disparu avec l'arrivée du christianisme et cela se comprend. La religion du Christ ne se donnait point pour mission de fortifier le corps et de l'embellir par le développement harmonique de ses formes, l'âme seule fut l'objet de toutes ses préoccupations. Qu'importait, en effet, le corps, cette dépouille mortelle, souvent livrée à des macérations qui devaient en diminuer la force afin d'assurer le rayonnement de l'âme.

Toutefois, si les institutions créées dans le but d'exercer le corps ont disparu, l'exercice est toujours resté entre les mains du médecin un moyen de traitement. Nous voyons, à toutes les époques, la chirurgie prescrire des manœuvres gymnastiques pour ramener des mouvements articulaires détruits ou modifiés par la maladie. A. Paré savait apprécier ce mode de traitement dans les maladies chirurgicales : « Il convient, « disait-il à propos des plaies de tête, de faire des frictions « assez longues et fortes universellement par tout le corps, « excepté à la tête, tant pour faire révulsion des matières qui « pourraient monter en haut, lesquelles s'augmentent fort par « manque d'exercice. » Hâtons-nous d'ailleurs de le dire, à la fin du siècle dernier, la gymnastique est de nouveau étudiée. Sabbathier, en 1772, publie un intéressant ouvrage sur la gymnastique antique où il décrit tous les exercices auxquels se livraient les anciens. Un savant médecin suisse, Tissot, fait paraître, la même année, un ouvrage sur *la santé des gens de lettres*, où il préconise la gymnastique, et il met au jour, en 1780, un nouvel ouvrage (*Gymnastique médicinale et chirur-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gicale), où il expose les effets du mouvement, en général, des différents exercices du corps et ceux du repos et où il signale les indications suivant lesquelles on doit en prescrire l'usage dans la cure de quelques maladies internes ou externes. A part quelques expressions qui ont vieilli, cet ouvrage est un précieux recueil pour la gymnastique ; c'est le premier écrit en français et c'est lui qui, peut-être, a plus tard inspiré Amoros et Clias.

Déjà, dans cet ouvrage de Tissot, nous voyons de bons préceptes relatifs à l'application de la gymnastique au développement de l'enfance et de la jeunesse; mais nous y constatons aussi une insistance particulière sur l'influence de cette même gymnastique dans le traitement de la scrofule et des déviations de la taille. « Quand on connaît à fond , dit-il, les indications « que présente une maladie quelconque et qu'on a eu soin de « prescrire l'espèce d'exercice qui convient à chaque maladie « particulière et selon certaines conditions essentielles, on a « bientôt vaincu obstacles et préjugés par le succès qui résulte « de ce moyen curatif. » Nous verrons plus loin tout le développement que cette idée a trouvé en France et dans nos hôpitaux.

Au commencement de ce siècle, des efforts furent tentés avec plus ou moins de succès pour faire accepter la gymnastique dans l'enseignement et dans la famille. Nous devons, entre autres, signaler ceux de Ling, que la réussite avait d'abord de tous points couronnés. Considérant l'homme comme une dualité, où l'âme et le corps réagissent mutuellement, suivant les conditions diverses de leur nature, le savant suédois chercha l'harmonie de l'être humain dans l'exercice combiné de ces deux principes. Il conçut alors un système à la fois physiologique et pratique qui permet à l'organisme exagéré de réparer les forces que lui enlèvent soit l'oisiveté, soit l'exercice des facultés de l'intelligence; il rêva enfin et se proposa la perfection physique et morale de l'homme, grande et noble ambition qui a droit à notre respect. Ling considéra, d'un autre côté, l'unité com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plète et indivise de l'organisation humaine, il établit manifestement l'influence des agents mécaniques extérieurs sur les parties internes du corps, et, de cette relation bien manifeste des causes extérieures sur notre organisation, d'une part, de notre organisme sur notre âme, d'autre part, il créa sa gymnastique physiologique et rationnelle, il dota la thérapeutique de sa *Kinésithérapie ;* il traça enfin une voie, qui, bien suivie, devait infailliblement conduire aux plus heureux résultats. Ayant découvert et établi cette loi, savoir que : « la nutrition, « ou le développement musculaire d'une partie quelconque du « corps, est en relation directe avec les mouvements actifs « auxquels a été soumise cette même partie, » prétendant, en outre, que « chaque mouvement est une idée ou une pensée « exprimée par le corps, » il fit exécuter des mouvements actifs et passifs dans les muscles et les articulations. Ces mouvements bien faits, bien combinés, donnaient plus de force et de puissance aux muscles, et l'afflux sanguin, dont ces derniers sont le siége, dans ces conditions, devenait un élément de dérivation ou de fluxion sanguine qui se faisait au profit des organes malades; cette gymnastique était très-simple et, de nos jours encore, elle est souvent appliquée, avec succès, dans une foule de maladies chirurgicales (1).

(1) Nous avons eu occasion de dire déjà que l'idée première de faire application de la gymnastique à la médecine, appartenait à Herodicus, qui, selon Plutarque, se serait lui-même ainsi guéri de la phthisie pulmonaire. Hufelaud avait aussi recours aux frictions sèches ou émollientes, comme moyen hygiénique capital. Depuis les temps les plus reculés, l'Orient a introduit dans la pratique journalière l'usage des frictions, du massage, des ablutions, des embrocations. En Perse enfin, on guérit les fièvres par une espèce de flagellation.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que les peuples des contrées méridionales ont généralement donné la préférence aux mouvements passifs, tandis que les peuples du Nord ont préféré les mouvements actifs dans leur hygiène ou leur thérapeutique. Il est aisé d'en trouver la raison physiologique et d'en déduire les conséquences. Dans le Nord, on a besoin d'activer la circulation périphérique, d'autant plus que le froid tend à la concentrer et à dérober la chaleur animale; de là, la convenance des mouvements actifs, tels que le saut, la course, le jeu de balles, etc. Dans le Midi, au contraire, où on a à combattre la tendance à l'accroissement de l'exhalation cutanée, aux dépens de l'activité intestinale, il faut agir sur l'absorption veineuse extérieure. De là, la nécessité de l'emploi des frictions, des massages, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est aussi vers cette même époque que Clias chercha à vulgariser la gymnastique en France et en Suisse. Son idée, comme celle de Ling, était toute physiologique. Ses appareils étaient très-simples et les mouvements qu'il imprimait aux diverses parties du corps reposaient également sur de saines notions d'anatomie. Mais, moins ambitieux que Ling, il avait surtout pour but d'améliorer notre race, d'en hâter et d'en faciliter le développement, tout en reconnaissant, néanmoins, le parti que la thérapeutique pourrait retirer de la pratique de cet art. Un simple trapèze lui suffisait pour imprimer au corps de l'enfant une foule de mouvements gracieux et parfaitement entendus.

Amoros chercha ensuite à faire pénétrer la gymnastique dans l'armée, dans le but de rendre les hommes plus forts, plus habiles, surtout plus agiles. Toutes les idées et les pratiques d'Amoros, que j'ai suivi dans mon enfance, n'ont point été adoptées; mais, le point capital, à savoir l'introduction de la gymnastique dans l'armée, est resté en principe et en fait.

La médecine et la chirurgie ne sont point restées en arrière dans ce mouvement; je n'en veux pour preuve que la persistance avec laquelle elles ont réclamé l'introduction de la gymnastique dans nos maisons hospitalières consacrées surtout aux maladies de l'enfance et aux maladies nerveuses. Ces gymnases, confiés aux soins dévoués et éclairés de M. Laisné, ont donné des résultats vraiment remarquables, dignes à la fois de l'attention du médecin et de l'administration.

Toutefois la gymnastique, nous venons de le voir, n'exige pas, pour être pratiquée avec fruit, un grand gymnase : la chambre la plus modeste suffit; de simples appareils, bien maniés, mettent en jeu un grand nombre de muscles et d'articulations. Un trapèze suffisait à Clias; quelques ressorts, des altères, des massues, etc., et même de simples mouvements des membres ou du tronc dans les attitudes diverses suffisent pour amener des contractions dans des muscles condamnés à un repos presque absolu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par les conditions habituelles de la vie, c'est surtout à cette gymnastique que le docteur Schreber, directeur de l'Institut orthopédique et médico-gymnastique de Leipzick, a consacré son ouvrage; disons, pour être juste, qu'il avait été devancé, dans cette voie, par Ling. Cette gymnastique ne doit pas être dédaignée : non-seulement elle peut concourir, d'une manière efficace, au développement de l'enfant et de l'adolescent, mais elle est surtout utile dans la convalescence des maladies.

Chez l'homme et chez la femme, occupés de divers travaux qui ne leur permettent point de se livrer aux exercices corporels nécessaires à l'entretien de leur santé, la gymnastique de chambre est appelée à rendre de grands services; c'est d'ailleurs la seule à laquelle nous puissions soumettre nos malades pour ramener les mouvements des membres dont les fonctions ont été arrêtées soit par une fracture, soit par une luxation, soit par une phlegmasie quelconque. J. L. Petit connaissait fort bien et savait apprécier cette ressource thérapeutique; car dans son traité des os, il cite les avantages de la friction pour la cure de l'ankylose.

Il faut bien avouer, toutefois, que cette gymnastique ne vaut pas celle qui se fait en plein air ou dans un gymnase couvert, là où tous les appareils sont disposés avec ordre, à la disposition des élèves et des professeurs. Mais, pour bien faire comprendre l'influence de la gymnastique, il importe de démontrer l'influence de l'exercice sur notre organisme. Cet exercice a pour but, il n'en faut point douter, de développer la force physique de celui qui s'y livre. L'enfant qui, chaque jour, pratique ces exercices gymnastiques développe en lui la puissance musculaire. Tout effort appelle dans les organes une circulation plus active, et, partant, une combustion plus parfaite des éléments nutritifs qui y pénètrent avec le sang. Sous l'influence de ces exercices le cours de ce liquide se précipite, la peau fonctionne avec plus d'énergie, toutes les fonctions organiques sont surexcitées. C'est donc avec raison que M. Duruy a fixé, d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière toute spéciale son attention sur ce point. Mais malheureusement, les sages avis, donnés avec tant de sollicitude, ne sont pas toujours parfaitement compris, ou s'ils le sont, l'exécution en est souvent défectueuse.

Observons ce qui se passe journellement sous nos yeux. Prenons l'enfant, par exemple; nous verrons que lui-même nous guide et nous initie à ses besoins. Quiconque a vu sortir de classe un certain nombre d'enfants a pu être frappé d'un fait bien général : c'est le besoin de sauter et de crier. L'enfant court et crie au hasard ; il obéit à un double besoin: 1° celui d'exercer ses muscles; 2° celui de faire pénétrer une plus grande quantité d'air dans sa poitrine et de mettre en mouvement tout son appareil respiratoire. Pourquoi ne pas mettre en jeu et d'une manière utile, ce besoin de dépense musculaire et nerveuse? Pourquoi ne pas chercher à harmoniser ces mouvements et ces cris, non-seulement au point de vue de la force, mais aussi au point de vue de l'adresse et de l'instruction de l'enfant? Il faudrait, en un mot, associer à l'enseignement de la gymnastique celui du chant; il faudrait que le professeur de gymnastique appliquée à l'éducation physique de l'enfant fût un homme instruit, qu'il eût, comme le voulait Ling et tous les gymnastes modernes, une connaissance nette de l'anatomie et de la physiologie, qu'il comprît le but des exercices auxquels se livrent les enfants; il faudrait qu'il connût les dispositions morbides que la gymnastique peut combattre et, de la sorte, il deviendrait l'auxiliaire du médecin ; il faudrait enfin qu'il fût en mesure d'enseigner les éléments de la musique et ainsi il développerait et fortifierait les poumons ; il doterait l'esprit de l'enfant de chants poétiques et nationaux; il aiguiserait de bonne heure le sens de l'ouïe, auquel l'homme est redevable de tant d'agréables sensations.

Encore ici nous sommes bien loin d'émettre une opinion qui nous soit propre et purement personnelle ; il faut reculer bien en arrière, dans le vaste champ de la science, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retrouver l'origine de cette sage pensée qui veut associer le chant aux exercices gymnastiques.

La danse, nous le savons, était fort usitée en Grèce : Homère, à la fin de sa longue description du bouclier d'Achille, où il nous étale les richesses de son imagination, nous apprend que les danseurs étaient environnés d'une foule de peuple, qui prenait grand plaisir à ce spectacle, et que, au milieu du cercle qu'ils formaient, il y avait deux sauteurs qui *chantaient* en faisant des sauts merveilleux; ils réglaient ainsi la danse par leurs chants et en donnaient la cadence et la mesure (1). Homère revient encore sur cette question de l'alliance du chant et des exercices gymnastiques dans un autre passage de son Odyssée (2). De notre côté, nous pourrions citer telle province (3) de la France remarquable par la stature, l'agilité, la résistance vitale, l'harmonie des formes de ses habitants, et où ce sage précepte de l'association du chant à la danse se trouve journellement mis en pratique.

Les anciens, d'ailleurs, ne concevaient pas une bonne institution sans l'aide de la musique. Le rhythme, qu'ils introduisaient ainsi dans les exercices gymnastiques, y maintenait l'ordre, la régularité, la précision. La musique a, en outre, cet immense avantage de rendre moins monotones et plus agréables les mouvements auxquels se livre le gymnaste; l'ennui n'accompagne aucun exercice et celui-ci s'accomplit toujours avec joie et plaisir. Par le fait du chant lui-même, la poitrine acquiert d'ailleurs plus de force, plus d'énergie et nous savons qu'Hippocrate recommandait l'exercice de la voix expressement après le souper (4); que Galien recommandait la lecture avant les autres jeux (5), et que Baglivi n'établit aucun doute

(1) Homère. *Iliade*, liv. XVIII, à la fin.
(2) Homère. *Odyssée*, liv. VIII, v. 256 et suivants.
(3) Le Béarn.
(4) *Œuvres d'Hippocrate*, édit. Foës, p. 372, 40.
(5) Si quis vero stomacho laborat, post lectionem ambulare, tum pila, vel armis, aliove quo genere, quo superior pars movetur, exerceri, etc. Lib. I, cap. II, sect. V.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur l'efficacité d'un semblable moyen, lorsqu'il conseille aux goutteux, qui ne peuvent jouir de la libre locomotion, de s'exercer par la voix, soit en lisant tout haut, soit en causant, soit en chantant (1).

On peut dire, sans exagération, que, sous le rapport musical, les enfants de nos colléges sont moins bien favorisés que les enfants du peuple qui trouvent dans les orphéons un enseignement souvent complet. Quand on a assisté aux leçons de gymnastique données avec tant de dévouement par M. Laisné aux enfants de nos maisons hospitalières, il est facile de voir tout ce que l'on peut obtenir. Tous ces pauvres petits malades exécutent avec une précision parfaite un certain nombre d'exercices gymnastiques, en chantant avec un remarquable ensemble des chants distingués que ce gymnasiarque a associés à ses exercices gymnastiques.

Puisque les membres du groupe X de l'Exposition ont pour mission de faire connaître ce qui peut améliorer les conditions physiques et morales de l'homme, je me permettrai de demander l'application complète et absolue des intentions si sages et si salutaires de M. Duruy, au sujet de la gymnastique; et, pour arriver à un résultat favorable, je ferai remarquer qu'il faut que l'éducation physique de nos enfants ne soit point confiée à un brave soldat, mais à un véritable professeur de gymnastique, connaissant l'hygiène et sachant, comme le faisaient les Grecs, opérer d'heureuses associations aux divers exercices corporels commandés par la gymnastique.

Il n'est pas indifférent de faire une bonne ou une mauvaise gymnastique. Si, en effet, les exercices ne sont pas proportionnés à l'âge, à la force, à la santé de l'enfant, ils deviendront nuisibles; il faut que chaque exercice mette en jeu les forces musculaires, mais il ne faut point qu'il soit poussé trop loin; car alors, s'il s'agit de l'enfant, celui-ci rentre dans

(1) Podagrici, si aliter exerceri non possint, exerceantur voce scilicet, vel libros alta voce legendo, vel cum amicis colloquendo, vel canendo, etc. Baglivi. Lib. I, cap. IX, t. I, p. 160.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa classe épuisé et incapable de se livrer aux travaux de l'esprit. Ce que je dis de l'enfant s'applique également à l'homme; il faut donc varier les exercices autant qu'il convient, selon la constitution de chaque individu. Un des grands principes de M. Laisné a justement trait à ce point : « Quand une « personne, dit-il, affaiblie par une indisposition quelconque, « réclame des soins de ce genre, si, au début, on lui fait dé- « penser une somme d'action plus grande que celle qu'elle « peut donner pour qu'elle en éprouve du bien-être, on peut « s'assurer qu'on la rendra plus malade au lieu de la soula- « ger (1). »

Il ne faut pas croire d'ailleurs qu'il soit indifférent de prescrire l'un ou l'autre des exercices gymnastiques, tels que la marche, le saut, la course, la natation, la danse, la chasse, l'équitation, les gestations, etc. Voici ce que dit Ling à ce sujet: « Plusieurs admettent que l'action des mouvements ac- « tifs et passifs est toute différente, quoiqu'ils l'oublient dans « l'application pratique. Combien de fois n'arrive-t-il pas qu'on « laisse au patient le choix de l'exercice et qu'on lui permette « indifféremment de se promener à pied ou en voiture, ou de « monter à cheval? Mais combien n'existe-t-il pas de diffé- « rence entre ces trois genres d'exercices! Le premier est « tout à fait *actif*, le second tout à fait *passif*, pendant que le « troisième est à la fois *actif* et *passif*. »

Quant à l'âge, un jeune homme et un vieillard supportent plus facilement telle espèce d'exercice actif qu'un homme dans l'âge de la maturité qui n'est point accoutumé au mouvement et au travail. Cependant les jeunes gens et les vieillards doivent s'exercer moins violemment et moins longtemps que les hommes faits : « La raison en est que tous ceux qui « prennent, avant le temps, des exercices qui ne sont pas faits

(1) Application de la gymnastique à la guérison de quelques maladies, par M. Laisné, 1865.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« pour leur âge, vieillissent et tombent dans une rigidité prématurée (1). »

C'est pour toutes ces raisons que je demande des conditions meilleures pour le professeur. D'ailleurs, la gymnastique ne peut pas toujours avoir le même but; elle doit servir au développement harmonique des forces de l'enfant et du jeune homme, combattre en lui certaines dispositions ou héréditaires ou acquises; mais elle doit aussi développer l'adresse chez le soldat, assouplir ses articulations, le rendre propre au maniement des armes, finalement propre à l'attaque et à la défense. Ajoutons que la gymnastique, ainsi comprise, maintiendra un juste équilibre dans l'organisme, et préviendra une foule de maladies ou de mauvaises habitudes, conséquences naturelles de forces mal dirigées et mal dépensées. La gymnastique est tout aussi utile à l'homme adulte qu'à l'enfant; elle conserve chez lui l'adresse et la grâce dans les mouvements, en même temps qu'elle maintient l'équilibre de toutes les fonctions. La gymnastique ne fait pas que développer les masses musculaires et assouplir les articulations, elle concourt puissamment à l'ampliation des cavités splanchniques, dans lesquelles se trouvent renfermés tous les viscères importants de la vie. Comment la respiration, la circulation, la digestion s'accompliraient-elles convenablement, si les poumons, le cœur et l'estomac n'étaient à l'aise? Dans notre société moderne, où l'homme se fait difficilement une place, le père de famille n'est souvent préoccupé, ainsi que l'instituteur, que d'une chose : c'est de rendre accessible pour l'enfant une profession libérale, sans trop s'occuper de savoir s'il aura ou non la force physique nécessaire pour remplir les devoirs que cette profession impose. Aussi que d'hommes, que de femmes ont mené une existence misérable, faute de cette éducation physique qui eût favorisé chez eux le développement régulier des organes et l'exercice normal des fonctions organiques ! Que de maladies

(1) Gymnastique médicinale de Tissot. 1780, p. 131.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eussent été prévenues par une éducation mieux entendue ! Que de phthisiques eussent parcouru une longue carrière, si leur enfance eût été mieux dirigée ! Enfin, que de jeunes filles eussent été préservées de maladies nerveuses, si leur vie physique eût été plus active et mieux coordonnée. La gymnastique n'est pas seulement indispensable à la jeunesse ; elle protége l'âge mûr, en rendant les fonctions plus faciles, en activant les sécrétions de la peau, dont la suppression ou la diminution sont si souvent une cause de maladies. Malheureusement, l'homme sérieux, tout occupé du soin de ses affaires ou de ses travaux, oublie facilement les devoirs qu'il doit accomplir vis-à-vis de lui-même ; à peine trouve-t-il le temps de marcher. Mais bientôt, et avant le temps, vont arriver les infirmités et les maladies, et alors, combien d'hommes occupés des soins d'une grande administration ou livrés à la pratique de l'art, ou adonnés à l'étude des sciences, vont voir mille accidents troubler leur vie, compromettre leur avenir, pour avoir méconnu ce grand principe de l'hygiène qui nous condamne, sous peine de souffrance, à l'exercice régulier de nos organes !

Pourquoi donc chaque grande ville n'a-t-elle pas de vastes établissements où, grâce à une sage distribution des forces du corps, des richesses de l'intelligence, on puisse voir bientôt disparaître, sans retour, des abus longtemps et inutilement signalés, sources d'infirmités qui ne disparaissent qu'avec la vie ? Pourquoi Paris, dans ses transformations et ses embellissements, ne nous donne-t-il pas, par quartier, un gymnase où chacun de nous pourrait faire un exercice convenable, une piscine où l'on pourrait se baigner, une bibliothèque attenante où l'on trouverait pendant le repos qui suit l'exercice, un livre ou agréable ou instructif ? Pourquoi enfin la capitale du monde, ne posséderait-elle pas une école normale de gymnastique qui fournirait abondamment des professeurs à la hauteur de leurs fonctions. Il fut un temps où un ministre a pu dire « nous avons assez de jongleurs et de danseurs de corde,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans les mettre à la charge de l'État » (1) ; mais il n'en est plus ainsi fort heureusement.

La formation de gymnases publics, tels que je les comprends, rendrait de très-grands services à ceux surtout que leur fortune ou leur position oblige à rester à Paris. Il ne suffit pas de créer des hôpitaux nouveaux, d'embellir et d'assainir les anciens ; il faut encore faire plus : il faut tâcher de les rendre nécessaires au plus petit nombre possible.

Nous avons vu, au début de ce travail, qu'à la fin du siècle dernier, Tissot avait cherché à démontrer le parti que l'on pourrait tirer de la gymnastique dans le traitement de la scrofule et des déviations de la taille.

Plus récemment, Bonnet, de Lyon, nous a montré dans ses recherches sur les maladies articulaires, tout ce que la position donnée aux membres malades, ainsi que les mouvements sagement imprimés aux articulations, pourraient donner de résultats heureux dans le traitement de ces maladies.

Au point de vue des déformations peu avancées de la cage thoracique, Pravaz, de Lyon, a enfin établi tout ce que l'air comprimé, associé aux exercices gymnastiques, procurait de résultats avantageux.

Mais tous ces faits isolés avaient besoin d'être groupés et exposés au grand jour ; c'est ce que comprirent parfaitement les médecins et les chirurgiens de l'hôpital des enfants. Nous leur devons, et à M. Blache en particulier, le grand service d'avoir introduit à l'hôpital des enfants des exercices gymnastiques bien entendus. L'Assistance publique a parfaitement répondu aux vœux des médecins, en créant des gymnases dans ces hôpitaux d'enfants et surtout en en confiant la direction à M. Lainé, qui a si dignement rempli les désirs de nos confrères et de l'administration. Quiconque ayant vu, comme nous, l'hôpital des enfants il y a vingt-cinq ans, le reverrait maintenant, serait bien étonné ; il serait frappé, comme je l'ai été, des

(1) Gymnastique de Ling.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bienfaits de la gymnastique. Voici d'ailleurs ce que M. Blache disait, en 1851, sur ces bienfaits de la gymnastique appliquée au traitement des enfants scrofuleux : « On ne fut pas long-« temps sans s'apercevoir que l'état général des malades « s'améliorait à vue d'œil. Leur teint était plus animé; les « chairs devenaient plus fermes; la voix gagnait de la force, « l'appétit était plus vif et plus égal; la maigreur disparais-« sait. La maladie générale subissait une favorable influence, « en même temps que quelques-uns des symptômes locaux « s'amendaient notablement. C'est ainsi que l'on vit se résou-« dre des engorgements ganglionnaires qui, depuis longtemps, « résistaient à toutes nos indications; des trajets fistuleux « qui duraient depuis des années se tarirent peu à peu et « se fermèrent complétement. » L'Assistance publique ne se borna pas à créer, en faveur de ces pauvres enfants scrofuleux, des salles de gymnase; elle éleva à Berck, près de la mer, un hôpital spécial; et là, outre l'influence de la mer qui relève leurs forces, ils trouvent encore des exercices gymnastiques qui les multiplient.

Si la gymnastique bien comprise coordonne et harmonise les mouvements, il était juste de penser que son application à certaines maladies nerveuses, comme la chorée, donnerait de très-bons résultats : c'est ce qui a eu lieu, en effet. Il résulte des recherches de M. Blache, dont la vie a été consacrée à l'étude des maladies de l'enfance, il résulte, dis-je, de ces recherches que la gymnastique peut, le plus souvent à elle seule, guérir la chorée, et que, associée aux autres traitements, elle en devient un adjuvant puissant. M. Blache a consigné dans un savant mémoire communiqué à l'Académie, ses recherches sur ce sujet, et M. Bouvier, dans un excellent rapport, a confirmé de tous points les travaux de M. Blache. « Les indications pharmaceutiques, nous dit M. Bouvier, s'a-« dressent au système nerveux dont elles tendent à rétablir « l'action normale; mais il est clair que l'on serait bien près « d'atteindre le but, si l'on pouvait accroître l'influence de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« volonté sur les muscles, à un tel point que les contractions « énergiques de ceux qu'elle mettrait en jeu, fissent céder « ou plutôt rentrer dans leur limite naturelle, les contractions « involontaires de leurs antagonistes. Or, tel est précisément « l'objet essentiel, l'effet principal de la gymnastique. Elle « réunit tout ce qui peut augmenter l'empire de la volonté « sur le système musculaire. La régularité des mouvements, « leur mesure ou leur rhythme, marqués par la division des « temps, ou par le chant, la tendance naturelle à l'imitation, « dans les exercices pratiqués en commun, tendance si bien « appréciée par notre collègue, M. Jolly, l'ascendant moral « du professeur, et l'élan qu'il inspire aux jeunes malades « sont autant de circonstances qui tendent toutes à entraîner « les muscles dans la voie tracée par la volonté et à surmon- « ter l'action nerveuse pathologique. Une fois que les malades « sont parvenus à régler l'action musculaire pendant les « exercices, on comprend qu'il ne tardent pas à la maîtriser « aussi dans tout autre moment. L'habitude morbide s'efface « ainsi par degrés, à mesure que l'habitude physiologique « reprend son pouvoir normal. Il se passe ici, comme l'ont « bien vu MM. Lauvet-Lamarre et Jolly, ce qui eut lieu dans « un cas de tétanos où notre éminent collègue, le professeur « Cruveilhier, fit cesser les contractions convulsives du dia- « phragme au moyen d'inspirations profondes, exécutées en « mesure, et dans deux cas de hoquet convulsif, qu'il guérit « en excitant une contraction violente des muscles de la dé- « glutition, guidé, dans l'une et l'autre circonstance, par « cette idée féconde qu'en forçant un muscle à obéir à l'im- « pulsion d'une volonté toujours agissante, on peut l'arracher « à l'empire d'une cause convulsive. » Dans tous les cas, il est juste d'ajouter que M. Laisné a très-heureusement secondé les vues théoriques de nos savants collègues.

L'action thérapeutique, l'influence salutaire de la gymnastique s'arrêteraient-elles à la chorée, et, en présence de ces heureuses modifications sur la danse de Saint-Guy, ne pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rait-on pas se demander si les autres maladies nerveuses, comme l'hystérie, l'épilepsie, ne seraient pas également bien modifiées par les exercices gymnastiques ? Il y a lieu de le croire. C'est aussi dans cette pensée que l'Assistance publique a créé à la Salpétrière un gymnase dont elle a confié la direction au zèle éclairé de M. Laisné, qui a fait de son art une étude très-approfondie. Espérons que, dans cette nouvelle voie, des résultats heureux, des succès nouveaux viendront récompenser les efforts de l'administration et le dévouement de M. Laisné.

La gymnastique ne doit pas, d'un autre côté, se borner au côté thérapeutique; elle doit faire partie intégrante de notre vie et par cela même prévenir l'indication thérapeutique ; elle doit s'approprier à nos mœurs; devenir ainsi la source la plus féconde de force, de vigueur, de santé (1). Il est bon de se rappeler ce que furent nos ancêtres, ce qu'étaient ces Gaulois, ces Germains, ces Sicambres, dont les chroniques des nations rivales nous retracent l'infatigable ardeur et la robuste beauté. Souvenons-nous aussi que ce fut sous le ciel inspirateur de la Grèce, parmi les superbes adolescents qu'avaient développés les jeux du gymnase, que la sculpture, pleine de la pensée d'un Dieu, enfanta l'Apollon du Belvédère.

La gymnastique embrasse donc un domaine sans limite : elle prend l'individu, pour ainsi dire, au berceau; semblable à une mère vigilante elle le suit dans toutes les phases de la vie; vers le déclin de sa carrière elle ne l'abandonne pas encore, mais, d'une main libérale, elle lui distribue les trésors de l'espérance, en lui laissant entrevoir la perspective d'une plus grande longévité et l'assurance d'une vieillesse exempte d'infirmités.

(1) L'orphelinat de Berne, où les exercices gymnastiques ont entièrement détruit toute habitude vicieuse et solitaire, est une preuve de ce résultat. Chacun sait que ces habitudes, trop communes parmi les écoliers, sont la principale cause de détérioration de la génération naissante. Clias, p. 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION IV

APPAREILS ORTHOPÉDIQUES. — PROTHÈSE CHIRURGICALE. BANDAGES. — SECOURS AUX BLESSÉS

PAR M. LE DOCTEUR TILLAUX.

CHAPITRE I.

APPAREILS ORTHOPÉDIQUES.

Les appareils orthopédiques, ainsi que l'indique l'étymologie du nom (ὀρθὸσ, droit, παὶσ, enfant), ont tous pour but de redresser les parties du corps ayant déjà pris, ou qui tendent à prendre, une direction vicieuse, surtout pendant l'accroissement. Ces appareils sont très-nombreux à l'Exposition ; ce qu'explique l'usage fréquent que l'on a lieu d'en faire dans la pratique.

Ils remplissent deux indications différentes basées sur la nature même de la déformation. Quelques-uns de ces appareils sont destinés au mal de Pott, et il nous paraît essentiel que ceux-là n'aient pas pour but de redresser, mais seulement de soutenir les parties, car la déformation n'est souvent que le résultat de l'effort fait par la nature pour guérir l'enfant, et en redressant, on fait courir au malade les plus grands dangers. Malgré les modèles ingénieux exposés par MM. Robert et Collin, Mathieu, etc., nous donnerions volontiers le conseil aux fabricants de ne point faire d'orthopédie proprement dite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le mal de Pott, mais seulement des appareils contentifs.

L'orthopédie est appliquée spécialement au cou pour combattre le torticolis, au tronc pour s'opposer à la scoliose, et aux pieds pour guérir le pied-bot. L'Exposition, et principalement dans la partie française, est très-riche d'appareils propres à la guérison de ces différentes affections.

Un collier de cuir durci et moulé, allégé par de nombreux trous, ainsi que l'a pratiqué M. Mathieu, me paraît être un moyen aussi ingénieux que simple pour maintenir le cou dans la rectitude complète. Il peut remplacer avantageusement, dans presque tous les cas, les appareils connus.

Les corsets orthopédiques, destinés à corriger les déviations de la colonne vertébrable, se rencontrent dans les vitrines françaises et étrangères, excepté dans celles de l'Angleterre, dont l'exposition est à peu près nulle pour les appareils qui nous concernent. Ces corsets sont remarquables par leur élégance et leur légèreté, sauf en Espagne où ils ressemblent à de véritables armures. La légèreté ne doit pas exclure la puissance, et ce résultat a été obtenu par plusieurs fabricants, d'une manière très-heureuse, en exerçant une traction constante et énergique à l'aide des bandes en caoutchouc. Nous mentionnerons un corset avec point d'appui antérieur exposé par M. Olsen, de Copenhague, et deux corsets ingénieux, avec crémaillère d'accommodement et à courroie concentrique, exposés dans la vitrine de MM. Robert et Collin.

Les appareils contre le pied-bot ne sont pas moins nombreux, chaque fabricant désirant avoir le sien ; je leur ferai, en général, le reproche d'être trop compliqués. Il est juste de signaler celui de M. Werber, plus simple et d'une action aussi efficace que les autres. Mais ce que nous préférons, c'est la guêtre de M. Mathieu. Il ne faut pas oublier qu'une fois la ténotomie pratiquée, et il n'y a pas de redressement possible sans cela, l'appareil le meilleur est l'appareil inamovible, exerçant une pression uniforme et *sans courroie*. La courroie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit bien souvent la gangrène ; aussi la guêtre de M. Mathieu, sans courroie, constitue-t-elle, à notre avis, un progrès réel.

Pour obvier à l'adduction du pied après le redressement, un des appareils de M. Mathieu présente une courroie qui, reliant en arrière les deux membres inférieurs, force les pieds à basculer en dehors.

Les tuteurs employés par MM. Robert et Collin pour la construction de leurs appareils orthopédiques nous ont paru avoir des avantages marqués. Au lieu d'offrir une tige unie et pleine, l'acier est courbé en gouttière, ce qui rapproche le tuteur d'une tige creuse, par conséquent plus résistante bien que plus légère.

Nous rapprocherons des appareils orthopédiques les appareils pour la coxalgie exposés par plusieurs fabricants, les appareils à mouvement pour les fausses ankyloses ; nous n'avons trouvé là, du reste, aucun progrès accompli depuis 1862.

En ce qui concerne l'orthopédie, il n'y a en réalité rien d'essentiellement nouveau à l'Exposition, si ce n'est la collection des appareils de M. le docteur Taylor, de New-York. De ces appareils, les uns sont destinés à corriger les déviations vertébrales, consécutives au mal de Pott, la scoliose; les autres ont pour but de guérir les paralysies musculaires propres à l'enfance, au moyen de l'exercice local des muscles. M. le docteur Taylor a exposé des modèles d'appareils extrêmement ingénieux, qui permettent à l'aide d'un exercice local soutenu, de développer certains muscles ou certains groupes de muscles.

Le corset orthopédique du docteur Taylor est fort remarquable et diffère complétement des appareils analogues exposés dans le Palais. Nous ne saurions mieux faire que de reproduire ici ce qu'en a dit, à l'Académie de médecine, le chirurgien français le plus compétent, M. le docteur Bouvier. L'appareil du docteur américain Taylor a pour but d'obtenir tous les avantages de la position horizontale, tout en permettant au malade

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'exercice et le grand air. Avec cet appareil, le docteur Taylor cherche à protéger les vertèbres malades dans la station verticale; comme le ferait le décubitus dorsal sans le secours de l'instrument. C'est comme un lit, attaché solidement à la région dorsale, l'instrument exerçant sur la colonne vertébrale la même pression que la pesanteur lorsque le malade est couché. Cette force est uniquement antéro-postérieure.

L'appareil est un simple levier qui élève la partie supérieure de la colonne vertébrale, et qui prend pour point d'appui les apophyses transverses. Ainsi, tandis que la pression sur les articulations des apophyses transverses saines est augmentée, on diminue considérablement la pression sur le corps des vertèbres malades. L'instrument est articulé et agit comme une colonne vertébrale supplémentaire. Sa disposition permet d'apprécier exactement et de modifier le degré de force employée, afin d'imprimer au traitement une progression constante et régulière. Il favorise aussi les contractions des muscles spinaux.

Le docteur Taylor a donné ses soins entre autres à un garçon âgé de sept ans, qui porte l'instrument depuis quatre années. Les symptômes fondamentaux de la maladie étaient d'une gravité peu commune; les vertèbres lombaires avaient déjà commencé à faire saillie. Un soulagement très-notable suivit promptement l'application de l'appareil, et les progrès subséquents de la maladie furent arrêtés aussitôt. Il ne pouvait pas y avoir d'erreur dans le diagnostic, car il reste encore une légère saillie, dont le développement a été arrêté depuis quatre ans par l'action de l'appareil; mais la santé de l'enfant est bonne, et il a pu faire de l'exercice pendant toute la durée du traitement. C'est cette possibilité de sortir au grand air, tandis que le siége de la maladie est garanti contre toute pression, qui constitue la supériorité de cette méthode de traitement.

Le deuxième appareil est destiné à la contre-extension dans la coxalgie. L'idée de la contre-extension appartient au docteur Davis, de New-York; mais cet instrument n'en est pas moins l'invention du docteur Taylor. Il se compose : 1° d un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bandage muni de deux courroies qui embrassent le périnée pour l'extension en haut; 2° d'une longue attelle extensible recevant sous le pied une courroie, qui est la continuation des courroies adhésives appliquées le long de chaque côté de la jambe et autour du membre; cette courroie produit la contre-extension. L'allongement se fait au moyen d'une vis située latéralement.

Non-seulement la tonicité des muscles est surmontée, et l'articulation préservée de toute pression ou secousse, mais encore, pendant la locomotion, le poids du corps est reçu par l'instrument, car le corps repose sur les courroies qui embrassent le périnée.

Il résulte de l'expérience du docteur Taylor que, lorsque la tonicité des muscles de la hanche est complétement surmontée, et que les parties sont à l'abri des pressions et des secousses, la locomotion est, non-seulement exempte de danger, mais encore très-avantageuse, car on peut ainsi profiter des moyens puissants que l'hygiène met à notre disposition.

CHAPITRE II.

DE LA PROTHÈSE CHIRURGICALE.

Remplacer un organe absent, masquer une difformité, tel est le but que se propose la prothèse (πρό, au lieu de, et τίθημι, placer).

La prothèse remplace parfois un organe absent, au point de vue purement plastique, l'œil par exemple; d'autres fois, elle le remplace encore au point de vue fonctionnel, et c'est évidemment vers ce but que doivent tendre les efforts des chirurgiens et des fabricants. Il est beau, en effet, de masquer une difformité, mais le triomphe n'est-il pas beaucoup plus complet, quand on peut rendre au malade tout ou partie de la fonction qu'il avait perdue. Bien qu'à toutes les époques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques esprits ingénieux aient tenté d'appliquer aux malades des appareils prothétiques, il est évident que c'est dans le XIXe siècle, et pendant ces dernières années surtout, que cette branche de l'art a pris un développement tout à fait remarquable. Les fabricants d'yeux artificiels ont atteint la perfection, puisqu'il est impossible de distinguer l'œil artificiel de l'œil naturel ; la prothèse buccale, qu'elle s'applique aux dents, au voile du palais, à la voûte palatine, et même à la totalité des maxilliaires supérieurs et inférieurs, a fourni des résultats merveilleux qui autorisent le chirurgien à pratiquer des opérations presque audacieuses, certain qu'il est de pouvoir, par la suite, remplacer l'organe enlevé ; d'autre part, la prothèse palatine remplit si complétement son but qu'elle tient en échec la célèbre opération de staphyloraphie inventée par le chirurgien français Roux. Nous verrons plus loin que la prothèse des membres, beaucoup plus compliquée, plus difficile que les précédentes, n'est cependant pas restée en retard, grâce surtout aux travaux de M. le comte de Beaufort.

Nous examinerons successivement la prothèse oculaire, nasale, celle des membres supérieurs et inférieurs (1).

§ 1. — Prothèse oculaire.

Placer entre les paupières une coque mince de verre ou d'émail ressemblant exactement à l'œil sain, telle est la prothèse oculaire. Nous n'avons qu'à la signaler dans ce rapport, car rien n'a été produit de nouveau depuis 1862. Les yeux fabriqués par MM. Boissonneau père et fils continuent d'être d'une vérité rigoureuse. Les yeux artificiels exposés dans la partie espagnole sont notablement inférieurs aux yeux français.

§ 2. — Prothèse nasale.

Certaines affections de la peau ont souvent pour résultat la

(1) Tout ce qui concerne la prothèse buccale est traité par M. le docteur Evans, page 383.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

destruction complète du nez. On a songé depuis longtemps déjà à remplacer l'organe absent par des nez métalliques dont l'effet est loin d'être satisfaisant. Nous avions vu, il y a quelques années, des nez en caoutchouc si exactement fabriqués, comme forme et comme couleur que, à une certaine distance, la méprise était possible. Nous regrettons que M. Luër, le fabricant, ne les ait pas exposés dans sa vitrine.

§ 3. — Prothèse des membres supérieurs.

L'Exposition offrait un grand nombre de bras et mains artificiels. Presque tous les exposants français en ont orné leurs vitrines; nous en trouvons dans tous les pays; l'Angleterre elle-même, qui n'a pas voulu concourir pour les instruments de l'art médical, est représentée ici par un fabricant distingué, M. Masters. La prothèse du membre supérieur offre une importance qui n'échappera à personne : c'est elle d'ailleurs qui nous offre le progrès le plus important réalisé depuis l'exposition de Londres en 1862; aussi allons-nous entrer dans quelques détails.

Pour bien comprendre les nombreux bras artificiels qui sont à l'Exposition, il faut les étudier à deux points de vue différents : au point de vue plastique de la forme, de l'élégance, et au point de vue utile. Presque tous les fabricants ont recherché le côté plastique, se préoccupant trop peu du côté utile. Faire un bras artificiel qui ait la forme d'un bras normal, qui puisse, une fois mis en place, tromper l'œil de l'observateur, tel a été leur but. On doit convenir que ce but a été atteint surtout par M. Mathieu. Son bras artificiel est élégant, léger; il exécute certains mouvements fort ingénieux, et la difformité résultant de l'absence du bras est ainsi bien corrigée. Mais ce bras artificiel, utile quand il ne faut que tromper, peut-il servir *réellement* dans les besoins ordinaires de la vie? Évidemment non. Un bras artificiel, si bien fait qu'il fût, était jusqu'alors un objet de luxe et non un objet utile, et la preuve, c'est que l'Assistance publique adaptait au moignon de ses amputés un crochet pouvant permettre certains

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travaux, et non une main artificielle, qui masquait mieux la difformité, mais nuisait plutôt qu'elle ne servait aux malades.

Il fallait donc chercher un système de bras artificiel qui, tout en masquant suffisamment la difformité, pût être *utile* aux blessés. C'est à ce résultat qu'est arrivé M. de Beaufort. Après avoir cherché bien des années, après avoir fait construire des bras bien compliqués, il est parvenu à construire un bras aussi simple qu'utile. Il l'appelle le bras du pauvre, juste dénomination, puisque son appareil est d'un prix très-modique et peut aider le simple travailleur.

Analysant les mouvements de la main, M. de Beaufort a compris qu'il était chimérique d'essayer de donner à une main artificielle les mouvements d'une main naturelle. Il a donc recherché le mouvement indispensable, qui est celui d'opposition du pouce, et ne s'est plus attaché qu'à obtenir celui-là. C'est ainsi que, abandonnant l'accessoire pour le principal, M. de Beaufort est arrivé à un magnifique résultat. La main naturelle fonctionne toujours, à très-peu d'exceptions près, comme une pince, le pouce formant une branche et les quatre autres doigts la deuxième branche de la pince. M. de Beaufort a fait une main composée des quatre doigts immobiles et demi-fléchis et du pouce mobile, placé en opposition avec le médius et l'index. Un simple ressort en caoutchouc adapté au pouce permet au malade d'écarter ou de rapprocher à volonté le pouce des autres doigts, et le problème de la préhension des objets se trouve ainsi résolu de la façon la plus complète et la plus simple. Qu'il me suffise de dire qu'un blessé de Crimée, amputé des deux bras, a pu faire, avec les appareils de M. de Beaufort, quatre parties d'échec sans que l'adversaire se doutât de sa mutilation. Plusieurs amputés que nous avons vus se servent de leur main artificielle pour tous les besoins ordinaires de la vie (1). La main de M. de Beau-

(1) Cette main artificielle ne saurait, bien entendu, remplacer le croche lorsqu'il est nécessaire de soulever un poids considérable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fort, extrêmement légère, coûte infiniment moins cher que celles qu'on avait faites jusqu'ici, et elle est utile ; il est donc équitable de reconnaître que l'inventeur a rendu un réel service à la science et à l'humanité. Que l'amputation ait eu lieu au-dessus du poignet, au-dessus du coude ou dans l'articulation scapulo-humérale, c'est toujours le même système d'opposition du pouce avec les autres doigts. Lorsque le bras artificiel est complet, c'est-à-dire qu'il n'y a plus qu'un moignon à l'épaule, les mouvements de flexion, d'extension, de pronation et de supination se font de la manière la plus ingénieuse, ainsi que le démontre l'appareil de M. de Beaufort, monté dans la Salle des Secours aux blessés ; un simple mouvement de rotation en dehors, imprimé au moignon, met le bras dans l'extension et la supination ; un mouvement de rotation en dedans porte l'avant-bras dans la flexion et la pronation ; le bras peut être fixé à volonté et d'une manière très-solide dans cette dernière position qui est la plus souvent utile.

Il résulte de ce qui précède que la prothèse du membre supérieur a fait en France d'immenses progrès et laisse véritablement peu à désirer.

§ 4. — Prothèse des membres inférieurs.

La prothèse du membre inférieur a aussi exercé la sagacité des fabricants. Il existe à l'Exposition un nombre considérable de jambes artificielles, tant dans le palais que dans le parc, où les différents Comités de Secours aux blessés ont exposé leurs appareils prothétiques.

Il est beaucoup plus facile de remplacer utilement la jambe que le bras ; car il suffit de soutenir le poids du corps, et un simple pilon permet d'obtenir ce résultat. Mais il est bien évident que le pilon est l'enfance de l'art ; aussi les fabricants ont-ils construit des jambes mécaniques destinées non-seulement à soutenir le corps, mais encore à masquer la difformité. Malheureusement, les jambes artificielles sont souvent pesantes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fatiguent le malade et coûtent fort cher; aussi le pilon, malgré sa simplicité, obtenait-il toujours la faveur des amputés.

C'est encore M. de Beaufort qui, dans ces dernières années, a fait subir à ce genre d'appareils les plus heureuses modifications.

M. de Beaufort, remarquant que le pilon était l'appareil préféré des malades, a eu la très-ingénieuse idée d'y adapter un pied en bois, de façon à agrandir de beaucoup l'étendue du point d'appui sur le sol et à détruire ainsi la principale objection faite au pilon. De plus, et c'est là un fait capital, l'inventeur a donné à la plante du pied une forme convexe qui permet au malade de se soulever sur le moignon, en même temps qu'il fléchit la jambe pour faire le pas en appuyant sur l'avant-pied ; il simule ainsi la marche normale. M. de Beaufort a de plus exposé une jambe artificielle articulée qui remplit toutes les conditions désirables. L'articulation du cou-de-pied, très-simple, est limitée de façon à donner à l'avant-pied la résistance nécessaire pour supporter le corps quand il s'appuie dessus, la jambe étant légèrement fléchie. L'avant-pied est lui-même mobile sur le pied, ce qui produit le même résultat dans la marche que le pied en bois à plante convexe. Ajoutons que la jambe de M. de Beaufort est très-légère, qu'elle ne coûte qu'un prix peu élevé et que l'expérience a déjà prononcé sur son utilité.

Je dirai des jambes artificielles ce que j'ai dit des bras; beaucoup de fabricants ont exposé des appareils très-beaux, bien faits, pouvant tromper l'œil de l'observateur, mais que le malade est heureux d'abandonner pour le simple pilon.

Les fabricants français emploient avec avantage le cuir durci qui donne la légèreté. En Amérique, les appareils sont remarquablement légers et souvent bien compris; le bois d'érable, qui en fait la base, leur donne une grande légèreté. Nous en dirons autant du Danemark, qui a exposé, dans la Salle des Secours aux blessés, plusieurs appareils réellement utiles.

Un point important, et auquel la plupart des fabricants se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont attachés avec raison, c'est de ne pas prendre, suivant une ancienne habitude, un point d'appui sur l'ischion, pas plus que sur l'extrémité du moignon; il est préférable, toutes les fois que cela est possible, de se servir de toute la surface du membre.

En résumé, l'Exposition universelle de 1867 abonde en appareils prothétiques. Il en est qui sont très-défectueux sans doute, mais d'autres présentent de trop notables progrès pour que la science n'en tire pas à l'avenir un grand profit.

CHAPITRE III.

BANDAGES.

Les bandages sont en nombre à l'Exposition. Il en existe de genres très-divers; les uns, ce sont les plus nombreux et les plus importants, sont destinés à maintenir les hernies, les autres à protéger et soutenir l'abdomen, le thorax, les testicules, à comprimer le pied, la jambe, sous forme de bas, etc.

Les bandages herniaires constituent une partie importante de l'exposition de la classe 11; bien qu'on les retrouve dans les vitrines des exposants de tous les pays, il n'est pas douteux que, sous ce rapport, la France tienne réellement le premier rang. Malgré la grande variété des bandages exposés, il n'y a rien de bien nouveau depuis 1862, et cependant chaque bandagiste tient à honneur d'avoir son bandage qu'il trouve supérieur à celui des autres; mais la nouveauté ne consiste le plus souvent que dans une manière différente d'articuler ou de fixer la pelote au bandage, ce qui n'a pas une grande importance. Un même bandage, en effet, ne peut convenir aux différentes espèces de hernie, et c'est là le point capital de toute l'histoire des bandages herniaires; telle hernie sera maintenue par un bandage quelconque; telle autre ne sera maintenue que par un bandage anglais, une troisième par un bandage français : ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas ici le lieu d'indiquer la différence que présentent entre eux les bandages ; disons toutefois que le meilleur est celui qui se rapproche le plus de la pression digitale et que c'est, d'une manière générale, le bandage anglais. Dans ces dernières années, MM. Dupré et Robert ont construit un bandage très-différent des autres ; au lieu d'un ressort, il présente une tige rigide antérieure à laquelle sont attachées les deux pelotes construites en vue de la hernie qu'il faut maintenir ; ce bandage offre une grande résistance à l'effort des viscères abdominaux, et convient particulièrement aux hernies difficiles à contenir ; c'est un véritable progrès réalisé dans cette branche de l'industrie.

M. Galante a eu la pensée d'appliquer le caoutchouc à la confection des bandages herniaires. Il a remplacé la pelote ordinaire par une pelote de même forme en caoutchouc ; de plus il a construit un bandage exclusivement fait de cette substance ; les pelotes sont représentées par deux petites poches qu'il suffit d'insuffler pour leur donner la forme ordinaire. Ces bandages étant essentiellement nouveaux, nous n'avons encore aucune donnée sur leur valeur pratique.

Nous trouvons en résumé à l'Exposition le bandage français, le bandage anglais, le bandage dit *des prisons* (avec une pelote et une courroie sans ressort) le bandage à tige rigide antérieure, le bandage à pelote de caoutchouc et le bandage en caoutchouc. Nous n'avons qu'à signaler les ceintures abdominales hypogastriques, les suspensoirs, les bas élastiques, etc. ; bandages très-bien confectionnés en général, mais qui ne nous ont offert rien de nouveau.

Il en est de même des bougies et des sondes, qui ont atteint, depuis quelques années, un degré de perfection remarquable. Un fait important, toutefois, c'est que M. Belin confectionne des sondes et bougies irréprochables, pour des prix très-inférieurs à ceux de ses devanciers.

Le rapporteur de l'Exposition de Londres, M. le docteur Demarquay, avait déjà signalé l'heureuse application du caout-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

choue à l'art médical. M. Galante a continué et étendu cette application. Sa vitrine renferme une foule d'appareils destinés à différents usages, la plupart très-ingénieux; cette exposition est spéciale à la France ; il s'y trouve un bandage en caoutchouc destiné aux fractures de jambe. Il a pour but d'exercer une pression uniforme sur tout le membre. Cet appareil, utile peut-être dans les cas ordinaires (et alors un bandage beaucoup plus simple produira le même résultat), ne saurait convenir aux cas compliqués où un fragment tend à se déplacer, à faire issue à travers la peau, car une pression uniforme serait incapable de maintenir la fracture réduite.

Les pessaires exposés sont nombreux et variés : ils sont en gomme, en ivoire, en caoutchouc, etc. Bien qu'il date de plusieurs années, nous devons signaler le pessaire à tige mobile de M. Grandcollot qui a réalisé un véritable progrès.

CHAPITRE IV.

EXPOSITION DES COMITÉS DE SECOURS AUX BLESSÉS MILITAIRES DE TERRE ET DE MER.

C'est en grande partie à M. le docteur Evans que l'on doit l'organisation de cette belle exposition.

N'ayant pas à faire ressortir ici le but éminemment philanthropique de l'œuvre, nous n'en signalerons qu'une partie fort restreinte, à savoir, le matériel des secours immédiats à donner au blessé. Ce matériel consiste principalement en boîtes contenant les instruments, les objets nécessaires au premier pansement : charpie, amadou, attelles, bandes, compresses, etc. Chacun des Comités a exposé des sacs qui diffèrent un peu dans la forme, mais qui se valent presque tous au fond ; toutefois les sacs américains m'ont paru plus commodes et mieux aménagés. Ce qu'il y a d'essentiel, à mon avis, c'est que le sac soit le plus léger possible, et ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contienne rien d'inutile, rien qui ne doive servir au premier pansement.

L'indication la plus importante à remplir sur le champ de bataille, auprès d'un malade qui a une plaie d'articulation ou une fracture d'un membre, c'est l'immobilisation. Quand un membre fracturé est bien immobilisé dans une bonne position, le malade peut être transporté sans danger d'aggravation ; c'est pour atteindre ce but qu'ont été inventées plusieurs variétés d'attelles. Les Américains ont construit des attelles en bois d'érable très-légères, et leur ont imprimé la forme approximative du membre blessé. Nous les croyons peu utiles, car il y a une trop grande différence de longueur et d'épaisseur des membres suivant les sujets; nous préférerions ces mêmes attelles droites comme celles de la pratique hospitalière. Les attelles en carton ont le privilége de se mouler sur le membre blessé, mais manquent peut-être de résistance. Les attelles articulées de M. le comte de Breda, fort ingénieuses, peuvent rendre parfois service, mais non dans les cas difficiles. Un des meilleurs moyens pour transporter les blessés, pour appliquer aux membres les topiques nécessaires et les immobiliser, tout en les surveillant, ce sont les gouttières en fil de fer dont nous faisons un si fréquent usage dans les hôpitaux civils. La gouttière, qui est flexible, peut être moulée sur le membre ; on remplit les vides avec du coton, de la charpie, des feuilles, et de la terre même, au besoin ; on établit une compression au degré voulu et sur le point voulu. Notre opinion est que les chirurgiens militaires doivent être munis d'un nombre de gouttières suffisant ; elles peuvent être emboîtées les unes dans les autres, et facilement transportées.

MM. Robert et Colin ont exposé une nouvelle gouttière très-ingénieuse, qui permet de soumettre la partie blessée à l'irrigation continue, sans mouiller le lit du malade. Les attelles en fil de fer sont également très-bonnes et remplissent plusieurs des conditions de la gouttière. Nous ne connaissons cependant rien de préférable, rien de plus facile à appliquer, pour toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les fractures simples et compliquées du membre supérieur, de la jambe ou du genou, que les appareils à attelles plâtrées, imaginés en France par M. Maisonneuve ; il faut pour cela du plâtre, de l'eau et une étoffe légère, telle que la gaze qui sert à confectionner les cataplasmes ; nous pensons que ce moyen de contention doit être employé toutes les fois que c'est possible, car rien ne saurait mieux, et en quelques minutes, immobiliser solidement le membre blessé dans la position que le chirurgien trouve convenable.

La Société de Secours a exposé des membres artificiels que nous avons déjà suffisamment signalés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION V

VOITURE ET TENTE D'AMBULANCE

PAR LE DOCTEUR THOMAS-W. EVANS.

CHAPITRE I.

VOITURES D'AMBULANCE, CACOLETS, ETC.

Avant de présenter les réflexions que nous a suggérées l'examen des différents systèmes et appareils pour transporter les blessés, systèmes et appareils exposés au Champ-de-Mars, et avant de les comparer entre eux, il est indispensable d'indiquer brièvement les principes qu'il convient d'observer dans leur construction.

Ces principes ont été déduits en partie des nécessités généralement reconnues dans les armées en campagne, et en partie de l'étude des différents modèles exposés ; en un mot, de tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour dans cette spécialité.

On ne peut donner naturellement que des règles générales relativement à la construction de ces véhicules, règles qui, elles-mêmes, peuvent subir des modifications en présence de certaines conditions climatériques et topographiques.

Il faut également se rappeler que, par suite des difficultés inhérentes à la construction des objets utiles, il est toujours plus aisé de reconnaître comment une chose devrait être faite que de la faire soi-même d'une manière parfaite.

La grande question à résoudre, c'est de savoir comment les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

malades et les blessés peuvent être transportés le plus humainement, le plus commodément pour eux-mêmes, et le plus convenablement pour l'administration. Le système qui permettrait de concilier l'intérêt particulier de l'individu avec l'intérêt plus général du gouvernement, serait par cette raison même celui qui devrait être accepté comme étant le seul réalisable, alors même qu'il ne présenterait pas un type de perfection absolue.

Une des qualités essentielles de la voiture d'ambulance, c'est la légèreté. C'est là une qualité tellement importante qu'on devrait écarter sans nulle hésitation tout ce qui ne sert pas au confort des blessés, ou n'est pas absolument nécessaire pour leur sûreté ou pour celle du véhicule même.

Une voiture d'ambulance doit être assez légère pour que deux chevaux puissent aisément la tirer partout où peut pénétrer une voiture, à travers les champs et les prairies, aussi bien que sur les routes macadamisées.

Elle doit être construite de manière à pouvoir pivoter sur elle-même, sans difficulté et sans danger, dans un cercle dont le diamètre excède à peine la longueur même de la voiture.

Non-seulement il faut qu'elle puisse être ventilée, mais on doit pouvoir l'ouvrir et y donner libre accès à l'air et à la lumière.

Il faut aussi qu'on puisse y transporter les blessés, assis ou couchés à volonté.

Avant tout, il faut employer tous les moyens pour éviter de fortes secousses à ceux qui sont gravement blessés. Pour y parvenir, il convient de faire usage de civières munies de ressorts, ou de poser les matelas et les siéges sur des ressorts fixes.

La construction intérieure doit rendre facile le chargement et le déchargement de la voiture. C'est là un point important, non-seulement par rapport aux blessés, mais aussi par rapport aux infirmiers.

Ceux qui sont gravement blessés ne devraient jamais être enlevés des brancards sur lesquels ils ont été portés dans la voiture, sauf des cas urgents. Pour cette raison, l'intérieur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la voiture doit être disposé de manière que les brancards puissent y être facilement placés et en être retirés avec la même facilité.

Un petit espace devrait être réservé dans le véhicule pour un vase d'eau et quelques provisions indispensables ; tandis qu'à l'extérieur, ou même à l'intérieur, on devrait trouver de quoi loger une ou deux civières supplémentaires.

Toutefois, on est presque toujours tenté, dans la construction des voitures d'ambulance, de faire plus qu'il ne faut absolument, désireux que l'on est de procurer plus de confort aux patients et plus de commodité aux infirmiers.

Il y aura toujours quelque différence d'opinion sur la nécessité et la valeur de ces perfectionnements ; mais, alors même qu'ils seraient tous d'une égale importance, il faudrait renoncer à quelques-uns d'entre eux; autrement, on aurait un système trop compliqué pour le service : la simplicité est ici une qualité *sine quâ non*.

La France a exposé deux voitures d'ambulance, une à deux roues et à un cheval, et une à quatre roues et à plusieurs chevaux. L'ambulance à deux roues pèse 295 kilogrammes et coûte 300 francs. Elle est destinée à transporter deux patients couchés. Les matelas, pouvant au besoin servir de civières, sont bien conditionnés au point de vue du chargement. Quoique cette voiture possède des qualités réelles, elle est cependant défectueuse, principalement parce que le timon étant fixé directement à la caisse de la voiture, le moindre mouvement du cheval se communique au véhicule et produit un choc saccadé qui devient intolérable pour le patient, quand le cheval va plus vite qu'au pas. C'est là un inconvénient grave, et qui a décidé le gouvernement des États-Unis à abandonner l'usage de cette sorte de voiture pendant la dernière guerre.

La voiture à 4 roues, pesant 930 kilogrammes et revenant à 1,200 francs, est destinée au transport de dix hommes assis, ou de deux couchés et deux assis, indépendamment des deux infirmiers. Cette voiture est solidement établie ; les côtés, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux extrémités et le toit sont en bois. Elle est bien construite, mais beaucoup trop lourde pour un service effectif. La ventilation y est défectueuse, et les inconvénients que présentent le chargement et le déchargement sont trop considérables pour les patients comme pour les infirmiers.

L'Autriche a envoyé deux modèles réduits de ses voitures d'ambulance. L'une d'elles, la voiture-ambulance réglementaire, est pour ainsi dire un *fac-simile* de la voiture française à quatre roues, et elle prête aux mêmes objections que celle-ci : hauteur insuffisante, ventilation défectueuse, lourdeur excessive, etc.; l'autre est un modèle proposé d'une voiture d'ambulance à quatre roues et à deux ou à quatre chevaux; elle est destinée à porter deux personnes couchées et six assises. La voiture, recouverte d'une toile, est bien ventilée, et, comme elle s'ouvre facilement sur les côtés, on peut y soigner les blessés commodément; mais la caisse en est trop légère, et la nécessité où l'on est de faire le chargement sur le côté de la voiture est regrettable. La voiture tourne avec facilité, mais dans son ensemble, elle est trop lourde.

L'Italie est représentée par deux voitures d'ambulance. L'une, la voiture officielle, à quatre roues avec deux ou quatre chevaux, est construite pour transporter trois personnes couchées et deux assises, ou neuf assises, sans compter le conducteur. Elle a un double toit en bois, et une partie des côtés et des extrémités est recouverte de toile ; elle a une bonne ventilation ; elle tourne avec facilité ; mais elle est d'une construction lourde et massive.

La voiture construite par M. Locati, de Turin, a la forme d'un omnibus. Elle est à quatre roues, avec deux ou quatre chevaux, et est destinée au transport de cinq personnes couchées, deux de chaque côté et une sur le plancher, et deux assises, ou de dix personnes assises, indépendamment du conducteur. Le prix est de 3,475 francs. Les siéges et les dossiers peuvent être employés comme des civières, et le chargement s'effectue sur les côtés. On a réservé la place néces-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saire pour transporter de l'eau, de la glace, des cordiaux, de médicaments et des instruments de chirurgie. Ce véhicule est ingénieusement disposé, solidement établi, mais il est excessivement lourd et compliqué, en même temps que son prix est beaucoup plus élevé que celui des autres voitures d'ambulance exposées.

L'ambulance suisse à quatre roues, pour deux ou quatre chevaux, peut transporter quatre personnes couchées ou douze assises, ou deux couchées et six assises. Elle est recouverte d'une toile. La caisse en est basse et munie de bons marche-pieds aux côtés et aux deux bouts. Le chargement et le déchargement en est facile. Cette voiture présente de nombreux avantages, et n'est défectueuse que par rapport à ses trop grandes dimensions et à son poids considérable.

La voiture anglaise à quatre roues porte deux blessés couchés et six assis. Le poids en est de 746 kilogrammes. Elle est recouverte d'une toile imperméable. Les matelas sont munis de poignets, de roulettes et de ressorts. On la charge et décharge aisément, et l'espace intérieur est bien aménagé. Toutes les roues sont de même poids et de même grandeur, ce qui permet de tourner la voiture facilement.

Le principe d'employer dans la voiture d'ambulance des roues semblables à celles des chariots du service de transport général est discutable, car l'avantage que l'on a de pouvoir remplacer facilement les roues de la voiture ne se présente que rarement, tandis qu'on éprouve constamment les désavantages qui résultent des dimensions et du poids des roues.

Les États-Unis ont exposé trois voitures d'ambulance, à quatre roues pour deux chevaux.

Celle de Rucker, du poids de 575 kilogrammes et revenant à 1,900 francs, est destinée au transport de six personnes, sans compter le conducteur ; quatre personnes couchées et deux assises, ou dix personnes assises.

Les siéges sont disposés de manière à pouvoir servir de matelas qu'on étend sur le plancher, tandis que les dossiers,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en s'ouvrant intérieurement, forment une rangée supérieure de matelas. La voiture est recouverte de l'étoffe de coton appelée *cotton duck*. Les avantages que présente ce véhicule sont une bonne ventilation et une grande légèreté ; ses défauts sont la difficulté de charger et de décharger, et aussi de tourner. Ce dernier défaut est commun à toutes les voitures d'ambulance américaines.

La voiture Perot pèse 562 kilogrammes et coûte 1,500 francs. Elle peut transporter quatre personnes, sans compter le conducteur, deux assises et deux couchées, ou dix personnes assises. Les siéges peuvent être repliés, et l'on peut s'en servir comme matelas ; mais ils sont fixés à la voiture. Pour éviter les chocs et les contusions, on a fait usage de ressorts en caoutchouc ; c'est là une idée ingénieuse. Quoique la voiture présente des avantages réels, elle est néanmoins défectueuse, surtout parce que les siéges ne sont pas mobiles, et que le chargement et le déchargement s'opèrent avec difficulté.

L'ambulance Howards, du poids de 637 kilogrammes, coûte environ 1,800 francs, et peut recevoir quatre personnes, indépendamment du conducteur, deux couchées et deux assises, ou huit personnes assises. Les civières sont munies de poignets ; des ressorts latéraux et inférieurs sont fixés à une charpente attachée à la caisse de la voiture. Le chargement et le déchargement s'opèrent facilement, et les patients sont bien maintenus sur leur siége. Comme la plupart des voitures américaines, celle-ci est recouverte de *cotton duck*. A côté de certains défauts, cette ambulance présente de grands avantages, et, de toutes celles que j'ai examinées, elle est peut-être celle qui réalise le mieux les règles de construction que l'on a établies plus haut.

Comme moyens de transports pour les blessés, les cacolets et les civières à roue doivent jouer un rôle secondaire ; toutefois, ces objets sont si nombreux à l'Exposition que nous devons en dire quelques mots en terminant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les cacolets réglementaires exposés par la France sont sans contredit supérieurs à tous les autres objets similaires, tandis que les civières à roues, de Shortell (de provenance anglaise et exposées trop tard pour être examinées par le Jury), ainsi que celle de Gauvin (France), sont les meilleurs modèles exposés.

La simplicité est chose indispensable dans la construction des brancards et des civières, et nous devons dire que ce principe a été généralement observé dans la construction de ceux qui se trouvent au Champ-de-Mars.

Les civières des armées française, anglaise et américaine n'offrent pas de différences notables dans leur construction et présentent les mêmes avantages.

CHAPITRE II.

TENTES D'AMBULANCE.

La tente d'ambulance doit être imperméable, d'une forme appropriée à sa destination et d'une construction simple ; on doit pouvoir la dresser sans difficulté, et, quoique légère, elle doit offrir une solidité suffisante lorsqu'elle est dressée, et être compacte lorsqu'on la transporte.

Pour que la tente soit imperméable à la pluie, elle doit avoir un double toit ou deux ailes. Ce principe a été observé dans la construction des tentes d'ambulance anglaises, prussiennes et américaines, qui sont aussi des tentes munies de toits inclinés et de parois perpendiculaires. Cette forme est préférable à la forme conique, non-seulement parce qu'elle permet de munir la tente d'un double toit, mais parce qu'elle permet aussi de mieux utiliser l'espace intérieur.

On objecte que ces tentes sont plus facilement renversées par le vent que les tentes coniques et qu'elles exigent l'emploi d'un nombre de pieux plus considérable et beaucoup plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cordages. Toutefois, l'expérience a prouvé que, lorsqu'elles ne sont pas démesurément grandes, elle offrent une sécurité suffisante, et, quant à l'accroissement de charge qu'elles occasionnent, on doit le regarder comme peu considérable en raison de la nature restreinte du service d'ambulance et le but spécial et important qu'on a en vue.

Dans l'armée française, il n'y a pas un genre spécial de tentes pour le service d'ambulance. On se sert de la tente conique ordinaire destinée à abriter seize hommes d'infanterie. Le diamètre en est de 5m70, la hauteur de 3m25; le poids est de 72 kilogrammes 14 et le prix de 237 francs. Elle est faite de toile de lin, est soutenue par une seule poutre centrale et est attachée par des cordes courtes. Sa longueur extrême de piquet à piquet est de 6m50 ; la partie inférieure de la tente est munie d'un rideau d'une largeur de 0m36, lequel peut être levé et employé comme ventilateur, tandis qu'une ouverture permanente, qui se trouve à la partie supérieure, laisse échapperl'air vicié.

Cette tente possède presque toutes les qualités essentielles d'une tente militaire, quoique la matière dont elle est faite ne soit pas assez serrée et suffisamment imperméable; mais comme tente d'ambulance, on ne saurait l'approuver. Sa forme offre des inconvénients, non-seulement pour les blessés, mais pour le chirurgien et ses aides.

La tente prussienne exposée au Champ-de-Mars a une forme oblongue. Elle mesure 13m33 de longueur et 4m38 de hauteur, avec des parois latérales hautes de 1m50. Elle est soutenue par une charpente tubulaire en fer et est attachée au moyen de cordages. Elle a un double toit et un rideau à chaque bout, lequel, tombant du toit sur le sol, forme avec la paroi de la tente un espace intermédiaire de 1m30 de largeur. Dans le toit se trouvent deux ouvertures circulaires qui assurent la ventilation de la tente, qui est faite avec de la toile de lin d'une belle qualité. Du reste, cette tente est trop grande pour pouvoir être dressée et transportée facilement. Elle offre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une trop grandes urface à l'action du vent, puisque pour la mettre en sûreté on doit faire usage d'une charpente lourde et compliquée. Quoiqu'on ait eu soin de la munir d'une aile ou d'un double toit, les principaux avantages que celui-ci offre ordinairement sont perdus, cette aile ayant été étroitement unie au toit de la tente même.

La tente d'ambulance anglaise est une tente double. La tente intérieure a 28 pieds de longueur, 15 de largeur et 12 de hauteur ; ensemble 5,040 pieds cubes (le pied anglais est de 0m3047). La partie inférieure forme une ellipse avec des parois droites de 5 pieds de haut ; la partie supérieure est un triangle et deux demi-cônes. La tente est attachée par des cordages à une poutre transversale de 14 pieds de longueur, soutenue par des pieux droits de 14 pieds de longueur, et divisée en deux sections. Elle est attachée au moyen de cordes. La tente extérieure recouvre entièrement la tente intérieure ; elle repose sur la poutre transversale et est maintenue en place par des cordages. L'espace entre les deux tentes est en moyenne de 2 pieds.

Les parois des deux tentes sont divisées en sections et s'élèvent jusqu'à la toiture sur les côtés comme aux extrémités. Les tentes sont faites en toile de lin de bonne qualité. Nous ignorons au juste le poids et le prix de cette tente, qui est assurément excellente pour le service hospitalier. D'une forme convenable, elle est imperméable ; elle peut être ventilée complétement et facilement ; elle offre aussi de la sûreté lorsqu'elle est dressée. Toutefois, son prix, probablement très-élevé, et son poids, sont de sérieux inconvénients. On peut encore objecter qu'il y a là deux tentes qui n'en font qu'une en définitive, la tente extérieure, la plus grande et la plus coûteuse, ne servant qu'à un usage accessoire et secondaire; aussi devons-nous considérer la construction de cette tente comme défectueuse, malgré ses incontestables qualités.

La tente-ombrelle (*umbrella tent*), construite par M. Richardson et exposée au nom de la Commission Sanitaire des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

États-Unis, est une grande tente circulaire de 6 mètres de hauteur et d'un diamètre de 7m85 à sa base, soutenue par une poutre centrale ; celle-ci est divisée en deux sections, et des pièces, qui rayonnent du centre au moyen d'un appareil spécial, tiennent la tente tendue à la manière d'une ombrelle ouverte. Les côtés sont soutenus par des cordes courtes, à l'insertion desquelles se trouvent un rideau de 0m65 de largeur, qui descend perpendiculairement sur le sol. La tente est construite avec une étoffe de coton appelé *cotton duck* et coûte 700 francs. Cette tente a des mérites réels : la ventilation y est bonne sur les côtés et à la partie supérieure ; elle peut être dressée promptement ; sa forme permet de la plier et de la transporter facilement, et l'intérieur en est spacieux et commode. Toutefois, aucune mesure n'a été prise pour la rendre imperméable à la pluie, et le mode de construction en est trop compliqué : plusieurs pièces sont trop fragiles ; les jointures doivent se disloquer aisément, et il n'est pas toujours facile en campagne de remplacer les unes ni de réparer les autres.

La tente d'ambulance exposée par la Commission Sanitaire américaine, et généralement employée par le gouvernement des États-Unis pendant la dernière guerre civile, a 14 pieds de longueur, 15 de largeur, et, au centre, 11 pieds de hauteur, avec parois latérales de 4 pieds 1/2 de haut. Elle est destinée à recevoir huit patients. Elle est maintenue par deux pieux et une poutre transversale, chacun ayant deux sections. L'une des extrémités est disposée de telle sorte qu'on peut y annexer une ou plusieurs tentes, et que toutes n'en forment qu'une seule avec toiture continue.

Cette tente est munie d'une aile ou toit supplémentaire, lequel repose sur la poutre transversale, et est élevé de plusieurs pouces au-dessus du véritable toit qu'il recouvre entièrement. La matière employée dans la construction de cette tente est l'étoffe de coton très-serré (*cotton duck*), dont il a été déjà parlé. Le prix total est de 300 francs. Les avantages que cette tente présente sont : simplicité, bon marché, forme carrée et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parois perpendiculaires, imperméabilité presque absolue de la toile, et enfin l'aile, laquelle, tout en offrant un abri supplémentaire contre la pluie et l'humidité, protège également contre les rayons du soleil et produit une fraîcheur suffisante, l'espace entre les deux toits restant ouvert. En outre, cette aile étant mobile, elle peut être ramenée en face de la tente quand le temps est beau et sec, et contribuer ainsi à augmenter l'ombre et la fraîcheur. Dans sa construction on a négligé d'assurer la ventilation par la toiture ; c'est là peut-être une faute. On pourra néanmoins y remédier facilement chaque fois que la ventilation par les extrémités paraîtra insuffisante. L'établissement de cette tente réglementaire offre assurément de grands avantages, et l'étoffe de coton dont elle est faite est moins perméable que la toile de lin, tout en étant beaucoup moins chère. Toutefois, l'expérience seule pourra faire savoir si cette étoffe est assez durable sous tous les climats pour pouvoir être employée partout avec économie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION VI

CHIRURGIE DENTAIRE

PAR LE DOCTEUR THOMAS W.-EVANS.

CHAPITRE I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Peu de branches de la science ont offert, dans leurs développements, un spectacle plus curieux et plus instructif que celui que présente l'histoire de la science dentaire. Si, d'une part, on peut en faire remonter l'origine aux époques les plus reculées, d'autre part, on doit reconnaître que cette science est restée stationnaire durant des siècles ; et l'on peut même ajouter que la profession du dentiste n'est devenue une vraie science que dans les temps modernes, alors qu'on s'est attaché à recueillir les traditions éparses, et à rattacher l'étude des opérations buccales aux autres études médicales, notamment à la physiologie et à l'anatomie.

Nous venons de dire que les premières traces de cette branche médicale se montrent dès la plus haute antiquité. En effet, quatre siècles avant l'ère chrétienne, Hippocrate, s'appuyant sur des expériences faites longtemps avant son époque, recommande l'emploi de dents artificielles, et il enseigne même déjà la manière de les attacher au moyen de fils métalliques. Il y a dans d'autres auteurs anciens des observations du même genre. On a trouvé, dans les tombeaux égyptiens, des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

momies dont les dents creuses avaient été obturées par une opération analogue à celle qu'on emploie actuellement ; toutefois, il convient de remarquer qu'il serait difficile de déterminer si cette opération avait eu lieu du vivant de l'individu ou après sa mort pendant l'embaumement.

Jusque vers la fin du XVIII^e^ siècle, on faisait les dents artificielles uniquement avec l'ivoire ou avec les dents d'hippopotame ; mais, en 1794, un chimiste français eut l'idée d'en fabriquer en porcelaine ; quoique très-défectueuses, elles étaient légères et d'une assez belle nuance. Grâce à cette invention, la profession dentaire fit de notables progrès, en France, en Allemagne et en Angleterre.

Peu de temps après la révolution américaine, deux praticiens, l'un Anglais, et l'autre Français, Robert Woofendal et le docteur Gardette, allèrent s'établir dans la jeune république des États-Unis. Le premier s'installa à New-York ; l'autre, le docteur Gardette, à Philadelphie. Ces deux hommes furent les initiateurs de la science dentaire en Amérique, où elle devait prendre un grand essor et faire de rapides et décisifs progrès. Dès la fin du siècle dernier, le docteur Hudson, de Philadelphie, substituait, pour obturer les dents creuses, l'or en feuilles au plomb dont on se servait anciennement, d'où l'expression « plomber » les dents. On peut dire, sans crainte de se tromper, que c'est aux États-Unis que se trouve aujourd'hui le foyer d'où part le mouvement progressif de la chirurgie dentaire. Les faits que l'on va rapporter étayeront, nous le croyons, cette assertion, en établissant que, depuis une trentaine d'années, de nombreux et intelligents efforts ont été faits pour maintenir à la profession du dentiste le caractère scientifique qui lui est propre.

§ 1. — Écoles et établissements de chirurgie dentaire.

A cet effet on a fondé plusieurs écoles spéciales de chirurgie dentaire où ceux qui se destinent à la profession reçoivent une instruction méthodique. La première école de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

genre fut établie à Baltimore en 1840, avec autorisation légale de délivrer des diplômes de capacité à ceux qui en auraient suivi les cours et qui y auraient subi les examens réglementaires. Depuis cette époque, cinq autres institutions du même genre ont été créées dans différents États de l'Union. Celle de New-York est la plus récente. Fondée avec l'autorisation et par ordre de la Législature de l'État, en 1866, cette école est aujourd'hui entièrement organisée et en pleine voie de prospérité. Les savants les plus distingués y occupent les différentes chaires et y enseignent l'histologie et la chirurgie dentaires, l'anatomie comparée et descriptive, la pathologie et la thérapeutique, la chimie et la métallurgie.

Déjà cette jeune faculté rivalise avec celles de Philadelphie et de Baltimore. Les professeurs de toutes ces écoles sont pour la plupart des dentistes, à l'exception des professeurs de chimie et d'anatomie de deux de ces établissements. On y enseigne, dans des cours annuels, la physiologie, l'anatomie, la chimie, la physique, la matière médicale, la thérapeutique et, plus spécialement, la physiologie de la bouche, les opérations buccales et la mécanique dentaire.

Les élèves de la Faculté de New-York reçoivent, comme ceux des Facultés de médecine, les leçons de clinique dans les hôpitaux. On voit que le diplôme de docteur-chirurgien-dentiste, délivré par cette institution, a presque la même valeur que le diplôme des Facultés de médecine; aussi la plupart des gradués de cette école de chirurgie dentaire y ont-ils en même temps le diplôme de médecin.

Parmi ces établissements, celui de Philadelphie surtout, reconnu en 1862 par la Législature de l'État de Pensylvanie, se distingue par l'instruction variée et solide qu'il donne aux élèves. Indépendamment des chaires qui se trouvent dans toutes les institutions, l'école de Philadelphie possède une infirmerie spéciale, dans laquelle sont traités *gratuitement* un nombre considérable de patients. Aussi les cours de clinique de cette école jouissent-ils d'une grande célébrité aux États-Unis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nombre des élèves s'accroît chaque année, et, grâce au zèle infatigable des hommes éminents qui professent dans sa Faculté, Philadelphie est devenue le centre de la science dentaire. A côté de ces écoles spéciales, il existe aux États-Unis de nombreuses sociétés de dentistes, telles que l'association de Brooklyn, la société odontographique de Pensylvanie, la société Américaine, celle des chirurgiens-dentistes de New-York, de Pensylvanie, de Michigan-Valley, de Philadelphie, etc. Il règne une grande émulation au sein de ces associations, qui correspondent entre elles et contribuent puissamment à faire marcher en avant la science à laquelle elles doivent leur origine.

En dehors des États-Unis il n'existe pas d'écoles spéciales de chirurgie dentaire ; toutefois, en Angleterre, on se préoccupe vivement de la nécessité d'établir des institutions analogues aux écoles américaines ; et, dans ces derniers temps, une tentative heureuse a été faite dans cette voie : en 1858, on a fondé à Londres un hôpital dentaire, qui, depuis cette époque, a rendu de bons services, grâce au zèle des praticiens qui y sont attachés. Quoique les fondateurs aient eu surtout en vue les bienfaits qu'un semblable établissement devait offrir aux classes indigentes, qui ne peuvent subvenir aux frais nécessités ordinairement par les opérations buccales, l'hôpital de Londres se rapproche, dans son organisation, des écoles de chirurgie dentaire américaines, en ce sens que ceux qui se destinent à la profession y trouvent un vaste champ d'investigation et que des cours de clinique y ont été institués. Indépendamment de cet établissement, il y a en Angleterre deux associations de dentistes dont les travaux se distinguent par leur variété et leur solidité.

Au surplus, l'Académie royale des chirurgiens de la Grande-Bretagne, dans le louable désir de maintenir la dignité de la profession dentaire, n'accorde le diplôme de chirurgien-dentiste qu'à ceux qui, après examen, justifient avoir suivi des cours réguliers dans les écoles reconnues par l'Académie,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

notamment des cours d'anatomie, de physiologie, de thérapeutique, de chimie, de chirurgie, de matière médicale et de clinique, dans un des hôpitaux de la Grande-Bretagne.

En Allemagne, on retrouve parmi les dentistes la même ardeur scientifique, surtout au sein de la Société de Vienne.

Du reste, en Angleterre, aux États-Unis, en France, en Allemagne, des revues nombreuses, surtout aux États-Unis, sont spécialement consacrées à la science dentaire, de sorte que le praticien peut constamment se tenir au courant des progrès de son art et des sciences collatérales.

§ 2. — Importance de la chirurgie dentaire.

L'exposé succinct, mais complet, que nous venons de faire de l'état actuel de la chirurgie dentaire et des progrès que cette science a réalisés depuis une trentaine d'années, aura suffi, nous le pensons, pour faire pressentir son importance pratique. On compte par milliers les opérations buccales qui se font chaque jour dans les grandes villes, telles que Londres, Paris, New-York, Vienne, Philadelphie et Berlin. Dans l'hôpital de chirurgie dentaire, à Londres, par exemple, dont nous avons parlé, plus de soixante-dix-huit mille opérations ont été pratiquées, et l'on compte, à New-York et à Philadelphie seulement, plus de mille ouvriers occupés à la fabrication des différents objets destinés à l'usage du chirurgien-dentiste. On comprend aisément qu'une science si généralement appliquée doive donner naissance à de nombreuses industries. Il faut au praticien des instruments très-variés, des pièces artificielles, des compositions diverses : il fait appel tantôt au chimiste, tantôt au pharmacien, plus souvent encore aux métallurgistes et aux fabricants d'instruments. Il emploie l'or, le platine, le plomb, l'argent et aussi, selon les circonstances, l'aluminium, le cuivre, le fer, le zinc, l'étain; tous ces métaux, soit à l'état pur, soit dans des compositions diverses. Pour ses instruments, il fait usage, le plus souvent, de l'acier le plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fin ; il lui faut aussi l'ivoire, la porcelaine, le caoutchouc, des gommes, des acides, des parfums, des gaz, et des préparations chimiques. Tout cela donne lieu autour de lui à des transactions souvent considérables, et dont les résultats devaient nécessairement paraître à l'Exposition du Champ-de-Mars, où les produits de toutes les industries humaines ont été offerts aux regards du curieux et du penseur.

Ayant à traiter ici des divers objets et appareils qui appartiennent à la chirurgie dentaire, nous avons pensé que de cette étude devait résulter pour nous, ou une nouvelle confirmation d'un principe que nous croyions juste, ou la démonstration de notre erreur.

Voici la question que nous nous étions posée et à laquelle, après une épreuve nouvelle, nous répondons négativement : le chirurgien dentiste peut-il et doit-il exposer au même titre qu'un artiste ou qu'un industriel ?

Lorsque le fabricant expose le produit de son industrie, l'artisan, l'objet qu'il a formé de sa main, l'artiste, le tableau qu'il a peint, la statue qu'il a modelée, ils présentent à l'appréciation du public et des experts des choses dont on peut juger le mérite, des objets qui, par eux-mêmes, mettent clairement en évidence l'habileté, l'intelligence, le talent ou le génie de leurs auteurs. Mais que peut exposer le dentiste pour montrer aux yeux du public, d'une manière incontestable, la supériorité de ses opérations? Le dentiste qui expose ne se trouve-t-il pas exactement dans la même position que le chirurgien qui prétendrait prouver sa supériorité professionnelle en exposant la jambe qu'il a amputée à côté de la jambe artificielle dont il a muni le patient? Alors même qu'un dentiste exposerait une pièce artificielle dont toutes les parties seraient d'un travail parfait, et qui aurait été construite avec les matériaux les plus avantageux, cette pièce prouverait-elle autre chose que l'habileté de l'ouvrier qui l'aurait exécutée et le goût du dentiste qui l'aurait commandée? Mais ce qu'il serait essentiel de savoir, ce qui intéresserait le public et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourrait seul montrer le mérite de l'exposant, reste inconnu : ce qu'il importerait, en effet, de savoir, c'est si le dentier a jamais été adapté à la bouche d'un patient, et si, dans ce cas, le patient s'en est bien trouvé. On pourrait en dire autant de tous les autres objets exposés par le dentiste au point de vue chirurgical, car il ne suffit pas d'exposer des mâchoires en plâtre, munies de dents artificielles, ou indiquant des opérations plus ou moins étonnantes; il faudrait, pour juger du mérite de l'opérateur, examiner le patient même sur lequel on prétend avoir opéré; il faudrait surtout connaître le résultat final de ces prodigieuses opérations.

Au reste, si, sur le continent européen, la plupart des praticiens se sont décidés à exposer des pièces artificielles et des spécimens de leurs opérations dentaires, il n'en est pas de même des dentistes anglais et américains. On les a vus rarement figurer parmi les exposants, et dans l'Exposition actuelle c'est à peine si l'on trouve quelques noms isolés de dentistes américains ou anglais.

Quelle est la raison de ce singulier contraste que l'on observe entre les praticiens du continent et ceux de l'Angleterre et des États-Unis? Pourquoi les dentistes de ces derniers pays ont-ils admis le principe de ne point exposer, tandis que les praticiens du continent semblent rechercher avec avidité toutes les occasions pour exposer publiquement différents produits et faire étalage de leurs pièces artificielles? Nous croyons que la réserve des dentistes anglais et américains doit être attribuée à l'influence qu'exerce sur eux l'instruction qu'ils reçoivent dans les écoles spéciales de chirurgie dentaire, écoles où on leur a inculqué le sentiment de la valeur et de la dignité de leur profession.

Toutefois, autant nous croyons fondé et juste le principe que les dentistes ne devraient pas figurer parmi les exposants, autant nous trouvons naturel que ceux qui produisent le matériel dont se sert la chirurgie dentaire exposent leurs produits. Ce sont là des objets qui témoignent de leur propre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valeur, sans qu'il soit nécessaire, pour les apprécier, de recourir à d'autres recherches. Pour les dentistes ayant exposé au Champ-de-Mars, nous nous conformerons à l'ordre établi, en examinant dans ce rapport les objets qu'ils ont étalés, après que nous aurons passé en revue l'exposition, beaucoup plus sérieuse, des producteurs du matériel dentaire.

CHAPITRE II.

PROTHÈSE BUCCALE.

§ 1. — Dents artificielles.

Parmi les objets les plus indispensables au chirurgien-dentiste, figurent au premier rang les dents artificielles. Produire de bonnes dents est chose beaucoup plus difficile qu'on ne le croit communément. D'une part, il faut que, par le choix des substances employées dans la fabrication, les dents soient d'une solidité suffisante; et, d'autre part, il faut que, par leur forme, leur transparence et leur couleur, elles offrent une ressemblance vivante avec les dents naturelles.

Il faut aussi qu'elles soient légères, qu'elles résistent aux variations de la température causées par le feu auquel il faut les exposer, et qu'elles puissent s'adapter facilement aux diverses conformations du maxillaire. Combiner ainsi la grâce et la beauté avec la solidité et la durabilité des dents est un problème que peu de fabricants ont su résoudre.

Aussi les praticiens ont-ils, jusque dans ces derniers temps, inséré volontiers des dents humaines et animales à la place de celles qui manquaient, à cause de la forme, de la légèreté et de la nuance de ces dents; mais leur prix élevé et la facilité avec laquelle elles se décomposent, et aussi l'odeur fétide qu'elles engendrent, les ont fait abandonner pour des dents artificielles incorruptibles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On fait encore de nos jours des dents artificielles avec les défenses de l'éléphant et les dents de l'hippopotame; mais ces dents se détériorant facilement, on donne la préférence aux dents minérales, lorsqu'elles sont légères, solides et bien nuancées.

Les dents de porcelaine sont les seules qui réunissent aujourd'hui ces qualités. Ces dents artificielles se composent de deux parties distinctes : la base et l'émail. La base se compose principalement de feldspath, de quartz et de kaolin; l'émail est une composition de feldspath avec quelques traces de quartz.

Pour se servir du quartz dans la fabrication des dents, on le chauffe au blanc, puis on le plonge dans l'eau froide, et enfin on le réduit en une poudre impalpable.

Le feldspath, dont se servent de préférence les fabricants américains, est une variété très-blanche et se trouve en abondance à New-Bedford, près Boston, et dans les environs de Philadelphie. Comme le quartz, on l'expose d'abord à une haute température; on le plonge ensuite dans l'eau froide, après quoi on le casse en morceaux, aussi réguliers que possible. Ensuite on en sépare les matières étrangères, on réduit les morceaux en poudre dans un mortier, ou mieux dans un moulin. Cette poudre est très-fusible, et, quand on la mêle au quartz ou au kaolin, elle s'infiltre comme une pâte subtile dans la masse et la rend translucide.

Quant au kaolin, avant de l'employer dans la fabrication des dents, on le lave soigneusement. Après que la partie la plus grossière s'est précipitée au fond du vase, on verse l'eau chargée des parcelles plus fines dans un autre vase pour l'y laisser jusqu'à ce que tout le kaolin se soit déposé, après quoi on jette l'eau et on fait sécher au soleil la précieuse poussière. Parfois on remplace avantageusement le kaolin par certaines variétés d'argile, telles que l'argile des environs de Baltimore. En préparant la pâte, surtout celle qui doit servir comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

émail, il faut soigneusement éviter que des parcelles de poussière nuisible ne s'introduisent dans la masse.

Lorsque les dents ont été moulées, on les place dans un creuset et on les expose à une chaleur tempérée qui, sans les vitrifier, les rende assez dures pour recevoir l'émail. Bien émailler les dents est une opération qui réclame beaucoup de soin. On commence par les nettoyer minutieusement avec un pinceau très-doux; puis on applique l'émail, qui doit avoir la consistance d'une crème épaisse. Lorsqu'on désire donner à la dent artificielle des reflets nuancés, on applique sur la couronne de la dent un émail d'une couleur quelconque, le plus souvent jaune, que l'on revêt ensuite d'une autre couche plus claire, en ayant soin d'en recouvrir légèrement les autres parties de la dent.

Pour donner aux dents en porcelaine ces fines nuances qui les font si fortement rechercher par les praticiens, on se sert de différents métaux et oxydes. Pour obtenir, par exemple, une nuance rose claire, on ajoute à la masse de l'émail ou de la base l'or oxydé; pour obtenir la couleur pourprée du sang, on y introduit l'oxyde de manganèse, et, pour donner aux dents la teinte grise avec le reflet bleu particulier à la dent naturelle, il est indispensable d'ajouter à l'émail du platine à l'état spongieux.

De ces différentes substances employées pour colorer les dents artificielles, les plus importantes sont le platine spongieux, l'or et le titanium oxydés. Avec ces trois éléments essentiels, on peut, en les mélangeant diversement, obtenir presque toutes les couleurs et toutes les nuances désirables.

On fabrique des dents artificielles en France, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre et aux États-Unis, mais ce sont ces deux derniers pays qui excellent dans cette fabrication difficile et délicate.

L'Exposition du Champ-de-Mars permet, du reste, de constater une fois de plus la perfection des dents artificielles et des instruments de chirurgie dentaire de l'Amérique. Parmi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les représentants de cette branche d'industrie figure au premier rang M. Samuel White, le successeur de Jones et White, de Philadelphie. Les dents qu'il expose sont d'une fabrication irréprochable, et imitent la nature. Leur surface douce, semi-opaque et émaillée, n'a point cette apparence de vitrification si désagréable dans la plupart des dents artificielles. La forme est excellente; elles reproduisent les différentes dents non-seulement de la mâchoire inférieure et supérieure, mais aussi des deux côtés de la bouche. Leur nuance est un mélange de brun et de jaune à la base, et d'un émail vif et clair à la partie tranchante de la dent. En même temps, elles sont légères et solides, et une longue pratique nous en a démontré la durabilité.

Les dents en bloc avec gencives en porcelaine, exposées par cette maison, sont de différentes grandeurs, et peuvent être, par conséquent, adaptées à toutes les bouches. Celles qui sont destinées à être montées sur caoutchouc durci sont munies d'un pivot avec tête qui les empêche d'être enlevées de leur base.

Parmi les objets exposés par M. White se trouve aussi une caisse d'instruments pour dentistes, laquelle renferme des objets variés, y compris d'excellents daviers. Tous ces instruments sont aussi soignés qu'ingénieux; ils pèchent même par un trop grand fini du travail et un luxe qui me semble déplacé. Pourquoi, en effet, orner de pierres fines et d'incrustation les daviers, les pinces et les autres instruments dont le dentiste se sert constamment ? Mais l'or en feuilles et l'or spongieux de M. White sont d'excellents produits.

La maison de M. White, qui a reçu en Europe et aux États-Unis de très-nombreuses récompenses, occupe 300 ouvriers et entretient plus de 100 agents en Europe et en Amérique.

MM. Ash et fils, de Londres, ont exposé des dents artificielles qui rivalisent sous bien des rapports avec les dents américaines, dont elles imitent l'émail et la forme, sans néan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins atteindre entièrement la même perfection. Leurs dents à plaques et en caoutchouc se rapprochent surtout de celles de M. White, de Philadelphie, et leur or en feuilles est très-remarquable. L'établissement de MM. Ash et fils rend de grands services aux praticiens européens par l'assortiment considérable de dents artificielles qu'il met à leur disposition. MM. Ash et fils ont droit à la reconnaissance des hommes de la profession, non-seulement à cause du choix varié qu'ils leur offrent, mais aussi à cause du zèle qu'ils mettent à perfectionner constamment leurs produits.

Les dents exposées par M. Lemale se distinguent par la beauté de leur nuance et de leur forme.

Parmi toutes les dents artificielles américaines, celles qu'exposent MM. Johnson et Lund, et qui sont destinées à être montées sur caoutchouc, se distinguent par une fabrication très-soignée.

Dans une petite boîte de modeste apparence se trouvent placées des dents artificielles admirables, qui constituent une invention nouvelle, et que ne sauraient trop apprécier les praticiens. Ce sont les dents de M. Samuel S. Stockton, de Philadelphie : dents avec pivot minéral et trou transversal, produit excellent de cette maison, établie depuis plus de trente ans.

Parmi les fabricants français, MM. Hôpital, Poirier et Billard ont exposé des dents artificielles. Celles de M. Hôpital, de Paris, imitent assez bien les dents américaines, et elles ont sur celles-ci l'avantage du bon marché; mais elles n'en ont ni la beauté ni la solidité.

§ 2. — Instruments de chirurgie dentaire.

Nous venons de mentionner les instruments de chirurgie et l'or en feuilles fabriqués par M. White. Nous ajouterons quelques observations sur ces deux articles.

La fabrication des instruments de chirurgie dentaire offre de grandes difficultés ; aussi, peu de fabricants ont-ils jusqu'à présent réussi à leur donner toute la perfection désirable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour préparer l'acier, on emploie de préférence du fer de provenance suédoise. Il faut donner aux instruments une trempe particulière, selon l'usage que l'on se propose d'en faire. Tremper l'acier, c'est, à proprement parler, lui donner d'abord une dureté plus grande que le nécessaire, et ensuite lui rendre une plus grande douceur en l'exposant à l'action d'une chaleur tempérée. Le degré de chaleur est différent selon la trempe qu'on veut laisser et la teinte que doit posséder l'acier : à 570° Fahrenheit (200° centigrades), on obtient un acier bien trempé et d'une belle nuance bleue ; à 430° (150°), on a un acier d'une nuance jaune paille et fortement trempé.

Parmi les instruments dont se sert le dentiste, les daviers forment une spécialité dans laquelle peu de fabricants excellent. Jusque dans ces derniers temps, on les fabriquait le mieux aux États-Unis ; mais aujourd'hui, M. Éverard, Français d'origine et établi à Londres, fait des daviers qui rivalisent avec les daviers américains. Les instruments pour aurifier les dents sont des objets très-délicats, et leur fabrication exige beaucoup de précautions. Ils sont de forme et de trempe très-variées. Les uns doivent être très-durs, pour couper l'émail ; les autres flexibles et élastiques, pour se prêter aux cas spéciaux ; d'autres enfin doivent se terminer en lime. M. Chevalier, de New-York, et M. Gemmeric, de Philadelphie, excellent dans ce genre de fabrication. Les instruments de chirurgie dentaire qui se font en Angleterre sont bien trempés, et les limes pour dentistes, fabriquées par M. Stubbs, de Londres, jouissent particulièrement d'une grande réputation. Il convient d'ajouter que depuis la dernière Exposition universelle, les fabricants français ont fait de remarquables progrès dans la fabrication de certains instruments spécialement destinés à la chirurgie dentaire. On peut même dire que les limes françaises sont de nos jours aussi bonnes que les limes anglaises. Celles qui sont exposées par M. Romelin, de Paris, par exemple, méritent d'être signalées à l'attention des praticiens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 3. — L'or dans la chirurgie dentaire.

Dans la chirurgie dentaire, on se sert de l'or sous différentes formes, soit qu'on veuille l'employer pour obturer les dents, soit le faire entrer dans la composition des diverses pièces artificielles. Pour ces pièces, l'opérateur doit employer l'or pur, ou du moins un or qui ne descende jamais au-dessous de 20 à 18 carats. Pour obturer les dents on emploie souvent l'or spongieux et l'or en copeaux (*shredded gold*); toutefois, on se sert le plus fréquemment de l'or en feuilles, dont on distingue plusieurs variétés dans la profession dentaire : l'or cohésif, l'or adhésif et l'or non adhésif. La fabrication de ces différentes variétés d'or est difficile ; car il faut que, tout en devenant très-malléable sous la main de l'opérateur, le métal offre néanmoins assez de résistance et de plasticité pour se souder à froid, se fixer solidement dans les cavités, et s'adapter régulièrement aux parois des dents.

Il y a des variétés d'or qui conviennent plus particulièrement à la fabrication de l'or en feuilles. L'or réputé pur ne l'est pas toujours d'une manière absolue; car il y a dans le commerce une certaine licence qui varie, pour l'or, de 1 à 2 millièmes, et on trouve dans l'or commercialement pur des parcelles de substances étrangères qu'il est très-difficile d'en séparer, telles que des parcelles de palladium et d'iridium. L'expérience nous prouve que l'or de certaines régions de la Californie, après avoir été épuré, est celui qui convient le mieux pour être réduit en feuilles à l'usage des dentistes. Pour se procurer une matière bien pure, il faut précipiter l'or chimiquement et le refondre ensuite. L'enclume sur laquelle on bat l'or en feuilles doit présenter une surface parfaitement propre, lisse et brillante comme celle d'un miroir. Le marteau dont on se sert doit être également propre et exempt de toute rouille. Autrement, quand on bat l'or, l'oxyde de fer se mêlerait mécaniquement au précieux métal, et lui enlèverait les pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

priétés qui le recommandent au praticien. Il convient aussi de battre l'or en feuilles dans une pièce bien aérée et où il n'y ait point de poussière qui puisse s'introduire dans le métal. Des précautions minutieuses doivent être observées relativement aux creusets dont on se sert pour fondre le métal.

Il faut faire usage de creusets dont la substance ne contient aucune trace métallique, car l'or le plus pur, fondu dans un creuset défectueux, perdrait quelque chose de sa pureté. Il faut également éviter de conserver l'or en feuilles dans des caisses de fer-blanc, parce que les surfaces brillantes ont une influence nuisible qui rend cassant l'or en feuilles. Ce n'est qu'en suivant toutes ces prescriptions et en observant toutes ces précautions qu'on parvient à préparer un or en feuilles qui réponde à toutes les exigences.

M. Abbey, de Philadelphie, justifie, par l'or en feuilles qu'il expose, l'ancienne réputation de sa maison, dont, depuis plus de vingt années, les produits surpassent toute autre fabrication de même nature. Cet or possède toutes les qualités essentielles pour aurifier les dents avec succès, soit qu'on veuille l'employer sans le recuire, soit que, pour le rendre adhérent, on le soumette à une température élevée. Il offre une grande uniformité d'épaisseur, de ténacité, de cohérence, de mollesse et une ductilité suffisante.

§ 4. — Emploi du caoutchouc.

Après avoir parlé des dents artificielles, de l'or en feuilles et de quelques autres objets destinés à la chirurgie dentaire, exposés au Palais du Champ-de-Mars, nous croyons devoir mentionner une substance qui a fait faire de grands et rapides progrès à la prothèse buccale, et qui se trouve au Champ-de-Mars dans presque toutes les vitrines : nous voulons parler du caoutchouc durci ou vulcanisé. Ayant eu occasion, dans un travail spécial, de traiter de cette substance, à l'égard de laquelle nous nous croyons fondé à revendiquer la priorité,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous nous bornerons à mettre en relief les nombreuses applications qu'elle a reçues dans la chirurgie.

La découverte du caoutchouc durci, quoique relativement récente, a cependant rendu plus faciles des opérations chirurgicales qui, avant cette découverte, offraient de notables difficultés. On emploie cette substance avantageusement quand les molaires doivent être très-hautes dans un dentier pour des deux mâchoires ; puis, surtout, quand l'absorption alvéolaire a été très-considérable dans la mâchoire inférieure ; et enfin quand, par suite de cette absorption, il est devenu nécessaire de remodeler et de restaurer la conformation primitive de la bouche et de la face. L'usage du caoutchouc est également précieux lorsque, par suite de blessures et d'opérations chirurgicales, un fragment d'os a été emporté ou enlevé, et qu'il faut remédier à ce défaut par des moyens artificiels.

Il y a encore d'autres cas où l'emploi du caoutchouc durci a donné des résultats qu'on n'aurait pas pu obtenir, je crois, par l'emploi d'une autre substance. Ce sont surtout des cas où l'os ayant été fracturé, il s'agit de le remplacer par une substance qui ait la consistance de l'os, afin de donner un appui suffisant aux parties molles.

Immédiatement après la guerre de Crimée, nous eûmes l'occasion de soigner plusieurs officiers français et russes, blessés à Sébastopol. La partie gauche de la mâchoire inférieure d'un des blessés français avait été entièrement fracturée, et une grande partie de l'os était perdue. Nous remplaçâmes l'os maxillaire par un appareil en caoutchouc, et, grâce à la propriété de cette substance de s'adapter à toutes les formes, nous réussîmes à restaurer entièrement la partie endommagée et à rendre à la mâchoire sa forme primitive.

Un cas semblable, mais plus grave, s'offrit pendant la guerre d'Italie, après la bataille de Solferino. Pendant que nous visitions les hôpitaux sur le théâtre des événements, notre attention fut appelée par le ministre de la guerre sur un officier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'os maxillaire de la mâchoire supérieure avait été complétement enlevé par une balle. Son état, d'abord alarmant, s'améliora; mais la nature de la blessure empêchait le patient de parler. Après la cicatrisation de la plaie, nous appliquâmes un appareil en caoutchouc qui, se substituant à l'os maxillaire qui manquait, donna à la face sa forme naturelle, offrit un appui aux parties molles, et rendit au blessé la faculté de parler.

Récemment encore, nous avons eu l'occasion de faire une opération analogue. Pendant la dernière insurrection polonaise, un général russe avait eu la mâchoire presque entièrement brisée par un coup de sabre. Cette fois encore, nous sommes parvenus à remplacer l'os maxillaire par un appareil en caoutchouc, et à donner à la face sa forme primitive, en même temps que nous rendions au général l'usage de la parole.

Une application non moins heureuse du caoutchouc durci a été faite également aux Etats-Unis. On se rappelle que, lors de l'assassinat du président Lincoln, M. Seward, le ministre des affaires étrangères des Etats-Unis, fut également victime d'une odieuse tentative. Il eut la mâchoire brisée par l'arme de l'assassin. Or, après de nombreux essais restés sans résultat satisfaisant, on réussit enfin à restaurer la mâchoire par l'application d'un appareil en caoutchouc.

Un des avantages essentiels de cette substance, avantage qu'on ne saurait trop apprécier au point de vue chirurgical, c'est qu'on peut, selon le degré de chaleur auquel on l'expose, lui donner de la dureté ou de l'élasticité. Il convient de remarquer aussi qu'on a là une substance inoxydable et incorruptible, de sorte qu'elle reste inaltérable au contact de la chair, et qu'elle n'envenime pas comme font la plupart des appareils métalliques auxquels on avait recours anciennement. Aussi, ne saurait-on trop applaudir à l'heureuse application qu'en font la plupart des chirurgiens, surtout en Amérique, où cette substance est constamment employée pour la construction des membres artificiels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ce dernier cas, le caoutchouc durci se recommande, en chirurgie, par une nouvelle propriété qui vient s'ajouter aux autres qu'il possède : c'est celle de s'assimiler facilement à plusieurs matières colorantes, de telle sorte que l'on peut lui donner la couleur de la chair; et lorsque, colorée de cette façon, on en fait un membre artificiel ou qu'on la substitue à quelque partie molle endommagée ou défectueuse, on obtient des résultats excellents (1).

Une qualité recommande encore le caoutchouc durci à l'attention du chirurgien dans quelques opérations spéciales et difficiles, c'est la possibilité qu'il présente de prendre, par un moulage convenable, la forme exacte des os ou des parties que l'on se propose de remplacer.

Toutes ces propriétés du caoutchouc en font une substance excellente pour préparer des palais artificiels. On les a faits d'abord avec du caoutchouc mou; mais, dans ces derniers temps, et grâce surtout à l'initiative de quelques chirurgiens américains, on en fabrique aujourd'hui la partie inférieure avec le caoutchouc durci et la partie supérieure avec du caoutchouc ordinaire.

Nous venons de signaler les avantages que les pièces artificielles en caoutchouc durci offraient en beaucoup de cas sur les pièces métalliques. Incessamment occupé depuis de longues années à rendre plus parfaite l'application de cette substance aux opérations buccales, nous étions curieux de voir quels étaient les perfectionnements que cette substance avait reçus depuis le jour où, le premier, nous avions eu l'idée de l'appliquer à des opérations dentaires.

Nous dirons que, après un examen attentif, nous n'avons pu découvrir des améliorations frappantes dans la composition

(1) Le caoutchouc durci bien foncé est un composé de 66 2/3 de caoutchouc et de 33 1/3 de soufre; pour colorer la matière en rouge, on emploie 44 parties de caoutchouc, 23 de soufre et 23 de vermillon; pour obtenir des nuances plus claires ou plus foncées, on ajoute, selon les circonstances, du zinc et des substances terreuses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même de la substance; mais on ne saurait nier que dans sa coloration quelques progrès n'aient été faits. Tous ceux qui ont pu s'assurer des bienfaits que la découverte de cette substance a répandus sur toutes les classes de la société, doivent s'applaudir en voyant que, sauf quelques praticiens arriérés ou obstinés, tous les dentistes se servent aujourd'hui du caoutchouc durci, soit pour remplacer des os ou des parties molles de la bouche, soit pour servir de base aux dents artificielles.

§ 5. — Emploi des anesthésiques.

Dans les opérations douloureuses, le chirurgien-dentiste emploie volontiers des substances anesthésiques, afin de supprimer la douleur chez le patient. Parmi ces substances, l'éther et le chloroforme ont été, jusque dans ces derniers temps, le plus souvent employés. L'éther produit sur le système nerveux une action analogue à celle des narcotiques, tandis que l'insensibilité déterminée par le chloroforme est le résultat d'une asphyxie des voies respiratoires. L'inspiration de l'éther et du chloroforme détermine souvent de graves accidents ; parfois même la mort. Aussi les chirurgiens, et particulièrement ceux des États-Unis, ont-ils cherché avec soin quelque autre substance capable de produire l'anesthésie locale ou générale, exempte des dangers que présentent l'éther et le chloroforme. Grâce aux efforts d'un dentiste américain, Horace Wells, l'attention des chirurgiens se porta sur le protoxyde d'azote, dont Humphry Davy, le célèbre chimiste anglais, avait déjà reconnu les précieuses propriétés. Après le docteur Wells, de nombreux chirurgiens américains, et parmi eux le docteur Colton, établirent par des milliers d'expériences la supériorité du protoxyde d'azote sur les autres anesthésiques dans la chirurgie dentaire, surtout lorsqu'il s'agit d'opérations qui peuvent être promptement effectuées. Le protoxyde d'azote, composé de 63,6 d'azote et de 36,4 d'oxygène, peut être respiré sans aucun danger quand il est parfaitement pur, et, en le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

respirant, on éprouve des sensations agréables plus ou moins accentuées. D'ingénieux appareils ont été construits en Amérique pour la préparation et l'inspiration de cette précieuse substance anesthésique.

§ 6. — Examen sommaire des produits exposés.

En examinant les objets exposés spécialement par les dentistes, nous voyons dans de nombreuses vitrines des spécimens d'opérations saisissantes. Mais, plus les modèles exposés sont étonnants, plus l'on se trouve embarrassé pour les juger. Remplacer les os maxillaires par des morceaux artificiels, redresser les parties défectueuses de la bouche et de la mâchoire, certes, ce sont des opérations délicates et difficiles ; mais, pour les apprécier, il ne suffit pas d'examiner attentivement la mâchoire exposée qui représente celle sur laquelle le dentiste a opéré. C'est surtout dans des cas semblables qu'il serait indispensable de savoir si ces opérations considérables étaient opportunes, et si elles ont atteint le but qu'on s'était proposé ; en un mot, si le sujet opéré a eu lieu de se féliciter des opérations qu'il a subies. Or, nous le répétons, devant ces objets, le jugement reste en suspens.

MM. Jacowsky et Debray, de Paris, ont exposé des spécimens d'opérations d'os maxillaires remplacés par le caoutchouc durci ; et M. Debray a placé dans sa vitrine une bonne pièce en caoutchouc vulcanisé, remplaçant l'os maxillaire. M. Préterre, de Paris, a exposé de nombreux dentiers et palais artificiels, ainsi que des pièces buccales très-variées. Les pièces artificielles exposées par M. Dejardin offrent une grande similitude avec celles de M. Préterre.

M. Duchesne expose des appareils pour l'éthérisation locale, qui m'ont semblé ingénieux et bien conditionnés; toutefois, nous devons ajouter que M. Favre, de Paris, fabricant d'instruments de chirurgie, réclame la priorité de cette invention, et cet instrument paraît être, du reste, une modification de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui de Richardson, de Londres. Quant à la clef couverte de caoutchouc qui se trouve dans la vitrine de M. Duchesne, c'est une invention fort ancienne. Le crampon qu'il expose est d'un modèle semblable aux daviers américains, et ses pièces artificielles en or et caoutchouc sont supérieures à beaucoup d'autres qui garnissent les vitrines voisines.

M. Gion, dentiste de Paris, expose un obturateur qui nous semble présenter quelque avantage dans les opérations du palais pour les cas où il est applicable. M. Ninck a produit de bonnes pièces en caoutchouc durci, et M. Weber, de Paris, expose des échantillons de caoutchouc noir qui, étant préparé sans matière colorante, est plus léger, plus durable et plus élastique. Sa préparation, qu'il fournit aux praticiens à des prix modérés, rend de bons services.

M. Paul Boyer a exposé des pièces artificielles comme la plupart de ses confrères de Paris. Il a ajouté à sa collection des machines-outils de son invention. Son four à air clos pour chauffer sans explosion les moufles qui servent à recevoir le caoutchouc pour le vulcaniser est un appareil fort ingénieux sans doute, mais nous craignons qu'il ne rende pas les services qu'en attend l'inventeur.

M. Rouy exhibe des morceaux faits avec soin ; toutefois, il y a trop d'embellissements dans ses pièces artificielles. A quoi bon guillocher ou charger d'incrustations des pièces qui doivent être, au contraire, très-simples et très-unies, puisqu'elles se trouvent en contact avec les parties molles de la bouche ? M. Crane expose des dents artificielles faites à la main : elles sont bien ouvrées.

M. Eberman, de Prague, et M. Pfeffermann, de Vienne, ont exposé des pièces artificielles qui, quoique lourdes, sont d'un assez bel aspect. M. Genotte, de Bruxelles, expose des dentiers sans ressorts, lesquels paraissent d'une bonne construction. Cadi Effendi, du Caire, a voulu également figurer à l'Exposition universelle ; mais les instruments de chirurgie dentaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il a soumis à notre examen, sont pour la plupart tombés en désuétude aujourd'hui. Toutefois, en égard au pays qu'il habite, les objets qu'il expose indiquent qu'un mouvement progressif s'y fait sentir dans les choses de la science.

M. Allen, de New-York, expose des pièces de gencives continues qui, devant être mises sur du platine, deviennent lourdes, mais qui sont très-belles.

§ 7. — Elixirs et poudres dentifrices.

Il y a encore un grand nombre de dentistes parmi les exposants du Champ-de-Mars ; mais il serait superflu de les énumérer, puisque les objets qu'ils exposent n'offrent aucune nouveauté. Çà et là quelques échantillons d'opérations plus ou moins authentiques ; partout des dents artificielles, montées avec plus ou moins d'élégance ; partout des boîtes et des flacons contenant des poudres et des eaux merveilleuses dont il est impossible à l'œil de constater les vertus.

Tout en nous déclarant incompétent pour porter un jugement sur les poudres et les élixirs exposés que nous n'avons pu examiner de près, nous sommes loin de méconnaître la grande importance de ces articles dans la pratique dentaire. L'hygiène de la bouche est une chose essentielle pour la conservation des dents, et, par suite, pour celle de la santé en général. La fabrication de dentifrices et d'élixirs a pris, dans ces derniers temps, un développement rapide, notamment à Paris, où la production atteint une valeur considérable, grâce à la qualité de l'alcool que l'on prépare en France et à l'abondance de cet article sur les marchés français. Dans la fabrication des élixirs et des poudres dentifrices, on doit avoir en vue de livrer à la consommation des substances médicinales dissimulées par des matières odorantes et agréables au goût. Aussi longtemps que les fabricants ne s'éloignent pas de ce principe,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on doit, au point de vue de l'hygiène, encourager leur industrie.

Peut-être ce rapport aura-t-il fait comprendre combien sont nombreuses et intéressantes les industries qui se rattachent à la science dentaire. S'il en a été ainsi, nous aurons pleinement atteint le but que nous nous étions proposé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 12

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET MATÉRIEL DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

SOMMAIRE :

Section I. — Observations générales, par M. Lissajous, professeur au lycée Saint-Louis, membre du Jury international de 1862.

Section II. — Appareils d'électricité et de magnétisme, par M. Privat-Deschanel, professeur au lycée Louis-le-Grand.

Section III. — Appareils d'astronomie, d'optique, de géodésie et appareils divers, par M. Lissajous.

Section IV. — Uniformité des poids et mesures, par M. de Lapparent, ingénieur des mines.

Section V. — Appareils de densimétrie, par M. Van Baumhauer, membre de l'Académie des sciences des Pays-Bas, membre du Jury international de 1862.

Section VI. — Instruments de mathématiques et modèles pour l'enseignement des sciences, par M. Grateau, ingénieur civil des mines.

Section VII.— Modèles d'anatomie, par M. le docteur Tillaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 12

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET MATÉRIEL DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

SECTION I

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

PAR M. LISSAJOUS.

Les produits de la classe 12 sont nombreux et variés ; ils comprennent tout ce qui peut servir à la recherche ou à la démonstration des vérités scientifiques. Ce vaste cadre renferme tous les instruments de travail employés dans les sciences mathématiques, physiques et naturelles ; il faut en excepter les appareils de démonstration de l'enseignement élémentaire et de l'enseignement professionnel, ainsi que les instruments de chimie qui ont tenu place dans d'autres classes.

La classe 12 présente donc, soit dans son ensemble soit dans ses détails, la manifestation la plus palpable du mouvement scientifique auquel nous assistons depuis quelques années, et dont les diverses évolutions se traduisent tôt ou tard par des progrès sérieux dans l'industrie. Il faut faire dans ce mouvement deux parts essentielles : celle des recherches et celle de la vulgarisation.

Les recherches doivent une grande partie de leurs succès à l'exécution parfaite et précise des instruments destinés à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détermination rigoureuse des lois constantes de la science. Sous ce rapport les progrès sont manifestes. La construction des grands instruments d'astronomie a reçu d'importantes améliorations, et il est possible aujourd'hui d'obtenir, avec des instruments portatifs et de petite dimension, une précision comparable à celle des grands instruments d'observatoire. Les méthodes relatives au tracé des divisions circulaires deviennent plus parfaites et plus sûres ; les lunettes réalisent un double progrès dans la fabrication des matières destinées à l'exécution des objectifs puissants, et dans les méthodes de travail propres à assurer leur pouvoir optique ; les télescopes à miroir de verre argenté, joignant à un prix réduit une perfection croissante, contribuent à vulgariser les recherches d'astronomie physique. En géodésie et en topographie, le progrès se manifeste à la fois par une meilleure construction dans certains instruments et par l'invention d'instruments nouveaux, spécialement pour la mesure des distances. Mais c'est surtout dans la branche de l'électricité que se font remarquer les appareils les plus curieux par l'originalité de leur conception et la nouveauté de leurs effets. Ce sont, d'une part, les machines à plateau donnant l'électricité sans frottement, imaginées presque simultanément par M. Holtze et M. Topler, mais que M. Holtze a réalisées sous les formes les plus simples et les plus variées. C'est la machine de Ladd dont le principe appartient à M. Wheatstone, et qui nous montre un faisceau de fer doux à peine aimanté, empruntant aux courants qu'il développe dans une bobine tournante des charges de magnétisme de plus en plus fortes, qui en font, en quelques secondes, un aimant d'une énergie extrême, capable de développer par induction un courant assez puissant pour produire la lumière électrique. Ces appareils constituent une des manifestations les plus curieuses de la transformation du travail mécanique en électricité ; en même temps qu'ils fournissent à la science une confirmation éclatante de la doctrine qui ramène à l'unité les diverses forces physiques, ils offrent à l'industrie des moyens nouveaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de produire cet agent précieux, dont les applications deviennent tous les jours plus importantes et plus variées.

L'emploi de la lumière électrique pour l'éclairage des phares, qui était à l'étude en 1862, est aujourd'hui réalisé d'une façon définitive, grâce à la disposition simple et commode des machines magnéto-électriques de la Compagnie Berlioz, et à l'heureux fonctionnement des régulateurs électriques de M. Serrin et de M. Foucault. A côté de cette solution déjà complète du problème de l'éclairage électrique, d'autres solutions sont tentées dans la machine de Wild, qui ne figure pas à l'Exposition, et dans celle de Ladd; solutions précieuses, surtout par la voie nouvelle dans laquelle elles engagent la science, mais dont la valeur pratique ne peut encore être appréciée, faute de longues épreuves et d'expériences comparatives avec les moyens qui aujourd'hui sont généralement adoptés.

Dans l'ordre des sciences naturelles, les recherches sont facilitées par la perfection croissante des microscopes, dont l'Angleterre et la France nous offrent les spécimens les plus parfaits. Les méthodes d'injection atteignent, entre les mains de M. le Dr Hyrtel, de Vienne, une perfection des plus remarquables; enfin, grâce à M. Brunetti, de Padoue, la conservation indéfinie des viscères est résolue par des moyens assez parfaits pour anéantir tous les germes de destruction, tout en conservant aux tissus leur structure propre, au point de leur permettre de subir, longtemps après la préparation, l'épreuve décisive du microscope.

A côté du développement toujours croissant des recherches scientifiques, se manifeste, à notre époque, un grand mouvement de vulgarisation. Commencé en Angleterre, dans les leçons célèbres de l'Institution royale de Londres, dans les réunions de l'Association Britannique pour l'Avancement des Sciences, il se continue en France et dans les autres pays et se révèle dans les produits de la classe 12 par des dispositions spéciales dans les appareils, dont l'effet est de substituer, à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vision directe des phénomènes, la contemplation de leur image agrandie et projetée sur un large écran. Ces moyens, universellement adoptés aujourd'hui, permettent de rendre visible à un vaste auditoire des expériences qui, dans le laboratoire du savant, s'exécutent sur une petite échelle, ou des phénomènes que leur dimension véritable ne rend accessible à la fois qu'à un petit nombre d'observateurs. L'emploi des photographies amplifiées à l'aide de la lanterne magique a été un des plus puissants auxiliaires de ce genre d'enseignement, et nous regrettons de ne pas voir figurer à l'Exposition les photographies à éléments mobiles imaginés par M. Bourbouze, invention ingénieuse, dont l'enseignement de la mécanique est appelé à tirer un grand parti.

Parmi les éléments de vulgarisation de la science, le bon marché est un des plus puissants. A cet égard, l'exposition de la classe 12 présente de curieux spécimens dans les boîtes de mathématiques, les instruments de dessin et les mesures métriques, que diverses maisons françaises construisent à des prix entièrement réduits. Rien n'est plus propre à répandre et à favoriser la pratique des travaux graphiques, si utiles à ceux qui doivent appliquer les sciences. Nous devons aussi signaler comme éminemment utile la création de jouets scientifiques et d'appareils à très-bon marché, propres à inspirer de bonne heure le goût des sciences à la jeunesse. Ce système, qui fait des délassements de l'enfance une occasion d'instruction et d'observations utiles, est pratiqué depuis longtemps en Angleterre, et commence à se répandre en France. M. Statham, dans l'exposition anglaise, nous présente une collection des plus complètes et des plus curieuses pour l'étude de la physique, de la chimie et de l'histoire naturelle. L'exposition de M. Gaiffe, en France, se fait remarquer par un certain nombre d'instruments de physique construits dans la même pensée. Citons aussi les microscopes de M. Lebrun (France), dont l'extrême bon marché est éminemment propre à répandre le goût des observations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indépendamment du point de vue pratique et utile, l'exposition de la classe 12 doit aussi être considérée au point de vue de l'art.

Cet ordre de considération n'est point à négliger, et ce n'est point en vain que le nom d'artiste est attribué aux hommes habiles et distingués qui réalisent, sous la forme la mieux étudiée et l'aspect le plus heureux, les appareils de recherche et les instruments de mesure. S'il est permis au savant, dans la période d'enfantement des découvertes scientifiques, de demander à des organes grossiers, assemblés à la hâte, le moyen de matérialiser en quelque sorte ses inspirations, il n'est pas permis à l'artiste d'avoir le même dédain de la forme. Son œuvre, longuement étudiée, ne doit point présenter les négligences inséparables de l'improvisation. A lui est réservée la mission de donner aux manifestations matérielles des progrès scientifiques la forme définitive sous laquelle elles doivent entrer dans l'enseignement et figurer avec honneur dans les collections. Aussi, dans cet ordre de travaux, le choix des matières, la forme des couleurs, rien n'est indifférent.

Aux supports conviennent, comme matière, la fonte brute, comme forme, la simplicité et l'aspect massif, comme couleur, les tons sombres; dans les autres parties, le laiton et le bronze, protégés contre l'oxydation par un vernis transparent qui ne doit point en fausser le ton propre et en dissimuler l'éclat métallique. Quant à la forme, celle qui satisfait l'œil est presque toujours la plus convenable, car l'expérience prouve que les formes les plus pures et les plus harmonieuses sont en même temps celles qui réalisent l'emploi le plus économique de la matière et la meilleure distribution des résistances.

Dans la construction des instruments de précision, un artiste habile sait toujours réunir la légèreté et l'élégance à la solidité.

Sauf quelques écarts de bon goût échappés à des artistes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont les uns ont péché par excès, les autres pardéfaut, coupables, les uns d'afféterie, les autres de négligence, les produits de la classe 12 se distinguent, en général, par l'heureux choix des formes : la France, l'Angleterre et la Prusse présentent à cet égard des spécimens entièrement remarquables. Le progrès tend à se généraliser; le bon goût n'est plus le privilége exclusif de quelques constructeurs; les bonnes traditions se transmettent d'atelier en atelier et de pays en pays par les ouvriers qui vont se former à l'école des meilleurs artistes, et cette diffusion tend à amener dans les instruments de précision une unité de style qui laisse cependant à chacun la libre manifestation de son originalité. Il est à remarquer aussi que les pays autrefois tributaires de la France, de l'Angleterre et de l'Allemagne, pour les produits de la classe 12, tendent à s'affranchir et à fabriquer eux-mêmes. C'est ainsi que le Portugal possède, dans l'Institut industriel de Lisbonne, un atelier où se fabriquent des instruments de précision dont la construction est excellente; le Brésil un bon fabricant d'instruments de marine et de physique, et que l'Égypte elle-même, où s'accomplissent en ce moment de si grands travaux, peut employer aux opérations de topographie et d'arpentage les instruments fabriqués dans les ateliers de précision de Boulaq, sous la direction de M. Langlois.

En résumé, l'exposition de la classe 12, supérieure à ce qu'on a vu aux expositions précédentes, par la variété et la perfection des produits exposés, accuse, dans ce genre d'industrie, un ensemble de progrès en rapport avec la marche ascendante des sciences, et un développement secondé par la diffusion croissante des notions scientifiques et l'extension des relations internationales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION II

APPAREILS D'ÉLECTRICITÉ, DE MAGNÉTISME ET DE PHYSIQUE MÉCANIQUE

PAR M. PRIVAT-DESCHANEL.

CHAPITRE I.

APPAREILS D'ÉLECTRICITÉ, DE MAGNÉTISME, DE CHALEUR, ET INSTRUMENTS DIVERS.

§ 1. — Moteurs électriques.

On ne saurait signaler depuis la dernière exposition aucune grande découverte quant à la production ou à l'application de l'électricité; l'emploi de ce précieux agent s'est seulement généralisé, et un grand nombre d'améliorations de détail ont été apportées dans des appareils déjà connus; c'est ce qui a eu lieu notamment dans la télégraphie électrique, dont nous n'avons pas du reste à parler dans ce rapport.

On peut même remarquer un temps d'arrêt très-prononcé dans certaines recherches, celles particulièrement qui se rapportent aux moteurs électriques. Dans l'Exposition universelle de 1855, plusieurs beaux modèles d'électro-moteurs furent présentés au jugement du Jury; on n'en peut signaler aucun véritablement digne d'intérêt dans l'Exposition de 1862, et quant à l'Exposition actuelle, ceux qui y figurent ne paraissent pas destinés à réaliser un progrès pratique notable, et sont d'ailleurs exposés à l'état de petits modèles physiques e

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non à l'état d'appareils susceptibles de supporter un examen industriel.

Nous citerons parmi les exposants de ce genre d'appareils l'abbé Poitevin (lazariste), qui a heureusement utilisé un moyen employé par Froment pour atténuer les fâcheux effets de l'étincelle de l'extra-courant; M. Kravogl (Autriche), M. Gaiffe (France), M. Trouvé, auteur en particulier de moteurs extrêmement réduits dans leurs dimensions et ajustés d'une façon très-ingénieuse. Les machines électro-motrices sont intéressantes, en ce sens qu'en les considérant au point de vue théorique, elles paraissent présenter de grands avantages, car elles utilisent dans de fortes proportions la chaleur dans laquelle se convertit finalement l'action chimique. Mais, d'une part, les matériaux propres à la production de cette chaleur (zinc et acides) sont d'un prix très-élevé; d'autre part, les rapport des dimensions des électro-aimants et de l'intensité des courants ne sont pas encore absolument connus, si bien qu'il existe là une double difficulté dont on pourra avoir raison plus tard, mais qui explique très-bien le temps d'arrêt que nous venons de signaler.

§ 2. — Machines électriques.

Dans la production de l'électricité statique, on peut signaler un genre nouveau de machines et qui est digne d'un grand intérêt. Au lieu de développer les fluides électriques par le frottement continu de deux corps, on électrise une fois pour toutes un système dont l'influence permanente sur un appareil mobile détermine la production continue de l'électricité. M. le professeur Holtz a fait connaître, dans le courant de l'année 1865, une machine de ce genre, dont M. Rhumkorff expose un modèle construit avec le soin qui distingue tous les appareils sortis de la main de cet artiste éminent. Dans cette machines, deux armatures en carton sont disposées symétriquement sur un plateau fixe et correspondent à deux fenêtres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pratiquées sur le plateau. Un plateau pareil au précédent, mais mobile, est placé à une petite distance du premier. Lorsqu'on le met en mouvement après l'électrisation de l'une des armatures, deux conducteurs en communication avec des peignes métalliques, placés en regard des fenêtres, se chargent, pendant toute la durée du mouvement, d'électricités positive et négative, que l'on peut utiliser pour diverses expériences. Il est inutile d'indiquer ici comment les théories ordinaires rendent compte de cette curieuse production d'électricité, mais on doit y voir un nouvel et intéressant exemple de la conversion du mouvement en électricité tout à fait comparable à la conversion du mouvement en chaleur que l'on observe dans l'appareil si connu de M. Foucault.

Indépendamment de la machine de Holtz, M. Rhumkorff expose plusieurs beaux appareils, dignes en tout point de ceux qui lui ont valu sa grande réputation, et auxquels le grand prix national de 50,000 fr. a été décerné, un appareil d'induction grand modèle, un appareil de M. Foucault, pour la conversion du mouvement en chaleur, destiné au lycée Louis-le-Grand (cet instrument présente plusieurs modifications heureuses permettant d'enlever et de placer commodément le disque tournant); un grand galvanomètre de projection; une pile thermo-électrique de M. Edmond Becquerel; un grand modèle, avec des dispositions nouvelles, de l'appareil de Melloni; une machine électro-magnétique de Nollet, destinée à l'École polytechnique. Cette machine peut être considérée comme le type de celles que l'on emploie aujourd'hui pour la production de la lumière électrique dans les phares, et dont on dira quelques mots tout à l'heure.

Citons encore un modèle de lampe de mineur emprunté à l'expérience de la lumière électrique dans les gaz très-raréfiés (tubes de Geissler). Depuis quelques années, on a cherché dans cette expérience un moyen de remplacer la lampe de Davy, et déjà la Société d'Encouragement a décerné plusieurs récompenses pour des appareils de ce genre.

On trouve d'ailleurs dans la vitrine de M. Rhumkorff des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tubes construits par M. Geissler lui-même. Il est juste de remarquer à ce sujet que la fabrication des tubes de Geissler a été introduite en France par MM. Alvergniat frères, très-habiles souffleurs de verre, et qu'aujourd'hui beaucoup d'artistes les exécutent si bien que plusieurs des modèles exposés par eux sont tout au moins comparables à ceux que l'inventeur, M. Geissler, a envoyés lui-même.

La machine de Holtz a été exposée par différents constructeurs. M. Schultz (Berlin) en a présenté un modèle bien exécuté. M. Rohrbeck (Berlin) expose un modèle modifié par l'inventeur lui-même et fort intéressant. Les plateaux horizontaux, mobiles tous les deux, reçoivent un mouvement de rotation contraire. Aux extrémités des diamètres rectangulaires sont placés quatre conducteurs métalliques armés de peignes qui agissent les uns au-dessus, les autres au-dessous des plateaux. Ces conducteurs sont groupés deux à deux, et se terminent par des boules servant de pôles.

L'exposition de M. Vesselhoff (Russie) renferme une machine de Toppler, conçue à peu près à la même époque que celle de Holtz, présentant avec cette dernière une analogie évidente, mais dans laquelle une très-grande complication n'est pas suffisamment rachetée par l'intensité des effets obtenus.

M. Bertsch est l'auteur d'une machine fondée, comme celle de M. Holtz, sur l'influence. Ici le plateau mobile est unique; au bas se trouve établi, d'une façon fixe, un secteur en caoutchouc électrisé; deux peignes diamétralement opposés et communiquant chacun avec un conducteur métallique recueillent les électricités contraires développées par influence sur le plateau. On peut considérer cet appareil comme un électrophore à fonctionnement continu.

Les machines électriques ordinaires de Ramsden sont souvent remplacées aujourd'hui par les machines de Winter, dont M. Hempel (France) expose un très-beau modèle. Ces machines présentent un seul frottoir, et un collecteur enveloppé de bois verni. Ces deux organes sont placés d'ailleurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux deux points diamétralement opposés du plateau. La distance considérable du frottoir et du collecteur rend les décharges latérales plus difficiles, et, à égalité de diamètre, les machines de ce système paraissent plus puissantes que les machines ordinaires.

Des machines de ce genre, heureusement modifiées par M. le colonel d'Ebner, figurent à l'exposition du ministère de la guerre (Autriche).

§ 3. — Piles.

Peu d'appareils nouveaux pour la production des courants hydro-électriques peuvent être signalés dans l'Exposition actuelle; le Jury a toutefois remarqué avec intérêt la pile du colonel d'Ebner, qui est une modification intéressante de celle de Smée. Le platine ou l'argent platiné est remplacé par du plomb platiné; le zinc est formé de lames minces disposées dans un vase en porcelaine, dont le fond renferme du mercure. On a utilisé ces piles pour l'inflammation des torpilles.

Les piles thermo-électriques de M. Marcus de Vienne constituent un progrès très-important. On sait en effet que les courants thermo-électriques s'affaiblissent tellement vite dans des circuits tant soit peu résistants qu'il est à peu près impossible d'obtenir des effets chimiques, à moins d'employer un très-grand nombre d'éléments. Ainsi, 120 couples, fer et platine, sont au moins nécessaires pour la décomposition de l'eau. Ce résultat peut être obtenu, avec une pile de M. Marcus, de 30 éléments; on peut avec elle alimenter un électro-aimant à fil long, faire fonctionner un télégraphe, etc.; M. Rhumkorff expose et construit ces nouveaux appareils, qui sont formés par des couples de sulfure de cuivre et de maillechort; on élève la température des soudures à l'aide du gaz de l'éclairage. La commodité d'emploi de cet agent et l'économie de sa production peuvent faire prévoir une utilisation sérieuse des courants thermo-électriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 4. — Machines électro-magnétiques.

Nous avons eu à examiner les machines électro-magnétiques de M. Berlioz, directeur de la compagnie l'Alliance, qui sont employées depuis déjà longtemps pour faire fonctionner divers phares et notamment ceux de la Hève.

Ces machines ne sont en réalité autre chose que des machines de Clarke de grandes dimensions; elles paraissent avoir pour type la machine construite par M. le professeur Nollet. La force motrice nécessaire pour les mettre en mouvement ne dépasse pas 4 chevaux pour une lampe de phare de première classe. Plusieurs simplifications ont été faites à l'appareil primitif, et il convient de signaler particulièrement celle qui consiste à supprimer le commutateur. Le changement successif du sens du courant semblait indiquer la nécessité de cette commutation ; mais elle ne serait en réalité nécessaire que dans le cas où la machine serait employée pour produire le dépôt des métaux dans un atelier de galvanoplastie.

Il est juste de remarquer que c'est au zèle persévérant et à l'intelligence de M. Joseph van Malderen que sont dus les perfectionnements divers qui ont amené finalement la machine à pouvoir fournir d'une manière suffisamment économique la lumière électrique des phares.

Les machines électro-magnétiques sont, à vrai dire, des appareils dans lesquels on se propose de transformer le mouvement mécanique en électricité; elles présentent, au point de vue doctrinal, un intérêt d'autant plus grand que la transformation sera plus complète, c'est-à-dire que l'on emploiera une plus petite quantité de l'agent qui doit former le terme de l'opération: à ce point de vue, il convient de signaler les essais remarquables faits par MM. Wild et Ladd, dans ces derniers temps.

La machine de M. Wild n'est pas exposée. Elle se compose essentiellement d'une machine de Clarke (système Siemens),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnant un premier courant; celui-ci est employé à aimanter un électro-aimant de grandes dimensions, par rapport auquel fonctionne une seconde bobine mobile. C'est donc une espèce de pile, dont le second élément présente évidemment une tension supérieure à celle du premier.

La machine de M. Ladd fonctionnait tous les jours dans la galerie des machines anglaises; elle a excité une très-légitime curiosité, due à la hardiesse et à l'originalité du principe sur lequel elle se fonde. Elle se compose de deux faisceaux de fer doux parallèles entre eux, entourés de fils conducteurs et présentant à chaque bout une armature circulaire. Deux bobines de Siemens sont placées dans chacun des deux couples d'armature qui terminent les barreaux.

Supposons que l'on fasse circuler d'abord un courant dans l'hélice; il en résultera une aimantation par suite de laquelle on pourra obtenir un courant dans l'axe des bobines. Ce courant, envoyé dans l'hélice, accroîtra l'aimantation du fer ; mais, à raison du magnétisme remanent, cette aimantation pourra s'accroître successivement à chaque révolution de la bobine, si bien qu'elle finira par être très-intense. Si alors on met en mouvement la seconde bobine, on pourra obtenir un courant capable de produire les effets ordinaires de la pile. Le modèle exposé correspond à peu près en puissance à une pile de 30 forts éléments de Bunsen. On remarquera dans cet appareil un amorcement qui n'est pas sans analogie avec celui que nécessitent les machines de Holtz, et dont la nécessité doit sans doute être attribuée à une rupture d'équilibre dans un sens *physique* déterminé.

§ 3. — Régulateur de la lumière électrique.

Les appareils destinés à fixer la lumière électrique se sont notablement perfectionnés depuis 1862. M. Duboscq, auteur d'un instrument de ce genre, en a amélioré suffisamment la construction primitive pour qu'ils soient aujourd'hui répandus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans presque tous les cabinets de physique et employés constamment dans l'enseignement.

M. Jaspar et M. Gaiffe ont exposé chacun un modèle de régulateur, dont le mécanisme simple permet l'établissement à un prix peu élevé.

Dans l'appareil de M. Jaspar, le mécanisme se réduit à un levier mobile, à l'une des extrémités duquel s'attache une corde qui, s'élevant sur une poulie de renvoi, vient supporter à sa partie supérieure le charbon positif; le charbon négatif fixé vers le milieu du levier a une course moitié moindre, de façon que le mouvement se produit proportionnellement à l'usure. L'embrayage est produit par un fer doux fixé au support du charbon négatif, et qui s'engage dans une hélice magnétisante lors du passage du courant.

Ce système d'embrayage employé, croyons-nous, pour la première fois par M. Archereau, a été adopté aussi par M. Gaiffe. Les charbons sont mis en mouvement par un rouage moteur dont le ressort joue aussi le rôle de ressort antagoniste pour équilibrer l'action de l'hélice magnétisante.

Dans le régulateur de M. Serrin le porte-charbon supérieur a la forme d'une potence fort lourde, qui glisse à frottement doux dans un tube vertical directeur. La partie inférieure de cette potence forme crémaillère et engrène avec une roue dentée, dont l'axe porte une poulie sur laquelle s'enroule une chaîne métallique, laquelle, guidée par une poulie de renvoi, vient se fixer à la tige qui porte le charbon inférieur. De cette disposition résulte la solidarité des deux charbons qui vont au-devant l'un de l'autre et dans un rapport de marche déterminé par les rayons de la roue et de la poulie. La régularisation de distance des charbons est commandée par le courant lui-même, qui passe dans un électro-aimant formé d'une bobine dans l'intérieur de laquelle se meut une sorte de contact en fer doux. Quand le courant passe, il y a attraction et le contact s'abaisse. Si le courant cesse ou faiblit, un système de deux ressorts relève le contact : or ce dernier est attaché au som-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

met d'un parallélogramme articulé, qui par un bras latéral supporte la poulie de renvoi. Quand le contact est attiré, le sommet s'abaisse, par suite la poulie et le charbon inférieur; les deux charbons se séparant, l'arc voltaïque s'établit et son amplitude dépend de l'énergie du courant. En même temps que la déformation du parallélogramme sépare les charbons, elle produit l'arrêt de l'engrenage par un doigt fixé à un de ses côtés.

Les appareils automatiques de M. Serrin, déjà récompensés plusieurs fois, ont été finalement acceptés par l'Administration des Phares. Nous devons dire toutefois que l'instrument dernièrement proposé par M. Foucault, de l'Institut, et que M. Duboscq construit avec quelques heureuses modifications, paraît avoir sur tous ceux qui ont été expérimentés jusqu'ici une supériorité réelle. Susceptible d'être placé dans toutes les positions, puisqu'aucun organe n'agit par son poids, il produit d'ailleurs, suivant les besoins, l'avance ou le recul des charbons, ce qui est d'une grande importance. Ce dernier avantage est obtenu à l'aide d'un double rouage planétaire que M. Eichens a heureusement appliqué à un régulateur dont il est question dans la partie du rapport qui a trait à la géodésie. Le degré particulier de stabilité de l'appareil de M. Foucault et d'indépendance des pièces par rapport à la verticale le rendent spécialement propre à l'éclairage des théâtres et des feux de navire. Un des modèles fonctionne sur le yacht du prince Napoléon.

§ 6. — Galvanomètres et voltamètres.

Parmi les galvanomètres, nous avons remarqué particulièrement celui qu'a envoyé M. Thomps, et qui se trouve exposé par la maison Elliot. Dans cet appareil, chacune des aiguilles est munie d'un multiplicateur spécial. L'une d'elles est masticquée au dos d'un miroir légèrement concave, que soutient un fil de cocon. On fait tomber sur le miroir la lumière d'une lampe passant à travers une fente dont l'image est renvoyée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur un écran placé au centre de courbure du miroir et près de la fente elle-même. Le sens et l'intensité des déviations de cette image permettent d'apprécier l'existence du courant, avec un degré extrême de sensibilité.

Le galvanomètre marin du même auteur présente quelques disposition particulières. L'aiguille unique est renfermée dans une enveloppe de fer doux, qui la rend indifférente à l'influence du magnétisme terrestre; une fenêtre placée dans cette enveloppe permet de viser le miroir que porte l'aiguille et d'en constater les déviations. La déviation est combattue par la réaction de torsion d'un fil métallique auquel l'aiguille se trouve suspendue.

On a remarqué encore avec intérêt le voltamètre à bascule construit à l'atelier de physique de Genève. Lorsque la cloche est pleine d'hydrogène, ou quand on veut interrompre l'expérience, on peut faire basculer et provoquer l'écoulement du gaz. Ce résultat étant facile à obtenir sans que les communications soient interrompues, on peut prolonger l'action décomposante de la pile autant qu'on le veut.

§ 7. — Aimants.

La découverte des électro-aimants a fait négliger, comme étant d'un intérêt secondaire, les études relatives à la construction d'aimants artificiels plus ou moins puissants. L'Exposition présente toutefois quelques modèles qui ont dû attirer l'attention.

MM. van Wetteren (Hollande) exposent des aimants en fer à cheval, pouvant supporter un poids de 50 kilogrammes, et conservant, ce qui est remarquable, cette force portative lorsque la charge vient à être arrachée.

Des déclinomètres destinés à la mesure de la déclinaison par la méthode de Gauss, et construits avec beaucoup de soin, sont exposés par la maison Elliot d'une part, et se rencontrent aussi dans l'exposition de la Bavière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 8. — Chronoscopes.

Les chronoscopes destinés à mesurer de très-petits intervalles de temps, et qui ont été particulièrement appliqués à l'étude du mouvement des projectiles, sont des applications intéressantes de l'électricité. On sait que le principe de ces appareils consiste à faire mouvoir uniformément un cylindre, et à produire dans une direction fixe, parallèle aux génératrices, deux points correspondant au commencement et à la fin du phénomène dont on veut connaître la durée.

M. Hardy expose un chronoscope qui avait déjà figuré à l'Exposition de Londres, et à l'aide duquel M. Martin de Brettes a exécuté un grand nombre d'expériences intéressantes. Cet appareil, très-bien exécuté, permet de mesurer avec exactitude un intervalle de $\frac{1}{500000}$ de seconde.

On voit encore dans la classe 12 française un bel appareil exposé par M. le capitaine Schultz, et dans lequel se trouvent réunis divers perfectionnements. L'appareil proprement chronoscopique a été construit par Froment. Un diapason, dont le mouvement est entretenu par un mécanisme dû à M. Lissajous, trace sa courbe oscillatoire sur la surface du cylindre, et donne ainsi d'une façon certaine les intervalles de temps égaux, de façon à se mettre tout à fait à l'abri des irrégularités du mouvement du moteur. Ce n'est point exagérer, sans doute, que de porter à $\frac{1}{50000}$ de seconde la durée du temps qui peut être appréciée à l'aide de cet appareil.

Le procédé qui permet de mesurer un intervalle de temps très-petit à l'aide de la courbe que trace un organe vibrant a été employé dans un appareil que nous mentionnerons également ici. C'est une machine d'Atwood de petite hauteur, construite par M. Bourbouze et dans laquelle le temps de la chute se déduit du tracé de la vibration d'une lame élastique sur un tambour à surface enfumée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 9. — Appareils divers relatifs à la chaleur.

Parmi les appareils destinés à l'étude de la chaleur, nous mentionnerons les instruments destinés à la reproduction des expériences de M. Regnault, construits par M. Golaz, le grand appareil de Melloni, exposé par M. Rhumkorff, et le thermomètre électrique de M. Becquerel. Ce dernier appareil se compose de deux pinces thermo-électriques, dont l'une est dans l'atmosphère et l'autre dans le laboratoire. Un galvanomètre placé dans le circuit marque zéro lorsque les deux pinces sont à la même température; il suffit donc, lorsque l'aiguille est déviée, de chauffer ou de refroidir la seconde pince de façon à la ramener au zéro, pour connaître la température de l'air.

CHAPITRE II.

APPAREILS DE PHYSIQUE MÉCANIQUE.

§ 1. — Machines pneumatiques.

La construction des machines pneumatiques a été l'objet, dans ces dernières années, de notables perfectionnements. En 1855, M. Bianchi exposa un modèle en fonte à un seul corps et à double effet, qui s'est assez répandu depuis cette époque, et qui est en effet d'un usage très-commode. Le mouvement de va-et-vient était obtenu par la rotation d'un volant commandant une manivelle dont le bouton était guidé par une glissière fixée au corps de pompe, celui-ci étant lui-même rendu oscillant.

A l'Exposition de 1867, on a remarqué les machines exposées par M. Deleuil, auquel l'ensemble de son exposition a mérité les suffrages les plus flatteurs.

La construction de ces machines repose sur un principe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamétralement opposé à celui qui guidait jusqu'à présent les constructeurs, et qui consistait à supprimer aussi absolument que possible les espaces nuisibles. M. Deleuil emploie un piston métallique présentant des rainures parallèles, et qui ne touche nulle part le corps de pompe ; il existe entre les deux une très-petite distance, d'ailleurs, d'environ 1/50 de millimètre. Ce piston libre est ainsi entouré d'une sorte de bourrelet gazeux qui en forme l'unique garniture. Malgré cet espace nuisible permanent, et à raison de la difficulté connue depuis longtemps qu'ont les gaz à se mouvoir dans les espaces très-étroits, le vide se fait d'une manière parfaite, et l'on peut voir dans la vitrine du constructeur des tubes de Geissler, qui ont été obtenus avec une machine pneumatique du système nouveau. Nous ne voulons pas affirmer que, sous le point de vue de la limite du vide, les machines de M. Deleuil donnent des résultats meilleurs que les anciennes, mais, en restant dans la limite moyenne, la seule nécessaire d'ailleurs dans la plupart des expériences, il est certain qu'on trouve un très-grand avantage dans ce système qui supprime les huiles, diminue le frottement et l'usure, et empêche l'échauffement, si souvent nuisible dans ces appareils. Les machines sont à double effet, et c'est à l'aide d'un engrenage de la Hire, commandé par un volant, que l'on obtient le mouvement du piston.

M. Deleuil a également exposé une machine de compression construite d'après le même système, et qui permet de comprimer l'air à cinq atmosphères ; divers modèles de balance, dont il sera question un peu plus loin, et en particulier une balance à marteau automatique, destinée à mesurer très-exactement la quantité d'huile brûlée par une lampe carcel dans un temps donné. Cette balance est établie dans un pavillon représentant le modèle des bureaux de vérification du pouvoir éclairant du gaz. D'après le traité de la Compagnie avec la Ville, le gaz fourni doit être tel que, brûlé dans un bec réglementaire, sous la pression de $0^{m}002$ à $0^{m}003$ d'eau, il fournisse, sous un volume de 25 à 27 litres, une flamme égale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en intensité à celle d'une carcel brûlant dans le même temps 10 grammesd'huile de colza épurée. La balance de M. Deleuil indique automatiquement, par le choc d'un marteau sur un timbre, le moment où la lampe placée sur un de ses plateaux a brûlé 10 grammes d'huile. Ce résultat est obtenu à l'aide d'un petit marteau mobile autour d'un axe placé à la partie inférieure de l'aiguille, et qui se trouve soutenue pendant tout le temps que le fléau est incliné sous l'action d'une surcharge primitivement égale à 10 grammes. Quand les 10 grammes sont consommés, l'aiguille revient dans la verticale et la dépasse un peu ; dès lors le marteau retombe et frappe un timbre placé sur son passage.

Indépendamment des machines pneumatiques de M. Deleuil, on trouve dans la classe des modèles dus à divers constructeurs et qui ont pour objet le perfectionnement de ces utiles appareils. MM. Alvergniat exposent une machine à faire le vide par la communication du récipient avec le vide barométrique. Cette machine, avec laquelle ils construisent les tubes de Geissler, présente des robinets en verre dont la perfection a été depuis longtemps reconnue par les savants. M. Kravogl (Autriche) a construit une machine à piston entourée de mercure, de façon à rendre l'espace nuisible nul, qui donne d'excellents résultats. M. Thenard fils a exposé un grand modèle de machine pneumatique à mercure destinée à l'industrie ; mais cet appareil de grandes dimensions demandant l'emploi d'un moteur, n'a pu être examiné dans la classe 12.

§ 2. — Gyroscopes.

Parmi les instruments de physique exposés dans la classe 12, et relatifs à la mécanique des solides, il en est quelques-uns qui méritent une mention spéciale, comme se liant à une question qui, très-anciennement traitée par les géomètres, n'a reçu qu'à une époque relativement récente la marque vraiment expérimentale : ce sont les gyroscopes. Ces appareils, de l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vention de M. Foucault, construits primitivement par M. Froment, sont destinés à mettre en évidence la fixité de l'axe de rotation d'un corps tournant. On en trouve plusieurs modèles chez les exposants français et étrangers. Parmi les premiers, on peut citer M. Hardy comme ayant fait de très-intelligents efforts pour décomposer l'appareil complet et rendre sensible sa théorie par une manifestation simple. Ainsi, on trouve chez lui de petits gyroscopes dont la chape peut être saisie d'une main. Si l'on essaye avec l'autre de changer la direction de l'axe, on reconnaît qu'il faut pour cela un effort très-marqué. D'autres appareils montrent comment l'action de la pesanteur peut être, pour ainsi dire, détruite par la rotation; notion très-simple au fond, mais qui est susceptible toutefois de se présenter à l'esprit sous une apparence paradoxale.

§ 3. — Pandynamomètre de M. Hirn.

M. Hirn, si connu du monde savant par ses recherches originales et profondes sur la théorie mécanique de la chaleur, a soumis à l'examen, dans la classe 12, un nouvel instrument de son invention, destiné à mesurer le travail fourni par un moteur quelconque.

Dans l'état actuel de la science, ce problème se résout, soit par le frein de Prony, soit par les dynamomètres de rotation à poids ou à ressort. Par le premier, on fait une véritable substitution du frein à l'usine, et le travail du premier étant connu, on en déduit le travail transmis pendant la marche ordinaire du moteur. C'est, somme toute, le moyen le plus pratique, car, quand il s'agit de très-puissants moteurs, l'installation des dynamomètres de rotation présente d'assez grandes difficultés. Dans les deux cas, c'est toujours un intermédiaire auquel on a recours; et s'il se présente de très-grandes variations dans le travail, ce qui est très-fréquent, il faut, pour ainsi dire, une disposition nouvelle pour chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

période, ce qui amène une expérimentation assez longue, si l'on veut être correct; sans parler de bien des cas où elle est véritablement impossible.

M. Hirn a eu l'idée de faire accuser le travail d'une manière continue par l'arbre même du moteur, à l'aide d'une indication qu'il suffira de traduire ensuite numériquement par une expérience statique. C'est une idée ayant quelque analogie avec celle qui sert de base à l'indicateur de Watt.

Le principe sur lequel s'appuie le pandynamomètre est le suivant. Si l'on imagine un arbre transmettant le travail d'un moteur à une usine ou à un outil quelconque, par suite de la résistance qu'éprouve cette transmission, l'arbre sera tordu, et deux traits situés sur le prolongement l'un de l'autre, aux deux extrémités de l'arbre, éprouveront un déplacement relatif pendant la marche de la machine, pour revenir sur le prolongement l'un de l'autre dans l'état de repos. Cette torsion est à la fois le signe et la mesure du travail transmis. Supposons que, pendant un temps déterminé, on puisse, par un procédé exact, mesurer la valeur moyenne de cette torsion et puis qu'au repos on mesure l'effort qu'il faut exercer dans le sens de la rotation pour la reproduire, il est évident qu'en multipliant cet effort par la vitesse du point d'application pendant le travail, on aura précisément la valeur numérique de celui-ci.

L'instrument de M. Hirn est disposé de façon à donner l'indication continue de cette torsion de l'arbre. A cet effet, deux roues d'engrenage sont calées aux deux extrémités, commandant deux autres roues pareilles; toutefois, une roue intermédiaire détermine le mouvement de ces dernières en sens contraire. Chacun des axes des dernières roues porte une roue d'angle engrenant avec une roue d'angle différentielle, laquelle est folle sur un levier qui commande un mécanisme traçant. On voit d'après cela que tout mouvement de torsion de l'arbre, qu'il soit en repos ou en mouvement, sera accusé par un déplacement de position du levier. L'auteur, par des dispositions ingénieuses dont nous n'avons pas à donner ici le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détail, a obtenu une amplification notable de ce déplacement et son inscription graphique sur une feuille de papier. Sous cette forme, l'appareil porte le nom de pandynamomètre différentiel.

M. Hirn a employé un second mode d'évalution de la torsion que constitue le pandynamomètre électrique. Que l'on imagine aux deux extrémités de l'arbre deux poulies en matière isolante, sur lesquelles on ait ménagé deux traits conducteurs sur le prolongement l'un de l'autre. Des fils conducteurs en rapport avec une pile sont traversés par un courant qui, au moment du contact, pendant le repos de l'arbre, traverse au même point un cylindre couvert de papier chimique. S'il se produit une torsion, on n'aura pas seulement un point impressionné, il y en aura deux, dont l'écart angulaire mesurera précisément la torsion. La disposition des organes accessoires du pandynamomètre électrique est considérée par l'auteur comme un peu moins sûre que celle du pandynamomètre différentiel, dont il recommande plus particulièrement l'emploi.

L'appareil de M. Hirn constitue une invention importante, au moment où toutes les recherches physiques peuvent aboutir à une mesure de travail; elle se lie très-heureusement aux travaux théoriques de l'auteur et méritait une mention toute spéciale.

CHAPITRE III.

MACHINES PROPRES A LA MESURE DES LONGUEURS ET DES POIDS.

---

§ I. — Machines à diviser.

L'exposition de M. Dumoulin-Froment, gendre et successeur du regrettable Froment, renferme, entre autres objets dont l'ensemble lui a valu une précieuse récompense, plusieurs modèles des belles machines à diviser, dont tout le monde a apprécié la haute précision et l'exécution parfaite. A côté des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produits de cet artiste éminent, on peut citer les machines à diviser de M. Perreaux, qui déjà, en 1855 et 1862 ont été jugées d'une manière très-favorable. Si, sous le rapport de la stabilité des organes du compteur, elles peuvent être placées au-dessous des machines de Froment, elles ont sur ces dernières l'avantage d'être d'un emploi plus simple et d'un prix moins éleyé. En raison de ces circonstances, ces machines, surtout le petit modèle, se sont très-répandues, et en fournissant ainsi aux professeurs un moyen simple d'exécuter eux-mêmes leurs divisions, on peut dire avec justice que M. Perreaux a contribué aux progrès généraux de la physique expérimentale.

Indépendamment des appareils déjà présentés aux expositions précédentes : (machines à diviser, dont la vis a 1/2 millimètre de pas, grand et petit modèle ; comparateur à aiguilles indicatrices ; sphéromètre et cathétomètre), M. Perreaux a exposé une petite machine à diviser, qui n'a pu être terminée à temps pour fonctionner sous les yeux du Jury, mais qui paraît digne d'intérêt.

La vis micrométrique a 4 millimètres environ de diamètre, et le pas est de 1/10 de millimètre. Fixée entre deux pointes, cette vis porte une roue à rochets de 300 dents, ayant un développement total de 31 centimètres, d'où il suit qu'une dent correspond à $\frac{1}{3000}$ de millimètre. Des micromètres au $\frac{1}{3000}$ sont encore inconnus, et on peut dire qu'il n'y a de vraiment acquis à la science que les micromètres au millième. Pour que la machine de M. Perreaux donnât un pareil résultat, il faudrait qu'il existât, entre la disposition géométrique et les autres organes de l'appareil, une harmonie au sujet desquels l'expérience n'a pu encore se prononcer.

§ 2. — Instruments divers.

Divers appareils déjà connus ou exposés, se rapportant à la mesure des longueurs, figurent dans l'Exposition actuelle. Nous citerons : le cathétomètre de M. Perreaux, instrument

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien conçu, bien équilibré et très-apprécié des physiciens; le comparateur, du même fabricant, permettant de comparer les mesures linéaires bout à bout ou trait à trait; le comparateur de M. Tresca, exposé par M. Dumoulin-Froment, destiné à la comparaison des mesures linéaires aux diverses températures; la jauge de M. Froment; le sphéromètre de M. Giordano (Italie), dans lequel le contact de la vis centrale est accusé par le passage d'un courant.

§ 3. — Balances et poids.

Il s'est fait depuis quelques années de grands progrès dans la fabrication des balances, soit pour la construction des fléaux, soit pour le réglage des points de suspension, soit pour la matière employée dans la construction elle-même, soit pour l'appropriation de l'appareil à des usages déterminés.

Le choix du fléau constitue évidemment le point capital de la construction de l'appareil. Quelque ingénieux que soient les moyens de réglage, si le fléau n'a pas le degré d'invariabilité nécessaire, les résultats seront nécessairement erronés.

Or, trouver une forme de fléau qui réunisse à la rigidité convenable la légèreté sans laquelle il n'y a pas de sensibilité, c'est un problème de mécanique appliquée fort délicat, et sur lequel il y a encore beaucoup à faire. L'emploi des leviers évidés, couramment usités depuis quelques années, a fait faire à la question un pas décisif; mais le choix entre les différents systèmes peut donner lieu encore à bien des recherches intéressantes.

On peut considérer comme un utile progrès l'emploi de la fonte, soit pour les fléaux, soit pour les supports des appareils; la rigidité spéciale de cette substance la désigne naturellement pour cette application. L'aluminium dans les balances d'essai et de grande précision n'a pas été employé autant qu'on aurait pu le croire, il y a quelques années, soit que le prix de ce métal, toujours fort élevé, ait été un obstacle, soit que, en réalité,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on ait reconnu qu'il ne jouit pas d'un degré d'inaltérabilité aussi grand qu'on l'avait supposé.

Indépendamment des balances destinées au commerce et qui se rapportent à une autre classe, l'Exposition de 1867 est très-remarquable par la variété et la qualité sérieuse des balances de précision qu'elle renferme. On peut citer comme ayant été particulièrement l'objet de l'attention des juges compétents :

M. Sacré (Bruxelles), dont les balances pour les essais d'or et d'argent et pour les expériences habituelles de physique et de chimie, sont depuis longtemps connues et appréciées des savants ;

M. Grabhorn (Genève), constructeur de balances d'essai extrêmement sensibles, et qui sont le perfectionnement de celles sur lesquelles un rapport très-favorable fut fait autrefois à la classe d'industrie de Genève, par Colladon ;

M. Kravogl (Autriche), présentant une balance d'essai pouvant supporter sur chacun de ses plateaux 100 grammes avec une sensibilité de 1 dixième de milligramme.

M. Horn (Berlin) présente aussi de très-belles balances. Nous avons remarqué un modèle pesant 50 grammes au dixième de milligramme, et un autre pesant 1 kilogramme au demi-milligramme.

M. Reimann (Berlin) emploie, pour l'appréciation des fractions, un système que présente aussi M. Hempel (France), et qui consiste à faire courir une aiguille dépendant du fléau lui-même sur un cercle divisé placé au-dessous. Ce système ne saurait être préconisé, quand on veut une grande rigueur d'appréciation, mais il peut rendre des services pour la comparaison rapide des poids, et il est d'un emploi très-commode.

M. Deleuil (Paris), dont la maison s'est toujours distinguée dans la fabrication des balances, a présenté plusieurs pièces dignes d'intérêt : une balance grand modèle portant 5 kilogrammes, sensible au demi-milligramme ; une balance de disposition nouvelle et fort utile dans les laboratoires de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

physique et de chimie : elle est placée dans une cage dont la partie supérieure renferme tout ce qui constitue la balance proprement dite ; quant à la partie inférieure, elle est complétement libre et peut recevoir divers appareils, tels que des ballons propres à la détermination de la densité des gaz ; une balance spéciale pour la vérification des poids et mesures ; une balance automatique, analogue à celle dont nous avons parlé à propos du photomètre, mais qui est spécialement destinée à régler le poids du métal déposé par voie électro-chimique. A cet effet, le timbre est remplacé par un commutateur qui supprime le courant au moment où le dépôt est effectué.

MM. Collot frères ont exposé une belle série de poids en cuivre platiné, représentant toutes les subdivisions du kilogramme, et une grande balance en fonte, pouvant porter 35 kilogrammes, avec une sensibilité de 5 milligrammes.

Nous avons remarqué dans l'exposition de M. Bailly deux modèles de démonstration intéressants et très-bien exécutés pour la balance de Roberval et pour la balance romaine de M. Béranger.

Nous rappellerons, en terminant ce qui se rapporte aux balances, que les deux kilogrammes types des Archives et du Conservatoire ne sont pas tout à fait identiques. Le kilogramme de l'Observatoire est plus léger que celui des Archives d'une quantité qui, en 1844, a été évaluée par MM. Arago, Laugier, Mauvais et Gambey à 13 centièmes de milligramme, et en 1860, par MM. Regnault et Morin, à 28 centièmes de milligramme. Sans se prononcer sur celle de ces différences qui doit être définitivement acceptée, on peut dire qu'elles sont l'une et l'autre fort petites, et à peu près à la limite de celles que le calcul de la réduction de la pesée de l'air au vide permet d'atteindre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE.

§ 1.— Thermomètres, baromètres, hygromètres, anémomètres.

Un grand nombre de baromètres et de thermomètres figurent à l'Exposition, mais nous n'avons pu les soumettre aux essais, qui seuls pouvaient en constater la valeur. Nous avons toutefois remarqué particulièrement les instruments de M. Beck (Londres), de M. Alvergniat et de M. Danger (France), et surtout ceux de MM. Baudin (France), dont quelques-uns se recommandent par des dispositions ingénieuses.

Un grand nombre de baromètres métalliques ont été exposés ; les uns de très-grandes dimensions, les autres, au contraire, très-petits. M. Richard, auteur des premiers, emploie plusieurs tubes à actions concordantes; il a imaginé aussi de compenser l'influence de la température par l'action d'un ressort placé dans le tube.

M. Naudet a envoyé à l'Exposition une collection variée de baromètres du système Vidi, auxquels il donne le nom d'holostériques. Il a également eu l'idée d'enfermer le cheveu de l'hygromètre de Saussure dans une boîte où il est tendu par un ressort, les mouvements de l'aiguille se produisant sur un cadran extérieur.

Nous citerons encore une sorte de diagramme spécial, destiné à suppléer au calcul qu'exigent les indications du psychronomètre. Deux spécimens se trouvent, l'un chez M. Cavalleri (Italie), l'autre chez M. Edson (États-Unis).

§ 2.— Météorographes.

L'idée d'enregistrer graphiquement les observations météo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rologiques est naturellement fort ancienne, et cela est tout naturel, car, dans cet ordre d'études, les conditions primitives de la production du phénomène échappant complétement à l'observateur, il se trouve dans la nécessité de les conclure de l'examen comparatif des faits. Ce n'est donc pas dans la mesure précise de quelques phénomènes, mais bien dans la comparaison d'un très-grand nombre, que l'on peut espérer voir surgir une loi plus ou moins générale. En d'autres termes, il faut s'attacher bien davantage à l'allure, à la physionomie générale des faits, qu'à leur examen individuel. Les enregistrements graphiques, surtout quand ils sont continus, atteignent très-bien ce but, et c'est pour cela que les météorologistes ont de tout temps cherché des appareils propres à les obtenir. L'aimantation temporaire du fer, sous l'action des courants, a fourni un moyen tout naturel de produire les inscriptions par l'action de certains contacts avec des organes mobiles, et c'est maintenant à peu près exclusivement avec des électro-aimants que l'on obtient le fonctionnement automatique des enregistreurs.

Nous avons remarqué un grand nombre d'appareils de ce genre, tous très-dignes d'intérêt. Ceux de MM. Gros-Claude (Genève) se recommandent par une grande simplicité. Les instruments dont on veut enregistrer les indications sont munis d'aiguilles plates, flexibles, mobiles dans une direction perpendiculaire à leur plan, et munies d'une pointe. Une détente, commandée par une horloge, s'abat à des intervalles égaux sur l'aiguille, qui marque ainsi des traits sur un papier mobile destiné à cet effet.

L'appareil de MM. Hasler et Escher, directeurs de l'atelier fédéral des télégraphes suisses, nous a paru d'une construction très-remarquable. Il se compose d'une série de pointes libres disposées sur une ligne horizontale et correspondant à chacun des instruments. A des moments déterminés, et sous l'influence d'un mécanisme électrique, ces pointes sont poussées contre un papier mobile. L'instrument enregistre huit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

directions du vent, sa vitesse, la quantité de pluie, la température et la pression.

Nous donnerons, en terminant, quelques détails sur le grand météorographe du P. Secchi, directeur de l'Observatoire Romain. Toutes les dispositions de ce bel appareil n'ont pas peut-être la simplicité qu'on pourrait désirer, mais l'ensemble est extrêmement intéressant, et, chose importante, les transcriptions ont un grand degré de clarté, et la variation quotidienne des éléments météorologiques se manifeste très-nettement à l'aspect du registre.

Le météorographe du P. Secchi enregistre, sur deux feuilles placées sur les faces opposées de l'appareil, la température, la pression atmosphérique, la direction et la vitesse du vent, l'état hygrométrique, l'heure de la pluie et la quantité totale d'eau tombée. Les deux feuilles, en papier quadrillé, sont tendues sur un cadre qu'une horloge fait descendre verticalement d'une manière uniforme, mais toutefois avec une vitesse différente. L'une d'elles emploie deux jours à se déplacer dans sa totalité, et l'autre dix. C'est sur ces feuilles mobiles que les crayons enregistreurs tracent les courbes ou les points destinés à montrer la valeur et la marche des éléments météorologiques.

La courbe thermométrique est tracée par un crayon qui dépend d'un thermomètre métallique. C'est un fil de laiton d'une longueur assez considérable, tendu par un poids dont la dilatation se transmet par l'intermédiaire d'un levier.

Le baromètre employé par le P. Secchi est le baromètre-balance, d'invention assez ancienne, si je ne me trompe, mais qui était à peu près oublié. Il se compose d'un tube en fer, contenant le mercure et flottant dans l'intérieur de la cuvette. Ce tube est lié, à sa partie supérieure, à un levier qui commande le crayon. Si la pression atmosphérique vient à varier, du mercure entre dans le tube ou en sort : de là une variation dans la poussée, qui fait descendre ou monter le tube lui-même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La direction du vent s'obtient par des contacts divers, qu'une sorte d'alidade mobile avec l'axe qui porte la girouette établit par son mouvement sur la base de l'appareil. La vitesse résulte du nombre de tours fait par un petit moulinet placé à une certaine distance ; elle se manifeste par des traits parallèles qui représentent l'espace parcouru par le courant d'heure en heure. L'heure de la pluie est accusée par un crayon dont le mouvement est déterminé par celui d'une petite roue à augets, placée sous une gouttière, et qui se met naturellement à tourner aussitôt que la pluie commence.

La quantité totale de pluie s'enregistre à l'aide d'un flotteur, placé dans un vase étroit, qui dépend de l'udomètre. L'élévation graduelle du flotteur fait tourner un disque de carton, sur lequel un crayon marche de la circonférence au centre, avec une vitesse déterminée ; la déviation angulaire du trait totalise évidemment la quantité d'eau.

L'enregistrement de l'état hygrométrique constitue une des parties les plus compliquées du météorographe. Le P. Secchi se sert du psychromètre et en enregistre les indications par la méthode du contact électrique avec le mercure, méthode employée pour la première fois par M. Wheatstone. A chaque quart d'heure, un petit chariot se met en mouvement et fait descendre deux fils de platine dans les thermomètres. Aussitôt qu'a lieu le contact avec le mercure du thermomètre sec, un courant passe et détermine le tracé d'un crayon qui se meut dans un sens perpendiculaire à celui du papier. Quand vient le contact du mercure du thermomètre mouillé, une sorte de relais entre en fonction et interrompt le premier circuit; le crayon cesse de tracer et ne recommence à marquer un tracé inverse que lorsque, dans le mouvement rétrograde de l'appareil, la pointe de platine du thermomètre mouillé cesse de toucher le mercure. Les extrémités des traits successifs donnent donc, de quart d'heure en quart d'heure, les points de la courbe du thermomètre ordinaire, et la longueur de ces traits indique la différence de niveau de laquelle dépend l'état hygrométrique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION III

INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE TOPOGRAPHIE, DE MARINE, D'OPTIQUE ET D'ACOUSTIQUE

PAR M. LISSAJOUS.

CHAPITRE I.

INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE ET DE GÉODÉSIE.

Les instruments d'astronomie doivent tout à la fois augmenter la puissance de pénétration de l'œil, afin de permettre à l'observateur d'étudier la constitution physique des corps célestes, et fournir le moyen de mesurer avec exactitude la position des astres dans le ciel, afin d'en déduire les lois de leur mouvement. Ce double but est atteint par l'emploi des télescopes et des lunettes, et leur application à des instruments de mesure propres à opérer, soit dans le méridien, soit en dehors du méridien.

§ 1.— Télescopes et lunettes.

Les télescopes à miroir métallique sont employés surtout en Angleterre, où la plupart des amateurs d'astronomie et des astronomes travaillent eux-mêmes leurs miroirs. En France, ces instruments ont été peu employés, et la découverte des lunettes achromatiques les a fait délaisser complétement. Ils ont, en effet, l'inconvénient d'exiger

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le miroir une forte épaisseur pour éviter les déformations de la surface, produites par la flexion du métal ; d'autre part, le pouvoir réflecteur du métal est médiocre, ce qui cause une perte de lumière beaucoup plus grande que dans les lunettes. Enfin la surface se ternit au bout d'un certain temps par l'oxydation superficielle du miroir, et il faut, pour la remettre en état, refaire le même travail que sur un miroir neuf. Les télescopes sont donc, à égalité de dimensions, plus lourds et moins puissants que les lunettes, et ils ont l'inconvénient de se détériorer rapidement.

M. Steinheil, à Munich, M. Léon Foucault, à Paris, ont eu, vers la même époque, l'idée heureuse de remplacer dans les télescopes les miroirs en métal par des miroirs en verre argenté. De cette substitution résultent de précieux avantages. Le verre est, à égalité de volume, trois fois plus léger que le métal de miroir; il est plus rigide; il est donc possible de faire des miroirs beaucoup plus légers. La travail du verre est plus facile que celui de l'alliage des anciens miroirs, ce qui permet d'obtenir à moins de frais de meilleures surfaces ; enfin, la couche superficielle d'argent donne à ces miroirs un pouvoir réflecteur triple des anciens et, quand cette couche est ternie, on peut, sans altérer la courbure et le poli de la surface, enlever la pellicule d'argent et la remplacer à peu de frais, ce qui rend à l'instrument sa puissance primitive.

Le construction des télescopes à miroir de verre argenté a été le point de départ d'améliorations sérieuses dans le travail des surfaces optiques. On pense généralement que les surfaces obtenues par le rodage sont nécessairement sphériques ; la théorie semble l'indiquer, mais la pratique prouve qu'il n'en est rien. En effet, le travail s'opérant toujours avec l'interposition d'une poussière destinée à produire l'usure des surfaces, il n'y a pas identité absolue entre la courbure du verre et celle du bassin sur lequel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou le travaille. De là résultent, dans la surface obtenue, des inégalités de courbure à peine appréciables aux moyens directs de mesure, mais qui ont une influence sensible sur l'effet optique. D'autre part, ce n'est pas la forme sphérique qui donne aux images des objets éloignés leur maximum de netteté, mais bien la forme parabolique; il faut donc, un miroir étant donné, corriger les inégalités accidentelles de courbure résultant du travail, et, d'autre part, répartir les courbures suivant une loi régulière depuis le centre jusqu'au bord, de manière à obtenir la forme qui donne à toutes les régions de la surface le même foyer. Ce problème, abordé par la plupart des constructeurs de grands télescopes, a reçu, il y a quelques années, sa solution définitive et complète par les travaux de M. L. Foucault. Les méthodes ingénieuses, à l'aide desquelles il fait l'étude des inégalités de courbure d'une surface optique, les moyens simples qui lui permettent de les corriger et d'opérer les retouches locales sur les divers points d'un miroir travaillé par les méthodes ordinaires, sont décrits en détail dans un mémoire inséré aux *Annales de l'Observatoire impérial de Paris*, (tome V). Il a pu, grâce à ces méthodes, réduire notablement la distance focale des télescopes construits sous sa direction dans la maison Secretan. L'argenture des miroirs se faisait autrefois par le procédé Drayton, moyen des plus délicats, dans lequel l'argent est réduit à la surface du verre par l'action de la lumière sur un mélange de sel d'argent, de résines et d'essences, dont l'usage est toujours difficile. M. Adolphe Martin a substitué à cette méthode la réduction des sels d'argent par une dissolution de sucre interverti. Ce procédé, d'une pratique commode et sûre, ajoute une facilité de plus à l'emploi des télescopes en verre argenté.

Ce genre d'instrument n'est représenté à l'Exposition que par un seul spécimen de petite dimension (16 centi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres de diamètre), exposé par M. Secretan. Ce télescope supporte un grossissement de trois cent vingt fois, qu'on n'atteindrait qu'avec une lunette d'un prix au moins double; il est monté parallactiquement. C'est la reproduction exacte des instruments plus grands construits dans cette maison, dont le plus considérable est le télescope, de 80 centimètres de diamètre, installé à Marseille, dans la succursale de l'Observatoire de Paris. Tous ces instruments sont disposés d'après le système newtonien. La lumière réfléchie par le miroir est concentrée sur un prisme placé dans l'axe du tube. Ce prisme, par une réflexion totale, rejette la lumière latéralement dans un oculaire à quatre verres dont l'extrémité est en dehors du tube. Dans tous les télescopes le prisme et l'oculaire sont fixés sur une seule et même monture; seulement, dans le grand instrument de Marseille, cette monture est mobile autour de l'axe de figure du télescope, ce qui permet d'amener toujours l'oculaire dans la position la plus commode à l'observation, et surtout d'éviter que l'observateur ne se trouve en contre-bas de l'ouverture du tube, et ne détermine par sa présence des courants d'air dont l'effet inévitable serait de troubler la marche des rayons lumineux et d'altérer la netteté des images. Ce dispositif important est dû à M. Eichens. Les télescopes en verre argenté sont appelés, par leur bas prix, à faciliter les recherches d'astronomie physique et à rendre l'étude de cette science accessible à un plus grand nombre d'observateurs.

Les lunettes astronomiques ont sur les télescopes l'avantage de viser directement les astres et de s'adapter plus aisément aux instruments de mesure. Pour que l'accroissement de leur puissance optique soit en rapport avec les progrès de l'astronomie, il faut augmenter de plus en plus le diamètre des objectifs. Mais la science et la pratique viennent se heurter contre des obstacles d'autant plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pénibles à surmonter que les difficultés croissent suivant une loi beaucoup plus rapide que les dimensions des verres.

La première difficulté consiste dans la fabrication des masses parfaitement pures des deux sortes de verre, le flint-glass et le crown-glass, qui doivent, par leur association, former les objectifs astronomiques. Ces difficultés varient avec la nature du verre. Le flint est formé par la fusion d'un mélange de sable, de carbonate de potasse et d'oxyde de plomb; il est donc constitué par l'union de deux verres de densité très-inégale, qui se séparent lorsque la masse est parfaitement fluide. Pierre-Henri Guinand a le premier empêché cette séparation par un brassage méthodique, que l'on continue jusqu'à ce que la masse soit devenue assez pâteuse pour que la séparation ne puisse plus s'opérer. Le crown, formé par la fusion d'un mélange de sable, de chaux et de carbonate de potasse, présente des difficultés de fabrication d'une autre nature. La fusion de cette substance est, en effet, plus difficile que celle du flint et exige une température beaucoup plus élevée. Si l'on veut éviter cet inconvénient en forçant la dose d'alcali, le verre devient hygrométrique et est exposé à s'altérer superficiellement.

Malgré ces difficultés, les procédés de Guinand père, améliorés par divers fabricants, ont permis d'obtenir des masses de grande dimension et dont la pureté paraît satisfaisante. La Suisse, où Guinand fit ses premiers essais, nous présente les verres de M. Daguet, connus par leur inaltérabilité. Son exposition renferme un disque de crown de 30 centimètres environ, et six disques de diamètres divers.

MM. Chance frères, de Birmingham, industriels éminents, qui ont profité d'ailleurs de l'expérience et du savoir de notre compatriote, M. Bontemps, placé par eux pendant plusieurs années à la tête de leur fabrication, ont exposé de nombreux échantillons, parmi lesquels se trouvent des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

disques d'une grande pureté et de grandes dimensions.

M. Feil (France), petit-fils et successeur de Henri Guinand, arrière-petit-fils de Pierre-Louis Guinand, expose la collection la plus complète de verres d'optique qu'il y ait dans la classe. Sa vitrine renferme de nombreux disques de flint et de crown ; on y trouve plusieurs spécimens remarquables de flint lourd de Faraday, d'une densité égale à 4,350, et dont l'indice de réfraction moyen est de 1,727 ; enfin il expose un disque de flint de 0^m 72 d'ouverture, et dont l'indice moyen est de 1,607. Ce disque est un peu moins large, mais plus épais, que les disques achetés par l'Observatoire de Paris à MM. Chance, et qui figuraient à l'Exposition de 1855.

Pour se prononcer sur la valeur réelle de tous les verres qui sont à l'Exposition, il faudrait qu'ils fussent travaillés et à l'état d'objectifs ; il y a, en effet, dans les verres d'optique les plus purs en apparence, des différences très-faibles de densité dont l'effet ne devient manifeste que quand l'objectif est terminé.

En supposant les matières parfaitement pures, l'opticien a encore de grandes difficultés à vaincre pour faire un objectif irréprochable. Quoique le problème soit de nature indéterminée, ce qui permet de choisir les courbures de manière à assurer à l'objectif la réunion des qualités qui font sa valeur optique, c'est un ordre de travail dans lequel le succès est encore incertain. En effet, les différences de courbure entre un objectif parfait et un médiocre sont tellement faibles qu'elles échappent aux mesures directes.

La méthode employée jusqu'à présent par la plupart des opticiens se réduit à un tâtonnement méthodique, et, sauf pour le travail des verres communs, les machines n'ont pas encore remplacé le travail à la main. Néanmoins les procédés d'investigation appliqués par M. Léon Foucault aux télescopes aident puissamment à simplifier et à régulariser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le travail dans les ateliers d'optique. Ces procédés ont été étendus par lui à l'examen et à l'amélioration des objectifs, et le Jury a pu se rendre compte de la facilité et de la sécurité qu'ils apportent dans ce genre de travail. Il eût été désirable que les objectifs exposés fussent soumis à ces moyens si délicats d'investigation. Diverses circonstances s'y sont opposées.

Néanmoins l'examen fait par les moyens ordinaires a permis de constater le mérite des objectifs de 3 pouces 1/2 d'ouverture exposés par MM. Ross et Dalmeyer, dans la section anglaise ; de l'objectif de 9 pouces dû à M. Evrard, de Paris, dont les matières sont de M. Feil. Quant aux objectifs de 9 et de 14 pouces de M. Merz, de Munich, ils n'ont pu être soumis aux épreuves astronomiques, suivant le vœu de leur auteur, qui s'est refusé à leur examen par les méthodes de M. Foucault. Nous n'avons donc pu ajouter un témoignage nouveau en faveur d'une maison dont la réputation, déjà ancienne, date de son fondateur, le célèbre Fraunhofer.

§ 2. — Lunettes parallactiques et instruments méridiens.

La forme qui paraît généralement adoptée aujourd'hui dans les instruments parallactiques est celle dans laquelle l'axe de déclinaison est porté à l'extrémité supérieure de l'axe horaire. Dans cette construction la lunette est excentrique et équilibrée par un contre-poids. Cette disposition a l'avantage de supporter la lunette par un pied massif autour duquel elle peut se mouvoir avec une assez grande liberté. Les pieds adoptés sont en fonte et permettent de loger à leur intérieur le mécanisme d'horlogerie. Parmi ces instruments nous signalerons celui de MM. Brunner, dont la lunette a 22 centimètres d'ouverture. Cet instrument, destiné à l'Observatoire du Caire, est construit avec solidité et précision, et montre que les fils de notre cé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lèbre artiste Brunner ont conservé les bonnes traditions de leur père. Nous avons également remarqué un équatorial élégant exposé par M. Dalmeyer, qui présente une disposition spéciale. Il a deux cercles horaires commandés par le même mouvement d'horlogerie : l'un donne le temps sidéral et est sous les yeux de l'observateur ; l'autre, placé près de la lunette, indique l'ascension droite de l'astre que l'on vise. Le réglage en ascension droite de l'instrument se fait par un déplacement longitudinal de la vis tangente, qui fait tourner le cercle horaire sans que la vis cesse d'être sous la dépendance du mouvement d'horlogerie. Ce moyen est simple et pratique, mais il ne permet d'opérer qu'entre des limites restreintes. Nous préférons l'emploi du rouage satellite appliqué par MM. Secretan et Eichens dans l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris, qui permet de donner à l'axe horaire un mouvement de recul ou d'avance aussi étendu qu'on le veut, sans que le rouage moteur cesse de fonctionner. Nous trouvons un spécimen de ce mécanisme ingénieux dans le rouage moteur destiné à l'équatorial de l'Observatoire de Lima, qui a été construit avec une rare perfection par M. Eichens. Le mouvement de ce rouage est rendu uniforme, quelle que soit la résistance à vaincre, par un régulateur à ailettes à parallélogramme articulé et à contre-poids de M. L. Foucault. Ce régulateur est disposé de façon à prendre au besoin la vitesse qui convient à l'observation des étoiles fixes ou celle qui convient à l'observation du soleil ou de la lune, sans que le mouvement cesse d'être uniforme. M. Eichens l'a réglé volontairement de telle façon que, lorsque le poids moteur varie de 3 à 1, la vitesse varie de 1795 à 1810, c'est-à-dire que, pour une *diminution* de $\frac{2}{3}$ dans le poids moteur, la vitesse *augmente* d'environ $\frac{1}{120}$. Ainsi, non-seulement le régulateur empêche l'accélération qui résulte de l'accroissement de la force motrice, mais il peut même dépasser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le but et convertir cette accélération en ralentissement. Il était impossible de démontrer d'une façon plus frappante la puissance de ce mécanisme.

Quoique l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris ne figure pas à l'Exposition, il y est représenté, dans l'exposition de la maison Secretan, par un modèle de petite dimension, copie fidèle de ce grand instrument. Nous pouvons donc signaler les innovations que renferme cet instrument, le plus grand construit en France depuis la mort de Gambey et de Brunner père. D'abord la lunette, au lieu d'être fixée à l'extrémité de l'axe de déclinaison par des colliers, est composée dans sa partie centrale d'un manchon qui fait corps avec l'extrémité de cet axe, et dont la prolongation en avant et en arrière complète le tube de la lunette. L'éclairage des fils se fait à l'aide d'une lampe portée par une suspension à la Cardan, qui lui permet d'accompagner la lunette dans tous ses mouvements. Au moyen d'un prisme convenablement placé, la lumière est renvoyée à l'intérieur de la lunette suivant une direction constante, quelle que soit la position de la lampe. Les rayons de cette même lampe, traversant le tube de la lunette, sont renvoyés par un petit prisme sur un cercle fixé à l'axe de déclinaison, à l'aide duquel s'opère le calage dans ce sens. La lecture de ce cercle se fait à l'aide d'une lunette spéciale, parallèle à la grande lunette, et munie d'un oculaire à prisme qui tourne dans tous les sens et permet de choisir la position la plus favorable à l'observation. A l'extrémité inférieure de l'axe horaire se trouvent un cercle destiné au calage en ascension droite et un mécanisme propre à donner à l'instrument un mouvement rapide autour de cet axe. En un mot, cet instrument présente des ressources toutes spéciales pour la facilité du maniement et la commodité des observations.

L'Exposition ne renferme pas de lunettes méridiennes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de grande dimension, mais on remarque chez M. Rigaud et M. Secretan des instruments méridiens construits d'après les conseils de M. Villarceau, et à peu près semblables à ceux dont cet astronome s'est servi dans la détermination des longitudes et des latitudes de différents points de la France. Dans ces instruments le pied est en fonte, coulé d'un seul jet, y compris les piliers qui portent l'axe de la lunette. Il repose sur trois vis calantes appuyant sur des plaques en acier que l'on peut sceller dans un massif en maçonnerie. Une de ces plaques porte un trou conique dans lequel entre la pointe de la vis ; la deuxième plaque est plane, et la vis qui s'appuie sur elle a son extrémité inférieure arrondie ; la troisième plaque présente une rainure transversale dans le fond de laquelle appuie la pointe de la troisième vis calante. Cette rainure est dirigée vers la première vis et se meut, à l'aide d'un rappel, perpendiculairement à sa direction. Ce rappel permet donc de faire tourner horizontalement le support autour de la première vis calante, de façon à amener l'axe de la lunette dans le plan méridien. L'axe qui supporte la lunette est composé, suivant l'usage, de deux cônes opposés terminés par des tourillons ; seulement ces pièces ont été tournées intérieurement et extérieurement, de façon à présenter des épaisseurs bien égales et suffisantes pour éviter la flexion. Le cercle destiné à la mesure des hauteurs est centré à frottement sur l'axe et serré par un contre-écrou, de sorte qu'il est possible de le placer dans des positions différentes par rapport à la lunette, et de corriger, par la moyenne des lectures faites sur des régions différentes du cercle, les erreurs des divisions. Enfin il est équilibré par un contre-poids placé de l'autre côté de l'axe, de manière que la pression soit égale sur les tourillons. La lecture des divisions se fait à l'aide de quatre microscopes fixés à un même cercle centré dans le prolongement de l'axe de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rotation de la lunette. Chacun de ces microscopes porte un micromètre mobile à l'aide d'une vis de rappel dont la tête divisée permet d'apprécier les secondes. Une lunette auxiliaire fixée au cercle des microscopes sert à lire les degrés.

Cet instrument est muni d'un support à manivelle à l'aide duquel on peut enlever lentement la lunette pour opérer le retournement de l'axe et la reposer ensuite sans secousses sur ses coussinets. Le retournement opéré, le cercle qui porte les microscopes vient se centrer sur l'autre bout de l'axe.

L'éclairage des fils dans la lunette et des divisions sur les microscopes se fait à l'aide de la même lampe. La lumière, lancée entre les rayons du cercle qui porte les microscopes, tombe sur des prismes et est renvoyée par réflexion totale sur des miroirs inclinés dont la courbure est inégale dans le sens de la division et dans le sens perpendiculaire. Ces miroirs, percés d'un trou en leur centre, sont placés devant l'objectif de chaque microscope, et laissent voir la partie de la division sur laquelle ils concentrent, dans un espace restreint et uniformément éclairé, la lumière envoyée par la lampe.

Le micromètre de la lunette est compensé contre les effets de la température à l'aide de la combinaison indiquée par M. Villarceau.

Le premier instrument de ce genre a été construit, il y a quelques années, par M. Rigaud. M. Secretan en a depuis construit d'autres sur le même modèle, et celui qu'il a exposé présente quelques perfectionnements. L'oculaire ordinaire peut être remplacé par un oculaire à quatre verres, dans lequel les rayons lumineux, après avoir traversé le premier verre, se brisent à angle droit par réflexion totale sur l'hypothénuse d'un prisme rectangle ; cet oculaire facilite la visée du zénith et du nadir. La mise au foyer s'effectue par un bouton de rappel d'une disposition simple et commode. Le niveau peut être adapté facilement au cercle vertical, ce qui permet de vérifier sa division sur celle du cercle lui-même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces instruments, solides, bien construits, heureusement combinés, d'une manœuvre sûre et facile, présentent de hautes garanties de précision, et peuvent, dans la limite de leur pouvoir optique, donner des résultats comparables à ceux des grands instruments d'observatoire.

L'exposition russe renferme un instrument de passage construit par M. Brauer, dans lequel un prisme à réflexion totale, placé au milieu de l'axe de rotation, renvoie la lumière dans la direction même de l'axe. Cette disposition facilite beaucoup les observations, parce que l'observateur vise toujours au même point et dans la même direction. Néanmoins elle ne nous paraît pas présenter les mêmes garanties que la disposition ordinaire. M. Brauer a ajouté à son instrument un mécanisme commode pour opérer le retournement de la lunette.

Quoique les méthodes employées aujourd'hui en astronomie permettent d'éliminer les erreurs de division des cercles, il n'en est pas moins utile de chercher à apporter des améliorations sérieuses à ce genre de travail. Parmi les instruments récemment construits et dont les produits figurent à l'Exposition, nous croyons devoir citer la machine à diviser établie dans les ateliers de M. Secretan, et qui a été construite sous la direction de M. Eichens. Dans cette machine le limbe a d'abord été divisé, points par points, en 4,320 parties égales. L'exactitude de la division a été vérifiée à l'aide de quatre microscopes placés à 90° l'un de l'autre; puis, la denture a été taillée, d'après la division, au moyen d'un couteau tournant dans un plan faisant, avec le plan perpendiculaire au limbe, un angle calculé d'après le nombre de dents et les dimensions de la vis tangente. L'achèvement de la denture s'est fait en enlevant avec des couteaux identiques des quantités de plus en plus faibles de métal. La dernière passe, exécutée par un seul et même couteau sur les 4,320 dents, n'a donné que 16 grammes de métal, soit 37 dix-milligrammes par dent. La vis tangente, exécutée dans des dimensions calculées d'avance, présente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un assez grand diamètre pour que son contact avec la denture n'ait lieu que sur une faible fraction de son contour ; il résulte de là que le filet *héliçoïdal* de la vis tangente et l'entaille *cylindrique* qui constitue l'intervalle des dents se moulent sensiblement l'une sur l'autre, comme des éléments de courbe ayant une tangente commune. Grâce à ce procédé hardi, la vis tangente et la denture, quoique faites séparément, ont pu se marier parfaitement sans qu'on fût obligé d'employer le procédé ordinaire, qui consiste à user ces deux pièces l'une sur l'autre pour assurer leur contact intime, et la denture est tellement semblable à la division par sa régularité que, quand on fait tourner la vis tangente d'un tour en un point quelconque de la division, les traits consécutifs de celle-ci se substituent rigoureusement les uns aux autres sous les microscopes qui sont placés au-dessus du limbe, quel que soit le point de la division sur lequel on opère.

Cette machine présente donc dans sa construction des garanties particulières d'exactitude ; elle est exempte de ces imperfections qui ont rendu nécessaire, dans beaucoup d'autres machines, l'emploi de mécanismes spéciaux destinés à corriger automatiquement les erreurs qu'une étude approfondie de la division avait révélées. Elle se fait remarquer en outre par la solidité de son installation, la disposition ingénieuse de son compteur, et, si elle n'avait été un de ces outils d'atelier qu'on se décide difficilement à déranger, elle eût figuré avec honneur parmi les produits les plus intéressants de la classe.

§ 3. — Théodolites.

MM. Brunner frères ont exposé un grand théodolite pouvant servir, au besoin, aux observations méridiennes. C'est un instrument solide, construit avec grand soin. Les lectures sur le cercle vertical se font, ainsi que sur le cercle horizontal, à l'aide de microscopes montés sur un cercle indépendant. L'instrument est muni de deux collimateurs et d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mire avec objectif à très-long foyer; l'éclairage se fait par des prismes et des miroirs réflecteurs, à l'aide de la lampe qui éclaire le réticule.

Nous trouvons la même solidité, avec une plus grande légèreté et une plus grande élégance de formes, dans les théodolites de grandeurs diverses exposés par MM. Pistor et Martins. Ces instruments, où les cercles ont 13 et 10 pouces de diamètre, sont disposés de façon que le retournement de la lunette autour de la verticale s'opère à l'aide d'un mécanisme simple et commode, qui fait partie de l'instrument lui-même. Seulement l'adaptation de ce mécanisme oblige à mettre la lunette à un bout de l'axe horizontal, disposition qui aurait quelque inconvénient si l'axe n'avait assez de force pour ne pas éprouver de torsion.

Dans les instruments de moindre dimension, nous remarquerons encore le théodolite à cercle, de 5 pouces de diamètre, exposé par MM. Pistor et Martins. Dans ce petit instrument ces habiles constructeurs ont su réunir des conditions toutes spéciales de précision; les lectures se font, comme dans les grands instruments, à l'aide de microscopes munis de réticules, et, malgré la complication du mécanisme, toutes les pièces ont été habilement réunies dans un petit espace, sans que leur concentration nuise en rien à la facilité des observations.

Les nombreux théodolites exposés par les constructeurs français sont construits avec soin, mais ne présentent rien de nouveau dans leurs dispositions. Seul M. Balbrecht a introduit, dans un instrument de bonne construction, un système particulier de prisme qui permet d'éclairer les fils du réticule de façon à les rendre lumineux à volonté.

Parmi les instruments usuels destinés à la mesure des angles, ceux de M. Breihaupt se font remarquer au premier abord par une forme lourde et surannée; mais un examen plus attentif fait reconnaître dans les produits de cette maison de précieuses qualités au point de vue pratique. En effet, tous ces instruments sont ramassés sur eux-mêmes et d'une soli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dité à toute épreuve; pas de parties saillantes et grêles que les chocs puissent atteindre et fausser; les divisions elles-mêmes sont recouvertes d'une enveloppe et ne se lisent qu'à travers une glace, pour éviter la poussière et l'action des agents atmosphériques, disposition éminemment utile pour des instruments destinés, la plupart, aux travaux dans les mines.

Nous ne quitterons pas ce sujet sans dire un mot du théodolite de M. Dabbadie, que nous voyons dans l'exposition de M. Secretan et dans celle de M. Eichens. Ce petit instrument a été conçu en vue de la géodésie expéditive; la lunette reste toujours horizontale et peut tourner autour de son axe de figure; un prisme à réflexion totale est fixé à son extrémité objective; en tournant la lunette sur elle-même on peut donc viser à toutes les hauteurs. Dans un plan perpendiculaire à l'axe de la lunette, un cercle, qui tourne avec le tube devant un vernier fixe, donne l'angle formé par la direction de la vision avec l'horizon. Le support de la lunette prend lui-même un mouvement azimutal mesurable à l'aide d'un cercle placé horizontalement. Les mouvements en hauteur et en azimut sont commandés par des crémaillères; deux niveaux rectangulaires assurent le calage. L'ajustement de l'instrument est fait de façon à éviter l'emploi des vis, que les vibrations dues au transport desserrent presque toujours. Cet instrument n'est pas rectifiable, mais il n'est sujet à aucun dérangement; la seule difficulté est de rendre le prisme absolument fixe dans sa monture. En ajoutant à l'instrument une boussole, comme l'a fait M. Eichens, on a un petit appareil des plus commodes, qui peut, entre les mains des voyageurs, rendre de grands services.

§ 4. — Instruments de nivellement.

Les instruments de nivellement ne présentent pas beaucoup d'innovation. Ceux de M. Gravet-Tavernier, de Paris, se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

font remarquer par le mode d'attache du niveau, qui permet d'en opérer le retournement sans craindre de le laisser tomber, et en lui laissant cependant toute sa liberté sur les points d'appui. Le mode de fabrication de M. Gravet a cela de curieux que les surfaces planes sont remplacées par des surfaces cylindriques d'un très-grand rayon, ce qui lui permet de travailler toutes ses pièces au tour; de plus il adopte, pour protéger le métal, le nikellage superficiel, qui donne à ces instruments un aspect particulier dont l'effet n'est pas sans originalité. M. Pierson construit avec soin des niveaux du système Bourdaloue avec lunette à collets carrés, reposant sur trois points seulement. L'un de ces niveaux est muni d'une bascule qui permet de souleyer sans secousse le niveau et la lunette, de façon à opérer le retournement de la lunette autour de son axe optique, et celui du niveau autour de la verticale. Ce mécanisme est bien construit et fonctionne aisément; l'expérience peut seule décider si l'emploi des agates pour garnir les points d'appui est préférable aux contacts métalliques en bronze ou en acier trempé, et si, en évitant l'inconvénient de l'oxydation, on peut être à l'abri de l'influence des chocs qui peuvent entamer la surface de l'agate, à cause de sa fragilité.

L'exposition portugaise nous montre, parmi quelques instruments construits à l'Institut industriel de Lisbonne, un niveau curieux, à deux lunettes disposées en sens contraire et mobiles autour d'un même axe horizontal, qui permettent d'opérer le nivellement sans opérer le retournement de la lunette sur ses colliers.

Nous devons, à l'occasion des niveaux, dire quelques mots des fioles et de leur ajustement. Les fioles de M. Brauer sont construites avec grand soin et d'une parfaite exactitude. C'est dans les instruments de MM. Pistor et Martins que le montage des fioles est le plus convenable; pour éviter toute altération dans leur courbure, elles sont, en effet, posées simplement sur trois pointes et maintenues par de légers ressorts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour en faciliter la lecture, les niveaux sont surmontés d'un miroir incliné dans lequel la bulle est vue par réflexion. Il est à désirer que ces dispositions soient adoptées, et que les constructeurs, au lieu de laisser de l'air dans leurs niveaux, y laissent simplement une bulle de vapeur. Les fioles de niveau de MM. Pistor et Martins présentent aussi une disposition assez commode, qui permet de modifier à volonté la longueur de la bulle.

§ 5. — Instruments destinés à mesurer les distances.

Ces instruments sont nombreux, mais plus nouveaux par leur disposition que par leur principe; il est difficile qu'il en soit autrement, puisque la solution du problème conduit toujours, en définitive, à la résolution d'un triangle rectangle. C'est principalement dans les levées militaires que ces instruments sont employés; aussi est-ce dans l'exposition du Ministère de la guerre (France) que se trouvent les principaux. Les plus intéressants sont le télémètre à prismes du commandant Goulier, le télémètre de poche du capitaine Gautier et le diastimomètre de MM. Peaucellier et Wagner.

Le télémètre à prismes du commandant Goulier emploie comme pièces principales deux prismes à arêtes verticales dont les angles sont calculés de façon à renvoyer, par une double réflexion, l'image d'un objet à 90 degrés de la position réelle de l'objet lui-même. Lorsque l'on veut mesurer la distance d'un objet éloigné, un observateur se place à la station et regarde le but dans le prisme; il vise en même temps, par-dessus le prisme, à 90° de là, dans la direction suivant laquelle se place un deuxième observateur; la distance qui les sépare est la base d'opération. Le second observateur est muni d'un prisme semblable et vise sur le premier; mais, l'angle que fait la base d'opération avec la ligne qui joint le deuxième observateur à l'objet étant inférieur à 90°, celui-ci ne peut voir en même temps l'objet par réflexion, et le pre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mier observateur par vision directe, qu'en modifiant la direction des rayons qui viennent du point sur lequel il vise. Cet effet est obtenu par l'interposition d'une bande taillée dans une lentille à très-long foyer, qui peut glisser devant l'ouverture à travers laquelle on regarde. Cette bande fait l'office d'un prisme déviateur à angle variable, et, suivant la région à travers laquelle on regarde, produit dans le faisceau une déviation plus ou moins grande, qui permet de rétablir la coïncidence entre l'image de l'objet et l'observateur sur lequel on vise. Une division tracée sur la coulisse qui porte la bande mobile permet de mesurer le déplacement de cette lame et d'en déduire la distance de l'objet, pourvu que l'on connaisse la longueur de la base d'opération, qui se mesure très-simplement à l'aide d'un fil métallique tendu entre les deux appareils.

Le télémètre de poche de M. le capitaine Gautier a l'avantage de n'exiger qu'un seul opérateur. Il se compose d'une petite lunette devant laquelle se trouve un système de deux miroirs qui permet de voir par double réflexion l'image des objets situés par côté. Le système des miroirs ne masquant que la moitié de l'objectif, on peut, à travers l'autre moitié, viser directement. Seulement, dans cette direction, M. Gautier interpose un prisme à angle très-faible, mobile, à l'aide d'une virole, autour d'un axe parallèle à celui de la lunette. La rotation de ce prisme produit un déplacement apparent dans l'image de l'objet vu directement; un rappel adapté à l'un des miroirs produit un déplacement semblable dans l'image de l'objet vu par réflexion. Lorsqu'on veut mesurer une distance, on plante un jalon à la station, et, de ce point, on vise le but directement; en agissant sur le rappel du miroir, on ramène en coïncidence avec le but l'image d'un des objets vus latéralement, qui sert ainsi de signal naturel. On s'éloigne ensuite, suivant le prolongement de la ligne de jonction, du but et du jalon, et, quand on a parcouru un espace suffisant, on recommence la visée. La coïncidence étant détruite, on la réta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blit par la rotation du prisme, et, si on s'est éloigné d'une quantité connue, la lecture de la rotation du prisme donne immédiatement la distance de la station au but. Dans cette méthode la base d'opération prolonge la ligne qui joint le but à la station. Cette base a nécessairement besoin d'être mesurée à l'aide d'une chaîne ou d'un ruban. M. le capitaine Gautier évite cette mesure de la manière suivante : le prisme est coupé perpendiculairement à son arête, de telle façon que, quand il est dans la position initiale, on peut voir les objets à la fois par vision directe à côté du prisme, et par réfraction au travers. Le jalon étant remplacé par une canne divisée, munie de deux voyants, on observe le premier par vision directe, le deuxième par réfraction, et, en s'éloignant plus ou moins, on établit la coïncidence. La distance des voyants mesurée sur la canne permet de calculer immédiatement la longueur de la base. Ainsi, en résumé, dans le système très-ingénieux du capitaine Gautier, un instrument assez petit pour tenir dans la poche et une canne légère, que l'on emporte avec soi, suffisent pour mesurer sur le terrain les distances, à des points inaccessibles, avec une rapidité qui n'exclut pas l'exactitude.

Le diastimomètre de MM. Peaucellier et Wagner se compose d'une sorte de théodolite, dont l'oculaire porte deux fils tendus. Une mire parlante en forme de croix étant placée au point dont on veut mesurer l'éloignement, on vise sur les divisions de la branche horizontale, et, par suite de l'espacement des fils et du grossissement de la lunette, la lecture de la distance se fait sur la mire elle-même, quand on fait correspondre les fils à des divisions de même numéro, placées à droite et à gauche, et qu'on lit directement le numéro d'ordre de ces divisions. Grâce à un artifice des plus ingénieux, la même lecture représente encore la distance réduite à l'horizon, quand la lunette ne vise plus horizontalement. A cet effet le système objectif se compose de deux verres, l'un convexe, l'autre concave, mobiles le long de l'axe du tube de la lunette. La monture de chaque verre se rattache par une bielle au dia-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre horizontal du cercle, de sorte que, dès que la lunette s'incline, les deux verres se rapprochent. Ce rapprochement, en changeant la distance focale du système, change le grossissement, et, en donnant aux verres une position et un foyer convenables, le grossissement varie précisément dans la proportion qui convient à l'inclinaison de la ligne de visée. Cet instrument présente une solution des plus ingénieuses d'un problème intéressant; seulement il est d'une construction difficile, d'un ajustement délicat. C'est à la pratique seule à décider s'il n'est pas plus simple de mesurer l'inclinaison de la lunette et de faire sur la lecture de la mire la correction convenable, d'autant plus que ce genre de correction peut se faire facilement, soit au moyen de tables calculées à l'avance, soit au moyen de diagrammes qui existent déjà, comme ceux qui figurent dans l'exposition de M. Richer. Quoi qu'il en soit, cette observation n'amoindrit en rien le mérite scientifique de l'invention de MM. Peaucellier et Wagner, qui ont trouvé, pour la réalisation de leur idée, des auxiliaires habiles dans nos constructeurs français, MM. Brunner.

CHAPITRE II.

INSTRUMENTS DE MARINE.

§ 1. — Boussoles, compas de route.

Parmi les instruments de ce genre, ceux de M. Santi, de Marseille, se distinguent par leur construction solide et soignée. Les pivots qui supportent les roses de ses boussoles sont en iridium et montés sur ressort. Au-dessus de la chape est une pièce concave également à ressort, qui empêche la rose d'être projetée hors de son pivot. Les aiguilles sont fortement dorées pour éviter l'oxydation ; enfin la boussole est ren-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fermée dans une sorte de cuvette supportée dans une enveloppe remplie de glycérine. Grâce à ces moyens, l'effet des chocs les plus violents produits par le mouvement des vagues est évité. Nous trouvons dans cette même exposition tous les appareils propres à la vérification et au réglage des compas à bord des navires en fer.

M. Duboscq, de Paris, expose une boussole curieuse, de l'invention de M. Ritchie, qui est appelée à rendre des services importants dans la marine. L'aiguille de ce compas est renfermée dans un cylindre creux muni de deux branches latérales également cylindriques. Cette sorte de croix supporte un cercle de métal portant les divisions habituelles de la rose des vents ; le tout forme un flotteur porté sur pivot, qui est noyé dans un liquide non congelable ; ce liquide remplit une boîte hermétiquement fermée, dont le dessus est en glace. Il résulte de cette disposition : 1° que la pression sur le pivot est réduite à une valeur aussi faible que l'on veut, ce qui augmente la sensibilité ; 2° que la résistance du liquide au mouvement amortit toutes les variations accidentelles du compas dues aux secousses, aux trépidations et aux balancements du navire. Un fond élastique adapté à la boîte permet les variations de volume du liquide sous l'influence des changements de température. L'expérience faite depuis plusieurs années à bord des navires américains démontre les avantages que présente ce genre de compas au point de vue de la stabilité, surtout par les gros temps.

La section norwégienne renferme un compas de contrôle fort ingénieux, exposé par M. Wedel-Jarlsberg. Dans cette boussole la rose porte à son centre un entonnoir qui se continue par un tube horizontal dirigé suivant l'un des rayons ; ce tube se recourbe ensuite verticalement, et son orifice correspond à un des points de la circonférence. Sous le contour de la rose est une caisse annulaire divisée en un certain nombre de sections par des cloisons rayonnantes. Au-dessus de la boussole est une sorte de trémie renfermant des grains de plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes les minutes, une détente mue par une horloge laisse couler dans l'entonnoir un grain de plomb qui va tomber dans le compartiment placé en ce moment sous le tube. En comptant le nombre de grains tombés dans les divers compartiments, on peut facilement apprécier la route moyenne tenue par le navire et voir quels écarts sa marche a subis. Ce compas a été employé avec succès à bord des navires suédois.

§ 2. — Instruments d'astronomie nautique.

Cette classe d'instruments ne présente aucune nouveauté, sauf l'addition faite par M. Daussy au cercle de réflexion d'un miroir spécial, qui permet de mesurer la dépression de l'horizon ; cet instrument est dans l'exposition de M. Lorieux. On remarque également dans cette exposition un cercle de réflexion où le miroir fixe est remplacé par un prisme, instrument commode dont l'invention est due à MM. Pistor et Martins.

§ 3. — Instruments divers.

Quand on connaît l'angle sous-tendu par un objet de dimension connue, tel qu'un navire d'un certain tonnage ou un édifice placé sur une côte, on peut évaluer la distance à laquelle cet objet est placé. M. l'amiral Lugeol a employé dans ce but l'instrument connu dans les Observatoires sous le nom d'héliomètre. Cet appareil se compose d'une lunette dont l'objectif est coupé par le milieu. Si on fait glisser l'une des moitiés le long de la ligne de séparation, on a dans le champ de la lunette deux images dont on peut varier l'écartement jusqu'à mettre leurs bords opposés en contact. En mesurant alors le déplacement de l'objectif, on peut en déduire le diamètre apparent de l'objet. Pour rendre la lecture de ce déplacement plus commode, M. Lorieux communique le mouvement de la vis qui produit ce déplacement à un engrenage amplificateur, dont le der-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nier mobile est un cercle gradué de large diamètre centré sur l'axe de la lunette ; les divisions de ce cercle passent devant un index fixe. Ce système bien construit rend facile la lecture des indications de l'appareil, et est de nature à en rendre l'usage plus pratique.

Nous trouvons dans l'exposition de M. Santi un petit instrument très-simple destiné à mesurer le nombre de tours qu'un navire au mouillage a faits par suite des mouvements de la mer. Cette donnée est nécessaire à connaître pour détendre les chaînes des ancres que ce mouvement a enroulées l'une sur l'autre. Cet appareil, désigné sous le nom de *gyromètre*, se compose d'une rose portant un aimant et suspendu par deux fils parallèles. La rose conserve une orientation constante pendant que la suspension tourne avec le navire. Ces fils sont attachés à un cercle mobile à l'aide d'un bouton autour d'un axe vertical. En mesurant de combien de tours et de fractions de tours il faut tourner le bouton pour détordre les deux fils, on a précisément la quantité dont le navire a tourné sur lui-même.

M. Lorieux a exposé un appareil destiné à inscrire sur les cartes marines la portée des phares de divers ordres. C'est un compas à verge dont la pointe mobile sert de centre de rotation ; la pointe fixe est remplacée par deux molettes : l'une d'elles, que l'on peut changer à volonté, est destinée à tracer un pointillé spécial ; l'autre est une sorte de composteur qui imprime en tournant le nom du phare. Il est donc facile d'ajouter aux cartes anciennes toutes les nouvelles indications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

INSTRUMENTS D'OPTIQUE.

§ 1. — Loupes, lunettes, jumelles, longue-vues.

Ce genre de fabrication comprend deux parties distinctes, qui souvent ne sont pas réunies dans la même main, le travail des verres et celui des montures. Les verres destinés à l'optique usuelle, n'exigeant pas la même perfection de travail que les grands objectifs destinés aux usages astronomiques, sont souvent travaillés par des moyens mécaniques. Cependant le travail à la main paraît, jusqu'à présent, préférable pour les articles de choix. Il y a des maisons exclusivement alimentées par la fabrication mécanique des lentilles et autres verres d'optique; telle est la maison Gettliffe, à Ligny, qui fond elle-même ses verres, les refoule à la forme voulue et les termine à l'aide de machines.

La Bavière renferme des maisons qui fabriquent ces produits en quantité considérable ; ainsi la production de la maison Schroeder, à Doos, près Nuremberg, atteint 400 douzaines de paires de lunettes chaque jour, sans compter les autres verres d'optique. Ces travaux s'exécutent au moyen de 50 machines. Les montures sont fabriquées à Nuremberg même. La maison Scheidieg, à Fürth (Bavière), fabrique, dans une usine hydraulique et à vapeur, 1,200 douzaines de verres d'optique de toute sorte et 800 douzaines de lunettes et pince-nez par semaine. La division du travail et l'emploi des machines pour le polissage des verres assurent le bon marché de ces produits, qui s'exportent dans le monde entier. La société des lunettiers, dirigée par MM. Delabre, Muneaux et Videpied, à Paris, s'occupe aussi d'une façon toute spéciale de ce genre de fabrication. Les échantillons qu'elle présente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'Exposition sont remarquables comme exécution, aussi bien pour ce qui concerne les montures que pour le travail des verres d'optique. Parmi les curiosités de cette exposition nous devons citer les lentilles cylindriques, dont le travail présente, comme on le sait, de sérieuses difficultés.

Parmi les montures nouvelles adoptées pour les pince-nez, nous ne devons pas oublier celles de M. Noël (France), qui a su, par une disposition heureuse du ressort réunissant les deux cercles porte-verre, éviter que la pression ne croisse par trop rapidement avec l'écart, et a obtenu, par un moyen simple, une monture à la fois commode et solide.

Le choix des verres propres à chaque genre de vue exige un grand soin et une sérieuse attention. A défaut des indications précises, qu'il vaut mieux demander à un oculiste exercé, la méthode simple proposée par M. Colombi, et qui est fondée sur le principe de l'optomètre, pourra guider plus sûrement que le simple essai des verres.

La maison Bardou (France) est une de celles qui fabriquent avec le plus de perfection les jumelles et les longue-vues ; elle s'élève même jusqu'à la lunette astronomique, et a exposé une grande lunette supportée par une colonne en fonte, dans un des carrefours de l'Exposition. La lunette télégraphique, la lunette de campagne sont fabriquées avec succès dans cette maison depuis de longues années. Nous avons remarqué dans sa vitrine des longue-vues à deux corps parfaitement exécutées. M. Bardou a également construit des longue-vues à tirage en aluminium, dont les tubes sont tirés sans soudures et parfaitement ajustés.

M. Teigne (France) se fait remarquer par la bonne construction de ses longue-vues et de ses jumelles. Il expose un pied d'invention nouvelle.

M. Lebrun (France) se distingue surtout par l'extrême bon marché de ses produits; il peut donner pour le prix de *cinq francs* une longue-vue à trois tirages de 40 centimètres de longueur et de vingt-cinq millimètres d'ouverture. Le prix des di-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vers instruments de cette nature sont abaissés dans la même proportion.

M. Lemaire (France) a su, par un emploi heureux de la division du travail et des machines, abaisser considérablement le prix des jumelles, sans cependant nuire à l'ajustement des montures, ni à l'effet du système optique. Ses verres sont polis à la machine; ses montures sont formées de pièces emboîtées et solidement agrafées sur le tour, de façon à éviter toute soudure; il en résulte une économie notable dans le travail et une solidité plus grande dans les produits.

Les jumelles les plus remarquables sont incontestablement celles de M. Vogtländer (Autriche), inventeur de la jumelle à douze verres; mais aussi cette perfection est chèrement achetée, car les instruments de M. Vogtländer sont d'un prix beaucoup plus élevé que les meilleures jumelles construites par les opticiens de tous les pays.

§ 2. — Microscopes.

Les microscopes constituent une des richesses de la classe 12. On sent que les efforts des constructeurs sont en rapport avec l'utilité de ce précieux instrument de recherche. Les uns tendent à le populariser en abaissant son prix, les autres à en rendre l'emploi plus commode par d'heureuses dispositions de détail; d'autres enfin s'efforcent d'accroître sa puissance par des améliorations dans le système optique.

Parmi les instruments à bon marché nous devons citer ceux de M. Lebrun, dont les prix varient depuis 4 fr. 50 cent. jusqu'à 50 francs. Ces instruments sont certainement suffisants pour les premières études sur la structure des êtres organisés, et sont appelés, par leur bas prix, à populariser l'emploi du microscope. M. Gundlach, en Prusse, et M. Mirand, en France, ont exposé des instruments supérieurs aux précédents par leur construction, et qui peuvent servir à des études sérieuses, malgré la modicité de leur prix. Ainsi M. Mirand donne pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

200 francs un microscope bien construit, avec quatre jeux d'objectifs. Il a également imaginé une disposition bien combinée, qui permet de réunir dans un seul et même instrument, du prix de 500 francs, le microscope d'observation et le microscope solaire.

L'exposition de M. Beck (Angleterre) renferme aussi quelques instruments d'un prix relativement peu élevé.

Parmi les dispositions imaginées pour rendre l'instrument portatif, la plus curieuse est celle de MM. Nachet père et fils, qui réunissent, dans une boîte de 9 centimètres de longueur sur 5 de largeur, un microscope muni de trois objectifs, un oculaire, et disposé de façon à se prêter facilement aux observations. La boîte sert elle-même de pied au microscope pendant le travail, et le renferme après l'observation faite. Ce microscope, véritable instrument de poche, présente, sous un volume aussi petit que possible, toutes les ressources propres à de sérieuses observations.

Pour faciliter le changement de grossissement pendant l'observation même MM. Nachet emploient un revolver porte-objectif. Cet appareil, mobile autour d'un axe de rotation oblique par rapport à l'axe de figure du microscope, porte deux objectifs, dont l'un se substitue instantanément à l'autre. L'objectif qui ne sert pas est relevé de façon à ne pas gêner les manipulations sur la platine.

M. Beck (Angleterre) emploie un système analogue, mais dans lequel les objectifs tournent autour d'un axe de rotation perpendiculaire au corps du microscope. Ce système porte trois objectifs, qui peuvent se substituer l'un à l'autre. Les oculaires, au nombre de trois, peuvent se changer par le même moyen, de sorte que le microscope porte sur un seul et même corps tous les grossissements possibles.

M. Thury fixe les objectifs par la simple pression de deux ressorts qui appuient sur un rebord que présente la monture de l'objectif et le forcent à se centrer immédiatement. La substitution d'un objectif à un autre peut donc s'opérer immé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diatement ; de plus, la partie du tube qui porte l'objectif est montée de façon à céder sous la pression, si dans la mise au foyer on amenait l'objectif au contact de la fiche portant l'objet à examiner.

Parmi les dispositions adoptées pour mettre le microscope sous toutes les inclinaisons possibles, une des plus simples et des plus stables est celle imaginée par M. Beck.

Les microscopes binoculaires, dont l'emploi présente dans certains cas de sérieux avantages, sont représentés dans l'exposition de M. Beck, dans celle de M. Ross et dans celle de MM. Nachet. La méthode employée pour adapter l'instrument à l'écart des yeux n'est pas la même dans les deux pays. En Angleterre l'adaptation se fait par le tirage des oculaires ; en France, par le déplacement de l'un des corps. Le système adopté par MM. Nachet pour le microscope binoculaire a été utilisé par eux pour disposer un microscope de manière que deux ou trois observateurs puissent y regarder simultanément. La lumière qui passe par l'objectif est réfléchie par un système convenable de prismes dans deux ou trois corps portant oculaire, de telle sorte que le même objet peut être regardé à la fois par le professeur et un ou deux élèves.

Au point de vue de la puissance et de la perfection optique, les instruments de M. Arthur Chevalier sont dignes d'occuper un rang honorable, mais les instruments les plus remarquables de l'Exposition sont ceux de MM. Beck, J. Ross et Dalmeyer, en Angleterre, et ceux de MM. Nachet et Hartnack, en France; il faudrait un examen très-approfondi pour les classer par ordre de mérite, car il est incontestable qu'ils sont tous excellents et présentent aux savants toutes les facilités désirables. Seulement leur aspect, leur disposition varient avec les pays. Les microscopes français se distinguent par une disposition simple, une forme élégante, et les accessoires qui compliquent l'appareil sont réduits au strict nécessaire ; leur prix est en rapport avec les ressources modestes dont disposent généralement les savants.

En Angleterre, où le culte des sciences est répandu dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus haute aristocratie, les microscopes atteignent des prix beaucoup plus élevés. Tandis qu'en France les instruments les plus parfaits n'atteignent pas le prix de 1,500 francs, en Angleterre un microscope complet peut dépasser le prix de 3,000 francs; mais aussi ces instruments réunissent, dans un ensemble habilement combiné, sous une forme à la fois solide, commode et de bon goût, les ressources les plus complètes, les accessoires les plus variés pour la facilité, nous pourrions presque dire le confortable, des observations.

§ 3. — Héliostats, appareils de projection, spectroscopes, appareils de polarisation et d'interférence.

M. Duboscq expose l'héliostat de Silbermann, auquel il a donné des dimensions plus grandes et une construction plus solide; celui de M. Léon Foucault, qui permet l'emploi de miroirs à large surface (le plus grand modèle, applicable spécialement aux agrandissements photographiques, figure dans l'exposition de la classe 9). Ce même constructeur expose toute une série d'appareils propres aux expériences de projection, soit à l'aide de la lumière solaire, soit à l'aide de la lumière électrique.

Ce moyen de démonstration si précieux, qui permet de mettre sous les yeux d'un nombreux auditoire des phénomènes qui primitivement n'étaient accessibles qu'à l'observateur isolé, ont puissamment contribué à populariser la science, et, parmi les constructeurs, M. Duboscq est certainement celui qui, par son habileté pratique et son esprit inventif, a le plus contribué à la réalisation et aux progrès de ce système d'enseignement.

Depuis les travaux de MM. Bünsen et Kirchoff sur l'analyse spectrale, le spectroscope est devenu un instrument indispensable dans les cabinets de physique, les laboratoires et les observatoires astronomiques. M. Duboscq a apporté diverses améliorations de détail au spectroscope de MM. Bünsen et Kirchoff; il l'exécute avec un nombre de prismes qui varie de 1 à 6. Ces instruments ne sont applicables que dans les recherches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de physique et de chimie, mais ce sont ceux qui donnent le plus de netteté dans les détails des raies. Pour les observations astronomiques il est plus commode de se servir du spectroscope à vision directe, dont l'invention appartient à M. Amici. Dans cet instrument on combine deux ou plusieurs prismes alternatifs de flint et de crown, dont on oppose les angles de façon à détruire la déviation du faisceau, tout en conservant la dispersion. Cet instrument a été appliqué par le R. P. Secchi dans ses études sur les spectres des étoiles. C'est sur ce principe que sont basés les instruments construits avec grand soin par M. Hoffmann et M. Duboscq.

M. Duboscq expose un appareil de polarisation de M. Norremberg auquel s'adapte à volonté le microscope polarisant d'Amici. Cet appareil présente aussi une modification due à M. Wheastone, qui permet d'employer pour l'éclairage des cristaux la lumière polarisée circulairement à la surface des métaux. Cet appareil est solide, bien construit, et présente toutes les ressources nécessaires pour l'étude des phénomènes de la lumière polarisée.

Le microscope polarisant de M. Norremberg figure avec des modifications de détail dans l'exposition de M. Duboscq. A l'aide de dispositions spéciales M. Duboscq a rendu cet appareil propre à opérer soit dans la lumière convergente, soit dans la lumière divergente, et dans la direction verticale et horizontale. M. Hoffmann expose un appareil analogue bien construit et renfermant des améliorations qui lui sont personnelles; aussi a-t-il cru devoir donner son nom à cet instrument. Peut-être eût-il été plus juste de ne pas se substituer aussi complétement au premier inventeur.

L'exposition de M. Soleil renferme le même instrument avec les dispositions spéciales imaginées par MM. Descloizeaux et Pisani, qui permettent d'opérer sur les cristaux chauffés. M. Rohrbeck (Prusse) a dans son exposition un appareil de polarisation qui permet de réaliser les expériences curieuses de M. Dove sur le dichroïsme. Cet appareil est assez commode,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais laisse à désirer sous le rapport de la construction. Nous trouvons un type mieux réussi de ce genre d'instruments dans l'appareil universel pour la polarisation rotatoire, exposé par M. Duboscq. Cet appareil peut en effet servir comme appareil de projection pour l'expérience des disques de couleurs complémentaires d'Arago, comme appareil de Biot pour l'étude du pouvoir rotatoire dans les liquides. La polarisation des rayons incidents et l'analyse des rayons émergents peut s'effectuer à volonté, à l'aide de la glace noire du prisme biréfringent ou du prisme de Nicol, et enfin l'addition d'un compensateur en quartz et d'une plaque à deux rotations permet de le convertir en saccharimètre du système Soleil.

M. Wild, professeur à Berne, a eu l'idée de remplacer dans ce saccharimètre la plaque à double rotation par les quartz croisés de Savart. Dans cet appareil la mesure se fait en amenant par la rotation de l'analyseur l'extinction des franges. Ce moyen n'est pas supérieur en sensibilité à l'ancien procédé; néanmoins c'est un moyen nouveau dont l'application peut être utile. L'appareil dans lequel il est appliqué est exposé par M. Hoffmann et paraît construit avec soin. Cette fois, le nom de M. Wild figure sur l'instrument à côté de celui du constructeur.

Les réfracteurs interférentiels de M. Jamin, qui permettent de mesurer avec une précision très-grande les différences de marche de deux faisceaux voisins l'un de l'autre, figurent dans l'exposition de M. Duboscq sous leur forme primitive. Nous les trouvons sous une forme et avec une disposition plus nouvelle dans l'exposition de M^me^ V^ve^ Bertaud, qui a cru devoir les exécuter non-seulement avec un soin parfait, mais avec un luxe de dorure dont l'utilité nous paraît contestable. Quoi qu'il en soit, ces appareils d'une exécution difficile font honneur aussi bien au talent des artistes qui les construisent qu'à la sagacité du savant qui a su les créer et en tirer d'heureuses applications.

Parmi les instruments les plus récents imaginés dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

domaine de l'optique se trouve l'appareil ingénieux à l'aide duquel M. Fizeau mesure les dilatations linéaires des cristaux dans les divers sens. Dans cet appareil, le cristal, taillé en forme de lame épaisse à faces parallèles, est soutenu par un support près d'une lentille de verre légèrement convexe, dans les conditions de distance propres à donner les anneaux de Newton.

Par la dilatation du cristal l'épaisseur de la lame d'air interposée varie, et le changement de diamètre des anneaux sert à indiquer et à mesurer le changement de distance, et par suite la dilatation du cristal. Tel est le principe de cet appareil, dont la construction a présenté des difficultés spéciales d'ajustement qui ont été résolues avec habileté sous la direction de l'inventeur par M. Henri Soleil. Les résultats obtenus à l'aide de cet appareil sont du domaine de la science ; néanmoins nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer qu'il comble une lacune très-importante, car il permet de réaliser l'étude des dilatations sur un grand nombre de corps qui, par leur nature ou leur rareté, avaient échappé jusqu'ici à ce genre de recherches.

Nous ne quitterons pas les appareils de polarisation sans dire un mot de l'instrument qui a servi à M. Cornu dans ses recherches sur la réflexion cristalline. Cet appareil a été construit dans les ateliers de M^me^ V^e^ Bertaud d'après les indications de M. Cornu. Il se compose de trois cercles concentriques, dont deux mobiles portent chacun un collimateur muni d'un analyseur qui peut tourner au centre d'un cercle divisé vertical. Au centre de l'instrument est un support qui sert à porter le cristal ; ce support est disposé de façon à en régler et à en déterminer l'orientation; toutes les parties de l'appareil peuvent accomplir librement tous leurs mouvements et se prêtent à toutes les facilités désirables pour le réglage et la vérification.

L'instrument de M. Cornu est bien conçu, bien construit, et par sa disposition même a permis à son auteur d'aborder avec succès des recherches extrêmement délicates.

Un mot encore sur un appareil utile que nous devons signa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ler, le colorimètre de M. Duboscq. Cet instrument se compose d'une sorte de microscope dont le champ est divisé en deux parties égales. Une des moitiés reçoit, par un prisme à double réflexion totale, la lumière qui a traversé une épaisseur connue d'un liquide; l'autre moitié reçoit de même la lumière qui a traversé une épaisseur, également connue, d'un autre liquide; c'est la même source de lumière qui envoie ses rayons à travers les deux liquides. Une disposition très-simple permet de varier les épaisseurs jusqu'à amener l'égalité des teintes. Une graduation mesure les épaisseurs. Cet instrument, simple, pratique et bien construit, sert à mesurer la force décolorante du noir animal.

§ 4. — Accessoires d'optique.

Les accessoires d'optique sont les lentilles, les glaces parallèles, les prismes, les polariseurs et analyseurs, et les cristaux taillés.

Nous ne reviendrons pas sur la fabrication des lentilles. Quant aux glaces parallèles, nous nous bornons à constater que M. Radiguet (France) continue à les fabriquer avec le même soin; c'est une œuvre méritoire, car ces glaces, indispensables dans les recherches d'optique et dans les instruments de marine, ne sont fabriquées que par deux maisons, l'une en France et l'autre en Angleterre.

Le travail de prismes est exécuté par beaucoup d'opticiens; cependant, parmi les personnes qui se font remarquer dans ce genre de travail, nous devons signaler M. Wenzel (France), qui a exposé une collection de solides géométriques à faces planes dont le travail est très-soigné. Nous devons citer aussi les verres travaillés de M. Berthaud et ceux de M. Hoffmann. Citons aussi les prismes que MM. Nachet emploient dans leurs microscopes et qu'ils travaillent eux-mêmes. N'oublions pas non plus les prismes à liquides de M. Steinheil, dont les faces en glaces sont appliquées par la seule pression de l'atmosphère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les prismes polariseurs nous ne devons pas oublier celui de M. L. Foucault, construit par M. Duboscq ; ce prisme se compose d'un rhomboèdre de spath coupé, suivant la diagonale des sommets obtus, sous un angle de 54°. Les deux morceaux polis sont réunis l'un devant l'autre avec une mince lame d'air entre deux; le rayon de lumière est divisé par le premier prisme en deux rayons, dont l'un, le rayon extraordinaire, est arrêté par réflexion totale, tandis que l'autre passe librement et est complétement polarisé. Ce prisme est beaucoup plus court, à égalité de section, que le prisme de Nicol, mais, en raison du peu d'étendue de son champ, il ne peut servir que comme polariseur dans la lumière parallèle.

Comme prisme analyseur l'ancien prisme de Nicol paraît préférable, seulement il exige un spath d'une grande longueur relativement à la section transversale. MM. Hartnach et Prasmowski, par une meilleure coupe du prisme, par un meilleur choix de la matière qui sert à en réunir les deux parties, ont su en réduire la longueur, tout en augmentant son champ. Ainsi le prisme de Nicol a une longueur égale à près de quatre fois son épaisseur et un champ de 20° ; le prisme de MM. Hartnach et Prasmowski a une longueur d'un tiers plus court et un champ d'un tiers plus grand.

La taille des cristaux d'optique exige une habileté particulière, car elle suppose à la fois un choix de procédés en rapport avec la dureté de la matière, et une connaissance parfaite des moyens qui permettent d'orienter convenablement les faces que l'on taille. Les expositions les plus curieuses sous ce rapport sont celles de M. Henri Soleil et de M. Hoffmann.

Pour la taille des cristaux M. Henri Soleil possède une habileté exceptionnelle, et il a même imaginé des procédés spéciaux pour ce genre de travail. On lui doit une méthode pour tailler sûrement, dans les cristaux de quartz, même à l'état de masse informe, des lames parallèles à l'axe. Ces moyens, que l'Académie des sciences de Paris a honorés, de son approbation et d'une récompense, ont permis d'utiliser un grand nombre de morceaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de quartz que l'on avait laissés de côté à une époque où ce précieux auxiliaire de l'optique était moins rare. Cette méthode a d'autant plus de prix que les beaux échantillons sont difficiles à trouver, et que souvent ils sont enlevés à la science par des opticiens mal inspirés, qui croient en faire un usage heureux en les appliquant à la confection des verres de lunettes, des objectifs ou des loupes, auxquels ils sont moins propres que des verres beaucoup moins précieux; car, d'une part, ils n'ont pas l'homogénéité nécessaire pour faire de bons objectifs, et ils ont l'inconvénient de ne pas arrêter, aussi bien que le verre, certains rayons qui fatiguent la vue.

CHAPITRE IV.

ACOUSTIQUE.

La fabrication des instruments d'acoustique exige des aptitudes toutes spéciales; d'autre part elle a peu de débouchés; aussi est-elle abandonnée par la plupart des constructeurs, et se concentre-t-elle fatalement entre les mains de celui qui apporte à ce travail le plus de persévérance, d'habileté et de dévouement. M. Marloye a été pendant de longues années le fournisseur privilégié de la plupart des collections d'acoustique, et c'était justice, car il joignait à une connaissance profonde de son art une grande habileté dans le travail du bois et un goût parfait dans la disposition de ses appareils. M. Kœnig a conquis aujourd'hui la même position et jouit d'une juste réputation en France et à l'étranger. Moins préoccupé du point de vue artistique que du progrès scientifique, il se distingue surtout par la nouveauté de ses appareils. Toujours au courant de la science, il la devance parfois en faisant lui-même œuvre de savant. Aussi sa collection résume-t-elle en quelque sorte l'histoire des progrès accomplis depuis plusieurs années dans la science des sons. Mais, si la réunion de toutes ces œu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vres, remarquables par leur originalité, fait éprouver une vive satisfaction à l'esprit, l'aspect général de cette collection ne produit pas sur l'œil une impression aussi favorable. C'est qu'en effet M. Kœnig a substitué systématiquement la fonte au bois, qui jusqu'ici figurait si heureusement dans la construction des instruments d'acoustique, et leur donnait un cachet spécial rappelant leur parenté avec les instruments de musique. Cette substitution de la serrurerie à l'ébénisterie présente peut-être quelques avantages, au point de vue de la solidité et de l'économie, mais, pour être acceptée sans regret, il faudrait que cette innovation fût justifiée par une pureté de style et une élégance de formes que le constructeur n'a pas encore su réaliser.

Ces observations n'ôtent rien au mérite scientifique des instruments, parmi lesquels un certain nombre sont de l'invention de M. Kœnig.

Nous remarquons d'abord un tonomètre complet, d'après le système de Scheibler, comprenant toute l'étendue des sons perceptibles. Ce tonomètre se compose d'une série de diapasons réglés par la méthode des battements. Pour les sons graves, les diapasons difficiles à construire et à faire vibrer sont remplacés par des tiges d'acier grosses et courtes. Les sons les plus graves sont donnés par des diapasons munis de curseurs et de miroirs, ce qui permet de les régler à l'aide de l'œil par la méthode optique due à M. Lissajous. L'exposition de M. Kœnig renferme quelques-uns des appareils propres à la mise en œuvre de cette méthode qui permet d'étudier les mouvements vibratoires, d'une façon directe et précise sans le secours de l'oreille. Les applications importantes qu'elle a reçues entre les mains de savants illustres nous permettent de croire qu'elle n'a pas été sans influence sur les progrès accomplis en acoustique depuis dix ans.

A côté de ces appareils on remarque les résonnateurs inventés par M. Helmholtz, et que M. Kœnig a construits sur ses indications. C'est à l'aide de ces globes renforçants, munis de deux ouvertures, dont l'une reçoit l'onde sonore et l'autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transmet le son à l'oreille en le renforçant, si les dimensions du globe sont convenables, que l'on peut constater l'existence et l'intensité relatives des harmoniques qui accompagnent les divers sons et faire l'analyse des timbres. M. Kœnig expose également le grand appareil à l'aide duquel M. Helmholtz arrive à l'imitation artificielle des divers timbres, et notamment des timbres des voyelles, par la production simultanée et en proportion convenable des diverses notes simples qui constituent la suite harmonique.

Parmi les curiosités de la collection de M. Kœnig, l'on remarque les appareils à flammes manométriques, qu'il a imaginés et appliqués avec succès à la démonstration d'un grand nombre de phénomènes d'acoustique. Dans ces appareils, une capsule, dont le fond est percé de deux trous, est fermée à son ouverture par une membrane très-mince en caoutchouc; un des trous sert à introduire dans la capsule du gaz de l'éclairage qui s'échappe par un petit bec fixé dans l'autre ouverture ; on allume le gaz et la flamme qui se produit, traduit, par ses variations d'amplitude, toutes les pulsations de la membrane. Ce petit appareil, adapté en divers points d'un tuyau sonore, permet de reconnaître la position des nœuds et des ventres; mis en relation avec un résonnateur par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc, il accuse le renforcement produit par le résonnateur. Huit résonnateurs placés les uns au-dessus des autres, et munis chacun d'une flamme manométrique, constituent un appareil propre à l'analyse des timbres. Les flammes de cet appareil sont placées l'une au-dessus de l'autre, et un miroir tournant, adapté à l'appareil, permet de reconnaître celles des flammes qui sont animées d'un mouvement vibratoire.

Le même procédé sert à comparer les nombres de vibrations de deux tuyaux, et à constater le phénomène des battements; en un mot, M. Kœnig s'est plu à en tirer parti pour toutes les démonstrations d'acoustique auxquelles cette méthode ingénieuse pouvait s'appliquer avec utilité.

Nous signalerons, parmi les nouveautés encore peu connues,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil à l'aide duquel M. Crova démontre la propagation des mouvements ondulatoires, et en général les phénomènes de dilatation et de condensation dus à la superposition des ondes.

Cet appareil se compose d'un disque noirci que l'on peut faire tourner autour d'un axe horizontal. Devant ce disque est une large plaque percée d'une fente verticale, étroite, dirigée suivant un des rayons. Cette fente commence près de la circonférence, et n'occupe qu'une faible partie de la longueur du rayon. Sur le disque sont tracées des courbes à peu près concentriques. On éclaire fortement la plaque fendue à l'aide de la lumière électrique ou de la lumière Drummond, et on projette, au moyen d'une lentille, l'image de cette plaque sur un écran. Partout où une des courbes se dessine derrière la fente, la lumière passe, et on aperçoit sur l'écran un trait lumineux de direction sensiblement horizontale. Ces divers traits sont placés, les uns au-dessus des autres, sur une même verticale. En faisant tourner le disque, les traits se déplacent dans le sens de la longueur de la fente, et, à chaque tour de disque, ils reprennent leur position primitive. Ils éprouvent donc des oscillations dont l'amplitude dépend de la forme de la courbe, et dont les phases relatives dépendent de l'orientation des diverses courbes. Ces oscillations peuvent être employées pour représenter les mouvements de tranches successives d'air mises en vibration. En changeant la position relative, la forme, l'orientation de ces diverses courbes, on peut figurer toutes les variétés de mouvements ondulatoires correspondant aux divers phénomènes produits par la propagation d'une onde unique ou de plusieurs ondes marchant dans le même sens, ou en sens contraire.

Le tracé de ces courbes ne présente généralement pas de difficultés, car ce ne sont, dans la plupart des cas, que des circonférences excentriques dont les centres sont distribués autour de l'axe, suivant une loi facile à trouver. L'appareil de M. Crova est destiné à remplacer avec avantage, au point de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vue de la simplicité et de l'économie, tous les appareils à mouvement mécanique destinés à ce genre de démonstration, et dont les principaux sont dus à M. Wheatstone.

Ne quittons pas l'exposition de M. Kœnig sans signaler la sirène de Seebeck, qu'il a construite dans des dimensions très-grandes et avec des combinaisons nouvelles de détail, ainsi que les chronographes à diapason qu'il expose, dont l'un est de son invention, et l'autre, combiné par MM. Regnault et Lissajous, a servi à des recherches encore inédites, mais multipliées, que M. Regnault a faites sur la vitesse du son.

L'exposition de M. Wesselhöft, en Russie, renferme un curieux instrument de M. le professeur Töpler, auquel il a donné le nom de stroboscope. Cet instrument se compose d'un disque à axe horizontal percé de fentes équidistantes, et mis en mouvement par un mécanisme d'horlogerie. Une lunette fixe est placée à la hauteur du centre et devant une des fentes ; on regarde à travers cette lunette le corps vibrant, que l'on ne voit que par intermittence ; on règle la vitesse de rotation du disque en insufflant de l'air par un bec placé symétriquement par rapport à la lunette. Cet appareil n'est autre chose que le phénakisticope appliqué d'une façon générale et méthodique à l'étude des mouvements vibratoires. M. le professeur Töpler s'en est servi avec habileté pour étudier les flammes chantantes, et reconnaître dans leur constitution diverses particularités qu'un miroir tournant aurait moins aisément permis de constater.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION IV

POIDS ET MESURES, MONNAIES

PAR M. DE LAPPARENT.

Les Expositions universelles n'ont pas seulement pour effet d'exciter entre les peuples une heureuse émulation par le spectacle des progrès toujours croissants de l'industrie, en conviant à des luttes pacifiques les représentants de tous les pays, elles impriment aux transactions une activité qui contribue puissamment à détruire des préjugés séculaires. On y apprend à regarder sans surprise la physionomie et le costume de l'étranger; même la diversité des idiômes ne suffit plus à masquer la similitude des besoins et des intérêts, et chaque jour on comprend mieux la nécessité d'abattre ces barrières artificielles que nous a léguées le passé, barrières qui autrefois ont pu avoir leur efficacité, mais qui sont devenues tout à fait illusoires depuis que les moyens de communication ont pris un développement si extraordinaire. Ainsi la formalité des passeports a presque partout disparu; la visite de la douane a perdu ce caractère vexatoire qu'elle se plaisait à revêtir pendant la première moitié de ce siècle; et de tous côtés on s'efforce d'obtenir la suppression de toutes les prohibitions qui ne sont pas justifiées par un intérêt politique impérieux.

Au nombre des obstacles qui viennent encore gêner les relations internationales, il en est un qui pèse lourdement à la fois sur le commerce et sur les voyageurs; c'est celui qui naît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la diversité des poids et mesures et des monnaies. Les inconvénients auxquels cette diversité donne lieu sont trop évidents pour qu'il soit besoin de s'y arrêter ; aussi l'opinion des hommes éclairés de tous les pays s'est-elle nettement prononcée, depuis plusieurs années, en faveur d'une réforme que l'intérêt bien compris réclame non moins que le bon sens. Plusieurs tentatives heureuses ont été faites dans cette voie, et les Expositions de 1851, 1855 et 1862 n'ont pas été étrangères à leur succès. Il appartenait à l'Exposition universelle de 1867 de donner à ce mouvement une nouvelle et plus vive impulsion ; c'est ce que la Commission impériale a fait par la création du Comité des poids et mesures et des monnaies. Mais avant de rendre compte des travaux auxquels ce Comité s'est livré, il ne sera pas inutile de retracer, dans un rapide aperçu, l'histoire des phases successives par lesquelles a passé cette grave question.

§ 1. — Établissement du système métrique.

Les premiers efforts pour procurer l'uniformité des poids et mesures et des monnaies remontent à l'institution du système métrique. Auparavant toute tentative de ce genre eût été fatalement vouée à l'insuccès. A quel titre, en effet, une nation eût-elle imposé aux autres sa manière de procéder, alors que tous les systèmes en vigueur, variables d'ailleurs dans l'étendue d'un même pays, ne reposaient sur aucune base rationnelle et présentaient l'amalgame le plus discordant de mesures souvent difficiles à définir et que les caprices locaux pouvaient seuls justifier ?

Au contraire, le système métrique a été conçu dans un esprit d'admirable unité qui lui assure, au plus haut degré, le caractère d'une création scientifique. On sait qu'il fait dériver toutes les mesures de longueur, de surface, de volume et de poids de la seule notion du mètre, unité choisie, en dehors de toute préférence nationale, dans les données fournies par le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

globe terrestre, et subdivisée conformément au système décimal, qui est partout adopté pour la numération. De là résultent, non-seulement de grandes facilités dans l'emploi et la construction des instruments de mesure, mais encore une simplicité merveilleuse pour tous les calculs ayant trait à la géométrie, à la physique et à la mécanique; aussi la science n'a-t-elle pu méconnaître ce caractère, et le système métrique a tout d'abord conquis sa place dans les travaux des savants et des académies.

D'ailleurs, les auteurs de ce système, devançant les susceptibilités nationales, avaient poussé la précaution jusqu'à lui imprimer à l'avance un caractère cosmopolite en appelant plusieurs savants étrangers dans le sein de la Commission qui en a fixé les bases (1); et auparavant, l'Assemblée Constituante, en donnant la première impulsion aux travaux d'où devait sortir ce système, adressait au roi Louis XVI un message dans lequel elle sollicitait un pressant appel spécialement adressé au gouvernement britannique, pour une entente commune dans une question qui intéressait à un si haut degré le bien-être et l'harmonie des peuples.

Les monnaies elles-mêmes font partie de l'ensemble du système métrique, car l'unité choisie est le franc, pièce d'argent à neuf dixièmes de fin, et du poids de cinq grammes; et si la monnaie d'or ne réalise pas la condition d'un poids rond, cette dérogation était loin d'avoir, au commencement du siècle, l'inconvénient qu'elle a pu présenter depuis; l'argent était alors le seul métal d'un usage général dans les transactions.

Le système métrique avait donc, dès le début, tout ce qu'il fallait pour entraîner l'adhésion universelle, et il est permis

(1) « L'Académie a cherché à exclure toute condition arbitraire, tout ce qui pourrait faire soupçonner l'influence d'un intérêt particulier à la France ou d'une prévention nationale; elle a voulu, en un mot, que si les principes et les détails de cette opération pouvaient passer seuls à la postérité, il fût impossible de deviner par quelle nation elle a été ordonnée ou exécutée. »— Condorcet, Lettre adressée au nom de l'Académie des sciences à l'Assemblée Constituante (Séance du 26 mars 1791).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de penser que ce résultat eût pu être atteint si, à cette époque, notre pays ne s'était pas trouvé vis-à-vis de l'Europe dans un état d'hostilité permanente, peu fait pour donner du crédit à toute institution d'origine française. Il y avait d'ailleurs beaucoup à faire chez nous pour obtenir qu'on cessât de se servir des mesures anciennes, et ce n'est qu'en 1837 que l'usage du système métrique est devenu obligatoire en France; à peu près au même moment il était adopté par les Pays-Bas, la Belgique et la Grèce.

C'est alors que l'industrie, favorisée par vingt-cinq années de paix, entrait dans cette voie de prospérité où elle a marché depuis, à pas de géant. En peu de temps, l'Europe se trouvait sillonnée de chemins de fer qui, en donnant au commerce un développement inouï, habituaient les peuples à se visiter les uns les autres, à nouer des relations de tout genre et à confondre, en quelque sorte, leurs intérêts matériels, trop souvent sacrifiés aux caprices de la politique.

§ 2. — Tentatives récentes en faveur de l'uniformité des mesures.

Cette rapide extension du commerce était précisément ce qui pouvait le mieux faire ressortir la nécessité d'un système uniforme d'évaluation et de mesure. Il ne manquait, dès lors, aux peuples qu'une occasion solennelle d'échanger à cet égard leurs regrets et leurs désirs; elle leur fut fournie par l'Exposition universelle de Londres en 1851; alors les partisans de l'uniformité purent se compter et donner à leurs efforts une commune direction. Dès la clôture de l'Exposition, l'Association britannique pour l'avancement des arts, de l'industrie et du commerce, sollicitait du gouvernement anglais des mesures propres à hâter l'adoption d'un système uniforme dans le monde entier. Deux ans après, le congrès de statistique de Bruxelles votait dans ce sens une résolution fortement motivée. A l'issue de l'Exposition de 1855, à Paris, les membres du Jury et les commissaires signaient une déclaration où ils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appelaient de tous leurs vœux l'adoption d'un système unique, et, faisant un pas de plus, ils exprimaient le souhait que les divisions de ce système fussent décimales. Le congrès de statistique, tenu la même année à Paris, s'associait à ces manifestations. Enfin, ce congrès avait à peine terminé sa session, qu'il se fondait, sous les auspices de l'Exposition universelle, une grande Association internationale où chaque contrée devait former une branche spéciale dont les membres s'engageaient à user de toute leur influence, en faveur de l'entente cherchée.

La branche anglaise de cette Association a été de beaucoup la plus active, précisément parce qu'il semblait y avoir plus à faire pour vaincre les préjugés britanniques. Après avoir décidé, à la suite d'une mûre délibération, que le système métrique décimal méritait la préférence entre tous ; après avoir donné à cette décision la sanction d'un vote de l'assemblée générale de l'Association, elle a provoqué en sa faveur des manifestations nombreuses, auxquelles le Parlement a fini par se rendre, en 1862, en constituant un Comité d'enquête, conformément à une proposition dont M. Ewart avait pris l'initiative. Ce Comité conclut, à l'unanimité, en faveur de l'adoption du système métrique. Cependant, l'opposition personnelle de lord Palmerston réussit à paralyser en grande partie l'influence d'un si éclatant hommage, et l'on se contenta de légaliser l'usage du système métrique dans le Royaume-Uni. Afin que ce demi-succès ne restât point stérile, l'Association anglaise a pris soin de déposer, dans tous les centres commerciaux du royaume, des étalons authentiques des poids et des mesures métriques. Sa propagande s'étendait aussi à l'Allemagne, où elle envoyait des délégués aux conférences de Francfort, en 1862 et 1865, ainsi qu'au congrès de statistique de Berlin, en 1863.

Dans le même temps, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, les États-Romains, la Roumanie, adoptaient le système métrique, tandis que la Suisse, la Prusse et quelques autres États de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Allemagne faisaient un pas plus timide dans cette voie en introduisant, dans leurs systèmes anciens, réformés et rendus uniformes, la division décimale et en choisissant pour unités des longueurs et des poids renfermant un nombre rond de centimètres ou de grammes. Ainsi, la livre du zollvercin pèse 500 grammes.

De leur côté, les États-Unis d'Amérique ne restaient pas étrangers à ce mouvement, et, en 1866, une loi du Congrès, en légalisant l'usage du système métrique, décidait l'envoi, dans chaque état de l'Union, d'une série-étalon de poids et mesures conformes à ce système ; en même temps, une première réforme dans ce sens était introduite dans le service des postes.

Enfin, tout récemment, le gouvernement autrichien élaborait un projet de loi qui n'attend plus que la sanction du Reichsrath, et qui rend obligatoire l'usage du système métrique dans toute la monarchie. Enfin, une commission organisée dans les Indes anglaises, pour rechercher le moyen d'établir l'uniformité dans ce vaste empire, s'est prononcée, à l'unanimité, après une enquête, en faveur de ce système ; le gouvernement anglais est en demeure de se prononcer.

En résumé, les États qui, de nos jours, ont adopté purement et simplement le système métrique sont : la France, les Pays-Bas, la Belgique, la Grèce, l'Espagne et le Portugal avec leurs colonies, l'Italie, les États-Romains, la Roumanie, le Mexique, la Nouvelle-Grenade, l'Équateur, la Bolivie, le Venezuela, le Pérou, le Chili et le Brésil.

L'Autriche est sur le point de le mettre en vigueur ; l'Angleterre et les États-Unis en ont légalisé l'usage. La Suisse, la Prusse, les États allemands et le Danemark lui ont fait des emprunts plus ou moins importants. Enfin, la fixation des tarifs des douanes, des postes et des télégraphes, donne lieu, entre les divers pays, à des conventions qui ne peuvent s'établir que sur la base du système métrique.

On voit, par ce simple exposé, combien peu il reste à faire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour que ce système devienne d'un usage exclusif dans tout le monde civilisé. Il s'en faut de beaucoup que la question soit aussi avancée, pour ce qui concerne les monnaies. Là, en effet, les difficultés sont un peu plus grandes. A l'égard des monnaies, les ménagements pour des usages contraires à la raison ont empêché jusqu'ici qu'il ne se fît une entente un peu générale, quoique rien ne soit plus facile que d'arriver à un système rigoureusement rationnel et capable d'entraîner l'adhésion de tous ceux qui savent s'élever au-dessus des préjugés étroits de la routine.

Cependant la question a une telle importance, qu'elle ne pouvait manquer de préoccuper les peuples et les gouvernements. Les mêmes associations qui travaillaient à propager l'usage du système métrique, ont inscrit sur leur drapeau l'union monétaire; et déjà, en Angleterre et aux États-Unis, leurs efforts ont obtenu un premier succès, en faisant triompher, au moins dans une certaine mesure, le principe de la division décimale des monnaies. En outre, l'accord des gouvernements de France, d'Italie, de Belgique et de Suisse, a donné naissance à la convention monétaire du 23 décembre 1865, qui impose une monnaie commune à un groupe de plus de 68 millions d'individus. Bien que cette convention laisse sans solution des problèmes d'une haute gravité, et soulève même des objections de principes, elle n'en est pas moins un acte remarquable en ce qu'elle a ouvert la voie à des pourparlers plus étendus, et elle a obtenu l'adhésion de la Grèce et des États-Pontificaux.

L'Allemagne, où il y a tant à faire sous ce rapport, n'est pas non plus restée inactive. Un traité conclu en 1857, entre la Prusse et l'Autriche admettait la livre de 500 grammes d'argent fin comme base de la fabrication des monnaies, en posant une équation qui reliait cette unité au thaler prussien, au florin d'Autriche et au florin du Sud. Plus tard, les conférences de Francfort tentaient, mais sans succès, d'établir l'unité monétaire dans toute l'Allemagne; et l'Autriche changeait sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monnaie divisionnaire pour la mettre en harmonie avec le système décimal.

Enfin, le gouvernement anglais lui-même est sorti, à cet égard, de son isolement systématique en proposant à la France d'intervenir auprès du Mexique, alors que ce pays était occupé par les troupes françaises, pour obtenir qu'il adoptât, pour la piastre, la pièce de 5 francs. Dans le cas où cette proposition eût été accueillie, l'Angleterre promettait de frapper, dans son hôtel des monnaies de Hong-Kong, des pièces de 5 francs comme piastres nouvelles destinées au service du commerce dans tout l'Orient. Le fait est rapporté par M. Michel Chevalier dans son *Traité de la monnaie*.

§ 3. — Travaux du Comité de l'Exposition de 1867.

Les choses en étaient à ce point quand le gouvernement français organisa l'Exposition universelle de 1867, dont le magnifique programme témoignait qu'elle ne voulait rester étrangère à rien de ce qui peut intéresser le bien-être moral ou matériel des nations. L'occasion était bonne pour agiter de nouveau la question des poids et mesures, et surtout celle des monnaies; c'est pourquoi la Commission impériale, répondant avec empressement à l'appel des associations anglaises, décida la création d'un Comité spécial composé de délégués des divers pays, et qui serait, tout d'abord, chargé d'organiser une exposition des poids et mesures et des monnaies en usage dans le monde entier. Une pareille exposition ne pouvait manquer d'attirer efficacement l'attention publique sur la grande cause de l'union, en faisant toucher du doigt l'urgente nécessité d'une réforme. On adopta d'ailleurs, dans la mise à exécution de cette pensée, des dispositions particulièrement favorables à la comparaison des divers systèmes. Aussi y a-t-il lieu d'espérer que si cette exposition, à laquelle un heureux hasard a fait attribuer la place d'honneur, n'a été pour quelques-uns qu'un objet de vaine curiosité, elle a fourni au plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grand nombre l'occasion de réflexions salutaires, en montrant, mieux que tous les discours, à quel point il était désirable de faire cesser une si fâcheuse confusion.

Mais là ne se sont pas bornés les efforts du Comité : pendant deux mois, il a tenu de nombreuses séances, où ses membres étaient appelés à faire connaître les moyens qu'ils jugeaient les plus propres à réaliser l'uniformité cherchée. De ces délibérations sont sortis deux rapports présentés, l'un par la sous-commission des poids et mesures, l'autre par celle des monnaies, et à la suite desquels étaient formulées diverses résolutions. Enfin, pour que rien ne fût oublié dans le vaste système des instruments de mesure, le Comité a émis quelques vœux en faveur de l'uniformité des baromètres, des thermomètres, et des appareils destinés à apprécier la densité des liquides.

Après avoir ainsi préparé la solution des questions soumises à son examen, le comité, pour donner à ses travaux la sanction de l'opinion publique, organisa des conférences internationales auxquelles furent conviés les représentants les plus autorisés de la science économique et de l'administration en France et à l'étranger. A la même époque, le gouvernement de l'Empereur convoquait, au Ministère des affaires étrangères, une conférence diplomatique chargée de poser les bases de l'union monétaire, et plaçait S. A. I. le prince Napoléon à la tête de cette haute commission. Le Prince a dirigé aussi les débats de la conférence libre et a pris une part importante à ses délibérations.

Toutes les difficultés que soulève le grave sujet qui nous occupe ont été abordées et discutées dans le Comité et dans la Conférence ; il convient donc, après cet aperçu historique de leurs travaux, d'entrer dans le fond de la question et d'en exposer succinctement les divers aspects.

Pour les poids et mesures, l'accord ne pouvait être un instant douteux : le système métrique réunissait à l'avance tous les suffrages. Pour lever les derniers scrupules et répondre à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une objection trop aisément formulée par les esprits récalcitrants, il restait à mettre en évidence le parfait état de conservation des étalons ; dans ce but, une députation du comité se transporta aux Archives et au Conservatoire des arts et métiers, et sa visite fit l'objet d'un rapport qui met à néant toute allégation contraire.

Quelquefois aussi on a prétendu qu'une erreur avait été commise dans l'établissement de la longueur du mètre ; mais cette objection ne mérite pas qu'on s'y arrête ; car, d'un côté, la forme irrégulière du sphéroïde terrestre ne permet pas d'espérer une concordance absolue entre les mesures prises sur différents méridiens, et d'un autre côté, l'erreur alléguée serait tout à fait insignifiante.

Tandis que les poids et mesures ne pouvaient donner lieu qu'à des difficultés de détail, la question monétaire a soulevé des discussions longues et approfondies. Et il n'y a pas lieu de s'en étonner, car ce n'est que depuis peu de temps, et grâce aux efforts de nos économistes les plus éminents, que le rôle de la monnaie et le mécanisme des échanges commencent à être sainement appréciés. On comprend aujourd'hui que, s'il n'y a pas, à proprement parler, d'étalon, c'est-à-dire de mesure fixe et invariable, pour la valeur des marchandises, il y a du moins certaines marchandises qui, par leurs qualités spéciales, se prêtent mieux que toutes les autres à la fonction d'instrument légal des échanges ; alors la loi les élève à la qualité de monnaie. Tel est le rôle des métaux précieux; mais cette faculté qui leur est conférée par la loi ne leur fait nullement perdre le caractère de marchandise, et ce caractère s'accuse d'autant mieux que les transactions entre les peuples sont plus faciles et plus multipliées. Grâce à ces facilités, les métaux, comme tous les autres produits, affluent là où ils sont le plus recherchés.

Cette considération a paru décisive au Comité et à la Conférence et le principe de l'étalon unique, tant pour la monnaie universelle que pour celle de chaque État en particulier, a été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voté à une grande majorité. On a fait ressortir que la loi, en établissant un rapport fixe entre l'or et l'argent, ne réussit qu'à donner la faculté de s'acquitter toujours avec le métal déprécié, c'est-à-dire au détriment constant des créanciers, tandis que le métal dont la valeur commerciale est supérieure à sa valeur nominale est exporté ou refondu ; en sorte qu'on en est réduit, pour combattre cette exportation, à priver les monnaies du métal préféré par l'addition d'un excès d'alliage, ce qui, en réalité, équivaut à une véritable démonétisation de ce métal. C'est pourquoi, sans nier qu'il puisse être convenable de conserver deux métaux comme agents de circulation, on exprima le vœu qu'un seul fût investi de la fonction de monnaie légale.

Maintenant fallait-il choisir l'or ou l'argent ? La loi de l'an III s'était prononcée pour ce dernier ; à cette époque, en effet, l'argent était à peu près seul employé dans les transactions ; cependant le besoin d'une monnaie d'or se fit bientôt sentir et la loi de germinal an XI a essayé d'y pourvoir en fixant à 15 1/2 le rapport de la valeur de l'or à celle de l'argent, expédient inefficace puisqu'il établissait une relation invariable entre les valeurs inégalement variables des deux métaux. Pendant de longues années, la valeur de l'or se maintenant un peu au-dessus du taux légal, ce métal ne fut qu'une monnaie de luxe qu'on achetait en payant une prime, et l'écu de 5 francs servit presque seul aux payements.

Les choses changèrent de face lors de la découverte des mines de l'Australie et de la Californie. En 1800, la production de l'or, en valeur, était à celle de l'argent dans le rapport de 26 à 72 ; en 1863, on comptait 67 d'or pour 33 d'argent. La quantité d'or monnayé par la France, l'Angleterre et les États-Unis formait en 1851, une somme de 5 milliards ; dans les quinze années qui se sont écoulées de 1851 à 1866, cette somme s'est élevée à 15 milliards et demi.

Une révolution aussi considérable ne pouvait manquer de changer entièrement l'économie des payements, surtout dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les pays où l'usage du double étalon, en permettant de s'acquitter avec de l'or, favorisait la sortie de l'argent, dont l'exportation offrait de grands bénéfices, les pays de l'extrême Orient continuant à se servir exclusivement de ce métal. On peut dire qu'il fût résulté de cette situation des désordres incalculables si, par une disposition providentielle, cette grande affluence d'or n'avait coïncidé avec un développement prodigieux du commerce et de l'industrie capable d'absorber presque seul l'excès du métal précieux.

Quoi qu'il en soit, l'usage de l'or devint presque universel ; on s'habitua rapidement à cette monnaie si maniable et les mesures prohibitives que quelques États crurent devoir prendre à son égard furent impuissantes à en interdire la circulation. Il suffit de voyager en Allemagne, pays à étalon unique d'argent, pour constater la faveur dont jouit le napoléon d'or.

Aujourd'hui même, bien que la production de l'or se soit ralentie, tandis que celle de l'argent suit une marche croissante ; bien que la découverte, dans le Chili, dans l'État de Nevada et dans d'autres parties de l'ouest des États-Unis, de nouvelles mines d'argent qui paraissent très-riches, fasse présager une baisse prochaine de ce métal, il ne paraît pas qu'on puisse songer à une autre monnaie que la monnaie d'or pour solder les balances du commerce international.

Même dans les États de la convention monétaire de 1865, l'étalon d'argent n'apparaît plus que dans la pièce de 5 francs, et toute la monnaie divisionnaire d'argent n'est plus qu'un véritable billon. Le retour à l'argent exigerait, à cause du poids de ce métal, une forte émission de billets et même de petites coupures. Au contraire, le poids minime d'or qui suffit pour constituer une somme de 100 ou 200 francs, son transport commode, la fixité peut-être plus grande de sa valeur pour de longues périodes, son usage si répandu en France, en Angleterre et aux États-Unis, en font le véritable instrument des échanges. Aussi le Comité et, après lui, la Conférence

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'ont pas hésité à proclamer que c'était dans l'or, et dans l'or seul, qu'il fallait chercher le principe de la monnaie internationale.

Il restait à déterminer quelle consistance il est convenable de donner à cette monnaie d'or pour lui assurer l'accès de tous les marchés. Là se trouve, à proprement parler, le nœud de la question.

La majorité des membres du Comité et de la Conférence s'est montrée surtout préoccupée du désir d'éviter tout ce qui pouvait heurter trop brusquement les habitudes reçues et les préférences nationales d'ancienne date. La convention monétaire de 1865, à cause de l'adhésion qu'elle a déjà rencontrée chez plusieurs gouvernements, lui a paru former un point de départ précieux, à la condition toutefois de renoncer à l'étalon d'argent. Convaincu qu'on ne saurait faire trop de concessions pour arriver rapidement à la création d'une monnaie universelle, la majorité a cherché à profiter de toutes les transactions dont les circonstances actuelles pouvaient fournir l'occasion.

Or, il est un fait remarquable, c'est que presque toutes les monnaies d'un usage général dans le commerce peuvent être ramenées, moyennant de légères modifications, à la pièce de 5 francs ou à ses multiples. Ainsi le dollar est peu supérieur à 5 francs ; la livre sterling dépasse très-peu 25 francs; 2 florins d'Autriche équivalent presque à 5 francs, etc. ; enfin cette somme de 5 francs représente aussi la valeur de l'ancienne piastre espagnole, qui pendant longtemps a été l'instrument du commerce du monde.

La majorité a donc accepté la proposition formulée, à titre purement officieux, il est vrai, par les délégués des États-Unis, et a émis le vœu que l'unité internationale fût la pièce d'or de 5 francs, frappée au titre de neuf dixièmes de fin et ayant partout cours légal, en attendant que les autres monnaies d'or existantes fussent peu à peu ramenées à être des multiples de cette unité. Dans ce système, les Américains

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abaisseraient la valeur de leur dollar d'or à 5 francs, l'Angleterre réduirait la livre sterling à 25 francs, l'Autriche frapperait des pièces d'or de 2 florins, ou des multiples de 2 florins en or, etc., et les pièces ainsi modifiées seraient reçues en France comme les monnaies françaises de même valeur. Le titre serait d'ailleurs uniforme et égal à neuf dixièmes, et des mesures communes de contrôle garantiraient l'exactitude de la fabrication.

Mais cette solution a eu pour adversaires plusieurs esprits éminents qui se sont faits les défenseurs d'un système beaucoup plus radical. Ils ont demandé qu'on ne se contentât pas d'entrer à moitié dans la voie des réformes, et que, pour donner aux autres peuples l'exemple du désintéressement, la France fît elle-même le sacrifice de ses pièces d'or pour mettre la monnaie d'or universelle en harmonie avec le système métrique. En effet, la pièce d'or de 5 francs ne pèse pas un poids exact de grammes ; il faut 620 pièces de ce genre pour former 1 kilogramme ; et si, comme il y a lieu de le croire, l'or est destiné à devenir le seul instrument des échanges entre les nations, l'adoption de la pièce de 5 francs détruit la belle harmonie du système général des poids et mesures, harmonie qui ne peut subsister actuellement qu'avec l'usage exclusif de la monnaie d'argent.

Pour y remédier, on a proposé de choisir pour unité universelle un poids de 5 grammes ou de 10 grammes d'or à neuf dixièmes de fin. A ceux qui objectaient que ce changement bouleverse tous les systèmes, que la pièce d'or de 5 grammes vaut 15 fr. 50, et que cette somme ne présente rien de commun avec les unités familières aux différents peuples, les partisans de la pièce d'or de 5 ou de 10 grammes répondaient, d'une part, que l'adoption d'une monnaie entièrement nouvelle n'occasionnerait pas plus de frais qu'une modification, même légère, apportée aux monnaies existantes ; et, d'autre part, qu'elle produirait moins de confusion que l'introduction, dans chaque contrée, de pièces différant très-peu des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièces jusqu'alors en usage et capables d'apporter un certain trouble dans l'exécution des contrats basés sur l'ancien système; ils ont représenté que l'Angleterre ne se prêterait pas à une refonte de sa livre sterling, dont elle a constamment refusé de modifier même le titre, tant est grand son respect pour l'invariabilité de la monnaie; ils ont fait observer que le changement proposé ne devait, à la rigueur, s'appliquer, pour le moment, qu'à l'instrument des échanges internationaux, que c'était l'occasion, ou jamais, de tenter une épreuve décisive et qu'enfin, en substituant la notion du poids à celle de la valeur, ce système avait l'avantage de restituer à la monnaie sa véritable signification économique, qui se réduit, en réalité, à deux choses : l'indication d'un poids et d'un titre déterminés.

Bien que la majorité, dans le sein du Comité comme dans la Conférence, ait refusé à ce système la sanction de son vote, il est difficile de prévoir quel accueil peut lui être réservé auprès des gouvernements qui auront à délibérer sur les pourparlers de la conférence diplomatique; il ne serait pas impossible que la résistance apportée par l'Angleterre et par d'autres puissances à toute altération, même minime, ayant pour objet de mettre leurs monnaies d'or en harmonie avec un système français non métrique, eût pour résultat le triomphe de la solution scientifique dont le principe vient d'être indiqué. On peut même voir un indice favorable à cette hypothèse dans ce fait, que l'hôtel des Monnaies établi à Hong-Kong, par le gouvernement anglais, frappe déjà des pièces de billon ayant un poids métrique (1).

(1) Le nouvel hôtel des Monnaies que l'Angleterre établit aujourd'hui à Hong-Kong, fait des sapèques d'une valeur nominale de 1,000 à la piastre, qui paraissent très-goûtées. On les désigne sous le nom de *millime* (*mil*). Ces pièces sont du poids de 1 gramme. On les met en sacs du poids de 1 kilog., qui s'échangent contre une piastre. Une autre pièce du poids de 7 grammes et demi est l'équivalent de dix de ces sapèques. Ce même hôtel des Monnaies fait un billon d'argent : ce sont des pièces au titre de 8/10es et de la valeur nominale d'un dixième de piastre. Il doit aussi fabriquer des piastres au titre de 9/10es. Elles auraient la même quantité de fin que la piastre espagnole.
Michel CHEVALIER, *la Monnaie*, page 770.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, la question est posée aujourd'hui avec plus de netteté que jamais. Les travaux accomplis par le Comité des poids et mesures et des monnaies, sous les bienveillants auspices de la Commission impériale, ont mis en relief tout ce qui été fait jusqu'à ce jour, et tout ce qu'il faut faire encore pour assurer le triomphe de la grande cause de l'uniformité. Les hommes distingués par qui les nations étrangères s'étaient fait représenter dans le Comité, ont grandement aidé, par leurs lumières, à la solution des difficultés, en même temps qu'ils apportaient, dans la poursuite du but commun, un large esprit de conciliation dont il y a lieu d'espérer que l'exemple ne sera pas perdu. Il reste maintenant à appeler sur ces résultats l'attention publique, et à susciter en leur faveur l'initiative des individus et surtout celle des associations scientifiques ; on a vu quelle large part revenait à ces dernières dans les succès obtenus par le système métrique ; c'est à leur active propagande que la cause de l'union monétaire doit de n'avoir pas été étouffée par l'esprit de résistance et de routine ; c'est à elles qu'il appartient maintenant de diriger et d'exciter l'opinion publique, qui seule peut entraîner les gouvernements hésitants. En Amérique, cette opinion est toute-puissante, et, le jour où elle fera connaître ses désirs, le congrès n'hésitera pas à les sanctionner. En Angleterre, le respect pour les habitudes reçues est trop grand pour qu'on puisse compter sur l'initiative d'un ministère quel qu'il soit, et le Parlement ne cédera qu'aux vœux clairement exprimés de la portion éclairée du pays. Par tous ces motifs, il importe que les partisans de l'union donnent à leurs efforts une impulsion plus active que jamais.

Ce concours ne peut faire défaut à la cause du progrès, et, dans un avenir prochain, on verra tous les peuples, comprenant mieux leurs vrais intérêts, faire tomber, d'un commun accord, une des barrières qui les ont séparés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION V

APPAREILS DENSIMÉTRIQUES

PAR M. E.-H. DE BAUMHAUER.

Comme appendice aux études auxquelles ont donné lieu les classes 44 et 77, il ne sera pas sans opportunité de dire quelques mots de la densimétrie.

Tout industriel en effet qui traite des dissolutions de sels, d'acides ou d'alcalis, toute personne qui doit faire des mélanges spiritueux ou enfin manipule des liquides quelconques, est continuellement intéressée à connaître la densité de ces liquides, car cette densité fournit le plus souvent des notions qui, pour l'objet spécial que l'industriel a en vue, sont d'une importance majeure. C'est ainsi que pour les dissolutions de matières solides, la densité fait connaître fréquemment la quantité des matières dissoutes, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des manipulations compliquées pour obtenir cette connaissance ; les liquides spiritueux, d'un autre côté, étant le plus ordinairement des mélanges d'alcool et d'eau, leur détermination densimétrique donne immédiatement la proportion d'alcool qu'ils renferment ; lorsqu'il s'agit enfin de liquides, qu'il est plus facile de mesurer que de peser, la détermination de la densité, combinée avec celle du volume, suffit pour calculer le poids absolu qu'on ne parviendrait souvent à trouver directement qu'à l'aide d'appareils embarrassants.

On se demandera peut-être si l'Exposition universelle de 1867 a révélé dans l'art densimétrique des progrès assez mar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qués, si le nombre des instruments nouveaux qui y figurent ou celui des perfectionnements apportés aux appareils en usage est assez considérable pour qu'il vaille la peine de leur consacrer un rapport spécial. Si nous considérons la question uniquement à ce point de vue, il est certain que la densimétrie à l'Exposition de 1867 ne pourrait aspirer à l'honneur d'un rapport, et pourtant, nous croyons que nulle autre branche n'aura plus à se féliciter de ce grand concours international que précisément celle dont nous nous occupons.

Les bases théoriques de la densimétrie ont été soumises à une discussion approfondie; les vrais principes qui doivent guider dans le choix des instruments ont été proclamés, et, pourvu que l'enseignement donné soit compris et que les industriels aussi bien que les gouvernements, mettant de côté les préjugés et l'amour-propre national, s'appliquent à mettre cet enseignement en pratique, la densimétrie sera redevable à la dernière Exposition de résultats non moins importants que ceux qu'on est en droit d'attendre des efforts tentés, à cette occasion, pour introduire dans les divers pays l'unité des poids, des mesures et des monnaies.

Au point de vue auquel nous désirons nous placer, nous n'avons pas à apprécier la valeur des instruments densimétriques qui figurent à l'Exposition; cette tâche a été dignement remplie par le savant distingué chargé du rapport sur les instruments de précision. Nous nous bornerons à fixer l'attention sur l'importante décision prise par le Comité des poids, mesures et monnaies, décision qui a obtenu la sanction d'un grand nombre d'hommes éminents de tous les pays, réunis en conférence. Le Comité a ainsi formulé ses vues:

1° Il est à désirer que pour les transactions internationales concernant les liquides, le même système de graduation aréométrique soit adopté dans les divers pays.

2° Il est à désirer que les échelles particulières employées pour les différents liquides soient décimales et basées sur les densités ou sur les volumes spécifiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Le Comité émet le vœu que le thermomètre centigrade soit généralement adopté, ainsi que l'échelle métrique du baromètre.

Il est digne de remarque que les notions exactes et claires concernant la densimétrie, toute simple que la chose soit en elle-même, se trouvent généralement si peu répandues, non-seulement dans la masse du public, mais même parmi les hommes de science ; il est permis d'en attribuer la faute à l'innombrable variété des instruments, lesquels, ne reposant le plus souvent sur aucune base rationelle, suscitent des idées fausses et ont donné lieu en outre à une confusion inextricable.

Qu'est-ce, au fond, que la densimétrie ? C'est la comparaison de la masse d'un corps avec l'espace qu'il remplit, et comme la densité est une propriété des corps qui ne peut être exprimée que d'une manière relative, on appelle densité d'un corps le rapport entre le poids d'un certain volume de ce corps et le poids d'un volume égal d'un autre corps choisi, une fois pour toutes, comme terme de comparaison. Pour les corps solides et liquides, on est universellement tombé d'accord pour adopter comme terme de comparaison l'eau chimiquement pure, et comme la densité de tous les corps, celle de l'eau par conséquent, varie avec la température, on a pris l'eau dans son état de densité *maxima*, densité qu'elle présente à la température de + 3°,78 C, ou environ + 4° C. Quant aux gaz, on a choisi comme point de départ, bien à tort, l'air atmosphérique, et il serait vivement à désirer qu'à l'exemple de plusieurs chimistes, on attribuât ce rôle à l'un ou l'autre gaz simple, par exemple, à l'hydrogène à 0° C.

Comme c'est au point de vue de l'industrie et des besoins ordinaires que nous avons à considérer la densimétrie, et comme l'espace qui nous est accordé ne nous permet pas d'écrire un travail complet sur la matière, nous traiterons ici uniquement de la méthode simple et pratique qui sert à déterminer la densité des liquides. Ainsi que chacun le sait, cela se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait au moyen de l'aréomètre, c'est-à-dire d'un corps en partie immergé et flottant sur le liquide, et le principe de la méthode est qu'un corps flottant déplace une quantité de liquide telle que son poids soit précisément égal au poids du corps. D'après cela, si un liquide est moins dense qu'un autre, l'aréomètre s'y enfoncera plus profondément que dans le liquide plus lourd, et réciproquement.

Tout cela était connu des Anciens, et le poëme de Rhemmius Fannius Palæmon, *de Ponderibus et Mensuris*, établit assez clairement qu'Archimède possédait déjà un aréomètre en tôle, d'une bonne construction et pourvu d'une échelle graduée; on ignore, toutefois, sur quel principe cette graduation était fondée. *Le Barillyon* des Anciens, dont il est fait mention par Synésius de Cyrène, évêque de Ptolémaïs, dans sa lettre à Hypatia (*Fermatii opera mathematica*, Tolosæ, 1679), paraît aussi, selon toute probabilité, avoir été un aréomètre.

L'aréométrie n'est donc pas une science née d'hier; depuis son origine, elle a fait l'objet des études d'un grand nombre d'hommes distingués; et pourtant, il faut le dire, quelque pénible que soit cet aveu, non-seulement elle n'a fait que peu de progrès, mais le désir de produire du nouveau, d'attacher son nom à quelque instrument, etc., a tellement embrouillé la question, qu'il est plus que temps de proclamer à haute voix les idées saines qui avaient déjà été énoncées sur la matière il y a des siècles, mais qui ont passé inaperçues, et de ramener l'aréométrie à sa forme la plus simple, car le *simplex sigillum veri* trouve ici une confirmation éclatante. Dans son application aux liquides, l'aréomètre sert exclusivement à déterminer la densité ou le volume spécifique, ce qui revient au même, puisqu'il est indifférent de dire qu'un liquide est une fois et demie aussi dense que l'eau, c'est-à-dire qu'un litre de ce liquide pèse 1 kilogramme 1/2, tandis qu'un litre d'eau pèse 1 kilogramme, ou bien de savoir que 1 kilogramme du même liquide remplit 2/3 de litre, tandis que 1 kilogramme d'eau occupe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 litre. C'est là, nous le répétons, tout ce que l'aréomètre peut nous apprendre ; en aucun cas, la détermination aréométrique ne peut nous faire connaître directement la quantité de matière solide dissoute dans un liquide, ou la proportion d'alcool contenue dans un mélange d'alcool et d'eau. Pour que l'indication aréométrique nous éclaire sur ce dernier point, nous avons besoin de déterminations exactes et nombreuses des densités des divers mélanges. Pour beaucoup de mélanges, nous possédons de semblables déterminations, grâce aux travaux d'un grand nombre de savants distingués; mais, malgré cela, il est impossible dans la pratique, ainsi que nous le verrons plus loin, de faire servir l'indication aréométrique toute seule à la détermination de la richesse des mélanges, et il n'est, par conséquent, pas rationnel d'appliquer à l'aréomètre une échelle graduée pour cette destination.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer qu'on peut déterminer la densité d'un liquide comparativement à celle de l'eau, soit à l'aide d'un corps flottant au poids duquel on ne change rien, mais qui est pourvu d'une échelle permettant d'apprécier la fraction du volume immergée dans le liquide, soit en chargeant le corps flottant de manière à faire immerger toujours la même portion du volume. L'un et l'autre système ont été appliqués, de sorte qu'on distingue les appareils aréométriques en aréomètres à poids constant et aréomètres à volume constant; ces derniers toutefois supposent chez l'opérateur une certaine habileté dans l'exécution des pesées, ce qui fait que leur emploi n'offre, à vrai dire, aucun avantage sur celui des balances, que les aréomètres sont pourtant destinés à remplacer ; aussi ne s'en sert-on que rarement dans la pratique.

Les aréomètres à poids constant, qui n'exigent que la lecture d'une échelle, seront par suite les seuls dont nous nous occuperons.

Au sujet de la forme qu'il convient de donner à l'aréomètre, peu de mots suffiront. La forme la plus simple serait celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un tube cylindrique fermé aux deux extrémités, et lesté à une de ses extrémités avec du plomb ou du mercure, pour qu'il se maintienne toujours dans la position verticale en flottant dans un liquide. Mais l'échelle d'un pareil instrument devrait avoir des divisions extrêmement fines, et, même alors, elle ne pourrait faire connaître que des différences de densité assez considérables ; ou bien, si l'on voulait prendre un tube d'un diamètre moindre, la longueur exagérée de l'appareil en rendrait le maniement presque impossible. La forme de la partie de l'instrument qui reste constamment plongée dans le liquide n'ayant toutefois aucune influence, à la seule condition que cette partie conserve un volume invariable, on élargit le cylindre dans le bas, soit sous forme de poire, soit sous celle d'un cylindre à diamètre beaucoup plus grand que celui de la tige sur laquelle sont tracées les divisions. Souvent encore il y a un petit renflement spécial pour recevoir la grenaille de plomb ou le mercure servant de lest; mais cette disposition ne constitue rien d'essentiel. Ce qui est plus important, c'est que la tige déliée qui porte la graduation ait sur toute sa longueur un même diamètre, en d'autres termes, soit un cylindre parfait, la graduation pouvant alors se faire plus facilement d'une manière exacte.

Le choix de la matière servant à construire l'aréomètre est un point de grande importance. Je ne m'explique pas comment des savants de premier ordre peuvent conseiller l'emploi des aréomètres métalliques, et invoquer, pour justifier cette préférence, la supériorité qu'offrent de semblables instruments sous le triple rapport du moindre danger d'altération, de la plus parfaite cylindricité de la tige et de la moindre fragilité.

Quant au premier de ces trois avantages, il ne me paraît nullement acquis aux instruments métalliques. Rien de plus facile, en effet, que de rendre, sans que l'œil puisse s'en apercevoir, l'instrument plus léger : il n'y a qu'à enlever quelques parcelles à la lime, puis à repolir l'endroit limé, ou à le redorer si l'appareil tout entier est doré. Il n'est même pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessaire d'avoir recours à la lime : des nettoyages et polissages fréquents diminueront suffisamment le poids de l'instrument pour que ses indications soient tout à fait faussées. Pareille chose arrivera, à la longue, même en l'absence de toute intention malveillante; ou bien l'aréomètre se bossuera en tombant, sans qu'on le remarque, et on continuera de bonne foi à se servir d'un instrument complétement détérioré. Enfin, au point de vue des effets de la capillarité, l'emploi du métal est aussi à proscrire, les surfaces métalliques se ternissant si facilement d'une manière imperceptible à la vue. L'aréomètre en verre, au contraire, ne perd rien de son poids par les nettoyages; il peut bien se briser en tombant et être mis ainsi hors d'usage, mais il ne peut se bossuer; il est à l'abri de la rouille, et il ne présente ni creux ni joints dans lesquels des saletés puissent se loger.

Et quant à l'objection qu'il est possible, en chauffant l'instrument à la lampe d'émailleur, de produire une dilatation du réservoir dont on ne pourrait s'apercevoir, elle est fondée si l'on suppose que cette manipulation soit exécutée par un souffleur exercé; mais si une personne étrangère à l'art de travailler le verre voulait l'essayer, je suis convaincu qu'elle casserait ou déformerait tant d'instruments qu'elle serait promptement dégoûtée de tentatives nouvelles; d'ailleurs, il suffirait d'argenter l'instrument en dedans, par la voie humide, pour rendre une pareille opération impossible.

Le second avantage allégué en faveur des aréomètres métalliques, savoir la grande difficulté qu'il y aurait à trouver des tubes de verre parfaitement cylindriques, n'a guère plus de valeur. On trouve sans peine des portions de tubes d'une couple de décimètres de longueur dont la forme ne laisse rien à désirer, et c'est tout ce qu'il faut. Nous verrons d'ailleurs plus loin comment, en construisant l'échelle, on reconnaît immédiatement si le tube est cylindrique ou non, et comment la division peut se faire d'une manière exacte, même lorsque le tube n'a pas sur toute sa longueur le même diamètre, c'est-à-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dire lorsqu'il est conique, car on peut bien admettre qu'aucun fabricant n'emploiera des tubes de forme irrégulière.

Enfin, quant au troisième argument, celui qu'on emprunte à la fragilité du verre, il y a à répondre qu'il vaut infiniment mieux que la chute d'un aréomètre entraîne sa destruction, que de continuer à se servir d'un instrument déformé et dont les indications ne méritent plus aucune confiance. En outre, l'expérience a appris dans les pays où les aréomètres de verre sont en usage, que les agents de l'administration et les industriels acquièrent très-vite l'adresse nécessaire pour manier ces instruments sans danger de rupture.

On a encore reproché aux aréomètres de verre que, par suite du même effet observé depuis longtemps dans les thermomètres, la capacité de l'ampoule récemment soufflée diminue légèrement au bout de quelque temps. Il est clair qu'on s'affranchira aisément de cette cause d'erreur en opérant comme pour les thermomètres, c'est-à-dire en ne procédant à la graduation qu'après un intervalle d'une année.

A toutes les raisons qu'on peut donner pour établir la supériorité des aréomètres en verre, il faut encore ajouter que dans les instruments métalliques, les divisions doivent être tracées sur la surface extérieure de la tige, d'où résultent des inégalités qui empêchent de déterminer exactement la correction pour la capillarité. Je ne saurais donc approuver non plus l'idée d'un fabricant français, qui a exposé un instrument portant les divisions gravées extérieurement sur le verre. Il n'y a aucune objection sérieuse à adresser à la méthode ordinaire, qui consiste à fixer dans le tube une échelle sur papier; la crainte qu'en ramollissant la cire par la chaleur on ne parvienne à détacher et à déplacer l'échelle, cette crainte, on le verra plus tard, ne saurait exister quand il s'agit d'instruments de bonne construction et à moyens propres de contrôle.

Nous arrivons maintenant à la partie la plus importante de l'aréométrie, savoir à la graduation des instruments. Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'aréomètre ne peut donner directement que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le poids spécifique ou le volume spécifique des liquides ; la détermination des quantités de matières solides, liquides ou gazeuses dissoutes dans les liquides n'a rien de commun avec l'aréométrie proprement dite. Tous ces instruments, tels que alcoomètres, acidimètres, alcalimètres, etc., qu'on a successivement introduits dans les usages courants, exigent nécessairement pour répondre à leur destination qu'il soit satisfait à une double condition : ils supposent non-seulement que les divisions de leur échelle correspondent aux densités véritables, mais aussi que les densités d'un grand nombre de mélanges aient été déterminées exactement. Or, comme ces déterminations ne peuvent être exactes que pour la température fixe à laquelle on a opéré, et comme il est extrêmement difficile, dans la pratique, d'amener à cette température constante les liquides qu'il s'agit d'examiner, il est manifeste que les aréomètres dont la graduation prétend indiquer la richesse des liquides en l'un ou l'autre principe n'ont aucune raison d'être, et sont plus propres à égarer ceux qui s'en servent qu'à les conduire au but par une voie facile. Si l'on réfléchit en outre que la plupart de ces graduations se font par la détermination des points auxquels l'aréomètre s'enfonce dans des liquides obtenus en dissolvant ou mélangeant avec l'eau des quantités pesées ou mesurées de la matière, et que ces dissolutions, dont la densité s'altère promptement par toutes sortes d'influences, sont souvent employées pendant longtemps comme dissolutions normales, on comprendra aisément qu'il n'y a guère à compter sur l'exactitude de pareilles graduations.

Il est donc à souhaiter que, suivant le vœu émis par le Comité et la Conférence, ces instruments si imparfaits cessent d'être en usage ; que la France donne l'exemple, en abandonnant l'alcoomètre de Gay-Lussac, auquel le nom illustre de son inventeur conserve encore tant de crédit, et que l'Allemagne et la Russie, de leur côté, renoncent à l'alcoomètre de Tralles. Cela est d'autant plus à désirer que ces deux instruments, en les supposant rigoureusement construits selon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les instructions, ne s'accordent pas parfaitement entre eux. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que l'étalon d'après lequel tous ces appareils sont censés construits ne repose pas même, en France, entre les mains du gouvernement, mais dans celles d'un fabricant d'instruments, et que le reste des constructeurs travaillent habituellement d'après d'autres instruments qu'ils emploient comme étalons; aussi des juges compétents ont-ils affirmé dans la Conférence que les alcoomètres répandus en France présentent des écarts très-sensibles, quand on les compare les uns aux autres.

L'aréomètre doit être exclusivement un appareil donnant la densité ou le volume spécifique des liquides. Ceux qui veulent déduire de ces données le titre des liquides par rapport à certaines matières doivent consulter des tables dressées spécialement pour cet objet, et ne pas exiger d'un instrument une réponse immédiate à des questions qu'il ne saurait résoudre que dans des circonstances toutes particulières. L'emploi de ces tables préservera les intéressés des erreurs grossières auxquelles les expose la commodité apparente des instruments usuels, et, si elles sont bien ordonnées, de manière à fournir les indications pour les diverses températures auxquelles on opère ordinairement, elles conduiront à des résultats exacts sans qu'il soit besoin de ramener les liquides, par des tâtonnements longs et fastidieux, à une température déterminée. Pour les mélanges d'alcool et d'eau, j'ai calculé des tables de ce genre entre les limites de température 0° et + 30° C; elles permettent de déterminer rapidement le titre d'un de ces mélanges, et sont destinées surtout à fournir à l'Administration les moyens de trouver, sans calcul embarrassant, la quantité d'alcool imposable contenue dans un volume donné de liquide spiritueux, à une température quelconque, entre 0° et 30° C (1). Pour beaucoup d'autres liquides, tels que des

(1) *Tables pour la détermination de la force réelle en alcool des mélanges d'alcool et d'eau.* Paris, Leiber, 1861, et *Tables indiquant la richesse en alcool des mélanges alcooliques.* Paris, Leiber, 1863.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dissolutions de sels, d'acides, d'alcalis, on possède déjà les données nécessaires pour la construction des tables analogues.

Si nous passons maintenant en revue les principaux instruments adoptés dans la pratique parmi ceux dont la division est basée sur la nature même de l'appareil, nous avons à parler en premier lieu de l'aréomètre de Beaumé, qui est incontestablement le plus répandu, nonobstant le défaut complet de tout principe rationnel. Beaumé prit deux points fixes donnés, l'un par l'eau pure, l'autre par une dissolution d'une partie de sel marin dans neuf parties d'eau; il marqua 0° au point d'affleurement dans la dissolution saline, 10° à celui d'affleurement dans l'eau, partagea l'intervalle en 10 parties égales, puis continua l'échelle vers le haut avec des divisions égales à celles qu'il venait de déterminer. Plus tard, il construisit un aréomètre pour les liquides plus pesants que l'eau; celui-ci portait 0° au point d'affleurement dans l'eau et 15° au point où l'instrument s'arrêtait dans un mélange de 85 parties d'eau et 15 parties de sel marin; cette graduation en 15 parties égales était prolongée ensuite vers le bas jusqu'à 70° et même au delà.

Comprend-on qu'un aréomètre dont la division est si peu scientifique, pour lequel on ne sait même ni à quelle température les liquides ont été pris, ni à quel degré de pureté et de dessiccation le sel a été amené, pour lequel manquent, par conséquent, tous les éléments nécessaires à l'appréciation de l'exactitude de la graduation, comprend-on qu'un pareil instrument soit encore universellement en usage dans beaucoup de pays, et entre autres en France? Comment s'étonner de l'intolérable discordance qui règne entre les indications des divers instruments, lorsqu'on apprend, en outre, ce que des hommes autorisés ont reconnu dans la Conférence : que la plupart des fabricants ne se doutent même plus des bases sur lesquelles repose la division Beaumé, mais s'en rapportent à des étalons ou à certains liquides, qu'ils sont habitués à considérer comme liquides normaux? C'est ainsi que l'acide sulfurique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaire du commerce, dit anglais, était regardé comme marquant 66° Beaumé. Cela était vrai, approximativement, lorsque l'évaporation se faisait par l'ancienne méthode; mais depuis qu'on a introduit dans les fabriques d'acide sulfurique le procédé d'évaporation continue, la densité de l'acide du commerce a diminué, et les constructeurs d'aréomètres ont modifié leur échelle en conséquence, de sorte que l'acide, bien que devenu plus faible, marque toujours imperturbablement 66°.

Croirait-on, d'un autre côté, que Cartier, qui s'est borné à rendre les degrés de l'échelle de Beaumé un peu plus grands, de manière que 16° B. = 15° C., ait pu éterniser son nom par un changement si futile, et que les aréomètres de Cartier soient restés partout en honneur jusqu'à ce jour?

L'aréomètre de la pharmacopée belge, qui, sous le nom d'aréomètre hollandais, a aussi fait son chemin en dehors des Pays-Bas, n'est au fond que l'aréomètre de Beaumé, avec cette différence que l'appareil destiné aux liquides plus légers que l'eau et celui réservé aux liquides plus lourds, marquent tous les deux 0° au point d'affleurement dans l'eau à 56° — 60° F, et 10° à l'affleurement dans un mélange, à cette même température, de 9 parties d'eau pure et d'une partie de sel marin bien desséché. Comme ce mélange à cette température possède fortuitement une densité de 1,075, chaque degré de l'aréomètre représente 1/144e du volume de la carène; en d'autres termes, le volume de la tige compris entre deux divisions successives est 1/144e de celui de la partie de l'aréomètre qui, dans l'eau à 56° — 60° F, est immergée dans le liquide; on pourrait donc nommer cet instrument le volumètre avec la carène 144 ou le *volumètre duodécimal*.

Pour ne pas nous arrêter à toutes les graduations insignifiantes qui ont été successivement imaginées, et dont quelques-unes ont reçu un accueil plus ou moins empressé dans certains pays, nous nous contenterons de citer encore un aréomètre fort répandu en Allemagne, savoir celui de Beck,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont le 0° correspond à l'affleurement dans l'eau, et le 30e degré à la densité 0,85 ; c'est donc aussi un volumètre, avec la carène 170.

Nous ne pouvons passer sous silence l'hydromètre métallique de Sikes, bien qu'aucune idée scientifique ne préside à sa construction, et que, en outre, les nombreux poids additionnels que son emploi réclame en fassent un des instruments les moins pratiques ; nous ne pouvons le passer sous silence, parce que, en Angleterre, il est l'instrument officiel pour la perception de l'impôt sur l'alcool, encore que sa division ne lui permette même pas d'être appliqué aux mélanges d'alcool et d'eau qui renferment plus de 95 1/2 pour 100 d'alcool ; c'est à ce point, correspondant à la densité 0,8145, qu'est placé le 0 de l'échelle, tandis que le point d'affleurement dans l'eau est marqué 100.

A l'incomparable Gay-Lussac revient le mérite d'avoir énoncé, au sujet de l'aréomètre, des idées claires et saines, et d'avoir proposé la seule graduation rationnelle. Son volumètre centésimal, qui marque 100 dans l'eau, et dont chaque degré représente 1/100 du volume de la carène, et son densimètre, qui donne directement la densité des liquides, idée déjà émise précédemment par Brisson et G.-G. Schmidt, sont non-seulement les seuls instruments scientifiques, mais aussi ceux qu'il est le plus facile de construire avec précision et dont les indications ont le plus de valeur dans la pratique. Les indications des deux instruments sont, du reste, exactement équivalentes ; l'un fait connaître le volume spécifique, l'autre le poids spécifique, et ces deux grandeurs sont, comme on sait, inversement proportionnelles.

Nous ne pouvons assez nous étonner que des notions si simples soient restées, pour ainsi dire, à l'état de lettre morte, et qu'elles aient été impuissantes à mettre un terme à l'effroyable confusion que la multiplicité d'instruments illogiques a engendrée dans la densimétrie. Espérons que la voix du Comité et de la Conférence sera mieux entendue et que leurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

efforts pour faire pénétrer dans le public les idées de Gay-Lussac n'échoueront plus contre les préventions d'un étroit et faux patriotisme, contre l'antipathie pour tout ce qui est ou paraît nouveau. Espérons que les gouvernements, et surtout le gouvernement français, donneront l'exemple en introduisant dans tous les services de l'administration un instrument unique, soit le densimètre, soit le volumètre. Entre les deux le choix est presque indifférent, puisqu'ils ont des rapports si intimes que leurs divisions respectives pourraient être appliquées à un seul et même appareil. Pour notre part, toutefois, nous donnerions la préférence au volumètre, qui a sur le densimètre un grand avantage dû à l'égalité de ses divisions, et dont, par suite, la construction et le contrôle sont bien plus faciles.

L'adoption, par les divers pays, de la mesure que nous préconisons, fera disparaître toutes les difficultés que suscite la diversité des échelles, tous ces calculs embarrassants auxquels elle oblige d'avoir recours, et on ne sera plus exposé journellement à voir s'élever des contestations sur l'exactitude des indications d'un instrument; car, ainsi que nous le verrons, chacun aura le moyen de s'assurer lui-même de la fidélité de ces indications.

Il sera nécessaire seulement de tomber d'accord sur quelques points d'une importance secondaire, tels que le choix de l'eau à son maximum de condensation comme unité des densités, et celui de la température de $+15°$ C (moyenne de la température de l'air dans la plupart des pays), comme température normale à laquelle toutes les indications doivent être réduites. En connexion avec ce dernier point, associons-nous ici au vœu, exprimé par le Comité et par la Conférence, de voir la thermométrie renoncer enfin, elle aussi, aux échelles de Fahrenheit et de Réaumur, pour s'en tenir exclusivement à la division centigrade.

De même pour le baromètre, la substitution universelle de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'échelle millimétrique à la division en pouces anglais est une réforme qu'on ne saurait assez recommander.

La construction de volumètres ou densimètres exacts est chose fort simple. Il n'est aucunement nécessaire de travailler d'après quelque étalon problématique, et même l'emploi des étalons, qui conduit si souvent à livrer des instruments fautifs, doit être déconseillé; on n'est pas réduit non plus à mettre aveuglément sa confiance dans un poinçon du gouvernement, ou dans la réputation de tel ou tel artiste connu, qui trop souvent prête son nom à des instruments qu'il n'a pas examinés; les instruments doivent avoir en eux-mêmes un moyen de contrôle à la portée du premier venu; enfin le fabricant n'a pas à préparer de liquides normaux sur lesquels il n'est permis de compter qu'à condition de répéter continuellement les épreuves convenables. Une balance, des poids, un thermomètre et de l'eau distillée, voilà tout ce dont le constructeur a besoin s'il veut suivre la méthode proposée par Brisson dès 1788, et qui n'a pas été surpassée jusques à aujourd'hui (1).

La méthode se réduit à ceci : prenons la forme la plus simple de l'aréomètre : un large tube cylindrique en verre fermé et arrondi par le bas, — ou muni en outre d'une ampoule spéciale pour la grenaille de plomb ou le mercure, puisque, comme il a déjà été dit, la forme de la partie constamment immergée est de peu d'importance, pourvu qu'elle soit calculée de manière à donner lieu au moindre frottement possible dans le liquide, — et soudé supérieurement à un second tube cylindrique beaucoup plus étroit. Ce dernier reste provisoirement ouvert, et on y glisse une bande de papier portant une échelle arbitraire, mais à divisions très-rapprochées. Si l'on plonge cet instrument dans l'eau pure à 15° C (2), il s'y enfon-

(1) Brisson, *Dict. de Phys.* Art. AREOMÉTRIE; *Mém. de l'Acad.*, 1788, p. 383.

(2) On peut se procurer partout de l'eau distillée, et à son défaut, on ne commettra pas d'erreur appréciable en se servant d'eau de pluie recueillie avec soin. Rien de plus facile que d'amener l'eau à 15°; si elle est au-dessus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cera plus ou moins, et à l'aide de grenaille de plomb, on pourra le faire enfoncer jusqu'à ce que le niveau de l'eau corresponde à un point déterminé du tube mince. On notera exactement, en regardant bien entendu en dessous de la surface liquide, la division à laquelle l'instrument affleure.

On le retire alors de l'eau, on l'essuie avec un linge propre et on le pèse avec soin. Soit G le poids en grammes; comme on sait quel est le volume occupé par G grammes d'eau à 15° C, on arrive ainsi à connaître le volume de la partie immergée de l'aréomètre, — la carène, — avec beaucoup plus de précision que cela ne pourrait se faire par des mesures directes. Le volume serait égal au poids, c'est-à-dire qu'on n'aurait qu'à changer les grammes en centimètres cubes, si l'eau à 15° C eût été choisie comme unité; mais comme c'est l'eau à 4° C qui a été adoptée dans le système métrique, et comme l'eau à 15° C possède une densité de 0,99913, il y a de ce chef une correction à faire (1). Prenons maintenant des poids égaux à 1/100, 2/100, etc., du poids G de l'aréomètre (2), et replongeons l'aréomètre, successivement chargé de ces poids dans l'eau; il s'enfoncera naturellement davantage, et chaque fois, jusqu'à ce que la partie immergée soit égale au premier volume + 1/100, 2/100, etc., de ce volume; on observe avec soin, sur l'échelle, les points d'affleurement, et on en prend note. Si nous représentons le premier volume par 100, les volumes suivants seront 101, 102, etc., et il est clair que l'aréomètre, débarrassé de ses poids additionnels,

de ce point, on y jette un fragment de glace; si elle est au-dessous, on l'agite avec un tube de verre bien propre, fermé par le bas et rempli d'eau bouillante.

(1) Comme nous ne rédigeons pas une instruction pour les fabricants d'aréomètres, et que nous n'avons d'autre but que de rappeler le principe général de la méthode, nous renverrons pour le calcul de cette correction, aussi bien que pour celles relatives à la capillarité, à la pression de l'air, à la dilatation du verre, etc., à une notice que nous avons publiée, de concert avec M. F.-J. Stamkart, dans les *Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, t. I, p. 338.

(2) On se sert de poids en fil de cuivre ou de platine, afin de pouvoir les introduire facilement par la tige étroite de l'aréomètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'arrêtera à ces points dans les liquides dont le volume spécifique sera 101, 102, etc., le volume de l'eau étant = 100. Par ce procédé, comme on le voit, les divisions aréométriques s'obtiennent sans qu'il y ait lieu de recourir, selon l'usage ordinaire, à des liquides dont on a déterminé préalablement la densité, et qui, ne conservant cette densité (surtout quand il s'agit de mélanges d'alcool et d'eau) que grâce à des précautions minutieuses, sont une source fréquente d'erreurs.

Dans ce mode d'opérer, on reconnaît bien vite si le tube est un cylindre plus ou moins parfait. Supposons qu'on ait déterminé les points d'affleurement de l'aréomètre, d'abord pour une charge supplémentaire des 5/100 de son poids primitif, ensuite pour une charge des 10/100 de ce même poids; il faudra, si le tube est rigoureusement cylindrique, en d'autres termes, s'il a dans toute sa longueur le même diamètre, que la distance entre le point d'affleurement de l'instrument non chargé, et le point d'affleurement de l'instrument chargé de 5/100, soit la même qu'entre ce dernier point et celui où l'aréomètre s'était arrêté sous la charge 10/100.

Si ces deux distances offrent une différence considérable, le tube devra être rejeté; mais cela n'est guère à craindre entre les mains d'un ouvrier attentif qui aura préalablement soumis son tube, sur toute sa longueur, à l'épreuve du compas d'épaisseur. La différence est-elle au contraire légère, l'ouvrier aura à en tenir compte dans le tracé de l'échelle définitive, opération dont nous parlerons tout à l'heure.

Ce qui précède concerne uniquement, cela va sans dire, les aréomètres destinés aux liquides qui sont plus légers que l'eau, et dont le volume spécifique est par conséquent supérieur à celui de l'eau. Pour les aréomètres affectés aux liquides lourds le procédé est analogue; seulement le point d'affleurement dans l'eau se trouve alors tout en haut du tube. On commence par charger l'aréomètre de grenaille jusqu'à ce qu'il s'enfonce dans l'eau jusqu'au bas du tube renfermant l'échelle provisoire, puis, après avoir fixé cette grenaille avec de la cire, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ajoute des poids jusqu'à ce qu'il affleure dans l'eau au point qu'on a jugé convenable, et l'on note ce point. On prend alors le poids de l'aréomètre : appelons-le de nouveau G. Retirant maintenant de l'instrument les poids qu'on y avait introduits, on le rechargera successivement jusqu'à ce qu'il pèse les 0/100, 95/100, etc., du poids primitif G, et on déterminera chaque fois l'affleurement; on aura obtenu ainsi les points auxquels l'aréomètre, ramené au poids G, s'arrêtera dans les liquides dont le volume spécifique, comparé à celui de l'eau = 100, est 90, 95, etc.

Comme précédemment, la comparaison des distances comprises entre les points 90 et 95 et entre 95 et 100 permettra d'apprécier le degré de cylindricité du tube.

Après avoir déterminé de cette manière, sur une échelle provisoire, les points dont on a besoin, et avoir marqué sur le verre, à l'encre, l'endroit précis où l'un de ces points doit être placé, on retire l'échelle auxiliaire, et, à l'aide de la machine à diviser, on trace la graduation définitive. Lorsque, par suite du défaut de cylindricité du tube, les distances entre les points successifs ne sont pas exactement les mêmes, on partage en parties égales d'abord la distance entre les deux premiers points, puis celle entre le deuxième et le troisième, et ainsi de suite. L'échelle étant construite, on y inscrit le poids G de l'aréomètre, puis on l'introduit dans le tube, où on la fixe à la hauteur voulue. Enfin, après s'être assuré par une pesée que l'instrument marque bien le poids G, on ferme le tube à la lampe. La pesée finale doit être faite avec soin, car c'est une condition tout à fait essentielle que l'aréomètre, complétement achevé, possède rigoureusement le poids primitif, inscrit sur l'échelle comme moyen de contrôle.

Nous avons distingué un volumètre pour les liquides plus légers que l'eau, et un autre pour les liquides spécifiquement plus lourds. On pourrait au besoin disposer un instrument de manière à ce qu'il servît pour chaque catégorie de liquides; mais quiconque a quelques notions d'aréométrie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprendra que pour atteindre un plus haut degré d'exactitude, sans donner à la tige une longueur excessive, il vaut mieux, au contraire, fractionner le volumètre en plusieurs instruments, dont chacun ne comprenne qu'une portion déterminée de l'échelle volumétrique. Ce fractionnement ne change d'ailleurs absolument rien à la méthode de graduation.

Il est inutile d'ajouter que chaque degré du volumètre peut encore être partagé en dix parties égales, et qu'on peut obtenir ainsi un instrument qui donne les millièmes du volume de la carène. Mais il ne faut s'écarter, sous aucun prétexte, de la division décimale, afin que le volumètre ne cesse pas d'indiquer le volume spécifique.

M. Pouillet, qui a insisté également sur les avantages de la substitution du volumètre à l'alcoomètre, a eu tort, ce nous semble, de recommander la division de la carène en 200 parties égales, dans son *Mémoire sur la densité de l'alcool, sur celle des mélanges alcooliques, et sur un nouveau mode de graduation de l'aréomètre à degrés égaux*, lu à l'Académie des Sciences, le 16 mai 1839. Le travail de M. Pouillet est d'ailleurs d'un grand intérêt; le fabricant y puisera, entre autres, des indications utiles pour trouver, d'une manière assurée, le rapport entre le volume de la carène et le diamètre de la tige, rapport dont la connaissance est nécessaire lorsqu'il s'agit de construire des instruments donnant, entre deux points déterminés de la tige, des volumes spécifiques déterminés.

Il nous reste encore à expliquer en peu de mots comment chacun peut s'assurer lui-même, sans peine, de l'exactitude des indications d'un volumètre donné. Pour les instruments destinés aux liquides plus légers que l'eau, on y parvient sans l'emploi de la balance; il suffit d'avoir quelques anneaux métalliques, pour lesquels on connaisse, soit le poids qu'ils ont étant plongés dans l'eau, soit le poids qu'ils possèdent dans l'air, ainsi que la densité du métal qui les compose.

La même méthode, qui a été employée pour construire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'échelle volumétrique, sert aussi pour la contrôler; seulement, comme ici les poids additionnels, passés par dessus la tige de l'aréomètre, viennent reposer sur lui au sein de l'eau, il y a à porter en compte, non ce qu'ils pèsent dans l'air, mais ce qu'ils pèsent dans l'eau à 15° C. Si, par exemple, l'aréomètre a dans l'air un poids de 50 grammes, il déplacera dans l'eau 50 CC; en le chargeant d'un poids qui, sous l'eau, pèse 2 grammes, il déplacera 52 CC, et devra s'enfoncer, par conséquent, jusqu'à la division 104. Il va sans dire qu'on ne devra pas négliger les diverses corrections qui ont été nommées plus haut.

Cette méthode ne peut plus être suivie pour les volumètres destinés aux liquides plus denses que l'eau, puisqu'ici il y aurait quelque chose à ôter du poids de l'instrument; mais en suspendant l'aréomètre à l'un des bras d'une balance dont l'autre bras reçoit les poids convenables, le contrôle s'effectuera tout aussi aisément.

La garantie qu'on trouve dans ce contrôle personnel est de beaucoup supérieure à celle que peut offrir le poinçon du gouvernement ou le nom d'un fabricant d'instruments.

Dans ce qui précède, il n'a été question que de la division volumétrique; si l'on accordait la préférence à l'échelle densimétrique, le constructeur n'en devrait pas moins commencer par exécuter, suivant la méthode exposée, la graduation volumétrique avec ses divisions égales; il en déduirait ensuite, par le procédé connu de G.-G. Schmidt, l'échelle densimétrique, qui est à degrés inégaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION VI

INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES ET MODÈLES POUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

PAR M. ED. GRATEAU.

Les Anglais groupent sous le titre général de *philosophical instruments* les nombreux appareils qui ont pour objet l'étude du monde physique et le matériel de l'enseignement des sciences multiples qui en dérivent. La classe 12 embrasse la majeure partie de ce vaste programme, puisqu'elle comprend les instruments servant au dessin mathématique, les modèles de géométrie, de mécanique et de technologie, les appareils de géodésie et d'astronomie, de physique et de chimie, enfin les collections d'histoire naturelle et d'anatomie normale.

L'examen de ces produits nombreux révèle une activité scientifique considérable, et il faut tout d'abord reconnaître que les artistes de tous les pays ont rivalisé de talent et de soin pour faire de l'exposition des instruments de précision une des plus complètes et, malgré son caractère sérieux, une des plus brillantes que l'on rencontre au Palais du Champ-de-Mars. Tandis que beaucoup d'industries ne sont en progrès que par l'accroissement de la production ou l'abaissement du prix de revient, celle qui a pour objet le matériel de la science offre des perfectionnements ingénieux, des conceptions originales, et plusieurs inventions ou découvertes d'une véritable importance, réalisées depuis l'Exposition universelle de 1855.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les ateliers qui n'ont fait que reproduire les modèles déjà connus, on a visé à la perfection de l'ajustage et au bon marché.

La diffusion des connaissances et le grand développement des arts libéraux et des industries savantes ont accru, dans une proportion considérable, le nombre des fabricants d'instruments de précision. Dès lors, la division du travail est devenue une nécessité et les spécialités se sont créées. La physique suffit aujourd'hui à défrayer des ateliers de genres complétement différents; l'optique, l'électricité, le magnétisme constituent des branches de fabrication distinctes; et tel constructeur se borne même à produire des microscopes, tel autre des lunettes ou des appareils d'électricité dynamique. Il est résulté de ce phénomène économique une plus grande perfection dans les moyens de production et dans l'outillage spécial des ateliers, ainsi qu'une facilité plus grande aux constructeurs de venir en aide aux savants, en mettant au service de leurs recherches théoriques une habileté manuelle et une expérience résultant d'une longue pratique des mêmes appareils.

L'examen des nombreux produits qui appartiennent à la classe 12 a donné lieu à plusieurs rapports. Notre examen a eu seulement pour objet le matériel de l'enseignement des sciences géométriques et de la technologie. Il comprendra les divisions suivantes :

Chapitre I. — Instruments de mathématiques et mesures diverses.

Chapitre II. — Modèles pour l'enseignement de la géométrie et de la cristallographie.

Chapitre III. — Modèles pour l'enseignement de la technologie générale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE I.

INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES ET MESURES DIVERSES.

§ 1. — Considérations générales.

La fabrication des instruments de mathématiques ne prit d'importance que vers le commencement du XVII[e] siècle, lorsque le développement des sciences mathématiques et les progrès de l'astronomie eurent rendu familières à un plus grand nombre de personnes les méthodes de la géométrie et le dessin graphique. Dès qu'il exista à Paris plusieurs constructeurs de ces instruments, le régime des corporations s'en émut, et ils furent revendiqués par les couteliers et les fondeurs de cuivre. Ceux-ci l'emportèrent, parce qu'ils avaient seuls le droit de fondre le cuivre. L'annexion fut consommée, et, jusqu'à la Révolution, leurs règlements et leur police furent appliqués aux faiseurs de cercles, cadrans, équerres, boussoles, niveaux, tire-lignes, globes, sphères, astrolabes et autres instruments pour les sciences.

Pendant longtemps, cependant, les fabriques allemandes furent en possession de la majeure partie du marché français, et les instruments de Nüremberg, et même de la Suisse, étaient recherchés pour leur bonne exécution et leur bas prix. Mais, depuis trente ans, la fabrication des instruments usuels a reçu en France des améliorations importantes; l'élégance des modèles, la solidité et le bon marché leur permettent de lutter avantageusement avec les produits de l'Allemagne, de la Suisse et de l'Angleterre. Ce résultat avantageux est dû à l'établissement de grandes fabriques en province et à l'extrême division du travail. Les usines de Saint-Mihiel et de Ligny-sur-Meuse fournissent un grand nombre de pièces dont le finis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sage se fait habituellement à Paris. Le centre manufacturier de Saint-Claude produit avec une grande perfection les mesures métriques en cuivre; celles en bois et en ivoire, de fabrication plus commune, proviennent des communes de Méru et de Sainte-Geneviève, dans l'Oise.

Des façonniers nombreux concourent, avec les fabricants proprement dits, à la production des instruments de mathématiques. Cette industrie utilise, en effet, le travail de polisseurs, graveurs, gaîniers, ébénistes, découpeurs, planeurs, monteurs de mesures métriques, etc., spécialement occupés pour elle. C'est certainement à ce remarquable concours qu'il faut attribuer la bonne exécution et le prix relativement bas des articles français; aussi cette fabrication, très-modeste en apparence, a-t-elle acquis en France un développement important et toujours croissant.

En 1847, l'enquête faite par la Chambre de commerce de Paris y révélait l'existence de 334 opticiens et fabricants d'instruments de précision, dont 40 spécialement fabricants et polisseurs de compas, et 36 fabricants de mesures linéaires et de compas. Cette industrie occupait 2,300 ouvriers, et sa production était de 7,270,430 francs.

L'enquête de 1860, après l'annexion à Paris de l'ancienne banlieue, indique 487 opticiens et fabricants d'instruments de précision, occupant 3,108 ouvriers, et leur production atteint le chiffre de 15,861,720 francs, c'est-à-dire plus du double de ce qu'elle était dix ans auparavant, sans que le nombre des industriels ait augmenté aussi rapidement. Sur ce dernier chiffre de production, la consommation de la France figure pour deux tiers, et l'exportation pour un tiers.

Si, de la France, on passe à l'Angleterre, il est facile de se convaincre que la production des instruments de mathématiques, malgré les efforts de quelques fabricants dignes d'être remarqués, occupe un rang bien inférieur. Le nombre des industriels qui se livrent, à Londres, à la fabrication des instruments scientifiques se répartit comme suit :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fabricants	d'instruments de précision.....	72
—	de boîtes de compas.....	7
—	d'instruments de marine.....	32
—	d'instruments de physique.....	78
—	d'instruments d'optique.....	204

La valeur des exportations a atteint 1,776,450 francs en 1865, et celle des importations a été de 355,600 francs.

La Belgique n'offre rien de digne d'intérêt dans l'industrie à laquelle a trait ce rapport. La fabrication des instruments de physique, de géodésie et de mathématiques n'a jamais pu s'y implanter complétement, malgré les efforts isolés de plusieurs artistes estimables. Cet insuccès paraît s'expliquer par le désavantage inhérent à l'industrie des arts de précision, qui, ne s'adressant qu'à un nombre de consommateurs, relativement restreint, ont besoin de trouver des débouchés dans l'exportation. En 1865, les importations d'instruments de précision en Belgique se sont élevées à 271,698 francs, tandis qu'elle n'en a exporté que pour 52,432 francs. La France représentait à elle seule 223,783 francs dans cette importation, et avait reçu pour 33,158 francs de produits belges.

La Suisse, quoique ayant perdu l'ancienne supériorité relative qu'elle possédait dans la construction des instruments de mathématiques, offre encore une exposition intéressante. On y constate pourtant, en général, des formes lourdes, inconvénient qui n'est pas racheté par le prix, d'ordinaire assez élevé.

La Bavière, particulièrement à Nüremberg, a conservé un assez grand nombre de fabricants qui livrent au commerce des produits courants, mais qui luttent maintenant avec peine, sur les marchés étrangers, avec les produits français.

L'Autriche, qui, en 1865, comptait 169 opticiens, ou fabricants d'instruments de physique et de mathématiques, 31 fabricants d'instruments de poids et mesures, 12 de mesures linéaires, n'a pas exposé les produits d'une fabrication courante, mais seulement quelques inventions dues à des officiers des armes savantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Italie, la fabrication des compas a été longtemps une spécialité pour Milan, qui les expédie encore dans toute la Péninsule. Cette industrie y est exercée par une douzaine de fabricants, dont quelques-uns travaillent simplement en chambre. On évalue à environ 3,500 le nombre des boîtes de compas mises chaque année dans le commerce, moitié fins, moitié ordinaires. Le produit annuel de cette industrie n'atteint pas 100,000 francs.

Les documents statistiques manquent pour les autres pays.

On peut néanmoins signaler les tentatives faites par quelques nations, qui s'habituent à l'industrie et aux idées européennes depuis peu d'années pour s'affranchir du tribut qu'elles payaient à la France et à l'Angleterre, auxquelles elles ne demandent plus qu'une faible partie des instruments employés par leurs écoles scientifiques ou par les ingénieurs qui y sont chargés des travaux publics. Ainsi, le Brésil trouve sous ce rapport, dans les ateliers de M. José Maria dos Reis, à Rio-Janeiro, des ressources précieuses. L'Egypte possède, à Boulak (Caire), un atelier de précision, dirigé par M. Langlois, d'où sortent d'assez nombreux instruments de mathématiques et de géodésie.

Les instruments de mathématiques usuels se partagent naturellement en deux classes, ceux qui servent aux travaux graphiques et ceux, moins répandus, qui sont employés pour exécuter mécaniquement certaines opérations arithmétiques ou géométriques. Nous examinerons rapidement ces diverses catégories de produits, en mentionnant simplement les exposants qui, dans chaque pays, occupent la tête de leur industrie ou ont réalisé quelque progrès intéressant ou quelque innovation digne d'être citée.

§ 2. — Compas, tire-lignes, etc.

Ces instruments, bien connus, sont la base des arts graphi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques, et le nombre considérable d'exemplaires qui s'en consomment annuellement est le symptôme heureux d'un grand développement des connaissances géométriques usuelles.

Si ce n'est au point de vue de l'élégance des modèles, du fini de la construction et de la perfection de l'ajustage, il n'y a pas de progrès notables, comme invention, à signaler dans l'exposition des instruments de mathématiques appliqués aux travaux graphiques ; mais cette industrie a beaucoup gagné à un autre égard, l'abaissement du prix de revient, et cela en France plus que partout ailleurs. Permettre aux élèves des écoles plus modestes de se procurer des instruments solides et suffisants pour l'étude des éléments de la géométrie et du dessin linéaire, c'est rendre un service éminent à l'enseignement primaire. Quelques exposants y sont parvenus, sans tomber dans le défaut de certains fabricants qui font des boîtes de compas, véritables jouets, dont on ne peut se servir. M. Coyen-Carmouche, en particulier, livre au prix de 1 fr. 10 c. une petite boîte contenant un compas muni de son tire-ligne et de son porte-crayon, et un porte-crayon pour le dessin à main levée. A 13 francs, il vend la boîte dite *pochette*, renfermant un compas balustre, et suffisante même pour les études des élèves des écoles supérieures. Cet extrême bon marché est le résultat d'une intelligente division du travail, et de la substitution de l'emploi de la meule à celui de la lime pour l'ébauchage des pièces. En Angleterre, M. Cronmire s'est aussi attaché à la question du bon marché, et offre des produits intéressants quoique n'atteignant pas le bas prix des précédents.

Il est regrettable de n'avoir retrouvé nulle part un système de tire-lignes essayé il y a une quinzaine d'années, et qui, par son prix et sa simplicité, devait être l'instrument populaire. Il se composait d'une sorte de porte-plume en laiton, dans lequel s'adaptaient deux plumes métalliques non fendues formant les becs ; une petite vis de pression traversait un œil percé dans les plumes et suffisait pour obtenir le serrage. Si les becs s'usaient, on les remplaçait par des plumes semblables coûtant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques centimes. Cet instrument, si grossier en apparence, a pu, entre les mains d'un dessinateur un peu soigneux, fournir des épures aussi nettes de tracé que celles obtenues avec les tire-lignes des meilleurs fabricants.

Si l'on passe en revue les principaux fabricants d'instruments de mathématiques en France, il est aisé de constater que leur exposition leur fait honneur, et que cette industrie, modeste scientifiquement, est représentée dignement au palais du Champ-de-Mars. Il convient de signaler les améliorations les plus intéressantes qu'ils ont réalisées et le caractère distinctif de leurs produits.

L'industrie des fabricants de compas est surtout personnifiée par M. Royer, dont l'exposition offre non-seulement les instruments les mieux dessinés et les plus élégamment montés, mais encore à peu près les seules innovations qu'on puisse constater. On doit citer un mode très-simple de manchon d'arrêt pour empêcher de trop serrer les pointes d'un tire-lignes, et l'addition d'une tige fixée à l'une des branches et traversant un œil pratiqué dans l'autre, ce qui obvie à la déviation des lames. On remarque aussi un compas balustre dit *à pompe*, dont la pointe sèche rentre à frottement doux dans un manchon qui lui sert de guide ; un ressort à boudin tend à la repousser, et une vis de pression permet de la fixer. Ce système a l'avantage de permettre de placer verticalement la branche du compas autour de laquelle s'effectue la rotation du tire-lignes. M. Royer expose encore un tire-lignes à cheveu, un compas à trois branches, un compas à calibrer les intérieurs, des boîtes d'instruments spéciaux pour la lithographie et la gravure sur pierre et sur cuivre, et un parallélographe assez ingénieux pouvant servir à faire des hachures équidistantes. La composition de ses boîtes d'instruments est bien comprise.

M. Coyen-Carmouche, qui a déjà été mentionné, offre une grande variété de modèles pour ses boîtes de compas. Tous ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instruments sont fabriqués dans un vaste établissement situé à Ligny (Meuse).

M. Lamotte-Lafleur se distingue par ses montures de compas en aluminium et en bronze d'aluminium. Il expose un bon système de porte-mine pour compas.

Le commerce d'exportation, fait par les maisons qui précèdent, est le principal objet de la fabrication de M. Guérin-Müller, dont les produits, très-variés en raison de cette circonstance, ne présentent pas de supériorité.

M. Guérineau, outre des instruments de construction ordinaire, expose un compas à quatre branches pour les proportions et la réduction des figures, et un instrument assez difficile à manier pour reproduire les courbes d'intérieur.

En dehors des boîtes de compas d'usage courant, on ne remarque guère en France que le compas elliptique de M. Berthélemy, assez simplement construit, reposant sur le principe connu du mouvement d'une droite de longueur constante dont les extrémités parcourent les côtés d'un angle droit, mais dont le fonctionnement est plus sûr et les tracés plus nets qu'avec les autres instruments similaires.

M. Cronmire, de Londres, occupe un rang élevé dans sa profession, et ses produits peuvent être classés à côté de ceux de M. Royer. Il a combiné une excellente cassette de mathématiques qu'il livre au prix de 2 s. 6 d. (3 fr. 10). On remarque dans son exposition des échelles bien divisées, des rapporteurs, des instruments à dessin en bois, et un bon type de compas à trois branches.

MM. Elliott frères ont une importante collection d'instruments, et leur *boîte d'ingénieur* réunit tous ceux qui peuvent être utilisés par les arts graphiques. On peut remarquer que, par leur forme, ces instruments se rapprochent singulièrement de ceux qui sont exécutés en Suisse.

La ville d'Aarau est, pour la Suisse, le centre de fabrication des instruments de mathématiques, dont les grands producteurs sont au nombre de trois. M. Kern paraît se spécialiser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la production de ces grandes boîtes dites d'ingénieur, dont l'utilité n'est pas en rapport avec la valeur, et que les fabricants français ne font presque plus, le modèle pochette ayant prévalu. Il expose aussi des règles logarithmiques en métal. M. Hommel-Esser s'attache également aux cassettes surchargées d'instruments. Il a cependant un compas de poche et un compas à verge bien exécutés. Chez M. Gysi, on remarque un compas propre à tracer des circonférences de grand rayon, soit au tire-ligne, soit au crayon.

La fabrication la mieux représentée dans l'exposition bavaroise est celle de MM. Haff frères. Il est juste de mentionner aussi M. Riefler, M. Schoner, M. Knie. Ce dernier expose des instruments détachés, ayant chacun sa boîte, et ce système est précisément le contre-pied de la tendance des constructeurs suisses.

Les instruments dont il vient d'être question, sauf les compas d'épaisseur, ont exclusivement pour objet la géométrie plane. M. de Chancourtois, ingénieur en chef des mines, a été conduit par les exigences d'études spéciales à imaginer des instruments de sphérodésie, permettant de résoudre facilement et avec précision un grand nombre de problèmes de géométrie sphérique. Ces instruments nouveaux et d'une utilité réelle pour certaines applications, sont une règle donnant le grand cercle sur la sphère, un compas à verge circulaire pour tracer les grands ou les petits cercles, une équerre donnant le triangle sphérique birectangle de 36°. Ils ont été exposés dans la classe 13, et ne peuvent être ici que mentionnés pour montrer tout l'intérêt qu'il y aurait à enrichir l'arsenal des instruments de mathématiques en se conformant aux besoins nouveaux de la science.

§ 3. — Instruments en bois pour le dessin.

On comprend sous cette dénomination les planchettes, règles, équerres diverses, pistolets, etc., employés dans les arts graphiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En regrettant l'abstention de M. Tachet, on doit placer à la tête de cette industrie, en France, M. Dupressoir, successeur de la maison Baraban, et bien connu de tous les dessinateurs et ingénieurs. Fabriqués avec des bois choisis et bien secs (ordinairement du poirier), les instruments de cet habile constructeur sont d'une netteté de coupe et d'une précision qu'on ne trouve pas souvent ailleurs. Ses gabarits servant à tracer les courbes d'un rayon donné, à une échelle donnée, sont d'une grande utilité pour les travaux des compagnies de chemins de fer. Ses planchettes à lavis sont formées de feuilles de placage collées à contre-fil et à froid, et sont indéformables sous les actions alternatives de l'humidité et de la chaleur. Les planchettes ordinaires sont munies d'un encadrement en bois de charme, qui contribue à leur rigidité. D'autres portent des vis servant à tendre le papier sans le coller. Enfin, les compas fabriqués par M. Dupressoir se distinguent, sinon par le bas prix, du moins par une excellente fabrication.

M. Lelièvre, outre des règles divisées, expose des règles, équerres, tés, pistolets, mètres et doubles décimètres recommandables par leur bon marché et une exécution satisfaisante. C'est ainsi qu'il fabrique, par exemple, des doubles décimètres à 1 fr. 25 centimes la douzaine; d'autres, d'une construction soignée, à 12 francs la douzaine ; des T pour le dessin, à 10 francs la douzaine.

On trouve, chez M. Schrœder, de Darmstadt, d'excellents instruments en bois pour le dessin technique, règles et équerres, planchettes, séries de courbes elliptiques, hyperboliques, paraboliques, circulaires, lattes pour le tracé des courbes quelconques, telles que courbes de membrures des navires, etc. Ces instruments diffèrent un peu de ceux des constructeurs français, et leurs formes sont élégantes et bien comprises.

§ 4. — Mesures linéaires et règles graduées.

L'examen des mesures linéaires *étalons* et des machines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à diviser appartient à une autre section du rapport sur la classe 12. Il ne peut donc être question ici que des mesures d'usage courant et qui ne comportent pas un degré de précision supérieur à celui qu'exigent les tracés graphiques et les dessins de construction. Presque tous les pays fabriquent ce genre d'instruments, mais la supériorité appartient certainement à la France, à l'Angleterre et aux États-Unis.

M. Tournier, à Longchaumois (Jura), produit des mesures linéaires ordinaires et des mètres-rubans, dans des conditions de bon marché vraiment extraordinaires. Il peut en effet donner au commerce les mètres pliants en bois imitant le buis à 4 francs la grosse. Le travail se fait, dans son usine, entièrement par procédés mécaniques, y compris la division et le chiffrage. Les mesures métalliques sont débitées à la machine dans le cuivre en planche. Aucun moyen n'a été négligé pour rendre le travail rapide, économique et régulier. Aussi la fabrique de Longchaumois est-elle arrivée à fournir annuellement au commerce 200,000 douzaines de mesures, tant françaises qu'étrangères.

L'exposition de MM. Elliott frères, de Londres, renferme des règles et des rapporteurs dont les divisions, soit sur cuivre, soit sur ivoire, sont d'une pureté et d'un fini vraiment irréprochables.

On doit adresser les mêmes éloges aux règles et jauges métalliques de MM. Darling, Brown et Sharpe (États-Unis). Ces instruments sont en acier, et leur construction est très-remarquable, eu égard à la netteté des divisions. Le prix en est relativement très-peu élevé, puisqu'un mètre divisé en quarts de millimètre ne coûte que 30 francs.

Toutes les mesures linéaires dont il vient d'être question sont rigides ou à parties droites se pliant les unes sur les autres. Il est regrettable de n'avoir pas trouvé le *mètre-ruban* ou les mesures du même genre, représenté par quelques spécimens bien construits, tels que ceux fabriqués par MM. Ibbotson frères, de Sheffield. Ces instruments, formés d'un ruban

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'acier roulé en forme de ressort spiral, sont excessivement peu encombrants, et leur usage est commode en même temps que leur aspect élégant. C'est un type qui devrait se répandre, et que l'on doit recommander à nos fabricants, qui produisent seulement, dans ce genre, le grand décamètre-rouleau du modèle adopté par l'administration des ponts et chaussées.

§ 3. — Instruments servant à exécuter mécaniquement certaines opérations géométriques.

Mesurer des longueurs curvilignes ou des surfaces limitées par des contours quelconques, tracer des figures semblables à des figures données et ayant avec elles un rapport déterminé, tel est le but ordinaire de ces instruments. De là découle naturellement leur division en trois catégories.

La première ne présente à l'Exposition qu'un seul instrument original et nouveau, c'est l'*ellipsomètre* de M. Hardy. Ce petit appareil peut être employé utilement pour *rectifier* les ellipses sur les épures de voûtes, opération qui se présente à faire dans les études d'une arche de pont à intrados elliptique, et que l'on effectue habituellement en calculant numériquement plusieurs termes de la série qui exprime le développement d'un arc d'ellipse en fonction de sa corde, calcul qui ne laisse pas que d'être laborieux. L'ellipsomètre se compose essentiellement de deux roues, dont l'une, dentée intérieurement, engrène avec la seconde qui est dentée extérieurement et d'un diamètre moitié moindre. Lorsque la petite roue tourne dans l'intérieur de la grande, un point quelconque, pris sur le prolongement d'un de ses rayons, décrit une ellipse qui a pour normale la tangente menée de ce point à la petite circonférence. Si donc on réalise cette construction au moyen de deux tiges, l'une passant par le centre du pignon, et l'autre qui lui soit tangente, il est facile de faire parcourir au point de rencontre de ces deux tiges une ellipse donnée. M. Hardy place en ce point une roulette divisée, dont la circonférence est de 200 millimètres ; le nombre des tours et la fraction de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tour supplémentaire indiquent donc facilement la longueur d'un arc d'ellipse, avec une approximation qui ne dépend que des divisions et qui pourrait être accrue, s'il y avait lieu, par l'emploi d'un vernier.

L'évaluation de la surface des figures planes se fait rapidement au moyen du *planimètre*, instrument qui a rendu de grands services aux géomètres du cadastre, à l'administration forestière, etc., en permettant d'effectuer mécaniquement, et avec une approximation suffisante, le calcul de nombreuses surfaces à périmètres très-variés. On employa d'abord le planimètre d'Oppikofer, qui fut abandonné lorsque parut, en 1854, celui d'Amsler, dit *planimètre polaire*, instrument vraiment remarquable par son élégance, ses faibles dimensions et son bon marché, car les modèles exposés sont livrés au prix de 50 à 80 francs, selon la grandeur.

Le principe de ces appareils consiste à décomposer la surface que l'on veut évaluer en éléments suffisamment petits pour être confondus avec des rectangles, comme dans le planimètre d'Oppikofer, ou avec des secteurs, comme dans celui d'Amsler. Les avantages de ce dernier système sont bien constatés, et c'est à ce type qu'appartiennent les instruments exposés tant par M. Amsler lui-même, en Suisse, que par divers autres constructeurs, parmi lesquels on doit mentionner surtout M. Maimeri (Italie), dont le planimètre polaire offre une très-élégante modification de celui de l'inventeur primitif. Une partie du mérite de ce dernier instrument doit être rapporté à ses constructeurs, MM. Longoni et dell'Acqua, de Milan.

La construction de figures semblables à un modèle donné, amplifié ou réduit à une échelle donnée, se fait au moyen de divers instruments confondus sous la dénomination générale de *pantographes*, et dont le principe n'a pas changé, malgré les formes très-diverses qu'on leur a attribuées. Ces appareils rendent des services importants dans les arts industriels, en permettant d'exécuter rapidement des copies, réductions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou amplifications de plans, figures et dessins artistiques.

S'il n'y a pas de modifications fondamentales aux pantographes déjà connus, on peut signaler la perfection d'exécution de quelques-uns des instruments exposés, et particulièrement de celui de M. Gavard (France). Ce constructeur a eu l'heureuse idée de disposer son pantographe de manière à obtenir simultanément plusieurs copies du même modèle, et il l'appelle, à cause de cette propriété, *polypantographe*. Avec cette disposition, l'instrument peut rendre des services réels pour la gravure des planches destinées à l'impression des tissus, où le même motif se répète souvent un grand nombre de fois. Le pantographe destiné à transporter le dessin réduit sur un rouleau est moins parfait au point de vue de la rigueur géométrique, mais il présente d'ingénieuses transformations de mouvement et il est d'une excellente exécution.

M. le capitaine du génie Lill a exposé, dans la section autrichienne, un appareil pantographique d'un prix fort modéré, qui fournit des reproductions aussi exactes que celles obtenues avec les machines de haute précision, naturellement fort coûteuses. L'emploi de cet instrument présente cependant l'inconvénient d'exiger deux exemplaires identiques du dessin que l'on veut pantographier.

§ 6. — Instruments servant à exécuter des opérations arithmétiques.

L'idée de résoudre mécaniquement les problèmes sur les nombres, ou du moins d'effectuer les opérations arithmétiques qu'ils exigent, n'est pas nouvelle. Pascal, Leibnitz et plus récemment Babbage, se sont occupés de cette question, qui a beaucoup exercé la sagacité des inventeurs. Mais tous les appareils imaginés se rattachent à deux types bien connus aujourd'hui, la règle à calcul ou règle logarithmique, et la machine à calculer à rotation. La description et l'usage de ces instruments constituent une véritable technologie du calcul.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La règle logarithmique est plus répandue en Angleterre et aux États-Unis qu'en France. Il faut bien reconnaître que, vu le petit nombre de chiffres exacts qu'elle fournit, elle ne peut donner l'approximation nécessaire que dans un certain nombre de cas, où le calcul direct de la valeur n'eût pas été plus long que le maniement de la réglette. Son avantage se réduit alors à supprimer l'emploi du papier et de la plume ou du crayon. Quoi qu'il en soit, ces règles se construisent chez un assez grand nombre de fabricants, dans presque tous les pays, et l'on ne peut guère constater de différence que dans le soin et la précision avec lesquels elles sont divisées. Cependant, au lieu de règles droites, quelques constructeurs emploient aujourd'hui la disposition circulaire imaginée par M. Manheim. Dans ces instruments, la règle et la coulisse sont remplacées par les surfaces de deux cylindres concentriques, gradués comme le sont les règles logarithmiques ordinaires. Cette disposition a l'avantage de présenter, sous des dimensions restreintes (14 centimètres de longueur et 3 de diamètre), les ressources d'une règle droite d'un mètre de long.

Parmi les constructeurs de ces sortes d'instruments, on doit distinguer particulièrement, en France, M. Tavernier-Gravet, qui soutient la réputation de sa maison pour la graduation des règles à calcul. Ses modèles nouveaux portent un curseur qui rend l'emploi de cet instrument plus rapide et plus sûr. Il expose aussi un grand modèle de règle propre à la démonstration devant un auditoire nombreux.

Les machines à calculer ne présentent aucune modification importante, et si l'on peut mentionner celles de M. Wiberg, en Suède, et de M. Musina, en Italie, il faut encore accorder la supériorité à l'*arithmomètre*, de M. Thomas, de Colmar. Cet ingénieux instrument a été décrit dans les rapports des expositions précédentes. On doit seulement ajouter que son auteur s'est constamment appliqué à en améliorer la construction et à en rendre le fonctionnement plus sûr. La machine à calculer de M. Thomas est employée par plusieurs grandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

administrations financières, qui y trouvent une notable économie de temps et aussi plus de garantie contre les chances d'erreurs dans les calculs.

Sous le titre assez original de *machine à résoudre les équations*, M. le capitaine Lill a exposé, au milieu des objets envoyés par le ministère de la guerre autrichien, un ingénieux instrument qui permet de calculer approximativement les racines d'une équation à une inconnue d'un degré quelconque; le procédé est en partie mécanique et en partie graphique. En tenant compte des relations qui existent entre les racines d'une équation et les coefficients, M. Lill a imaginé un tracé graphique qui s'exécute au crayon sur une glace dépolie circulaire, assez transparente pour apercevoir un disque quadrillé placé au-dessous. Ce disque est porté par un limbe gradué qui tourne devant un vernier fixe, et quand, par un tâtonnement qui paraît le point délicat de la méthode, on est arrivé à faire coïncider les extrémités de deux polygones construits d'après une règle simple donnée par l'auteur, une seule lecture suffit pour fournir la valeur d'une racine de l'équation. Ce procédé permet encore d'obtenir très-aisément des limites des racines et même de reconnaître si une équation a ses racines imaginaires. Il est facile d'imaginer d'assez nombreuses applications de cette machine à diverses questions d'algèbre. Bien qu'il soit à craindre que l'approximation fournie par le vernier ne soit purement illusoire en présence des erreurs qui peuvent résulter du tâtonnement auquel on doit se livrer, l'instrument de M. Lill n'en est pas moins l'invention la plus neuve et la plus curieuse qui existe à l'Exposition, parmi les machines à calculer.

Les planimètres, dont il a été question au paragraphe précédent, peuvent être regardés comme des machines à calculer pour tous les problèmes qui se ramènent à des quadratures, tels que le calcul des intégrales définies, l'évaluation du travail dans les machines, la détermination des centres de gravité et même celle des moments d'inertie. Ces instruments ont donc des applica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions plus étendues qu'il n'apparaît tout d'abord, et il est à désirer que leur usage se répande davantage parmi les savants et les ingénieurs, qui ont souvent à exécuter, à propos de questions pratiques, des calculs d'une longueur rebutante.

CHAPITRE II.

MODÈLES POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE ET DE LA CRISTALLOGRAPHIE.

---

§ 1. — Modèles de géométrie élémentaire.

L'enseignement de la géométrie tire un grand secours de l'emploi de modèles en relief, qui rendent palpables, en quelque sorte, les vérités que le professeur veut faire comprendre à un auditoire encore peu habitué aux abstractions des mathématiques et peu exercé à lire dans l'espace, selon l'expression consacrée. Néanmoins, l'emploi de ces formes matérielles ne doit pas être exagéré, et il faut le restreindre à l'intelligence de tracés un peu compliqués, de faits géométriques présentant quelque difficulté à être compris. Il semble donc qu'il y ait abus et banalité dans la plupart des collections de solides géométriques qui sont exposées. Ce reproche s'adresse particulièrement aux fabricants français qui ne présentent que les corps usuels, dont il est extrêmement aisé de faire comprendre la forme par des exemples empruntés à la vie commune. Les Allemands paraissent avoir mieux compris le rôle que doivent jouer ces modèles dans l'enseignement de la géométrie appliquée.

On ne trouve à signaler, en France, que les solides géométriques en cristal de M. Wentzel, remarquables par la pureté de leur taille. La transparence de la matière permet d'aperce-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir les faces cachées et de se rendre compte de la position des lignes qui sont ordinairement pointillées dans les tracés graphiques. Malgré cet avantage, la transparence même est une cause de confusion quand on examine de pareils modèles, et leur prix élevé doit les rendre généralement inaccessibles au budget des écoles élémentaires.

M. Gaspard de Munter, en Belgique, expose une collection de solides géométriques et de modèles stéréométriques pour l'étude de la géométrie de la sphère et de celle de l'espace. L'utilité de ces derniers est contestable, et tous sont fabriqués avec du bois mal choisi et plein de défauts. Le prix seul pourrait les recommander. Les modèles de pénétrations de surfaces sont préférables et on y remarque quelques jolis exemples, tels que divers cas d'intersections de prismes et de sphères. On doit regretter que plusieurs de ces problèmes aient reçu des dénominations abrégées vicieuses ou du moins qui ne seraient pas admises dans le langage mathématique des écoles françaises.

On ne peut que mentionner les modèles de géométrie descriptive de M. Presas, en Espagne; de M. Pik, en Russie; et les figures géométriques exposées dans la section brésilienne, et qui semblent n'avoir d'autre but que de faire connaître les bois de la province du Para.

Il est regrettable que M. Prueter, de Vienne et M. Hihgley, de Londres, se soient abstenus d'exposer. Ces artistes avaient offert, en 1862, de très-intéressantes collections de modèles géométriques et cristallographiques, en bois, pour le premier, et en caoutchouc pour le second.

§ 2. — Modèles de géométrie descriptive.

Dans l'exposé des principes de la géométrie descriptive, les modèles doivent être employés avec circonspection et dans la limite seulement de ce qui est nécessaire pour expliquer les conventions graphiques sur lesquelles repose le mode de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

représentation des lignes et des surfaces imaginé par Monge. Il faut, en effet, que les élèves s'habituent dès le début à voir dans l'espace et à saisir les relations de positions de lignes non situées dans un même plan. Les modèles relatifs à l'étude de la droite et du plan n'ont donc d'utilité que pour les premières leçons. Mais il pourrait être avantageux de faire construire ces reliefs par les élèves eux-mêmes, au lieu de les leur montrer simplement. L'exposition du ministère de l'instruction publique (classe 90) fait connaître que cette méthode est suivie avec succès à l'École communale supérieure de Nancy, où les élèves exécutent, après chaque leçon, les épures expliquées par le professeur, en les traçant sur deux plans rectangulaires en carton et figurant les lignes de l'espace avec des fils de laiton.

Un seul exposant a atteint dans ce genre une supériorité très-réelle sur les fabricants de produits similaires, c'est M. Schrœder, de l'Institut polytechnique de Darmstadt. On doit louer sans réserve les spécimens stéréométriques qu'il a exposés, et surtout ses modèles de géométrie descriptive, présentant de remarquables exemples d'intersections de surfaces, dans lesquels le solide réel se trouve placé, dans l'espace, en relation avec ses projections tracées sur deux plans rectangulaires. Rien n'est plus propre à faire saisir les particularités souvent délicates d'une épure, les points d'arrêt et les contacts que présente une courbe d'intersection sur ses projections, la forme et les accidents d'une courbe de séparation d'ombre et de lumière. Les exemples, en eux-mêmes, sont bien choisis, et plusieurs, dans ces dernières années, ont servi de questions de concours pour les grandes écoles françaises. Sa collection n'embrasse pas moins de 65 modèles, dont les prix ne sont pas trop élevés, eu égard au soin avec lequel les bois sont choisis et travaillés. L'exécution de ces modèles et de ceux relatifs à la mécanique, dont il sera parlé plus loin, exige l'emploi de machines-outils très-variées et toutes spéciales, qui font de l'établissement de M. Schrœder une fabrique sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rivale. Le nombre des ouvriers employés constamment est de 50 à 80 pour les diverses branches de la fabrication.

Bien que l'enseignement de la perpective se prête facilement à l'emploi de modèles élégants, l'industrie ne présente rien de ce genre à l'exposition. On ne peut signaler qu'un relief, dû aux Frères de la Doctrine chrétienne, dans lequel le plan du tableau est formé par une glace portant les lignes de perspection tracées au diamant sur le verre. La disposition de ce modèle est bonne et très-propre à faire comprendre le tracé des lignes de fuite; elle pourrait s'appliquer aisément à la démonstration des propriétés projectives des figures et aux transformations si curieuses qui en résultent.

§ 3. — Modèles de géométrie supérieure.

Les modèles en relief, contrairement à l'opinion commune, sont d'un intérêt plus réel pour l'étude de la géométrie supérieure que pour les éléments, dont l'intelligence s'acquiert mieux par des exemples familiers; aussi est-il regrettable de ne trouver dans l'Exposition aucun modèle du genre de ceux qu'Olivier avait fait construire pour le Conservatoire des arts et métiers, et dont M. de la Gournerie a tiré un si bon parti pour l'étude des surfaces gauches et de quelques surfaces d'ordre supérieur.

On doit cependant appeler l'attention des géomètres sur les modèles que M. Epkens, de Bonn, a construits pour faire saisir les formes compliquées des surfaces connues sous le nom de *surfaces de Plücker*. Les modèles, en bois de buis, représentent quelques-unes de ces surfaces qui sont du quatrième ordre, et se rattachent à la théorie moderne des *complexes*, représentées par une équation du second degré entre les quatre coordonnées de la ligne droite, comme on représente une surface du second ordre par une équation entre les trois coordonnées du point. Les surfaces modelées sont, par rapport aux complexes, ce que sont par rapport aux surfaces du second

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

degré les sections planes et les cônes circonscrits. Elles servent encore à construire les surfaces réglées du quatrième degré.

§ 4. — Modèles de cristallographie.

Les modèles cristallographiques participent de la pauvreté des collections stéréométriques. M. Krentz seul, dans la Hesse, offre une série de formes bien exécutées et présentant les accidents cristallographiques si fréquents de mâcle, d'hémitropie, etc. Les autres expositions consistent en spécimens des systèmes cristallographiques, accompagnés des principales modifications sur les arêtes ou sur les angles des cristaux primitifs.

On doit cependant une mention spéciale à M. Dickert, de Riga, qui a, dans l'exposition russe, une intéressante collection des formes cristallines. Les faces des cristaux sont en verre, et permettent de voir le solide primitif placé dans l'intérieur et les axes du système figurés par des fils.

Le modèle exposé par M. Gaudin (France) ne peut être considéré comme un objet d'enseignement, les théories cristallogéniques et morphographiques de l'auteur n'étant pas encore admises généralement dans le monde savant. Cependant, l'originalité de ces théories et le lien remarquable qu'elles établissent entre la forme géométrique et la composition chimique des substances minérales doivent attirer l'attention, et il est impossible de ne pas être frappé de la manière ingénieuse dont ces idées ont été matérialisées dans le modèle de M. Gaudin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

MODÈLES POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA TECHNOLOGIE GÉNÉRALE.

§ 1. — Modèles de stéréotomie et de construction.

L'enseignement de la stéréotomie est fort mal représenté à l'Exposition : peu de modèles, et, parmi ceux que l'on rencontre, quelques-uns à peine méritent d'être signalés. Généralement, les modèles de coupe des pierres sont construits de façon à ne pas permettre de vérification géométrique, et ils ne semblent pas propres à expliquer les détails d'une épure ; ce sont des représentations assez imparfaites d'une surface figurant une voûte, prise dans son ensemble, et non pas étudiée dans les détails des voussoirs qui la composent. On doit aussi reprocher à ces modèles de reproduire ces cas théoriques, où les difficultés de taille sont accumulées à plaisir, ou bien ces constructions, admirées comme tours de force à une époque où il avait fallu presque un trait de génie pour en donner la solution, mais qui aujourd'hui sont tombées en désuétude pour faire place à des types plus rationnels et plus simples. Il suffit de demander à un architecte de nos jours s'il a souvent l'occasion de construire une porte biaise en tour ronde, une arrière-voussure de Saint-Antoine, ou un biais-passé en corne de vache. La partie la plus importante et la plus délicate de la stéréotomie, le développement des panneaux et l'application du trait sur la pierre, est complétement négligée dans les modèles exposés.

Si les travaux modernes ont renoncé à employer des formes complexes commandées par des circonstances exceptionnelles, ou des types bizarres dénotant plus d'originalité de conception que de goût chez les anciens constructeurs, il est une variété de voûtes qui s'est multipliée singulièrement, depuis que le tracé des chemins de fer a obligé les ingénieurs à résoudre di-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rectement le problème de la traversée biaise d'une rivière ou d'une route. Plusieurs systèmes ont été et sont encore appliqués : l'appareil orthogonal parallèle, l'appareil orthogonal convergent, l'appareil héliçoïdal ou anglais plus ou moins modifié. L'importance de la question, les procédés tout spéciaux employés au chantier pour la taille des voussoirs, devaient faire espérer de trouver des modèles nouveaux et bien exécutés. Il n'en est rien, et M. de Munter (Belgique) seul expose une voûte biaise médiocre. Ses autres spécimens de voûtes sont anciens, et par leur banalité méritent les reproches formulés plus haut. Ses modèles de charpente sont mieux traités, surtout ceux qui figurent dans la collection d'assemblages.

Au nombre des modèles envoyés par l'École royale d'application des ingénieurs à Turin, figurent plusieurs exemples de voûtes et de charpentes, accompagnés de la projection horizontale correspondante.

M. Schrœder, dont l'exposition technologique est si riche, offre aussi des modèles pour l'enseignement du génie et des ponts et chaussées, des types de bâtiments complets et des détails de constructions en bois, en pierre et en fer, des modèles de métallurgie, d'agriculture et d'économie forestière. On doit mettre hors ligne sa collection d'assemblages en bois, qui ne comprend pas moins de 73 pièces, remarquablement exécutées et ajustées.

Il est juste de signaler la parfaite exécution des modèles analogues sortant des ateliers de M. Clair, à Paris, à qui l'on doit les beaux modèles des fours pour le traitement du cuivre par la méthode galloise, et pour la fabrication de l'acier dans le Yorkshire, construits sous la direction de M. Le Play pour l'École des mines de Paris. M. Clair a surtout exposé, cette année, des modèles de machines, et il les a placés dans la classe 53, ce qui n'a pas permis au Jury de la classe 12 de le récompenser. Cette désertion, et la dissémination dans plusieurs classes du groupe VI et du groupe X d'objets divers et de modèles qui auraient pu figurer comme matériel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'enseignement technologique, réduisent à fort peu de chose l'exposition française de cette catégorie intéressante de produits.

§ 2. — Modèles de mécanique.

C'est encore à M. Schrœder, de Darmstadt, qu'il faut revenir pour trouver une belle série d'organes de transmission de mouvement et de modèles de cinématique, de pièces détachées relatives à la construction des machines et de machines complètes. Toutes ces pièces sont excellentes. La collection de M. Schrœder a eu surtout pour but de s'adapter à l'enseignement de la mécanique tel qu'il a été organisé par Redtenbacher à l'École polytechnique de Carlsruhe, par M. Weisbach à Freiberg et par M. Reuleaux à Zurich; mais la variété des exemples permet facilement d'y choisir les éléments d'un cours approprié à un programme quelconque. Des photographies peuvent même remplacer les pièces en nature, et M. Schrœder en compose des albums utiles à mettre entre les mains des élèves.

Vulgariser les notions de la mécanique, les mettre à la portée de tout le monde, faire comprendre le fonctionnement des appareils auxquels l'industrie moderne doit sa puissance: tel est le but des modèles, plus simples que les précédents, construits par M. Meidinger, de Bade. Ce sont de grands dessins sur carton, coloriés, et sur lesquels se rapportent des parties mobiles que l'on peut mettre en mouvement en tournant une petite manivelle ou en agissant sur des fils. Ces sortes de jouets mécaniques pourraient être fort utiles, si leur prix n'était pas si élevé. Les spécimens exposés par M. Meidinger, sont assez bien exécutés au point de vue mécanique; mais ils manquent de l'élégance que l'on remarque dans ceux de M. Salleron, dont l'abstention dans la section française est regrettable.

M. Hempel, à Paris, a exposé une machine à colonne d'eau de Reichenbach, à double effet, munie de cylindres en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verre pour la démonstration, et fonctionnant avec une colonne d'eau de 20 pieds. C'est un bon modèle, quoique offrant le même défaut que sa locomotive Crampton : trop de luxe de construction.

Cette remarque s'applique surtout à la locomotive à roues couplées, fonctionnant à l'aide de la vapeur ou de l'air comprimé, exposée par M. Flonck. De pareils petits chefs-d'œuvre peuvent se faire admirer par l'élégance et le fini de leur construction, mais ce ne sont pas des produits industriels, et leur prix dépasse les ressources du budget de nos établissements scientifiques les mieux dotés. Le joli modèle de M. Flonck eût été mieux placé à la classe 94, à côté de la machine analogue de M. Barat.

M. Franchini (section italienne) a cherché à rendre sensibles aux yeux, par des appareils bien combinés, les démonstrations des principes élémentaires de la mécanique. Ces modèles, de même genre que ceux que M. Delaunay avait fait établir, il y a déjà longtemps, pour l'usage de ses cours, mériteraient d'être plus connus ; mais, si l'enseignement de la mécanique entre dans cette voie, il faudrait imaginer et exécuter un bien plus grand nombre de modèles que celui qui a été proposé, sous peine de n'offrir, en quelque sorte, qu'un échantillon d'un moyen de démonstration qui a certains avantages.

On ne doit pas oublier les modèles exposés par l'Institut technologique de Saint-Pétersbourg. Ils sont exécutés dans de bonnes conditions, et heureusement choisis pour montrer les solutions élégantes données à plusieurs problèmes délicats de la mécanique appliquée.

L'examen de la section anglaise laisse le regret de n'y avoir pas retrouvé la belle collection d'organes cinématiques de M. Willis, si remarquée à Londres en 1862.

En terminant cette rapide revue des objets constituant le matériel de l'enseignement scientifique, on ne saurait trop encourager les constructeurs à renoncer aux formes suran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées de certains modèles traditionnels, à suivre les progrès de la science et de l'industrie, et à chercher les moyens de fournir ces éléments d'instruction aux écoles spéciales, à des conditions économiques plus favorables. Les débouchés ne leur manqueront pas, à une époque où tous les pays se préoccupent de l'enseignement technique, lorsqu'ils pourront offrir aux professeurs et aux élèves des séries bien étudiées de modèles systématiquement classés, et qu'ils renonceront à en demander des prix exagérés. M. Schrœder, de Darmstadt, et M. Clair, de Paris, sont dans cette voie. Il est à espérer que leur exemple sera suivi, et les spécialités s'organiseront à l'avantage général, dans la construction des modèles de technologie, comme elles se sont produites dans celles des instruments de physique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION VII

MODÈLES D'ANATOMIE

PAR M. TILLAUX.

L'idée de reproduire avec la cire les différentes parties du corps humain est assurément très-ancienne, mais c'est seulement à notre époque qu'elle a donné lieu à une véritable industrie ; ce ne sont plus seulement les formes extérieures, ainsi qu'on s'est borné à le faire pendant longtemps, mais encore les détails les plus intimes de l'anatomie normale et pathologique que l'on s'est proposé de reproduire fidèlement à l'aide de la cire. Le premier en France, au commencement du XIXe siècle, le docteur Laumonier, de Rouen, fabriqua des modèles d'anatomie en cire et fit école. La Faculté de Médecine en possède encore aujourd'hui un très-bel échantillon, dans le musée Orfila. Après le docteur Laumonier vinrent quelques industriels : Dupont, Talrich père, Guy aîné, Vasseur et Talrich fils.

Cette industrie s'est très-peu répandue, ce qui s'explique par le petit nombre de personnes qu'elle intéresse. C'est en France surtout qu'elle est représentée aujourd'hui, grâce à deux hommes très-habiles, MM. Vasseur et Talrich fils. Le premier surtout a fait progresser le modelage en cire d'une manière surprenante, dans ces dernières années ; il a souvent atteint la perfection. Il suffit de voir dans le palais du Champ-de-Mars les quelques pièces exposées par l'Italie, l'Allemagne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'Espagne, pour constater que ce pays, et les derniers surtout, sont loin de pouvoir sous ce rapport, rivaliser avec la France. Il est juste cependant de citer une belle pièce italienne reproduisant les artères et nerfs de la tête et du cou, due à M. Copani.

§ 1. — Modèles en cire.

La cire sert à reproduire : 1° l'anatomie normale ; 2° l'anatomie pathologique.

1° *Anatomie normale.*—MM. Vasseur et Talrich ont exposé de nombreuses pièces d'anatomie normale, représentant les membres, les viscères, etc. Ces pièces sont fort belles, bien exécutées, mais elles sont pesantes, difficiles à manier et en somme peu instructives ; c'est tout au plus si elles sont curieuses. Je conseillerais volontiers aux modeleurs de ne pas reproduire ces grandes pièces de splanchnologie, qui sont fort coûteuses et n'apprennent que peu de chose aux médecins et aux élèves.

Mais il est un autre genre de pièces que M. Vasseur exécute merveilleusement et qui peuvent être d'un grand secours, soit pour l'élève qui veut apprendre, soit pour le professeur qui veut enseigner ; ce sont des pièces partielles d'angéiologie et de névrologie. J'ai vu chez M. Vasseur d'admirables pièces représentant les nerfs crâniens, c'est-à-dire ceux qui sont les plus difficiles à disséquer, et par conséquent à étudier. Voici comment procède l'ingénieux fabricant, afin d'avoir les rapports exacts. Il se sert d'un véritable squelette du crâne, y pratique les coupes convenables, conserve ou agrandit selon qu'il est nécessaire les trous de la base ; puis il applique, sur la pièce ainsi préparée, des nerfs avec leurs troncs, leurs rameaux, leurs ramuscules, leurs plus minutieux détails enfin, nerfs qu'il fabrique de toute pièce et avec une rare perfection. Ces nerfs sont simplement des fils enduits de cire vierge, qui présentent ainsi une résistance suffisante pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

garder la direction normale. Ces pièces, on le répète, sont admirables; elles reproduisent rigoureusement la nature ; elles permettent à l'élève d'étudier aussi bien que sur le cadavre des points délicats d'anatomie qu'une grande habitude permet seule de désséquer, et que les planches sont impuissantes à représenter complétement. M. Vasseur reproduit avec autant d'exactitude les artères et les veines. Appliquant son système aux principaux troncs artériels, veineux et nerveux de l'économie, à condition de rester dans la vérité anatomique la plus scrupuleuse, M. Vasseur, avec sa grande habileté manuelle, peut faire pour des médecins le musée le plus curieux, le plus instructif qu'on puisse imaginer.

Nous ne pouvons achever de parler de l'anatomie normale sans signaler les coupes osseuses dont M. Vasseur a seul le secret. Il est impossible de mieux démontrer qu'il ne le fait les détails intimes de l'appareil auditif, l'oreille moyenne, et ceux de l'oreille interne, sur des rochers humains à l'aide de simples coupes. Il imite encore la nature au point de tromper l'œil de l'anatomiste le plus exercé, dans ses pièces d'arthologie. J'ai remarqué entre autres l'articulation occipito-axoïdienne, l'une des plus difficiles à démontrer du corps humain. Nous avons également rencontré en Allemagne quelques coupes osseuses bien réussies, pratiquées par le professeur Teichmann. C'est ici le lieu de signaler les pièces anatomiques du professeur Hyrtl, de Vienne; elles sont préparées suivant un procédé que nous appelons en France, *procédé par corrosion*. Si la France n'a pas exposé de pièces analogues, ce n'est pas à dire que le procédé y soit inconnu ou n'y ait pas été mis en usage; il a été souvent employé, et par nous-même en particulier il y a plusieurs années. Disons d'abord en quoi il consiste.

Après avoir préalablement bien nettoyé les vaisseaux de l'organe à injecter, on remplit ces derniers avec une injection composée de matières résineuses, inattaquable par les acides. L'organe est ensuite plongé dans un vase contenant un acide puissant, tel que l'acide chlorhydrique ou sulfurique. Cet acide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détruit rapidement toutes les parties organiques et il ne reste plus que la matière résineuse qui a conservé la forme, le volume, les rapports exacts des canaux injectés.

Ces pièces, d'une exécution facile, étonnent beaucoup celui qui en ignore le mode de préparation. Elles produisent un effet très-brillant ; mais sont-elles bien utiles? Elles nous ont paru en France ne satisfaire que la vue, et nous y avons renoncé pour cette raison. Sans contredit, les rapports respectifs des artères et des veines peuvent être ainsi rigoureusement démontrés, mais quand il s'agit des capillaires et c'est toujours là le point délicat et obscur en anatomie, les pièces par corrosion ne sont plus d'aucun secours. De plus, ce mode de préparation applicable aux viscères splanchniques est conséquemment très-limité. Les poumons, le foie, le rein surtout chez plusieurs mammifères, ont fait l'objet de l'étude du professeur Hyrtl ; après avoir fait ressortir le peu d'utilité de ces pièces en général, on doit dire que celles-ci sont remarquablement réussies.

2° *Anatomie pathologique.* — S'il est vrai que les modèles d'anatomie normale ont besoin d'une exactitude rigoureuse pour être utiles, cela est au moins aussi vrai pour les modèles d'anatomie pathologique: j'ajoute que la vérité anatomique est plus difficile à obtenir dans ce second cas, car il ne s'agit plus seulement de placer les parties dans leurs rapports normaux, mais bien de leur donner certaines nuances, souvent fort délicates, qu'un artiste seul peut reproduire. Une pièce d'anatomie normale médiocre peut encore être utile ; une pièce d'anatomie pathologique inexacte n'a plus aucune valeur, car une pièce ne vaut qu'autant qu'elle remplace le malade lui-même.

Chacun a pu admirer dans le palais du Champ-de-Mars les nombreux modèles des maladies de la peau exposés par M. Vasseur. Pour se convaincre des très-grands progrès qu'a réalisés l'auteur, il suffit de jeter un coup d'œil sur les pièces léguées à M. Vasseur par son prédécesseur, M. Guy aîné. Il y a la même différence qu'entre la vérité et l'erreur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici comment procède M. Vasseur. Étant donné un cas curieux, qu'il s'agit de conserver, il moule en plâtre la partie malade, si le sujet veut bien s'y prêter, et coule dans le moule de la cire vierge. Si le coulage est impossible, M. Vasseur se sert alors d'un moule reproduisant le plus exactement possible la forme de la région malade. La cire a été préalablement colorée de façon à prendre la teinte de la chair. Cela fait, il s'agit d'imiter l'éruption, que ce soit une vésicule, ou une pustule, une papule, une squamme, etc. C'est ici qu'intervient le véritable artiste. Ayant devant lui des morceaux de cire de nuances diverses, M. Vasseur, avec un stylet chauffé, les manie comme un peintre fait de ses couleurs et reproduit toutes les lésions cutanées avec l'exactitude que l'on connaît.

M. Vasseur a eu l'idée de couler dans ses moules une substance autre que la cire, dont il ne divulgue pas la composition. Les pièces ainsi obtenues sont légères comme du carton et parfaitement exactes.

Il résulte de ce qui précède que l'exposition de M. Vasseur offre un réel intérêt; que ses pièces sont appelées à rendre de grands services à la science, et qu'il faut d'autant plus féliciter l'auteur de ses efforts que son industrie n'a que des débouchés fort limités.

Il est juste de signaler la collection d'yeux pathologiques de M. Talrich, incomparablement supérieure à celle qu'on trouve en Espagne. Nous avons également remarqué les pièces reproduisant plusieurs lésions vésicales: cystites, calculs, etc. Quelques-unes d'entre elles méritent les plus grands éloges.

§ 2. — Anatomie plastique de M. Auzoux.

Il a été trop parlé des remarquables pièces de M. Auzoux dans les comptes rendus des Expositions précédentes pour que nous ayons à y insister longuement ici.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je ne ferai que signaler ce que l'auteur a ajouté depuis 1862 à sa collection, déjà si nombreuse.

Profitant des recherches modernes sur la direction et la distribution des tubes nerveux dans l'encéphale, ayant lui-même étudié avec grand soin ce sujet difficile et obscur, M. Auzoux a construit une pièce très-importante qui a pour but de démontrer comment se comportent, dans le cerveau, la protubérance annulaire et le cervelet, les fibres motrices et sensitives provenant de la moelle épinière; l'auteur a réuni dans une même pièce tous les détails si compliqués de la texture cérébrale. On doit l'en féliciter au point de vue de la difficulté vaincue, mais il nous paraît que des pièces plus simples que des pièces partielles seraient plus profitables.

Le gorille a été pour M. Auzoux l'objet d'une étude extrêmement intéressante. Grâce à l'auteur, nous avons des notions exactes sur l'anatomie et sur le développement de ce puissant animal; la collection de crânes surtout présente un vif intérêt.

Les fleurs et les fruits forment le troisième sujet que M. Auzoux a reproduit par son procédé; ils n'existaient pas dans les Expositions précédentes. La nature est fidèlement reproduite et les détails infiniment grossis peuvent frapper les yeux les moins exercés. Nous citerons comme exemple la texture du grain de blé.

Qu'il nous suffise d'ajouter que M. Auzoux continue à exercer avec le plus grand et le plus légitime succès une industrie sans rivale dans le monde entier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 13

CARTES ET APPAREILS DE GÉOGRAPHIE, DE GÉOLOGIE ET DE COSMOGRAPHIE.

SOMMAIRE :

Section I. — Cartes et atlas célestes et terrestres, par M. Ferri Pisani, colonel d'état-major.

Section II. — Cartes marines : Travaux du Dépôt des Cartes de la Marine de France, et travaux du lieutenant Maury (Etats-Unis), par M. Daondeau, ingénieur hydrographe en chef, membre du Bureau des Longitudes.

Section III. — Cartes géologiques, par MM. Fuchs, ingénieur des mines, et Daubrée, membre de l'Institut, inspecteur général au corps impérial des mines, professeur au Muséum d'histoire naturelle et à l'École Impériale des Mines, membre du Jury international de 1862.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 13

CARTES ET APPAREILS DE GÉOGRAPHIE, DE GÉOLOGIE ET DE COSMOGRAPHIE

SECTION I

CARTES TOPOGRAPHIQUES HYDROGRAPHIQUES ET GÉOGRAPHIQUES. — PLANS EN RELIEF

PAR M. LE COLONEL FERRI PISANI

Nous diviserons notre travail en cinq chapitres correspondant : le premier à la topographie; — le deuxième à l'hydrographie; — le troisième à la géographie proprement dite; — le quatrième aux nouveaux procédés matériels de reproduction appliqués ou applicables aux cartes, procédés de galvanoplastie, de photographie et d'héliogliphie. — Dans le cinquième chapitre nous avons placé les plans en relief.

CHAPITRE I.

TOPOGRAPHIE.

Au point de vue purement cartographique, on est convenu d'appeler *cartes topographiques* les cartes dont l'échelle est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

égale ou inférieure à $\frac{1}{100,000}$; mais au point de vue du mode de production, les *œuvres topographiques* se distinguent des autres *œuvres cartographiques* par une particularité sur laquelle on ne saurait trop insister, quand il s'agit d'une exposition industrielle. Le fait général qui caractérise ce genre de travaux, c'est que, dans l'ancien comme dans le nouveau monde, ils ont été en quelque sorte monopolisés par les gouvernements et qu'ils font partie des services publics.

Chaque État possède une institution chargée de lever le plan de son territoire, et d'en publier la carte. Presque partout ces institutions sont organisées militairement et ont pour ingénieurs des officiers de l'armée. Tels sont, en France, le Dépôt de la Guerre, en Angleterre, l'*Ordnance Survey*, en Autriche, l'Institut impérial royal de géographie militaire, et les établissements analogues de Prusse, de Russie, de Suisse, de Belgique, d'Italie, des Pays-Bas, des États secondaires de l'Allemagne, etc.

Il n'y a aucune uniformité quant aux échelles adoptées. La France publie sa carte *topographique* au $\frac{1}{80,000}$ et sa carte *générale* au $\frac{1}{500,000}$; la carte *topographique* de la Prusse est au $\frac{1}{80,000}$ pour la partie occidentale du royaume et au $\frac{1}{100,000}$ pour la partie orientale, celle de la Suisse au $\frac{1}{100,000}$, celle de la Belgique au $\frac{1}{40,000}$, celle de l'Angleterre au $\frac{1}{63,360}$. La Russie a adopté $\frac{1}{126,000}$ pour l'échelle de sa carte *spéciale*, et $\frac{1}{420,000}$ pour celle de sa carte *générale*. En Autriche les cartes *spéciales* sont au $\frac{1}{144,000}$, et les cartes *générales* au $\frac{1}{28,000}$ et au $\frac{1}{576,000}$.

La conception méthodique de ces grands travaux est tellement récente qu'il n'y a que les petits États de l'Europe qui les aient entièrement terminés. La Suisse vient d'achever la publication de sa carte. Il manque encore 40 feuilles à la carte de France qui en comptera 274 et dont la première date de 1833. Les trois quarts des feuilles au $\frac{1}{320,000}$ ont paru. L'*Ordnance Survey* n'a encore publié qu'une très-petite partie du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

territoire des possessions britanniques à l'échelle de $\frac{1}{63,360}$. La Russie paraît ajourner l'établissement de sa carte au $\frac{1}{420,000}$, et se contente pour le moment de poursuivre la publication de celle au $\frac{1}{420,000}$.

Il est intéressant d'examiner jusqu'à quel point les méthodes graphiques se ressemblent chez les différents peuples.

En ce qui concerne la planimétrie, le type conventionnel peut être regardé comme fixé. Ce type est celui de la Carte de France adopté, sans modifications sensibles, par les établissements étrangers.

C'est dans l'orographie que les variétés se produisent. La principale consiste dans l'opposition du système des courbes et de celui des hachures. La Belgique et le Danemark ont adopté le premier. On a donc, à l'Exposition de 1867, les éléments suffisants pour comparer les deux méthodes, sur la valeur relative desquelles beaucoup de discussions se sont élevées dans ces dernières années, le système des hachures étant le système classique, celui des courbes le système révolutionnaire, s'il est permis de se servir de cette expression.

Tout le monde connaît les principes sur lesquels ils reposent l'un et l'autre et ce qui les distingue. On peut dire d'une manière générale qu'avec le système des hachures le dessinateur se propose de représenter les ondulations du terrain, en les *ombrant*, à peu près de la même manière que l'on emploie pour faire *tourner* les objets dans le dessin perspectif au moyen du crayon ou de l'estompe. Le système des courbes, au contraire, a pour caractère principal de donner le moyen de reconstituer le terrain par des mesures géométriques. Les hachures sont faites pour l'œil, et jusqu'à un certain point échappent à la convention puisqu'elles sont destinées à représenter la nature telle qu'on la verrait à vol d'oiseau. Les courbes sont des lignes complétement conventionnelles, et constituent un canevas mathématique sur lequel les reliefs ne ressortent pas à première vue, mais seulement après une certaine opération abstraite de l'esprit. L'opposition toutefois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas aussi tranchée que nous la présentons ici pour la caractériser. Par le fait, les hachures s'appuient sur un tracé de courbes équidistantes, tracé qui fait partie du travail minute ; il est décalqué sur le cuivre et la pierre et ne disparaît que lorsqu'il a guidé tout le travail du dessinateur et du graveur. On le retrouve parfaitement dans les cartes bien faites, les tranches de hachures marquant l'écartement variable des courbes équidistantes. Sur une feuille de la Carte de France, on peut tracer ces dernières lignes à main levée et avec une sûreté parfaite. C'est avec elles, et à l'aide des cotes de niveau dont la multiplicité, l'exactitude et la bonne disposition donnent à cette carte sa principale supériorité sur toutes les autres, qu'on retrouve tous les détails de l'orographie, après que l'œil en a perçu, au moyen des hachures, une première notion pittoresque et d'ensemble.

D'un autre côté, le système des courbes n'est pas entièrement dépourvu d'effet pittoresque. Dans les pentes douces, elles s'écartent ; dans les pentes rapides, elles se rapprochent, et produisent ainsi une sorte de dégradation lumineuse, moins sensible et moins continue que celle des hachures, mais qui n'en embrasse pas moins la gamme complète des teintes, depuis le noir absolu de l'encre jusqu'au blanc du papier.

L'Exposition de 1867 a mis en présence les résultats des deux systèmes : d'un côté les beaux spécimens des Cartes du Dépôt de la Guerre français, de l'*Ordnance Survey*, du Bureau topographique de Berne ; de l'autre les feuilles du Dépôt de la Guerre belge et de l'État-major danois. La comparaison peut d'autant mieux se faire que ces deux dernières publications sont extrêmement remarquables sous le rapport de l'art du dessinateur et de celui du graveur. La Carte belge est au $\frac{1}{40,000}$ et sur pierre, la Carte danoise au $\frac{1}{80,000}$ et sur cuivre. L'équidistance est de 5 mètres dans la première, et de $3^{m}138$ dans la seconde.

Les hommes spéciaux et autorisés, chargés de la direction des travaux topographiques des divers États, n'ont pas attendu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le concours de l'Exposition universelle, et n'en ont pas eu besoin pour se faire une conviction sur le mérite relatif des deux systèmes ; aussi notre jugement n'a-t-il d'autre prétention que de rendre l'impression du public sur cet élément particulier des œuvres en question, qui s'adresse simplement à son œil et à son goût. Il nous semble impossible que cette impression, à première vue, soit favorable aux courbes, dans les conditions du moins où le Danemark et la Belgique les ont employées. Leurs cartes, quelque belles et soignées qu'elles soient, ont l'air de cartes non terminées. Le terrain ne ressort nullement. Il faut un véritable travail pour le reconstruire. Ce n'est qu'après avoir suivi de l'œil et du doigt les courbes dans une certaine étendue qu'on se rend bien compte des mouvements qu'elles expriment, et, en somme, la notion qui s'en dégage est plutôt une notion abstraite qu'une notion sensible.

Il est vrai que la Belgique est un pays de plateaux médiocrement ondulés, et que le Danemark est un pays presque plat. Les courbes produisent plus d'effet quand elles sont rapprochées et multipliées, c'est-à-dire quand elles expriment des pentes hautes et rapides, que lorsqu'elles sont rares et espacées, c'est-à-dire quand elles représentent de faibles reliefs. Dans le premier cas, on peut, sur les dessins à la main, les rehausser de teintes de lavis, et l'on obtient alors des reliefs très-remarquables, comme l'exposition du Dépôt de la Guerre français en renferme un exemple. Encore dans les pays de montagnes se présente-t-il un très-grave inconvénient, si les pentes atteignent une certaine raideur. Il y a des compromis avec les hachures pour les talus escarpés, il n'y en a pas avec les courbes ; à moins de verticalité absolue, il faut qu'elles suivent leur chemin sans interruption et sans se confondre les unes avec les autres. Or, à l'échelle de $\frac{1}{40,000}$ et avec l'équidistance de 5 mètres, bases adoptées pour la Carte belge, les pentes à 45 degrés exigeraient que les courbes se rapprochassent les unes des autres, à raison de 8 dans l'épaisseur d'un millimètre. Ce serait le noir absolu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si le système des hachures paraît devoir conserver son antique suprématie, il ne faut pas croire que le dernier mot ait été dit quant à la meilleure manière de l'appliquer. Il y en a deux, par le fait : l'une plus ancienne et remontant à l'enfance de l'art de la cartographie, l'autre plus moderne, adoptée par le Dépôt de la Guerre, comme un grand progrès, pour l'établissement de la Carte de France. L'ancienne méthode, ramenée à des règles plus précises et appliquée avec un art infini, vient de reparaître dans le beau travail de la Carte de Suisse, dressée sous la direction du général Dufour. Le système adopté pour la Carte de France est de celui de la *lumière verticale* d'une manière absolue; le système adopté pour la Carte de Suisse est celui de la *lumière oblique*, en ce qui concerne les parties montagneuses du moins ; car il y a mélange des deux procédés, la topographie des plaines étant rendue au moyen de la lumière verticale.

Nous regrettons d'être obligés d'entrer à ce sujet dans quelques détails techniques ; mais ils sont indispensables, si l'on veut donner quelque intérêt aux questions de cette nature.

Les hachures ont pour but, avons-nous dit, de figurer les pentes du terrain par des oppositions d'ombre et de lumière. Il y a donc lieu d'examiner en quoi consiste le jeu de la lumière sur le terrain, afin d'en reproduire les effets le plus fidèlement possible. Et d'abord, on réduit à deux les hypothèses que l'on peut faire sur la direction des rayons lumineux par rapport à la surface du sol : ou bien on suppose qu'ils tombent sous une inclinaison de 45 degrés et dans la direction du nord-ouest au sud-est, ou bien on les suppose tombant verticalement.

Les effets produits par les rayons obliques sont très-sensibles, mais très-compliqués. Ainsi une montagne formée par une arête aigue et par deux pentes opposées, si elle court perpendiculairement à la projection des rayons, reçoit sur un de ses versants la lumière presque normalement, c'est-à-dire avec son maximum d'intensité, tandis que l'autre n'est que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-faiblement éclairé par des rayons presque rasants. Le dessinateur trouvera donc une grande ressource dans cette vive opposition naturelle, s'il la rend, au moyen des hachures, par une opposition également vive des parties claires et des parties obscures de son dessin. Avec un peu d'art, il lui sera très-aisé de donner de la saillie à son terrain, de même qu'il est plus facile, pour un artiste, de *faire tourner* une figure éclairée de côté qu'une figure en pleine lumière. Mais à côté de ces avantages il y a de grands inconvénients. La variété infinie des directions des pentes par rapport aux rayons incidents, compliquant encore celle de leurs inclinaisons sur l'horizon, rend impossible l'adoption d'une gamme de teintes uniforme, mathématique, correspondant à ces inclinaisons. La méthode de la lumière oblique est une méthode d'à peu près, livrée presque entièrement au goût individuel du dessinateur, et qui devient très-périlleuse dans le raccordement des travaux exécutés par des mains différentes. Elle n'a rien de géométrique, et ne répond pas à l'une des conditions principales d'une bonne carte topographique, qui est de donner le sentiment précis de l'inclinaison de chaque pente, et même le moyen de la calculer, par la seule combinaison de la grosseur et de l'écartement des hachures.

§ 1. — Carte de France.

C'est de ce dernier problème que la Carte de France présente la solution à peu près complète. La méthode, comme nous l'avons dit, consiste à supposer la lumière verticale et à prendre pour base réglementaire de tout le travail un tableau de hachures de grosseur et d'écartement variables, appelé *diapason*, dressé en regard de la série des inclinaisons.

Il y a une relation géométrique très-simple entre la quantité de lumière qu'un faisceau vertical de rayons répand sur l'unité de surface d'un plan incliné, et celle que ce même faisceau répand sur l'unité de surface d'un plan horizontal. Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapport est égal au cosinus de l'angle d'inclinaison. Si l'on fondait le *diapason* sur cette loi, voici comme on devrait l'établir : on conviendrait de prendre le blanc du papier pour représenter l'éclat du plan horizontal, et pour chaque inclinaison on combinerait l'écartement et la grosseur des hachures, de telle sorte que le rapport de la surface blanche à la surface totale, blanche et noire, fût toujours égal au cosinus.

Un tel diapason pourrait être appelé le diapason naturel, puisqu'il produirait sur la carte des ombres d'intensités proportionnelles aux dégradations de la lumière sur les pentes. mais, dans la pratique, on a dû renoncer à l'adopter. Il permettrait à peine de distinguer les unes des autres les petites pentes et les pentes moyennes, celles de 0 à 30 degrés, et ne ferait ressortir à l'œil que les différences des pentes comprises entre 30 et 90 degrés. Or, ce sont les premières qui sont précisément les plus communes et les seules qu'il est intéressant de bien apprécier : car, au delà de 30 degrés, on entre dans la catégorie des pentes abruptes, des escarpements, en un mot, des terrains dont il importe peu de différencier les divers degrés d'impraticabilité.

Il a donc fallu avoir recours à un autre diapason, tout aussi géométrique que le premier, mais qui n'est pas basé sur la proportionnalité naturelle. Nous nous dispenserons d'expliquer la relation mathématique également fort simple que l'on a choisie, nous contentant de faire observer que la dégradation naturelle d'une lumière verticale étant une hypothèse abstraite, qui ne se réalise jamais pour l'œil de l'observateur, il n'y a aucun intérêt à la transporter avec toute sa rigueur dans la représentation graphique du terrain. L'essentiel, c'est qu'à chaque pente corresponde un système de hachures déterminé qui donne le sentiment de l'inclinaison par l'intensité de l'ombre, et qui permette, en outre, de retrouver géométriquement cette inclinaison, soit en consultant le diapason, soit en recourant au calcul sur lequel il est fondé.

Voilà le grand principe qui a présidé à l'établissement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Carte de France, principe tout à fait conforme au génie scientifique et rigoureux qui a marqué de son sceau les œuvres de ce pays, à partir du commencement du XIXe siècle.

Il est permis d'apprécier les résultats pratiques de la méthode, aujourd'hui que le travail de la Carte de France est presque entièrement achevé et qu'il comprend toutes les différentes natures de terrain que la topographie est appelée à exprimer.

Pour les régions qui ne sont pas, à proprement parler, des régions de montagnes, c'est-à-dire pour plus des dix-neuf vingtièmes du territoire français, le diapason a donné des résultats d'une perfection absolue. L'École des ingénieurs, dessinateurs et graveurs du Dépôt de la Guerre, formée depuis longues années par la pratique de cette règle et de cette tradition sévère et soutenue, est parvenue à une uniformité d'exécution, une sûreté d'effets et une clarté de dessin qui n'ont pas été égalées.

Quant aux terrains montueux, le diapason a conduit à des difficultés dont les artistes du Dépôt ne triomphent qu'en partie, malgré des prodiges d'habileté dans l'exécution. En général, les pentes rapides sont trop noires. Les détails de la planimétrie, les villages, les bois, les écritures, se détachent imparfaitement sur le fond serré des hachures. Il semble que ces masses d'une obscurité compacte auraient besoin d'être éclaircies par quelques effets de lumière oblique. Dans les cas extrêmes, on s'aperçoit que le dessinateur y a eu recours, mais timidement et sans oser se permettre ces hardiesses de *clair-obscur* qui, dans la Carte du général Dufour, font jouer les rayons solaires sur les pentes abruptes et les pics des Alpes.

Ces défauts seraient à peine remarqués dans toute autre publication que celle de la Carte de France, tant leur nuance est légère, tant leur caractère est exceptionnel. Nous ne les signalons qu'à cause de la supériorité classique de ce grand travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le général Blondel, sous la haute direction de qui est placé le Dépôt de la Guerre, ne se dissimule pas ces difficultés; mais il pense, avec raison, qu'elles ne sont pas de nature à justifier une modification de la méthode pour les feuilles qui restent à publier. Dans quelques années, la Carte de France aura paru tout entière; ce sera une œuvre d'une unité parfaite. Alors seulement on pourra songer à introduire certaines dérogations aux principes primitifs, et quelques améliorations reconnues nécessaires dans les nouveaux travaux que l'on entreprendra ; car la topographie d'un pays comme la France, où la main de l'homme transforme sans cesse l'aspect du sol, ne saurait être immobilisée dans le cadre invariable d'une publication unique. Elle doit se développer en une série de travaux correspondant aux changements de la surface terrestre, comme aux progrès de l'art et des procédés matériels.

Déjà l'on peut prévoir un grand perfectionnement qui ne tardera pas à s'introduire dans cette branche de la cartographie : nous voulons parler de la polychromie. Les nouveaux procédés d'impressions rendent aujourd'hui possible, même pour les publications de l'importance de la Carte de France, l'emploi des couleurs. Naguère il eût entraîné de grandes difficultés et beaucoup de dépenses; et peut-être, au lieu d'éclaircir les cartes, n'aurait-on réussi qu'à gâter leur style sévère et en quelque sorte classique. Nous pensons qu'il y a d'heureuses innovations à faire dans ce sens. Nul doute que dans les œuvres topographiques que la prochaine génération adaptera à ses exigences et à ses goûts, on ne fasse figurer certains détails, comme les eaux, les constructions, les bois, les hachures sous des couleurs variées, empruntées à la nature et destinées à imiter ses effets.

§ 2. — Cartes étrangères.

Il ne nous reste plus qu'à passer en revue les principales publications topographiques exposées au Champ-de-Mars.

Nous avons parlé de la Carte de la Suisse, et nous avons dit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur quel principe son orographie a été établie. Le résultat est saisissant; on dirait d'un plan en relief. La planimétrie a d'ailleurs été ménagée avec un art extrême sous le rapport de l'élégance et de la clarté. Ce travail fait beaucoup d'honneur aux ingénieurs formés et dirigés par le général Dufour. Le caractère personnel qu'il a imprimé à ce travail a motivé une exception à la règle de mise hors concours appliquée, en général, aux grandes œuvres nationales. Une haute récompense a été décernée à la Carte de la Suisse.

L'*Ordnance Survey* a exposé plusieurs feuilles de la Carte de la Grande-Bretagne au $\frac{1}{63,360}$. C'est une publication digne du pays qui l'a entreprise et du savant qui la dirige, le colonel sir H. James. On a adopté pour cette Carte le principe de la lumière zénithale, mais, croyons-nous, avec moins de rigueur scrupuleuse qu'on ne l'a fait pour la Carte de France. Il n'y a encore qu'un très-petit nombre de feuilles qui aient paru.

De toutes les écoles de gravure, c'est l'École autrichienne qui nous a paru la plus habile. Comme exécution matérielle, les Cartes exposées par l'Institut impérial-royal de Géographie sont magnifiques. La gravure en est d'une finesse et d'une netteté hors ligne. Il faut dire aussi que les échelles des Cartes autrichiennes sur cuivre sont très-petites. Il n'y a que celles de la Haute-Autriche et de l'ancien royaume Lombard-Vénitien qui aient été établies au $\frac{1}{86,400}$. Pour les autres provinces de l'Empire on a adopté le $\frac{1}{144,000}$, et le $\frac{1}{288,000}$. Or les difficultés de méthode, tant pour l'orographie que pour la planimétrie, dont nous avons essayé de donner une idée, et qui ont tant d'importance dans les cartes à grand point, s'amoindrissent et disparaissent même tout à fait, à mesure que les échelles diminuent. L'art du dessinateur et celui du graveur appliqués à une carte *corographique* sont bien plus libres que quand ils s'exercent sur une carte *topographique*, où pas un détail ne doit être omis, où tous doivent être rendus avec une exactitude mathématique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Bureau topographique du royaume des Pays-Bas, dirigé par le colonel Besier, a exposé les résultats d'une tentative très-intéressante faite dans le sens de la polychromie. Le procédé consiste à tirer toutes les couleurs de trois pierres, rouge, bleu, jaune, par impressions simples ou superposées, et toutes les dégradations de nuances au moyen du travail d'une *machine à griser*, de nouvelle invention. Il y a en outre une pierre pour les hachures, couleur sépia, et une autre pour les lettres qui y sont reportées par un procédé particulier aussi ingénieux qu'expéditif. Enfin la méthode est complétée par une application de l'héliographie ou transport sur pierre du dessin qui doit guider le graveur. Cette opération se fait sur toutes les pierres au moyen d'un seul cliché, ce qui assure l'exactitude rigoureuse du repèrage.

Tout ce travail, au premier abord, paraît fort compliqué ; toutefois il procure une économie considérable de temps et par conséquent d'argent. Ce n'est donc pas sur le procédé en lui-même que nous aurions à faire une critique, ce serait plutôt sur le résultat artistique qui, jusqu'à un certain point, en est indépendant. Il nous semble que les auteurs des Cartes hollandaises ont trop multiplié les couleurs, et qu'ayant à leur disposition un bon procédé pour faire de la polychromie, ils s'en sont trop servis. Il y a excès de travail, et cette marqueterie de teintes multipliées convient plutôt à une carte géologique détaillée qu'à une carte topographique. La condition essentielle d'une carte topographique polychrome est de ne présenter à l'œil qu'un petit nombre de couleurs, naturelles autant que possible, comme le bleu des eaux, le rouge des maisons, le vert des forêts, afin que la vue reconnaisse immédiatement ces objets, sans avoir besoin de recourir à un tableau des teintes conventionnelles. Il n'en est pas moins vrai que la méthode hollandaise est très-digne d'attention, puisque l'on peut toujours régler et restreindre son emploi à volonté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

HYDROGRAPHIE.

L'hydrographie est principalement représentée à l'Exposition universelle par les Cartes de l'Amirauté anglaise, par celles du Dépôt de la Marine de France, et du Bureau Hydrographique des États-Unis.

§ 1. — Cartes de l'Angleterre.

Les publications anglaises tiennent naturellement le premier rang parmi celles des nations maritimes. L'Amirauté doit sa supériorité hydrographique aux ressources considérables que l'État met à sa disposition pour les sondages et les levés de côtes exécutées dans toutes les parties du monde. Elle entretient constamment armés de douze à quatorze bâtiments uniquement affectés à ce service. Le personnel hydrographique se compose d'officiers de la Marine royale et du corps des Masters qui se vouent exclusivement à ce genre de travaux. Leurs levés précèdent souvent, sur les côtes nouvelles, l'établissement des colonies, de manière à permettre un choix raisonné des stations maritimes susceptibles d'être occupées. C'est ce qui a eu lieu notamment pour les îles Vancouver et pour les côtes nord de la Nouvelle-Hollande. On fait ainsi des mers entières, méthodiquement et sans désemparer. Le budget de l'Amirauté pour l'établissement et la publication des Cartes est à la hauteur de ses moyens maritimes, de sorte que l'on peut dire qu'elle en fournit au monde entier.

D'ailleurs l'utilité pratique de ses travaux hydrographiques et leur variété l'ont toujours beaucoup plus préoccupée que la valeur artistique de ses publications. Sur les Cartes anglaises, la topographie des côtes est souvent un peu négligée ; elles ne rendent qu'imparfaitement le relief et l'aspect des terres, no-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions indispensables pour les atterrages. C'est peut-être à ces défauts, compensés par d'immenses services rendus à la navigation, qu'il faut attribuer la concurrence que font avec succès à l'Amirauté plusieurs maisons considérables d'Angleterre. La marine commerciale trouve sur les Cartes qu'elles éditent des renseignements et des dispositions matérielles appropriés à ses besoins, et que les Cartes du gouvernement ne lui présentent pas toujours.

§ 2. — Cartes françaises.

Pendant longtemps, le Dépôt de la Marine, en France, a suivi des errements contrastant, jusqu'à un certain point, avec ceux de l'Amirauté anglaise. Tous les efforts, toutes les ressources de cet établissement étaient concentrés sur un petit nombre de publications se rapportant presque exclusivement aux travaux hydrographiques de la Marine nationale, et qu'on éditait avec une admirable perfection de dessin et de gravure. Une école d'artistes très-distingués s'était formée sous la direction de M. Beautemps-Beaupré, et elle a produit les plus belles œuvres hydrographiques que l'on connaisse, sous le rapport de l'élégance et de l'expression topographique, du fini de la gravure et du goût artistique des vues pittoresques. Telle est, par exemple, la collection du *Pilote français*, en 200 feuilles. Mais ces traditions sacrifiaient trop l'utilité pratique. Le luxe des Cartes aurait fini par couvrir une véritable indigence de documents hydrographiques. En effet, comme on tenait à honneur de ne pas copier les Cartes étrangères, on était réduit à ne publier que les travaux des ingénieurs hydrographes français. Or, l'insuffisance et l'irrégularité des armements maritimes, mis à leur disposition, condamnaient le Dépôt de la Marine à une stérilité relative. Le développement des côtes que la Marine française a pu lever directement est bien faible, en comparaison de celui qu'ont embrassé les armements hydrographiques de l'Angleterre. Dans la catégorie des grands travaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et depuis l'hydrographie du littoral de la France (*Pilote français*), il n'y a eu de fait que la côte sud de la France, par M. Begat ; la côte d'Italie, et les îles du nord de la Sicile, par M. Darondeau ; le détroit de Gibraltar, par MM. Dumoulin et Philippe Kerhallet ; la Corse, par M. de Hell, la Martinique, par M. de Givry. Enfin, dans ces derniers temps, M. Mouchez a levé les côtes du Brésil ; MM. Bouquet de la Grye et Chambeyron ont fait une partie de la Nouvelle-Calédonie ; plusieurs ingénieurs hydrographes ont relevé les côtes de la Cochinchine et principalement l'intérieur des Aroyos. Ces travaux, qui ont un mérite d'exécution et d'exactitude qui n'est dépassé chez aucune autre nation maritime, ne sont pas le résultat d'un plan méthodiquement poursuivi. Le Département de la Marine utilise, pour augmenter le fonds du Dépôt, les occasions des stations maritimes, l'aptitude et la bonne volonté des officiers, qui souvent commencent d'eux-mêmes le travail. Somme toute, les Cartes exclusivement françaises sont loin de pouvoir suffire à elles seules aux besoins de la marine de guerre et de la marine de commerce.

Il a fallu entrer dans une voie plus large. Depuis un certain nombre d'années, le Dépôt emprunte, sur une vaste échelle, les éléments de ses publications aux travaux hydrographiques des étrangers et principalement des Anglais. L'amiral Pâris, qui le dirige, s'efforce, en même temps, d'introduire les procédés expéditifs et économiques, concurremment avec les méthodes anciennes de l'école de M. Beautemps-Beaupré, méthodes qui produisaient des chefs-d'œuvre, mais lentement et à grands frais. C'est ainsi que la gravure sur pierre fonctionne, au Dépôt, à côté de la gravure sur cuivre, et qu'avec un budget très-modeste, 420,000 francs par an, on est parvenu à y réunir un total de 1,830 planches de cuivre et de 250 pierres en service.

Il ne faut pas croire, toutefois, que les traditions artistiques de cet établissement, pour s'être modifiées par suite de la disparition de la génération des anciens dessinateurs, aient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perdu tout leur éclat. A l'heure qu'il est, les simples cartes sur pierre, exécutées au Dépôt d'après les cartes anglaises, ont une supériorité marquée sur les modèles gravés sur cuivre. Plusieurs feuilles des dernières publications françaises sont exposées au Palais du Champ-de-Mars. Il est impossible de pousser plus loin l'élégance du dessin et la beauté de la gravure. L'orographie est rendue, sur ces cartes remarquables, par des effets de lumière oblique ; procédé indispensable pour ce genre de travail, puisque, avant tout, sur une carte marine, il faut que la topographie des côtes se détache nettement et en saillie, pour l'œil du navigateur.

§ 3. — Cartes des États-Unis.

La Marine américaine n'a pas encore entrepris de travaux topographiques au delà des côtes des États-Unis. Mais ses ingénieurs les relèvent avec un soin remarquable, sous la direction du capitaine Bache, chef du Bureau hydrographique. L'exposition américaine présente plusieurs spécimens de ce beau travail. La gravure en est extrêmement soignée, peut-être un peu trop fine pour l'usage.

CHAPITRE III.

GÉOGRAPHIE.

Avec les publications géographiques, nous entrons dans le domaine de l'industrie privée. Trouvant une base toute préparée dans les travaux astronomiques, géodésiques et topographiques dont les gouvernements font les frais considérables, elle a pu fonder des établissements, qui, sous toutes les formes, et pour tous les besoins, depuis ceux de l'enseignement élémentaire jusqu'à ceux de la science la plus élevée, éditent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des Cartes à petit point *corographiques*, quand l'échelle est comprise entre $\frac{1}{400,000}$ et $\frac{1}{500,000}$, *géographiques* quand l'échelle est représentée par un nombre inférieur à ce dernier.

On peut, comme une sorte d'avenir idéal, imaginer une époque où la surface terrestre tout entière aura été couverte d'une triangulation géodésique et levée topographiquement. Si jamais la prise de possession des contrées actuellement inhabitées ou barbares par les nations civilisées est assez complète pour amener ce résultat, la géographie se trouvera singulièrement simplifiée. Elle se réduira alors à l'industrie d'approprier aux divers besoins sociaux des réductions variées de cartes topographiques, à l'art d'une belle exécution et à la recherche de procédés de vulgarisation économiques. Jusqu'à un certain point, la géographie cessera alors d'être une science. Dans l'état actuel des choses, elle doit encore conserver ce dernier caractère à un degré éminent. En effet, on voit combien les éléments géométriques que lui fournissent la géodésie et la topographie régulières sont encore restreints. Ils n'existent que fort incomplètement pour l'Europe, et le travail est à peine ébauché dans les régions de l'Amérique, de l'Asie, de l'Afrique et de l'Océanie, qu'occupe, à l'état d'établissements nationaux ou coloniaux, la race européenne. Somme toute, ces conquêtes sont relativement minimes. Une immense portion, et incomparablement la plus grande de la surface terrestre, n'a été l'objet d'aucun travail topographique, ni géodésique, ni même astronomique. Elle n'est connue, dans ses traits les plus généraux, que par des itinéraires isolés, par des relevés de côtes, par des observations de voyage incomplètes ou sommaires, par renseignements vagues, par inductions. C'est là que sont les vraies difficultés de la géographie, celles dont il est honorable de triompher. Se tenir au courant de toutes les découvertes, en correspondance avec toutes les sociétés géographiques, et même avec les voyageurs isolés, leur indiquer des itinéraires et des problèmes à résoudre, coordonner tous les renseignements, les compléter les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

uns par les autres, combler les lacunes, raccorder les parties connues avec les parties inconnues, enfin présenter au public une série non interrompue de travaux, sans cesse perfectionnés et en progrès constant, tel est le rôle du géographe, dans le sens scientifique. Nous insistons sur ce point pour faire comprendre la hiérarchie qui s'établit naturellement entre les établissements géographiques dont les produits figurent à l'Exposition. Il s'en faut toutefois que le Jury ait été indifférent aux mérites d'un autre genre, qu'il a pu reconnaître chez un grand nombre de concurrents. La beauté de l'exécution, le choix intelligent des appropriations spéciales, le bon marché, sont des avantages très-importants en fait de publications géographiques; ce sont même ceux qui frappent le plus facilement les yeux du public dans une exposition, et la part faite à la supériorité scientifique, le Jury en a largement tenu compte.

C'est l'alliance féconde de l'industrie et de la science qu'il a voulu honorer en M. Juste Perthes, de Gotha, et M. Pétermann, directeur scientifique de la maison de M. Juste Perthes. Cet établissement cartographique est un des premiers de l'Europe, pour l'importance des affaires et celle des publications, et à cause des tendances élevées qui le caractérisent. Il répond parfaitement à l'un des besoins les plus impérieux du peuple allemand, animé, jusque dans ses classes inférieures, du désir de savoir et du goût des choses de l'esprit. Les plus belles publications de M. Juste Perthes sont dues au savant géographe, M. Berghaus, auteur de l'Atlas de l'Asie, de la Carte des passages des Alpes, etc. Les Cartes de M. Juste Perthes sont très-exactes, très-minutieuses et surchargées de détails. Très-souvent la loupe est nécessaire pour les bien distinguer. La publication des *Annales mensuelles de géographie*, rédigées par M. Pétermann, est l'un des titres de M. Juste Perthes à l'estime du monde savant. Non-seulement ce recueil enregistre et discute, avec un soin et une érudition remarquables, tous les progrès de la science géo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graphique, mais il contient des cartes d'une beauté d'exécution que l'on rencontre bien rarement dans les publications périodiques.

Cette maison a pour rivale la maison de M. Dietrich Reimer, de Berlin. Comme la première édite les œuvres de M. Berghaus, la seconde édite celles de M. Kiepert. C'est de lui que sont le magnifique Atlas de toutes les parties du monde, en 45 feuilles, et la Carte, dite topographique, de l'Asie-Mineure, à l'échelle de $\frac{1}{1,500,000}$ œuvre de géographe, d'archéologue et de voyageur tout à la fois. C'est aussi M. Dietrich Reimer qui a édité les cartes des isothermes, pour le grand ouvrage de M. Dove, sur la distribution de la chaleur à la surface terrestre. Une très-belle collection de globes terrestres et célestes figure à l'exposition de cette maison. Le globe terrestre, de 80 centimètres, imprimé en couleur, a été dressé par M. Kiepert. L'exécution en est très-remarquable. M. Reimer livre les exemplaires simples de ce beau globe au prix de 270 francs.

La maison Andriveau-Goujon, de Paris, peut être considérée comme représentant l'industrie cartographique française. Elle fait de très-louables efforts pour maintenir sa publication à une hauteur digne du pays. Malheureusement, elle n'est pas suffisamment encouragée et soutenue par le goût du public pour les belles cartes et les œuvres scientifiques. Les atlas, cartes et globes qu'édite cette maison en très-grand nombre, et sous toutes les formes, sont remarquables par les qualités qui distinguent la cartographie française, ou plutôt le goût général de la nation en toutes choses. Tout y est net, clair, et d'une apparente simplicité qui séduit l'œil. En opposition avec les cartes allemandes, on pourrait dire que les cartes françaises manquent un peu de fond, tandis que les premières rebutent souvent le lecteur par l'excès de la recherche et la confusion d'une richesse mal à propos prodiguée. Une des dernières publications d'Andriveau-Goujon est une carte de l'Empire Français au $\frac{1}{1,068,375}$ sur acier, comprenant le bassin du Rhin et la région des Alpes occidentales. Ce travail nous a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paru réunir dans une juste mesure les deux conditions dont l'alliance est si difficile, clarté et abondance suffisantes de détails.

M. Édouard Stanford, de Londres, un des premiers éditeurs d'Angleterre pour la cartographie de luxe, a une exposition importante et très-soignée. La plupart de ses grandes cartes, enroulées sur des appareils mécaniques très-ingénieux et très-confortables, dans le goût anglais, se rapportent au territoire même de la Grande-Bretagne. On y reconnaît une habile appropriation des ressources variées de la cartographie aux exigences particulières et pratique de la vie anglaise, plus encore, peut-être, qu'une préoccupation générale dans le sens de l'art et de la science. Les cartes anglaises, dans leurs dispositions matérielles et dans leur mode d'expression, portent le cachet du caractère national aussi manifestement que les cartes françaises et allemandes celui du génie propre à chacun de ces deux pays. Au milieu des riches publications de M. Stanford, nous avons remarqué avec beaucoup d'intérêt une très-jolie carte du voyage du docteur Baker aux sources du Nil, avec les deux grands lacs, Victoria et Albert.

L'exposition prussienne présente un travail *corographique* d'une grande importance. C'est la Carte au $\frac{1}{200,000}$ de l'Europe centrale, connue sous le nom de *Reymann's Karte*. Commencée par Reymann, elle est devenue la propriété de l'éditeur Flemming, de Glogau, qui en poursuit l'exécution. Sur 405 feuilles, dont se composera l'Atlas complet, plus de 300 ont déjà paru. C'est une réduction à une échelle uniforme des cartes topographiques officielles de différents pays qu'embrasse la publication. L'exactitude et la multiplicité des détails en font le principal mérite. Mais cette multiplicité même nuit à l'effet du dessin et de la gravure qui sont pourtant très-soignés. Les auteurs de la Carte, à la manière allemande, n'ont rien voulu sacrifier de ce qu'ils trouvaient sur leurs modèles à grand point. C'est comme une réduction photographique. On reconnaît même dans cette Carte les différentes manières qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caractérisent les travaux des états-majors français, prussiens, etc.

Le Dépôt de la Guerre français a exposé, à côté des spécimens de sa Carte *topographique* au $\frac{1}{80,000}$, une feuille de sa Carte *générale* ou *corographique* au $\frac{1}{320,000}$. Elle est sur cuivre.

Les trois quarts environ des feuilles ont déjà paru. Indépendamment de l'exécution matérielle, la difficulté et le mérite d'une carte de cette nature consistent dans la *composition*, c'est-à-dire dans le choix des détails pris sur les cartes à grand point, et dont les uns doivent être rejetés et les autres conservés. L'École du Dépôt de la Guerre n'a pas d'égale au monde pour les qualités qu'exige une pareille opération : le sens critique, la méthode et le goût. Sous ce rapport sa Carte générale est parfaite.

En 1866, le besoin s'est fait sentir d'étendre cette publication au $\frac{1}{320,000}$ au delà des limites du territoire français, et d'avoir à cette échelle un travail complet sur l'Europe jusqu'à la Vistule. Il aurait fallu l'attendre plus de dix ans et y consacrer des sommes considérables si on avait voulu l'établir sur les mêmes bases que celles de la Carte générale de France, c'est-à-dire sur cuivre. M. le général Blondel a conçu le plan d'une carte expéditive et économique, dont l'exposition du Dépôt présente un spécimen. C'est M. le capitaine de Milly qui fait les réductions photographiques pour les dessinateurs du Dépôt. M. Erhard Schièble grave la carte sur pierre, et M. Lemercier l'imprime. Elle est à trois couleurs : noir, bleu et sépia pour le travail orographique. L'orographie n'est pas rendue par des hachures, mais par des teintes dégradées. Comme ces teintes sont obtenues au moyen de l'estompe et du crayon lithographique, il n'y a que les deux premières pierres qui soient *gravées*. L'orographie ainsi exprimée est d'un effet saisissant dans son ensemble, mais dans le détail et de près elle laisse à désirer. Le travail de l'estompe rendu par le grain de la pierre a évidemment moins de ressource comme vigueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et comme finesse que le lavis à la main. C'est là une imperfection qui n'est imputable qu'à celle des procédés lithographiques actuels. Cette Carte n'en remplit pas moins, avec un succès complet, le but que s'est proposé le général Blondel, exécution rapide, bon marché et clarté parfaite. Nous insistons sur ce dernier mérite, parce qu'il est étonnant à quel point l'aptitude à lire sur une carte à grande échelle est peu répandue, même parmi les personnes qui devraient en avoir l'habitude.

Il est très-intéressant de comparer le genre de cette carte avec celui de la Carte générale du Dépôt de la Guerre, également au $\frac{1}{320,000}$. Nous croyons que pour les usages de la guerre et des voyages, le premier serait préféré à cause de sa polychromie, et du soin donné à son orographie, qui se distingue d'une manière parfaite, comme couleur et comme dessin, de la planimétrie. Et cependant la Carte générale de la France est d'une exécution et d'un mérite artistiques infiniment supérieurs à ceux de la Carte expéditive de l'Europe.

L'Institut impérial autrichien a aussi exposé une Carte de l'Europe sur pierre, mais à très-petit point au $\frac{1}{2,592,000}$, à quatre couleurs, l'orographie rendue par des hachures, nuance sépia. Elle est l'œuvre de M. Joseph Scheda, chef de section à l'Institut. Comme carte géographique générale, la carte de M. Scheda est une des plus belles et des plus commodes qui aient été publiées.

M. Bertrand, représentant la commission instituée par l'Empereur pour l'établissement de la Carte des Gaules, a exposé la carte muette, exclusivement orographique et hydrographique, qui sert de base à ce travail archéologique. Elle est au $\frac{1}{800,000}$, sur pierre, à trois couleurs, gravée par Erhard Schièble, avec le système des hachures. C'est une œuvre d'une élégance et d'une expression très-remarquables.

L'exposition de M. Lanée, de Paris, renferme quelques bonnes cartes, entre autres celle dont M. Chatelain est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'auteur. C'est une carte des voies de communication établie dans le monde entier, au moyen de la vapeur et de l'électricité. Le travail est fait avec une extrême conscience. Les indications spéciales relatives aux communications n'en font pas le seul mérite. M. Chatelain a établi lui-même sa carte des différentes parties du globe. C'est une des plus exactes et des plus détaillées qu'il y ait dans ce format.

M. Sagansan, de Paris, a exposé trois belles cartes d'Europe, d'Allemagne et d'Italie. Cette dernière, à grande échelle, est une publication d'une réelle importance.

M. Silbermann, déjà connu par l'Exposition de Londres de 1862, a exposé quatre calottes sphériques, dans la concavité desquelles sont représentées différentes parties du globe. Voici en quoi consistent l'idée et les procédés de M. Silbermann, intéressants par leur caractère ingénieux et original et par l'extrême conscience avec laquelle ils sont appliqués. Il a construit une sphère en cuivre de 32 centimètres de diamètre, sur laquelle il a gravé la géographie du globe, par des moyens d'une précision géométrique tout à fait nouvelle. Cette sphère lui sert de type et de matrice, et il en tire par la galvanoplastie des calottes sphériques de même rayon, mais de dimensions variables, au moyen desquelles il imprime telle ou telle partie de la surface terrestre. L'impression se fait au moyen d'une machine particulière, et sur un papier fabriqué exprès sur forme sphérique. Tel est le système de M Silbermann. On voit que les calottes sphériques sont des portions d'un globe terrestre imprimé sur sa surface concave, ou, si l'on veut, des cartes à surface sphérique, et ne présentant plus par conséquent la déformation inhérente aux cartes planes. Il est certain que par ce procédé on peut multiplier les épreuves hémisphériques beaucoup plus facilement que l'on ne construit les différents exemplaires d'un globe terrestre ordinaire. Mais c'est l'établissement de la sphère type qui doit être une opération dispendieuse et délicate. Celle qu'a construite M. Silbermann est gravée avec beaucoup de soin ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'orographie, qui y tient une place très-importante, est reprétée par une gravure au pointillé d'une extrême finesse.

L'exposition de l'établissement topographique de MM. Wurter et Randegger, de Winterthur (Suisse), est à la hauteur de sa réputation et de son importance commerciale.

L'Académie des sciences de Stokholm a envoyé un fort beau travail de mémoires et cartes sur le Spitzberg.

La Commission géologique du Canada a exposé des cartes dont l'appréciation appartient à un autre rapport. Nous ne les signalons qu'au point de vue de l'œuvre topographique sur laquelle elle sont établies, et qui témoigne, par la manière dont elle est traitée, de l'importance qu'on attache, dans ce pays, aux travaux géologiques.

Nous terminerons cette revue sommaire en signalant l'ouvrage de M. Martin de Moussy, sur la République Argentine. Ce travail comprend une description en trois volumes et un Atlas au $\frac{1}{2,000,000}$ de l'immense territoire de la Confédération, y compris la Patagonie. C'est une encyclopédie complète de toutes les connaissances géographiques, statistiques, géologiques, historiques que l'on possède sur la partie méridionale de l'Amérique du Sud. L'Atlas comprendra 30 feuilles dont 26 ont déjà paru. Elles sont gravées à Paris par Kautz et imprimés par Lemercier. Cet ouvrage est le fruit de vingt ans d'étude, de recherches et de voyages. Il fait honneur à son auteur et au Gouvernement de la Confédération qui lui a donné les moyens de l'exécuter.

CHAPITRE IV.

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE REPRODUCTION APPLICABLES AUX CARTES : GALVANOPLASTIE, PHOTOGRAPHIE, HÉLIOGLYPHIE.

Nous nous proposons de dire quelques mots sur l'état actuel des procédés matériels qui ont pour but la reproduction des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cartes, c'est-à-dire de faire passer le dessin-minute dans le domaine de la publicité, par l'impression et la multiplication des exemplaires.

Nous ne parlerons pas des procédés fondamentaux : gravure sur métal, gravure sur pierre, autographie et reports sur pierre, etc. Les perfectionnements qu'ils ont reçus et qu'ils reçoivent chaque jour tiennent aux progrès de l'habileté individuelle chez les artistes et les artisans, à des tours de main ingénieux, introduits dans les ateliers, beaucoup plus qu'à des inventions nouvelles proprement dites. C'est ainsi que dans le cours de la publication de la Carte de France, il s'est produit une différence appréciable, sous le rapport de la beauté de la gravure, entre les premières feuilles et les dernières; que la gravure sur pierre, procédé naguère encore très-imparfait, donne aujourd'hui des résultats peu inférieurs à ceux de la gravure sur métal, qu'enfin, à l'aide de la lithographie polychromique, on parvient à des effets très-satisfaisants de précision et d'élégance.

Nous nous proposons seulement ici d'appeler l'attention sur les procédés auxiliaires de la cartographie, empruntés à des découvertes qui ne datent guère que d'un quart de siècle et qui se rapportent à deux phénomènes d'ordre différent : les phénomènes *galvanoplastiques* d'une part, de l'autre les phénomènes *héliographiques; l'héliographie* se divisant elle-même en *photographie* et en *hélioglyphie* ou gravure directe par l'action de la lumière.

§ 1. — Galvanoplastie.

La galvanoplastie (1) est employée : 1° pour conserver les planches de cuivre; 2° pour les reproduire; 3° pour les corriger. Après une période de tâtonnements et d'essais plus ou moins réussis, l'industrie cartographique est aujourd'hui en possession complète de ces trois procédés galvanoplastiques.

(1) V. le Rapport de M. Paul Boiteau (Classe 6) et celui de M. Baltard (Cl. 8).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On conserve les planches et on les préserve indéfiniment de l'usure des tirages, en les *aciérant,* c'est-à-dire en recouvrant leur surface, au moyen de l'action galvanique, d'une couche de fer, dont l'épaisseur insensible n'enlève rien à la finesse des traits. Quand, par suite des tirages, la couche de fer est usée et que le cuivre reparaît, on renouvelle l'aciérage.

On *reproduit* les planches par le procédé fondamental et ordinaire de la galvanoplastie, au moyen de deux dépôts successifs, l'un sur la planche-matrice, ce qui donne une planche en relief, le second sur la planche en relief, ce qui donne la reproduction de la planche-matrice. On voit figurer à chacune des expositions du Dépôt de la Guerre français et de l'*Ordnance Survey*, un groupe de spécimens topographiques, composé de trois planches et de deux épreuves, l'une tirée sur la planche-matrice, l'autre tirée sur la planche reproduite. Il n'y a pas de différence réellement appréciable entre les deux feuilles.

On corrige les planches gravées d'après deux méthodes galvanoplastiques différentes.

La première méthode consiste à obtenir, par la galvanoplastie et d'après la planche destinée à la correction, une planche en relief, et à effacer sur celle-ci les traits à reprendre, ce qui se fait très-facilement et par un simple grattage, puisque ces traits sont en saillie. Sur une troisième planche, obtenue galvanoplastiquement d'après la seconde, les parties corrigées viennent en surface plane ; on les grave à nouveau par les procédés ordinaires, et c'est alors cette planche qui sert au tirage des exemplaires modifiés.

Dans la seconde méthode, c'est sur la planche défectueuse elle-même que se font les corrections, et c'est elle qui sert encore pour le nouveau tirage. A cet effet, par les procédés de *réserves* galvanoplastiques, on accumule en bourrelets ou mamelons le dépôt métallique sur les traits qui doivent disparaître. On est parvenu à donner à ces dépôts une adhérence telle qu'il suffit de les niveler pour faire reparaître, à leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

place, la surface plane de la planche, telle qu'elle était avant la gravure. Il ne reste plus qu'à reprendre le travail au burin.

Le Dépôt de la Guerre a exposé deux planches comme spécimens de ces deux méthodes. La première est celle de l'atelier de galvanoplastie, qui fonctionne depuis dix ans avec succès, sous la direction de M. le capitaine Beaux. La seconde, la plus récente, est pratiquée par M. Georges, chef de section pour la gravure.

Avant ces procédés galvanoplastiques, la correction des cuivres, au moyen du martelage, était une opération longue, dispendieuse et remplie d'imperfections.

§ 2. — Photographie.

Les applications de la photographie à l'industrie cartographique sont très-nombreuses, et varient beaucoup suivant les habitudes de travail des divers établissements topographiques et hydrographiques, car c'est principalement pour les travaux de ce genre que la photographie est un auxiliaire précieux.

En thèse générale, il y a trois éléments dans la série des opérations topographiques : la levée sur le terrain, qui produit les minutes ; le dessin fait sur les minutes et qui donne le travail livré au graveur; enfin l'opération même de la gravure. C'est dans le travail intermédiaire, celui du dessin, que la photographie intervient le plus directement, puisqu'il a pour base la réduction des minutes, de l'échelle des levés à l'échelle de la carte. Cette longue opération se faisait autrefois au moyen du *pantographe*. La photographie l'exécute avec autant de rapidité que d'exactitude. Au Dépôt de la Guerre, M. le général Blondel a eu beaucoup de peine à détrôner l'antique royauté du pantographe, tant les anciens procédés sont difficiles à remplacer dans les établissements fondés sur des traditions d'école.

M. le capitaine de Milly, chef de l'atelier photographique du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dépôt, fait aujourd'hui fonctionner ses appareils avec une régularité mathématique qui défie les influences variables du temps. Il peut agrandir huit fois une carte, et, avec une amplification au double, il couvre une glace d'un mètre de long sur 75 centimètres de large. Pour les feuilles nouvellement levées, que le général Blondel fait publier maintenant à l'état provisoire (pierre et orographie estompée), en attendant la gravure sur cuivre, M. de Milly substitue presque complétement la photographie au dessin. Il assemble et réduit les minutes, en ayant soin de donner aux hachures un ton très-pâle. Le dessinateur n'a plus qu'à les renforcer par des teintes de lavis, en harmonisant les manières plus ou moins discordantes dont l'orographie de la feuille est exprimée, travail indispensable, puisque les minutes sont de différentes mains. La feuille ainsi préparée est donnée au graveur sur pierre, qui rend par le crayon ou par le procédé de l'estompe lithographique les teintes de lavis.

La plupart des établissements photographiques étrangers se servent, avec plus ou moins de succès, de méthodes photographiques analogues à celles du Dépôt de la Guerre, que nous avons citées comme exemple. L'*Ordnance Survey* fait un grand emploi de la photographie. La Russie a fait construire, comme annexe du Bureau topographique, un établissement considérable, exclusivement approprié pour les travaux photographiques. Le modèle de cette construction figure dans l'exposition russe.

La photographie multipliant à volonté les épreuves sur papier d'une carte minute ou originale, d'après un cliché, il est naturel de se demander si ce mode de multiplication des exemplaires ne pourrait pas servir directement de base aux publications industrielles. Jusqu'à présent, sous le rapport de l'économie et de la rapidité, la photographie a été incapable de lutter même avec la gravure sur métal, quoiqu'il faille quatre ou cinq ans pour graver sur cuivre une feuille de la grandeur de celles de la Carte de France. L'écart entre les résul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tats pratiques est même très-considérable. On comprend toutefois que c'est le nombre des exemplaires à tirer qui fait toute la question. Il est clair qu'une carte étant donnée, si l'on ne veut la reproduire qu'à un très-petit nombre d'exemplaires, il est infiniment plus simple et plus rapide de les demander à la photographie qu'à la gravure. Nous répondons ainsi d'avance à une question qui peut être soulevée à l'occasion de l'exposition Wurtembergeoise. La Carte topographique de ce pays est sur pierre et au $\frac{1}{50,000}$, très-bien faite d'ailleurs.

Le Bureau topographique a fait établir des réductions photographiques de ses feuilles au $\frac{1}{125,000}$, ce qui a donné une collection de cartes de très-petites dimensions, d'une finesse de travail extrême et comprenant sous une forme élégante et commode toute la topographie du royaume. Cette collection figure à l'Exposition comme publication commerciale, et coûte un prix qui ne s'éloigne pas beaucoup de ceux de la gravure ordinaire. Nous pensons qu'une pareille *édition photographique* n'a de réalité commerciale qu'à la condition que la demande sera excessivement restreinte. Nous laissons ici de côté la question de la détérioration par le temps des épreuves photographiques.

§ 3. — Hélioglyphie.

L'hélioglyphie a pour objet de faire pénétrer, par le seul effet de la lumière, l'empreinte d'un dessin, sur la surface d'une planche de métal ou d'une pierre, enduite d'une subtance sensible aux rayons lumineux, de sorte qu'il n'y ait plus qu'à attaquer le métal ou la pierre par un mordant, pour y graver le dessin. En général, le dessin que l'on applique est celui d'un cliché photographique sur verre.

Les procédés sont très-variés. Le plus ingénieux est celui de M. Baldus, qui, au moyen d'une épreuve photographique sur papier de l'objet à graver, et à l'aide de procédés hélio-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

glyphiques et galvanoplastiques combinés, obtient à volonté une planche de cuivre gravée en creux ou une planche gravée en relief, susceptible d'être imprimée typographiquement.

Ces procédés, s'ils étaient appliqués à la cartographie, réduiraient prodigieusement le travail de la gravure comme les procédés photographiques simplifient, dans une proportion considérable, le travail du dessinateur. D'autre part, il est incontestable que l'on rencontre partout et en grand nombre des œuvres héliglyphiques d'une réussite parfaite. Elles abondent à l'exposition de la classe 9, sous des formes très-diverses et sous les noms de plusieurs opérateurs. MM. Amand-Durand, Placet, Pinel-Peschardière traitent héliglyphiquement le cuivre avec un plein succès ; il en est de même de MM. Simoneau et Toovey pour la pierre. M. Baldus, que nous avons cité, refait l'œuvre de Marc-Antoine. On peut dire que la reproduction héliglyphique du *dessin au trait* n'offre plus de difficultés. Il n'en restait que pour la gravure héliglyphique des photographies prises sur nature, et de celles-là même M. Garnier en a triomphé, comme le prouve son éclatant succès à l'Exposition.

Pourquoi la cartographie est-elle si lente à s'approprier ces procédés? probablement pour les mêmes raisons qui ont entravé, jusqu'à ce jour, l'essor industriel de l'héliglyphie dans le domaine de la gravure artistique: irrégularité dans les effets obtenus, sans qu'il soit possible d'en préciser les causes ; nécessité d'un sévère triage des produits pour ne présenter au public que des spécimens réussis. Il faut croire que ces ingénieux procédés vont entrer seulement d'aujourd'hui dans cette phase du perfectionnement des inventions nouvelles, qui est celle de la sûreté absolue des résultats. Sans cette sûreté et cette régularité dans la production, il n'y a pas de combinaison industrielle et commerciale possible.

L'exposition cartographique de 1867 n'est pas riche en essais héliglyphiques. La Belgique a exposé des planchettes-minutes au $\frac{1}{20,000}$ de sa carte topographique, reproduites direc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement sur pierre par la photographie. L'Imprimerie royale prussienne a envoyé une petite planche en cuivre gravée héliogly phiquement d'après un morceau de la Carte de France au $\frac{1}{800,000}$, amplifiée au $\frac{1}{400,000}$ par la photographie. Le résultat, considéré en lui-même et isolément, ne laisse rien à désirer.

L'héliogly phie cartographique n'est pas encore constituée industriellement. C'est là pourtant qu'est l'avenir. Nous ne doutons pas que la prochaine Exposition ne manifeste un progrès accompli dans cette voie.

CHAPITRE V.

PLANS EN RELIEF.

Il y a plus de vingt ans que M. Bardin a attiré l'attention du monde savant par sa méthode pour l'établissement des plans en relief, et par les résultats remarquables qu'il a su en tirer. La Commission impériale avait mis à sa disposition, pour l'Exposition universelle de 1867, un emplacement destiné à une construction isolée où l'ensemble de sa collection aurait trouvé place. Des raisons purement personnelles ayant empêché cette combinaison, M. Bardin a mieux aimé renoncer à son exposition que de la disperser dans différentes galeries du Palais-Central. Il a seulement envoyé dans la salle française de la classe 13 un plan-relief des buttes Chaumont et une photographie de celui de la chaîne des Puys (Monts-Dôme), afin que son nom prît au moins place parmi ceux des exposants. Quant à sa collection, il a pu la placer tout entière dans une des salles de la galerie Vauban, aux Invalides, où le Jury et le public ont été admis à la visiter.

On connaît la méthode de M. Bardin; elle consiste dans la superposition de cartons ayant une épaisseur égale à l'équidistance des courbes de la Carte de France et découpés suivant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces mêmes courbes. C'est la forme qui lui sert pour le moulage de ses plâtres. On sait aussi qu'il a adopté pour principe celui de l'égalité entre l'échelle verticale et l'échelle horizontale, de sorte que dans ses plans, aucune convention n'altère la orme réelle du terrain. Cette méthode, quelque ingénieuse et exacte qu'elle soit, n'a produit les œuvres remarquables de M. Bardin que grâce à l'immense travail de détail et aux soins minutieux auxquels il s'est livré pour l'appliquer. La beauté, l'exactitude, l'expression de ses plans en relief ont suivi une progression croissante et très-sensible depuis ses premiers essais. Cette progression est surtout évidente dans la principale de ses séries, qui comprend les six groupes fondamentaux de l'orographie française : les Hautes-Vosges, l'Auvergne, le Jura, les Alpes-Dauphinoises, les Hautes-Pyrénées et le mont Blanc. L'échelle de ses plans est au $\frac{1}{40,000}$ c'est-à-dire qu'ils ont été construits d'après les planchettes-minutes de la Carte de France. La topographie officielle ne donne que le squelette de la construction. Ce sont les travaux particuliers poursuivis sur le terrain même soit par M. Bardin, soit par ses collaborateurs, qui lui permettent de donner à la surface de ses plâtres ce fini d'exécution qui en fait de véritables œuvres d'art.

Le plan des Alpes-Dauphinoises, un des derniers de M. Bardin, est admirable d'élégance; les eaux, les routes, les constructions, les forêts sont rendues au moyen des couleurs conventionnelles empruntées à la topographie, avec une netteté et un goût que l'on ne retrouve que dans les plus belles cartes. Mais c'est le mont Blanc qui est le chef-d'œuvre de M. Bardin. Ce plan, établi dans ses proportions géométriques d'après le travail-minute du capitaine Mieulet, a reçu son cachet artistique à la suite d'une longue exploration du massif du mont Blanc exécutée en 1866, par M. Bardin, le capitaine d'état-major Rouby, M. Calmelet, dessinateur du Dépôt de la Guerre, M. Colas, sculpteur, et plusieurs artistes qui s'étaient joints volontairement à eux. Il faut avoir vu ce travail, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vient d'être achevé, pour se rendre compte de ce que peut exprimer une surface gypseuse sculptée avec cette finesse et ce goût. L'œil reconnaît immédiatement les différentes natures du sol, les terrains rocheux, ou cultivés ou pierreux, la glace et la neige. Jusqu'aux plissements des couches géologiques refoulées et repliées les unes sur les autres par les soulèvements, tous les moindres grains de l'épiderme terrestre sont exprimés dans leur plus extrême délicatesse.

L'œuvre de M. Bardin est susceptible d'une reproduction industrielle au moyen de moulages peu dispendieux, eu égard à l'importance du travail. Un certain nombre d'établissements publics possèdent des plans de M. Bardin, destinés, soit à l'enseignement, soit à des usages spéciaux. En dehors de ces débouchés d'utilité pratique, et de l'intérêt que les différents ministères, notamment celui de la Guerre, portent à M. Bardin, ancien élève et professeur de l'École Polytechnique, ce savant dévoué mériterait de trouver parmi le public le succès et les encouragements qui s'attachent aux œuvres d'un mérite artistique et scientifique hors ligne.

M. Louis Clos a exposé un plan-relief en plâtre du département du Jura au $\frac{1}{40,000}$. Le département ainsi réduit présentera, avec ses amorces, une surface de 3 mètres sur 2. La moitié seulement du travail est exécutée et exposée. L'échelle des hauteurs est double de l'échelle des distances horizontales.

Ce plan a été entrepris au moyen d'une subvention du conseil général du département du Jura. Les exemplaires tirés sur le moule original coûteront : le département entier, 600 francs; chaque canton, 45 francs. Nous ne saurions trop louer l'initiative prise par le conseil général, et les conditions économiques de l'entreprise. Si cet exemple était suivi, toutes les parties montagneuses de la France seraient exécutées en relief, et les plans locaux seraient popularisés et répandus dans les communes et chez les particuliers.

La méthode choisie par M. Louis Clos lui a été commandée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la nécessité d'une exécution rapide, économique et pourtant exacte. Les courbes de niveau prises sur le travail-minute de la Carte de France étant décalquées sur le plâtre, M. Louis Clos le creuse au moyen d'un petit foret d'horloger et de rabots appropriés dont les tiges, divisées en quart de millimètre, fonctionnent sur une règle inflexible courant sur le cadre. Ce procédé est, comme on voit, tout à fait différent de celui de M. Bardin, et peut d'ailleurs, s'il est exécuté avec le soin convenable, conduire à de bons résultats. Ce que nous regrettons, c'est que M. Clos se soit cru forcé d'adopter l'échelle double des hauteurs verticales. On a ainsi des reliefs déformés, non pas pour l'œil, car, par un effet d'optique connu, un peu d'exagération dans les hauteurs d'un relief rend peut-être mieux l'aspect pittoresque du terrain que la proportion naturelle, mais pour les études géométriques et précises.

C'est là, du reste, l'écueil et la difficulté de ces sortes de représentations topographiques. Il n'y a que les pays de hautes montagnes qu'elles puissent reproduire d'une manière réellement satisfaisante. Quand les reliefs d'un pays s'abaissent au-dessous d'une certaine limite, ceux de la surface réduite qui leur correspondent, deviennent presque insensibles et l'impression qu'ils produisent n'est plus en rapport avec les effets naturels.

La *Compagnie pour le percement de l'Isthme de Suez* a exposé un plan en relief de dimensions considérables, représentant une partie de la Basse-Égypte, celle qui renferme le développement des travaux pour la jonction des deux mers. Les auteurs de ce travail n'ont pas prétendu à la rigueur et à l'exactitude géométriques. Ils ont voulu seulement produire une œuvre *à effet*. Ils ont atteint ce résultat au moyen de couleurs vives et naturelles, et d'une accentuation pittoresque donnée non-seulement aux légers accidents d'un pays presque plat, mais aux déblais et remblais provenant des terrassements du canal. Cette exposition, destinée à faire comprendre aux masses l'état et les progrès des travaux de la Compagnie et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout le système de l'entreprise, a parfaitement réussi par l'intérêt populaire qu'elle a excité.

M. Schrœder, de Paris, a exposé, dans une des constructions élevées par le vice-roi d'Égypte, un plan en relief comprenant la Basse et la Moyenne Égypte. Pas plus que le plan de l'Isthme, dont il égale, du reste, l'étendue considérable et l'effet pittoresque, le travail de M. Schrœder ne réunit les conditions essentielles d'une représentation géométrique, conditions qui sont d'ailleurs particulièrement inconciliables avec la nature de la vallée du Nil. C'est une carte d'énormes dimensions, très-habilement coloriée. Nous avons pu constater nous-même, en recueillant les impressions de la foule qui se pressait autour de ce vaste plateau, la supériorité d'une composition ainsi conçue et exécutée, sur les meilleures cartes géographiques, pour faire comprendre aux masses populaires les traits principaux d'une région déterminée.

C'est à ce même point de vue que la France en relief, exposée par M. Sanis, de Paris, mérite d'être mentionnée.

M. Thomas Dickert, de Bonn (Prusse), déjà remarqué en 1855 pour son beau plan en relief du Vésuve, a exposé en 1867 un modèle en relief de l'Etna, d'après la carte du baron Sartorius de Waltershausen. L'échelle des hauteurs est égale à celle des distances horizontales, comme il convient à une œuvre de cette nature destinée aux études géologiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION II

CARTES MARINES

PAR M. B. DARONDEAU

CHAPITRE PREMIER.

TRAVAUX DU DÉPÔT DES CARTES ET PLANS DE LA MARINE DE FRANCE.

Le Dépôt des Cartes et Plans de la Marine a pour mission de faire lever et dresser les cartes nécessaires aux bâtiments de la Marine impériale, et de leur délivrer les documents et instruments propres à assurer leur navigation. Le personnel employé pour cette double mission se compose d'un corps d'ingénieurs hydrographes, et d'officiers de vaisseau temporairement attachés au Dépôt, pour y rédiger les travaux dont ils ont recueilli les données sur les différents points du globe.

Les ingénieurs hydrographes sont plus spécialement chargés des travaux qui exigent la plus grande précision : c'est à ce titre que la reconnaissance des côtes occidentales d'Italie, qui est la continuation de celle des côtes de France, leur a été confiée; il en est de même des travaux hydrographiques exécutés dans nos colonies. Ces ingénieurs s'occupent également de dresser des cartes dites d'hydrographie générale, c'est-à-dire, faites avec les documents empruntés aux publications des puissances maritimes étrangères. Ils sont en outre adjoints à des officiers de marine pour les travaux lointains.

Aux officiers de vaisseau sont également attribués les recon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naissances hydrographiques dans les contrées lointaines, la rédaction des instructions nautiques, etc.

Le Dépôt de la Marine a exposé, dans la classe 13, les travaux hydrographiques, résultats des observations de ses ingénieurs et des officiers de la Marine impériale, depuis l'Exposition de 1855. En fait d'hydrographie générale, il n'a présenté que les cartes d'une grande importance, en laissant de côté celles qui n'étaient simplement que les reproductions de documents étrangers.

Cette exposition comprend :

1° Vingt-quatre cartes placées sur la muraille, dont vingt et une grand-aigle, deux demi-aigle, et une double-aigle.

On s'est attaché à présenter les spécimens les plus remarquables, sous le double rapport de l'importance géographique et de l'exécution : dans ce nombre figurent plusieurs cartes de la côte d'Italie et de la côte d'Espagne, la carte de la Basse-Cochinchine, celles de la Nouvelle-Calédonie et de la république du Paraguay, le canevas des travaux entrepris sur la côte du Brésil, etc.

2° Sept atlas composés ainsi qu'il suit :

Hydrographie générale. — Vingt-deux cartes dressées par les ingénieurs hydrographes.

Côtes Occidentales d'Italie. — Cinquante-huit cartes ou plans levés par des ingénieurs hydrographes sous les directions successives de MM. Le Bourguignon-Duperré, Bégat et Darondeau.

Côtes d'Islande et de Terre-Neuve. — Cinquante-huit cartes ou plans levés en majeure partie par MM. Barlatier de Mas, Cloué et Pierre, officiers de la Marine impériale.

Côtes du Brésil. — Trente-une cartes ou plans, levés par M. Mouchez de la Marine impériale. Ces cartes ne forment que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la première partie d'un travail en cours d'exécution comprenant toute la côte du Brésil.

Océan Pacifique. — Trente-cinq cartes ou plans dont la majeure partie relative à la Nouvelle-Calédonie, levés principalement par MM. Bouquet de la Grye, ingénieur hydrographe, Chambeyron et d'autres officiers de la Marine impériale.

Indo-Chine. — Trente-quatre cartes ou plans presque tous relatifs à nos possessions de Cochinchine et levés par MM. Manen, Ploix (Édouard), Vidalin et Héraud, ingénieurs hydrographes.

Méditerranée et côte d'Afrique. — Trente-cinq cartes ou plans, contenant, entre autres cartes, celles du détroit de Gibraltar et de ses environs, par MM. Vincendon-Dumoulin, ingénieur hydrographe, et de Kerhallet, capitaine de vaisseau, et celle du Bosphore, ainsi que divers plans de ports de la mer Noire, levés pendant la guerre de Crimée, par MM. Ploix (Charles) et Manen, ingénieurs hydrographes.

3° Les dix dernières années de l'Annuaire des Marées donnant les heures des pleines mers et basses mers, ainsi que la hauteur de la marée pour les principaux ports des côtes de France, par MM. Chazallon, Lieussou et Gaussin, ingénieurs hydrographes.

4° Le catalogue par ordre géographique de toutes les publications du Dépôt de la Marine.

Nous avons dit que le Dépôt de la Marine était chargé de pourvoir les bâtiments de la Marine impériale des carte documents et instruments nautiques qui leur sont nécessaires.

Pour la délivrance des cartes et instruments nautiques, il a été établi un recueil réglementaire divisé en catégories dont la composition varie selon les diverses stations navales.

Chaque bâtiment reçoit ses collections de cartes dans une ou plusieurs boîtes; mais, afin de maintenir l'ordre dans ces col-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lections et de faciliter les recherches, les cartes sont réunies par groupes de vingt environ dans des chemises en papier collé sur toile et fermées avec des rubans. Ces groupes de cartes correspondent à des divisions géographiques. Le titre de chaque groupe, renfermé dans une même chemise, est inscrit sur une étiquette apposée sur la chemise. Une page du recueil réglementaire est consacrée à faire connaître le détail des diverses cartes tant françaises qu'anglaises (1) qui sont renfermées dans la chemise. Les chemises ou groupes particuliers constituent donc une unité intermédiaire entre la simple carte et la collection complète. Elles ont été numérotées de 1 à 190, et, pour former la collection destinée à un bâtiment chargé d'une mission spéciale, il suffit de faire un choix entre les diverses chemises.

Les nouvelles publications, les corrections et les suppressions de cartes occasionnent des mutations correspondantes dans la composition des chemises qu'elles concernent. Des avis spéciaux et des éditions successives des diverses catégories du recueil réglementaire font connaître ces mutations.

Les cartes nouvellement publiées et les cartes corrigées sont expédiées immédiatement dans les ports et à des époques périodiques aux diverses stations navales. Il est donné avis de toutes les modifications à faire aux cartes, par des annonces qui informent immédiatement du fait, tel qu'il parvient à la connaissance du Dépôt. Un second avis fait connaître définitivement la manière dont il faut interpréter l'annonce. Lorsque la correction à faire est trop importante pour être faite à la main, la carte corrigée est expédiée, ainsi qu'on l'a dit plus haut, et les anciens exemplaires sont retirés de la circulation pour être lacérés.

Afin de faire connaître plus facilement si une carte a été corrigée et est conforme à la dernière édition, on inscrit successi-

(1) A défaut de documents français sur quelques parages, on délivre les cartes anglaises de l'Amirauté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement les dates des diverses corrections dans une partie très-apparente de la carte. Il suffit alors de vérifier si la carte porte la date de la dernière correction. Il est fait une distinction selon que la correction est jugée assez importante pour entraîner a lacération des anciens exemplaires, ou si elle est seulement secondaire. Dans le premier cas la date est inscrite en dehors du cadre en caractères romains; dans le second, on la met en petits caractères italiques dans le coin du cadre.

Le recueil réglementaire comprend également la liste des ouvrages et instructions nautiques à délivrer à chaque station navale. Le catalogue du recueil réglementaire a été déposé dans la classe 66, ainsi que deux des boîtes dont il est question plus haut, et qui renferment les cartes à délivrer à l'une des catégories mentionnées dans le recueil. Le Dépôt pourvoit également la Marine marchande de cartes nautiques et autres documents. A cet effet, il y a dans les principaux ports du commerce et à l'étranger des dépositaires auxquels il est fait les remises en usage dans la librairie. Lorsque les cartes doivent être lacérées, soit parce qu'elles sont remplacées par d'autres dressées d'après des données plus nouvelles, soient parce qu'elles ont reçu des corrections importantes, elles sont délivrées au dépositaire contre la remise des documents défectueux qui lui restent en magasin. Le prix de vente des cartes représente tout au plus les frais matériels de papier et de tirage.

Cette vente produit annuellement 40,000 à 45,000 fr., en ne faisant payer aux marins que 2 francs la feuille grand-aigle et 1 franc la feuille demi-aigle; ce qui est presque un don, vu la perfection ainsi que l'étendue du travail de gravure.

Quant aux ouvrages imprimés, ils sont livrés au prix coûtant.

Le Dépôt de la Marine a aussi exposé dans la classe 66 une collection des chronomètres, compteurs et instruments nautiques délivrés aux bâtiments de la Marine impériale, pour la navigation ordinaire, ainsi que ceux qui sont remis à toutes les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divisions navales pour l'exécution des travaux hydrographiques qu'il conviendrait au commandant en chef d'ordonner.

Il ne s'agissait pas d'envoyer à l'Exposition, dans une classe entièrement consacrée à la pratique de la navigation, des instruments exceptionnels sous le rapport de la précision et de la construction; on a jugé qu'il était plus rationnel de n'exposer que les instruments délivrés à nos bâtiments, et qui, en réalité, sont les mieux conçus et les mieux exécutés au point de vue pratique de la navigation. Sous ce dernier rapport, on a pensé que le Dépôt n'a à redouter aucune comparaison, et que les représentants des marines étrangères tireraient peut-être quelque profit de la connaissance de cette partie de notre matériel naval.

CHAPITRE II.

EXPOSÉ DES TRAVAUX DU LIEUTENANT MAURY (1).

Depuis près de vingt ans, les publications du lieutenant Maury ont acquis une réputation justement méritée. Convaincu qu'en marine comme en tout la routine est l'ennemi du progrès, cet officier distingué conçut le projet de rechercher et de signaler aux navigateurs les routes qui offraient les trajets les plus rapides, en faisant concourir à cette recherche tous les faits, toutes les observations inutilement éparses dans les journaux des navires.

Il ne serait pas juste de dire qu'il fut le premier à concevoir une pareille idée. Un Français, Denis de Mannevillette, et plus tard Horsburgh, l'avaient devancé dans cette voie, mais leurs recherches et leurs conseils s'appliquaient plus spécialement à la navigation des mers des Indes. L'idée du lieutenant Maury

(1) M. Maury est devenu contre-amiral dans l'armée et il a même commandé à Mobile, comme général de terre, pendant la guerre de sécession, mais il demeure universellement connu sous le nom de « Lieutenant Maury » qu'ont illustré ses travaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fut plus générale ; il voulut étendre à toutes les mers du globe ce que Denis de Mannevillette et Horsburgh n'avaient fait que pour une navigation déterminée.

Compulsant tous les journaux de navigation qu'il put obtenir, tant des navires de guerre de sa nation que de ceux du commerce, il porta sur des cartes toutes leurs observations, la direction et la force des vents qu'ils avaient rencontrés, les courants auxquels ils avaient été soumis, la température de l'eau et le mois de l'année, tous les renseignements enfin de nature à intéresser le navigateur, et à développer en même temps les progrès de la physique du globe, en ce qui concerne la mer. Des notations simples décrites dans la légende permettent à l'observateur attentif de saisir d'un seul coup d'œil tous ces renseignements.

Ces cartes, auxquelles il donna le nom de *Track-Charts*, sont au nombre de 14 pour l'océan Atlantique, de 20 pour le Pacifique et de 10 pour l'océan Indien; elles montrent d'un seul coup d'œil les parties fréquentées et non fréquentées de l'Océan, et font connaître au navigateur le caractère général du vent et du temps, la force et la direction des courants qu'ont trouvés les navires qui l'ont précédé dans la même région et à la même époque de l'année. Elles servent en outre de point de départ pour celles qu'il publia ensuite sous le nom de *Trade Wind-Charts* et de *Pilot-Charts*.

Les premières sont la représentation graphique des régions des vents alizés, de celles des moussons et des bandes de calme qui en sont voisines: elles sont construites d'après un système particulier de projection qui permet de reconnaître, à une époque quelconque de l'année, la distribution des vents alizés, moussons, calmes, etc., dans la région où l'on se trouve.

Les *Pilot-Charts*, qu'on peut également appeler *Cartes des vents*, font voir les directions d'où souffle le vent, dans toutes les parties de l'Océan, et pour toutes les époques de l'année. Ces cartes, par une disposition particulière qu'il serait trop long de décrire ici, font connaître le rapport du nombre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jours pendant lesquels a soufflé un vent quelconque, à la somme des nombres de jours pendant lesquels ont soufflé tous les autres vents.

Avec ces données, on peut déterminer la route qui, selon toute probabilité de faire à un navire à voiles, permettra la traversée la plus courte d'un point à un autre.

Des cartes d'après ce système ont été dressées pour tous les océans et pour chaque mois de l'année; leur étude demande beaucoup de soin et d'attention, et leur disposition a paru assez compliquée; aussi lorsque le *Board of Trade*, de Londres, a voulu faire profiter les navires anglais des résultats obtenus par le lieutenant Maury, il a cherché à les traduire d'une manière plus commode, en remplaçant les nombres par une représentation géométrique.

C'est au moyen de ces *Pilot-Charts* que le savant Américain a dressé, pour les traversées principales de l'Océan, des tableaux de route applicables aux différents mois de l'année, tableaux publiés dans l'ouvrage qui accompagne les cartes, sous le titre de: *Explanations and sailing directions to accompany the Wind and Current Charts.*

Une de ces routes principales, celle qui avait été l'objet des premières préoccupations du lieutenant Maury, est celle qu'il convient de suivre pour couper l'Équateur dans les conditions les plus avantageuses, en partant des ports de l'Amérique du Nord. D'après l'ancienne routine, qui faisait aller chercher fort loin dans l'est des vents favorables, il fallait 41 jours à un navire bon voilier pour se rendre de New-York à l'Équateur; aujourd'hui, grâce aux prescriptions du savant hydrographe, cette traversée se fait facilement en 24 jours; quelques navires l'ont faite en 20 jours, et même en 18.

Un des principaux motifs qui faisaient passer ainsi dans l'est était la crainte qu'on avait d'être jeté par les courants sur le cap San-Roque, l'un des points les plus orientaux de l'Amérique du Sud. Le lieutenant Maury et ses partisans traitaient cette crainte de chimérique, et il était recommandé dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelles instructions de couper la ligne le plus à l'ouest possible. Mais il paraîtrait qu'on a trop exagéré l'application de ce principe. Un de nos officiers de marine les plus distingués, qui a fait tout récemment sur les côtes du Brésil un travail hydrographique justement apprécié, a vu, dans les environs du cap San-Roque et sur les récifs qui bordent la côte, un grand nombre de débris de navires dont les naufrages paraissaient de date récente, et les habitants de la côte affirmaient que ces échouages sont beaucoup plus fréquents aujourd'hui qu'autrefois, ce qui s'explique par l'exagération des règles récemment vulgarisées par le lieutenant Maury.

Ses prescriptions pour le passage de l'Équateur dans l'Océan Atlantique s'appliquent aussi bien aux navires partant d'Europe qu'à ceux qui viennent des États-Unis.

La traversée des États-Unis en Californie exigeait en moyenne plus de 180 jours. Pour les navires qui se servirent des cartes du lieutenant Maury, elle fut réduite à 133 jours; par suite de nouvelles investigations, quelques navires la firent en 95 jours; avec un concours de circonstances favorables qui se présentent rarement, il est vrai, elle pourrait être accomplie en 85 jours.

Une traversée des plus importantes pour l'Angleterre comme pour les États-Unis est celle de l'Australie. Elle exigeait autrefois 10 mois pour l'aller et le retour; aujourd'hui, au moyen des nouvelles instructions, c'est un voyage de 100 jours en moyenne pour l'aller ou pour le retour; quelques navires l'ont fait en 60 jours. C'est en faisant de ce trajet un véritable voyage de circumnavigation, doublant le cap de Bonne-Espérance, contrairement à toutes les anciennes routines, pour l'aller, et le cap Horn pour le retour, que l'on est arrivé à cette rapidité. Si l'on traduit en argent tout le temps ainsi gagné par la rapidité des traversées, c'est par dizaines de millions qu'il faut compter annuellement.

Le lieutenant Maury a, dans son ouvrage, indiqué d'autres routes pour relier entre eux les principaux centres de commerce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maritime, mais on a dû, dans le présent exposé, s'arrêter aux plus importantes.

D'après cet aperçu, on se rendra facilement compte de la grande autorité que le lieutenant Maury a acquise dans son pays et chez les diverses puissances maritimes; aussi, quand il fit la proposition de former une conférence internationale chargée d'établir un programme d'observations nautiques et météorologiques, destinées à fournir de nouveaux éléments pour la construction et l'amélioration des cartes des vents et des courants, toutes les nations intéressées répondirent-elles à son appel. La Hollande, à laquelle ses possessions d'outre-mer donnaient un intérêt tout particulier à ce que leur route fût bien tracée, fournit au savant Américain ses collaborateurs les plus assidus. Le *Board of Trade* en Angleterre, en France le *Dépôt des Cartes et plans de la Marine,* cherchèrent à vulgariser ses prescriptions, et ces efforts ne sont pas restés sans résultats utiles pour la science nautique.

L'ouvrage du lieutenant Maury n'est pas simplement un livre d'instructions nautiques, c'est une véritable encyclopédie de la mer, dans laquelle tout ce qui a rapport à la constitution physique de l'Océan, aux phénomènes dont il est le théâtre, à tout le monde sous-marin qu'il cache dans ses profondeurs, se trouve décrit, analysé, expliqué.

Les théories de l'hydrographie américain ont été fort controversées. Des officiers très-distingués de notre marine ont remarqué des contradictions entre les résultats consignés dans ses tableaux et les explications qu'il donne; mais tous s'accordent à dire que, au point de vue de la pratique de la navigation, il a rendu les plus grands services, et qu'à ce titre il a mérité la reconnaissance de tous les marins. Ses principaux titres de gloire sont la création de la compilation universelle des journaux de navigation; l'essor donné par lui à cette nouvelle branche de la science nautique, l'infatigable activité avec laquelle il a provoqué l'esprit de recherche et d'observation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chez des hommes qui n'avaient d'autre guide qu'une aveugle routine.

Disons-le aussi sans crainte d'être démenti : ses ouvrages ont puissamment contribué à l'amélioration du matériel naval. Quand on eut reconnu l'existence de routes beaucoup plus courtes que celles de l'ancienne routine, mais où il y avait plus à lutter contre les éléments, on construisit des navires plus solides, plus marins, plus en état, par conséquent, d'affronter les dangers de la nouvelle navigation.

Nous ne terminerons pas cette note sans faire connaître l'opinion d'un grand nombre de commandants de nos bâtiments sur l'œuvre du lieutenant Maury. Ses travaux avaient acquis une trop grande notoriété dans l'opinion publique et surtout dans le monde marin, pour que le gouvernement ne cherchât pas à s'éclairer sur leur valeur, en confiant leur examen aux hommes les plus compétents ; aussi le ministre de la Marine invita-t-il les commandants des bâtiments français qui devaient faire des campagnes lointaines à donner leur avis sur les prescriptions du lieutenant Maury, tant que cet examen ne nuirait pas à l'objet principal de leur mission.

Nous avons sous les yeux une cinquantaine de ces rapports; tous, à l'exception de deux ou trois, s'accordent à signaler les indications du savant Américain comme leur ayant été d'un grand secours : toutefois on ne devra considérer les routes prescrites que comme celles qui, selon toute probabilité, feront faire les plus courtes traversées. Quelques routes laissent encore à désirer, faute d'observations, mais ces lacunes se combleront avec le temps : l'élan est donné, et chaque marin apporte aujourd'hui sa part à l'œuvre qui les intéresse tous.

Un travail semblable à celui que le lieutenant Maury a fait pour les navires à voiles est à entreprendre pour les bâtiments mixtes et pour ceux qui n'ont d'autre moteur que la vapeur. Il est évident que pour ces diverses sortes de bâtiments, les prescriptions doivent être toutes différentes : à l'avenir, il faudra tenir compte de la force du vent, de l'état de la mer ; ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

données nécessaires ne sont pas signalées dans les instructions actuelles, et l'on comprend combien il est important pour un capitaine, avant de se lancer dans une route inconnue, de savoir si son navire pourra y lutter contre la violence des éléments.

Enfin, il est à souhaiter que les données dont se composent les *Pilot-Charts* soient renfermées dans des limites plus rapprochées. Il n'y a rien d'impossible dans les vœux de nos marins. Leur réalisation sera l'œuvre du temps et des efforts de tous ; mais, quelle que soit la nation qui publie ce qu'on pourrait appeler le *Manuel de la navigation universelle*, quels que soient les retards que sa publication éprouve, et quelle qu'en soit la forme définitive, le nom du lieutenant Maury restera toujours attaché à cette œuvre comme celui du principal initiateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION III

CARTES GÉOLOGIQUES

(PREMIÈRE PARTIE)

PAR M. EDMOND FUCHS.

CHAPITRE I.

GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPES FONDAMENTAUX ET LES TENDANCES QUI ONT PRÉSIDÉ A L'EXÉCUTION DES CARTES GÉOLOGIQUES.

La géologie est une science toute moderne, dont les premières manifestations sérieuses remontent à peine au delà du commencement de notre siècle. Comme la plupart de ses sœurs aînées, elle est née d'un double besoin de l'esprit humain: le premier, tout intellectuel et désintéressé, est cette soif toujours jeune, toujours impérieuse qui pousse l'homme à rechercher les causes des phénomènes que lui révèle l'étude du monde extérieur, et qui, appliquée à notre terre, veut connaître non-seulement son origine et son histoire, mais encore l'influence que l'une et l'autre ont exercée sur sa structure et sa constitution, sur la vie organique qui y est apparue, enfin sur les aptitudes physiques et le développement extérieur des races humaines qui se sont disséminées à sa surface ; l'autre, plus égoïste et par cela même plus pressant, a sa source dans la nécessité où se trouve l'homme d'arracher à la nature même les armes dont il a besoin pour la soumettre, et de dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signer à l'agriculture et à l'industrie les trésors que la terre renferme dans son sein ; les débris organiques de périodes anciennes susceptibles de prévenir l'épuisement provoqué par la culture; les réservoirs souterrains capables de donner des nappes d'eau jaillissantes, et par-dessus tout, le combustible, c'est-à-dire la force mise au service de la volonté humaine, et le métal, c'est-à-dire l'outil qui utilise cette force et matérialise la pensée créatrice.

C'est ce dernier besoin auquel on a essayé tout d'abord de donner satisfaction, et les plus anciens documents géologiques sont des coupes et des plans de mines et de gisements, qui remontent à une époque souvent très-reculée ; mais, en l'absence d'idées générales, ces travaux ne pouvaient être que la reproduction timide de faits imparfaitement compris ; ils ne pouvaient représenter que le passé, l'acquit, et leur utilité toute locale consistait plus dans les ressources qu'ils fournissaient à la mémoire, que dans la direction et les conseils qu'ils apportaient pour faciliter les travaux futurs.

Vers la fin du siècle dernier, le développement des sciences naturelles, et en particulier les révélations que l'astronomie, la géodésie, la physique, la chimie et la minéralogie apportèrent sur les formes et les dimensions du globe, sur la nature des éléments dont il est composé et sur les lois qui régissent l'action des forces sur ces éléments, permirent à l'esprit humain de donner satisfaction à des aspirations plus désintéressées, et d'aborder le problème par son côté abstrait et historique.

Sous l'impulsion puissante de quelques hommes de génie, à la tête desquels il faut citer Buffon, Werner, de Saussure, Hutton, Hauy, Cuvier, Léopold de Buch, de Humboldt, la géologie put s'affirmer, et préparer, dans la lutte acharnée des théories plutoniques et neptuniennes, la constitution d'une science positive, dont l'avénement restera, sans nul doute, un des traits saillants de notre époque. Les premières manifestations de cette science furent des études sur l'origine, les divisions fondamentales, et la succession chronologique des terrains

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais son caractère *positif*, déterminé par la coordination des faits à l'aide d'une théorie assez générale et assez précise pour servir de guide dans les applications techniques, n'est définitivement accusé que par la production des *cartes géologiques*. Aussi voit-on ces dernières prendre un rapide développement, et dessiner bientôt à la surface de l'Europe les lignes qui résument les traits principaux de sa constitution géologique.

Ce sont, à peu près simultanément : en Angleterre la belle carte de M. Smith, complétée et détaillée plus tard par M. Greenough, qui établit la subdivision exacte des terrains secondaires; en France, les travaux de Guettard, résumés, dès le commencement de ce siècle par la carte de M. d'Omalius d'Halloy; en Allemagne, la carte géologique générale, due à l'activité féconde de M. Léopold de Buch ; c'est enfin ce monument, demeuré sans rival dans son genre, la *Carte géologique générale de la France*. Entreprise sous la direction de M. Brochant de Villiers, qui en avait conçu la pensée et l'avait fait agréer du directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines, M. Becquey, elle a été exécutée par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, et sa publication complète a été achevée dès 1842.

Mais il restait un important progrès à réaliser encore : suivant l'heureuse expression adoptée par un ingénieur éminent, M. Legrand, sous-secrétaire d'État au département des Travaux publics, auquel la géologie doit, en France ses premiers encouragements administratifs, la *carte géologique générale* constituait en quelque sorte une grande triangulation géologique ; il fallait lui rattacher, dans chaque localité, des relèvements de détail, et obtenir dans chaque département des cartes géologiques topographiques, faisant connaître les limites et les subdivisions des terrains, leurs contours, les variations que présentent les roches qui les composent, et surtout la position et l'étendue de tous les gîtes de substances minérales exploitables.

Tous les pays se mirent successivement à l'œuvre et entreprirent, dans un esprit et avec des moyens proportionnés aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aptitudes, au caractère et aux ressources de chacun d'eux, des explorations de détail dont les résultats furent reportés sur des cartes à grande échelle, embrassant tantôt des bassins, tantôt des régions géologiques, tantôt des circonscriptions administratives.

Les feuilles du *Geological Survey*, en Angleterre, les *cartes départementales* en France, ont été et sont encore les deux types autour desquels on peut grouper les monuments de cette nouvelle phase du développement des études géologiques.

Ces travaux, qui se poursuivent aujourd'hui encore avec une activité toujours croissante, ne sont pas tous conçus dans le même esprit scientifique, et l'on peut trouver, dans un grand nombre d'entre eux, à côté des principes fondamentaux fournis par la stratigraphie la trace de deux tendances distinctes.

L'une d'elles est née de la facilité relative qu'offre l'étude des terrains sédimentaires dans les pays peu tourmentés, et par suite à peu près dépourvus de richesses minérales. Cette facilité, jointe aux services de la paléontologie, amena certains géologues à transporter, sur le terrain de cette dernière, une partie de leurs investigations, et à donner à celles-ci comme élément principal, quelquefois même essentiel, la subdivision de plus en plus minutieuse des assises sédimentaires. L'étude des terrains éruptifs plus aride, plus difficile et dépourvue, au moins dans l'origine, d'un critérium équivala à celui que fournissait la paléontologie, fut reléguée au second plan, et avec elle une partie des problèmes utilitaires et des questions de science abstraite qui s'y rattachent.

Cette tendance à laquelle la géologie doit d'importantes conquêtes, a fourni, grâce aux efforts d'une série d'hommes éminents, de très-belles études de détail ; maintenue dans de justes limites et utilisée comme complément et comme auxiliaire de la stratigraphie, elle est susceptible de fournir de précieux renseignements et de rendre de sérieux et journaliers services; mais ses principaux titres de gloire sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des documents dans lesquels les monographies d'espèces fossiles, les coupes de localités et de terrains, en un mot, les éléments propres à perfectionner l'échelle des terrains sédimentaires, et par suite à préparer ou à compléter les cartes géologiques, jouent un rôle plus considérable que les cartes géologiques elles-mêmes.

Elle possède des représentants illustres dans la plupart des pays du monde, et son développement tient peut-être surtout à ce fait, que l'on a voulu donner pour base à l'enseignement de la géologie l'étude de la zoologie et de la botanique qui sont les prolégomènes naturels de la paléontologie.

La deuxième tendance a pour point de départ une préoccupation de causalité plus abstraite, mais en même temps plus profonde peut-être que les investigations essentiellement chronologiques qui sont la base de la première. Abordant par une de ses faces le problème scientifique de la géologie spéculative, elle a cherché à établir et à préciser les procédés chimiques et les conditions physiques qui ont présidé à la formation des terrains sédimentaires, des roches éruptives et surtout des substances cristallines et des minéraux qui forment le remplissage des filons.

Les résultats remarquables obtenus par les minéralogistes qui inaugurèrent cette voie, popularisèrent en quelque sorte la méthode qu'ils avaient employée et, grâce aux travaux de géologues de tous les pays, elle devint un des importants moyens d'investigation de la géologie spéculative, une source féconde d'arguments et d'interprétations géogéniques.

Nous n'avons pas à apprécier ici les résultats obtenus dans cette voie; nous dirons toutefois que l'extrême difficulté de réaliser et même de définir les conditions physiques et chimiques qui ont présidé aux phénomènes géologiques autorise une certaine réserve à l'égard des conclusions auxquelles ce mode de recherche a donné naissance. Ces conclusions ne sont d'ailleurs que rarement, et presque toujours alors d'une manière indirecte, susceptibles de se refléter sur une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carte ; aussi leur importance repose-t-elle surtout sur le développement rapide qu'elles ont donné à la théorie du métamorphisme, dans laquelle un grand nombre d'entre elles sont venues se condenser en un système unique, qui a reçu d'elles des arguments scientifiques et par laquelle seule elles ont pu exercer une influence sérieuse sur les cartes géologiques.

Les deux tendances que nous venons d'analyser représentent, avec les modifications nécessitées par les progrès de la science, les deux théories fondamentales du neptunisme et du plutonisme. A côté d'elles on en trouve quelques autres, d'une importance secondaire, provoquées, dans les pays à configuration géologique spéciale, par les théories invoquées pour rendre compte de ces formations, telles que la tendance glacialiste, qui se retrouve dans plusieurs pays de hautes montagnes et notamment en Suisse et en Scandinavie.

Ces diverses tendances se reflètent, en général, plutôt dans les textes explicatifs accompagnant les cartes que dans les cartes elles-mêmes, et elles ont toutes ce caractère commun que chacune d'elles aborde et résout certaines faces du problème si complexe que la géologie s'est posé, et aucune n'est susceptible de donner, à elle seule, une solution complète de ce problème.

Cette solution, en effet, surtout quand on l'envisage au point de vue spécial de sa traduction par les cartes géologiques, se trouve essentiellement dans l'étude et dans l'interprétation de l'allure stratigraphique du sol, et dans une harmonisation si complète entre la structure intime de ce dernier et son relief extérieur que la géologie explique tout ce dont la topographie fournit la *description*. Les accidents du sol et les discordances de stratification apportent à l'étude des terrains sédimentaires le moyen d'investigation fondamental, qui sert de base au critérium de la paléontologie, et que ce dernier vient développer à son tour, tandis que, d'autre part, les faits d'alignement, auxquels donnent lieu les plissements de l'écorce terrestre, et les failles, stériles ou remplies de substances

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exploitables, résultant de ces soulèvements, en un mot, tous les phénomènes de la stratigraphie, tant horizontale que verticale, fournissent les éléments nécessaires aux études à la fois utilitaires et théoriques, qui sont le but final de la géologie.

Loin de repousser a priori les résultats fournis par les tendances spéciales que nous avons signalées, elle se sert des uns et des autres comme de compléments utiles, et concilie, dans la scrupuleuse reproduction des résultats de l'observation pratique dont de Saussure a donné l'exemple, les principes d'alignement de Werner et les idées plutoniques de Hutton et de Léopold de Buch; enfin elle accepte, comme base des études géologiques, tout à la fois l'histoire naturelle et la chimie minéralogique, mais leur ajoute les sciences mathématiques, qui seules permettent d'apprécier la portée et le véritable sens des accidents topographiques.

Aussi l'un des ouvrages qui ont le plus contribué à faire faire à la géologie un pas décisif vers le double but qu'elle se propose est-il une œuvre essentiellement géométrique, appliquant aux résultats incontestables de l'observation la rigueur des procédés de déduction mathématique, l'*Étude des principaux systèmes de soulèvement de l'Europe occidentale*, de M. Élie de Beaumont.

Cette belle étude possède un autre titre de gloire encore : elle a été le premier et restera toujours l'indissoluble lien entre la géologie spéculative et la géologie utilitaire. L'assimilation des chaînes de montagnes à des rides de l'écorce terrestre occasionnées par le refroidissement et la contraction du noyau central, et leur définition, à l'aide d'un grand cercle parallèle aux fractures élémentaires qui composent le système, y ont été définitivement proclamées, et avec elles le parallélisme des arêtes de soulèvement et des lignes de fractures contemporaines.

Par cette identification l'étude des failles et des filons qui en forment le remplissage sortait du domaine de l'industrie locale et s'élevait à la hauteur des études de géologie générale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les observations faites dans un district minier avaient une valeur s'étendant bien au delà des limites de ce district, et la recherche scientifique des gîtes minéraux, dans des pays où nulle tradition n'en révélait l'existence, entrait dans le domaine de la réalité, et donnait à l'art du mineur une nouvelle et puissante impulsion.

Enfin la question historique elle-même était dégagée de ses voiles, et la géologie, acceptant comme point de départ la grande idée de la nébuleuse solaire de La Place et d'Herschell, a pu prendre notre système planétaire au moment où son histoire cessait de rentrer dans le domaine de l'astronomie, esquisser à grands traits les phases de cette histoire, et la conduire, guidée par les lois de la physique, jusqu'au jour où les souvenirs humains viennent remplacer les hypothèses et les spéculations scientifiques.

Il restait, au point de vue géométrique surtout, un dernier pas à franchir; il fallait rattacher toutes les directions les unes aux autres par un lien qui en permît l'étude et la définition précise sur la sphère et sur toutes les cartes où la courbure des grands cercles devient sensible; il fallait trouver, en un mot, un système de coordonnées susceptibles d'une définition simple, possédant une grande richesse et pouvant se déduire géométriquement les unes des autres.

M. Élie de Beaumont lui-même a abordé ce problème, et *le Réseau pentagonal* est venu consacrer et compléter l'introduction, inaugurée par la *théorie des soulèvements*, de l'analyse mathématique dans une science d'observation.

Ce réseau est formé par les quinze grands cercles dont les intersections réciproques sont les sommets du dodécaèdre pentagonal régulier inscrit, et par tous ceux que l'on obtient en prenant pour pôles ces intersections, et d'une manière plus générale celles de deux ou de plusieurs cercles fondamentaux ou dérivés.

C'est dans cette définition toute géométrique, et dans les propriétés de symétrie qui en découlent, que se trouvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

essentiellement la raison d'être et la légitimité du réseau (1); son installation sur la sphère terrestre a dû être, au contraire, le fruit de l'observation, le résultat d'essais nombreux et patients, guidés et limités par la condition de faire coïncider deux systèmes de soulèvements rectangulaires entre eux avec deux des cercles fondamentaux du réseau jouissant de la même propriété.

La position que M. Élie de Beaumont a été ainsi conduit à assigner à son réseau a été récemment définie et fixée par lui à l'aide des coordonnées géographiques des intersections de ses principaux cercles, et cette détermination a fait entrer dans une voie nouvelle son maniement et son usage, en mettant à la portée de tous les moyens qui permettent d'en apprécier la richesse et les ressources.

Déjà, pour ne choisir nos exemples que parmi les cartes exposées, on s'est servi de ces coordonnées pour installer le réseau sur les cartes de la Haute-Marne et de l'Algérie, sur celle qui donne la distribution générale des minerais en Europe et sur le fragment de la carte détaillée de la France, et il suffit de jeter les yeux sur les faits d'alignement qui ont été mis en évidence par ces tracés pour se convaincre que le réseau pentagonal est susceptible de trouver, dans la seule étude de ses directions, des preuves incontestablement aussi solides que celles de n'importe quelle loi naturelle.

(1) De puissantes raisons mécaniques aussi militent en sa faveur : l'analogie qui existe entre les propriétés des pentagones réguliers sur la sphère et les hexagones dans le plan, le fait que les uns et les autres correspondent aux lignes de division d'un périmètre minimum, et surtout la circonstance que chaque ridement de l'écorce terrestre, c'est-à-dire chaque écrasement d'un fuseau, détermine sur une certaine étendue des lignes de moindre résistance perpendiculaires à sa propre direction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

ÉTUDE DES PRINCIPALES CARTES EXPOSÉES.

La grande majorité des cartes qui traduisent le mouvement géologique de ces dernières années, et qui, à ce titre, figurent à l'Exposition universelle de 1867 sont, comme nous l'avons dit plus haut, des cartes de détail, dressées à une échelle assez grande pour que tous les accidents de structure puissent et doivent y être représentés, sans qu'ils aient besoin d'être résumés à l'aide de figurés conventionnels.

Cette observation pourtant ne s'applique point à l'Europe entière, et il reste encore quelques pays où les études géologiques sont trop récentes pour qu'elles aient pu donner d'autre résultat que des explorations sommaires, transportées sur des cartes à petite échelle, ou des études de détail encore isolées les unes des autres.

Ces premiers travaux méritent une attention réelle, non-seulement à cause de leur difficulté, mais surtout à cause des horizons nouveaux qu'ils ouvrent à la science et à l'industrie.

Les pays qui parcourent actuellement cette première phase du développement de la géologie sont : l'Espagne, qui expose une carte d'ensemble d'une grande valeur, mais à très-petite échelle, due à l'activité infatigable de M. de Verneuil, et les cartes tout aussi résumées de M. Arnaldo Maestre; la Russie, où les belles études de sir Roderick Murchison et de MM. de Verneuil et de Kaiserling, récemment continuées par M. Helmersen et transportées sur la carte encore manuscrite de ce dernier, ont besoin d'être complétées par des explorations de détail; l'Italie, qui attend encore une carte d'ensemble plus détaillée que celle que le Ministère des Travaux publics vient de publier pour le nord et le centre de la Péninsule, et où les travaux partiellement inédits de MM. Sismonda (Piémont),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Stopani, Escher et Studer (Lombardie), Ponzi (États Pontificaux), sont encore privés du lien qui doit les unir et les harmoniser.

Mais, à part ces quelques exceptions, auxquelles il faut joindre les pays slaves du bas Danube et la péninsule turque, où les études géologiques n'ont encore pu fournir que quelques esquisses générales, tous les autres pays, depuis le Portugal, qui vient d'inaugurer la série des explorations à grande échelle sous les auspices d'une commission présidée par C. Ribero, Elgado et Costa, jusqu'à l'Angleterre, où le *Geological Survey* va bientôt avoir fini sa tâche et achevé ce grand monument, qui fait depuis longtemps l'admiration des géologues, sont activement occupés à compléter l'étude détaillée de la structure géologique de leur sol.

Cette communauté d'efforts, jointe à la conviction de plus en plus répandue de la nécessité d'harmoniser et d'unir la géologie et la topographie de manière à expliquer l'une par l'autre, a conduit à grouper, pour la première fois, à l'Exposition de 1867, les cartes géologiques avec les cartes géographiques, et à les séparer ainsi des documents de la géologie utilitaire, qui les avaient absorbées dans les expositions antérieures. Ce n'est pas que ces derniers (plans et coupes de mines et de districts) aient diminué de nombre ou d'importance, car ils se sont au contraire multipliés dans une mesure plus rapide même peut-être que ceux de la géologie spéculatrice (1); mais ce n'est plus sur eux que vient se concentrer l'intérêt principal des études géologiques; ils sont restés stationnaires comme valeur, au moins dans leur ensemble, et les travaux bien rares et presque isolés encore qui ont suivi l'impulsion du progrès et sont entrés dans la voie féconde que leur ouvrent les études stratigraphiques, tantôt sont à peine susceptibles d'être traduits par des cartes, comme, par exemple, les

(1) Ils sont réunis aux produits et documents de l'art des mines et de la métallurgie (cl. 40), et seront étudiés à la fin de la deuxième partie de ce rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beaux travaux de M. Rivot sur les filons de Vialas, travaux qui ont amené la découverte des filons du Gard, tantôt, comme les études de M. de Chancourtois sur les alignements des gîtes métallifères, se rattachent si intimement à la géologie spéculative qu'ils ne doivent pas en être séparés.

§ 1.— France.— Cartes départementales.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la France est entrée depuis longtemps dans la phase des explorations géologiques détaillées, qui, presque toutes, ont été entreprises et publiées sous forme de cartes départementales.

Ce mode de division est loin d'être celui qui, au point de vue technique, offre le plus de facilités et de garanties, mais il est en quelque sorte imposé par l'organisation administrative de la France et plus encore par les nécessités financières de l'entreprise. Si l'on ajoute à cela que l'exécution du travail a été souvent le résultat d'une décision administrative plutôt que d'une vocation spontanée, on comprendra que la rapidité de son exécution ne soit pas toujours en harmonie avec celle du développement de la géologie en France.

Malgré ces inconvénients, dont la portée scientifique est atténuée par le caractère du personnel auquel les cartes sont en général confiées, les cartes départementales sont à peu près achevées aujourd'hui, et il ne reste plus que quelques parties de la France dans lesquelles les études de détail n'aient pas encore été au moins entreprises et ne soient même près d'être terminées.

L'Exposition de 1867 nous en montre huit dont l'exécution est, presque pour toutes, postérieure à 1862. Ce sont :

L'Ariége, par M. Mussy, ingénieur des mines; la Creuse et la Haute-Vienne, par M. Mallard, ingénieur des mines; la Moselle, par M. Reverchon, ingénieur en chef des mines; le Haut-Rhin, par MM. Kœchlin-Schlumberger et J. Delbos; la Haute-Marne, par MM. Royer et Barotte; la Seine, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Delesse, ingénieur en chef des mines; la Vienne, par M. Le Touzé de Longuemar; le Jura, par le Frère Ogérien.

Les cinq premières sont exécutées sur les feuilles de l'état-major, à l'échelle de $\frac{1}{80,000}$; celle de la Seine est dessinée sur un tracé topographique spécial au $\frac{1}{25,000}$, et les deux dernières, plus résumées, sur des cartes départementales au $\frac{1}{160,000}$, seulement.

Carte de l'Ariége. — Quoique inachevée, la carte de M. Mussy donne un aperçu très-exact des formations du département de l'Ariége, qui présente cette complexité de forme et de composition habituelle aux terrains de hautes montagnes. M. Mussy a su appeler à son aide, pour leur étude, les ressources de la stratigraphie autant que celles de la paléontologie, et ses divisions ont une valeur et une vitalité toutes spéciales, puisqu'elles sont basées non-seulement sur les caractères lithologiques ou paléontologiques des terrains qui leur correspondent, mais encore sur les allures topographiques de ces derniers, leurs reliefs et leur direction.

Cartes de la Creuse et de la Haute-Vienne. — L'intérêt principal de ces deux cartes, encore manuscrites, dues à M. Mallard, est dans la classification des terrains cristallins et des roches éruptives; les divisions que l'auteur introduit dans les roches granitoïdes pourront être consultées avec fruit et poursuivies dans d'autres régions de même nature, et quant aux terrains porphyriques, outre les trois groupes de porphyres déjà établis par M. Grüner, d'après l'âge et la constitution de ces roches, M. Mallard en a signalé un quatrième plus moderne et correspondant à celui qui, dans les Vosges, joue un rôle si important à la base des terrains permiens.

Carte de la Moselle. — La carte de la Moselle ne présente aucune des difficultés des cartes précédentes. L'absence de terrains éruptifs et de mouvements brusques du sol, la régu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

larité de la succession des couches sédimentaires, dont l'allure d'ensemble avait déjà été déterminée avec une grande précision par les auteurs de la carte géologique générale, restreignaient le champ des études à la subdivision détaillée et à la délimitation rigoureuse des massifs. C'est le programme que s'est imposé M. Reverchon, ingénieur en chef des mines, auteur de la carte, et il y a pleinement satisfait.

Carte du Haut-Rhin. — La carte géologique du Haut-Rhin est l'œuvre d'une vie presque tout entière et l'un des beaux résultats de l'initiative individuelle. M. Kœchlin-Schlumberger, ancien maire de Mulhouse, y a consacré pendant de longues années les loisirs de sa carrière administrative et industrielle, et, la mort l'ayant surpris avant qu'il eût pu achever son travail, il a trouvé en M. Delbos un successeur dévoué qui l'a terminé, en lui conservant l'esprit dans lequel il avait été entrepris. Deux choses surtout ont préoccupé les auteurs : le terrain de transition (*Grauwacke*) et les dépôts tertiaires et modernes.

Le premier a été, de la part de M. Kœchlin-Schlumberger, l'objet d'une étude toute spéciale, dont la partie de botanique fossile a été confiée à M. Schimper, et qui a amené les auteurs à conclure à une complète uniformité d'âge de l'ensemble de cette vaste formation, et à une détermination de cet âge sur la foi de quelques rares caractères fossiles. Sans nous prononcer ici sur le désaccord qui existe, à cet égard, entre leur interprétation et celle des auteurs de la carte détaillée, nous devons constater avec éloge le soin minutieux qui a présidé à l'exécution des contours de ce terrain, d'une allure à la fois si complexe et si intéressante.

Quant au terrain tertiaire, il a été étudié avec un grand succès, en prenant pour type le bassin de Mayence, dont il reproduit l'allure, et grâce auquel l'âge des poudingues et des calcaires miocènes des contre-forts de la plaine d'Alsace a pu être déterminé d'une manière précise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Terminons en exprimant un double regret qui n'implique point un blâme : celui d'abord d'avoir vu les auteurs, de leur propre aveu, reculer quelquefois devant la difficulté de mettre la structure géologique d'accord avec la topographie; le fragment de la carte détaillée qui reproduit leur travail renferme sous ce rapport quelques légères différences d'interprétation, surtout en ce qui concerne les environs de Rouffach ; en second lieu, celui de trouver dans certaines parties de la carte un manque d'harmonie provenant de l'obligation, respectable d'ailleurs, qu'ils se sont imposée, vis-à-vis des collaborateurs qu'ils ont trouvés dans divers centres industriels, de reproduire intégralement le travail de ces derniers.

Carte de la Haute-Marne. — MM. Royer et Barotte se sont surtout préoccupés, dans l'exécution de la carte de la Haute-Marne, de détailler, d'après les renseignements paléontologiques, les formations secondaires et principalement le terrain jurassique, qui occupe une longue bande traversant le département de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E. A cet égard leur carte réalise un certain perfectionnement sur la carte de M. Duhamel, précédemment publiée et exposée en 1862.

Sous le rapport stratigraphique, le tracé des failles, qui joue un grand rôle dans la constitution géologique de cette région de la France, diffère notablement, surtout par l'absence de systématisation, de celui de la carte de M. Duhamel par MM. Élie de Beaumont et de Chancourtois, et reproduit sur le fragment exposé de la Carte détaillée de la France.

Carte de la Seine. — La carte géologique de la Seine, due à M. Delesse, ingénieur en chef des mines, présente dans son exécution une idée complétement neuve, celle de la détermination rigoureuse des surfaces qui forment la limite supérieure des formations géologiques à l'aide de leurs courbes de niveau. M. Delesse a étendu cette détermination aux sept terrains qui constituent le sol des environs de Paris, la craie, l'argile plas-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique, le calcaire grossier, le travertin de Saint-Ouen, les marnes vertes, les sables de Fontainebleau et la surface inférieure du terrain de transport.

Une pareille étude n'est pas, il est vrai, susceptible d'une grande généralisation, puisqu'elle suppose la connaissance d'une quantité très-considérable de sondages, circonstance qui n'est guère réalisée qu'aux environs des grandes villes et dans les districts miniers, soumis à de fréquentes et nombreuses investigations industrielles; mais c'est dans ces circonstances aussi qu'elle a le plus de valeur, et que les renseignements qu'elle fournit sont le plus fréquemment et le plus fructueusement utilisés pour les recherches futures.

La carte géologique de la Seine est accompagnée de deux autres, exécutées sur le même tracé topographique, la carte hydrologique et la carte agronomique du même département. Ces travaux, dont il est rendu compte ailleurs, se complètent réciproquement et font en même temps ressortir les liens intimes qui unissent les sciences dont ils sont les représentants.

Cartes de la Vienne et du Jura.—La carte de la Vienne, de M. Le Touzé de Longuemar, et celle du Jura, exposée par le Frère Ogérien, sont deux entreprises toutes personnelles auxquelles les auteurs ont consacré de longues années. Bien qu'elles soient l'une et l'autre à une échelle moitié moins grande que les cartes départementales ordinaires, elles méritent une mention spéciale, non-seulement à cause de leur priorité, mais encore parce que les travaux dus à l'initiative personnelle exigent beaucoup de persévérance et de courage et présentent des difficultés dont sont affranchis ceux qui sont entrepris sous la tutelle administrative.

La carte du Jura est d'ailleurs, comme celle de la Seine, complétée par une intéressante carte agronomique.

Cartes du Cantal et du Doubs (non exposées). — Expri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mons, en terminant cette rapide revue des cartes départementales, le regret de n'avoir pas trouvé à l'Exposition deux cartes de publication récente, bien que la première ait été exécutée il y a de longues années déjà : *la Carte du Cantal*, par M. Baudin, et celle *du Doubs*, par M. Résal, ingénieurs des mines.

La première, exécutée dès 1841, à l'échelle de $\frac{1}{200,000}$ seulement, tire son intérêt principal des renseignements précis qu'elle fournit sur l'ordre de succession des coulées de laves, trachytiques, basaltiques et phonolitiques, qui couvrent la plus grande partie de ce sol volcanique par excellence. La seconde, achevée tout récemment, présente une excellente étude des terrains qui forment le massif du Jura. La structure géologique du sol et son allure topographique y sont heureusement harmonisées par le tracé intelligent et scrupuleux des contours, et plus encore par l'indication des lignes de fractures nombreuses auxquelles le massif du Jura doit ses formes et son relief.

§ 2. — France (*suite*). — Fragment d'une Carte détaillée de la France

L'examen rapide que nous venons de faire des cartes départementales les plus modernes montre que les documents que possède la France sur la structure détaillée de son sol sont loin de former un tout homogène, et que, même dans les régions où toutes les cartes départementales étaient achevées, la juxtaposition de ces dernières, de manière à présenter un tout continu, était une opération entièrement irréalisable.

La liberté laissée aux explorateurs, non-seulement pour le choix de l'échelle, mais surtout pour l'appréciation individuelle des résultats techniques de l'observation, a conduit en effet à des diversités nombreuses dans l'adoption des cartes topographiques servant de base au travail, dans le nombre et la définition des divisions des terrains, et surtout dans l'interprétation des données fournies par l'exploration superficielle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et souterraine. Aussi, chose étrange! pendant que les pays où l'initiative individuelle est la plus puissante, comme l'Angleterre et ses colonies, confiaient l'étude géologique de leur sol à une Commission unique, la France, le pays de la centralisation, abandonnait cette étude à des géologues qui, au point de vue scientifique, étaient entièrement indépendants les uns des autres et auxquels elle laissait la plus complète liberté d'action. La raison en est peut-être dans ce fait que la France possédait une admirable carte d'ensemble, la carte géologique générale de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, et que dès lors le lien administratif qui unissait le personnel chargé de l'exécution des cartes départementales, et qui se traduisait chaque année par un rapport des auteurs de la Carte générale, pouvait paraître suffisant aux yeux de l'administration.

Quoi qu'il en soit, MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, frappés d'une disparité qu'ils étaient souvent appelés à constater, mais qu'ils n'avaient pas mission de critiquer et moins encore de faire disparaître, en influençant directement les auteurs des cartes départementales, se préoccupèrent les premiers de rechercher les éléments qu'elle pouvait apporter à une étude d'ensemble du sol, et d'utiliser, en les introduisant dans un terrain plus général embrassant quelques départements contigus, ceux de ces éléments qui étaient susceptibles d'une généralisation fructueuse.

C'est dans cet espoir qu'à partir de l'année 1852, alors que la recherche, si heureusement poursuivie depuis ce temps, de la prolongation souterraine de la bande houillère du Nord dans le Pas-de-Calais était encore à sa naissance, ils ont exécuté des travaux de ce genre relativement aux départements septentrionaux, et dès 1855 ils avaient préparé un premier fragment de carte géologique détaillée, tracé sur les vingt feuilles de la Carte de l'État-Major, qui comprennent tout le nord de la France jusqu'à la latitude du Havre. Ce fragment, exécuté par report sur pierre à l'Imprimerie impériale, a figuré à l'Exposition universelle de 1855.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce travail est malheureusement resté longtemps isolé, bien que les cartes détaillées postérieures à 1855 continuassent à porter l'empreinte des idées particulières et du mode d'observation de leurs auteurs respectifs, et, dès 1862, le savant ingénieur chargé du rapport du Jury sur les cartes géologiques qui avaient paru à l'Exposition de Londres a exprimé le désir de trouver en France une institution analogue au *Geological Survey*.

Ce vœu est, au moins en partie, réalisé aujourd'hui, et un fragment de la carte géologique détaillée de la France, comprenant soixante-deux feuilles de la Carte de l'État-Major, c'est-à-dire un quart environ de cette carte, qui doit se composer en tout de deux cent cinquante-huit feuilles, et encadré au nord et à l'ouest par les frontières et la mer, arrêté au sud et à l'est par des lignes droites qui relient sensiblement Rouen à Orléans et Orléans à Altkirch, a été exécuté sous la direction de M. Élie de Beaumont, inspecteur général des mines, par M. de Chancourtois, ingénieur en chef des mines, par MM. Ed. Fuchs, A. Potier, A. de Lapparent, ingénieurs ordinaires des mines, avec la collaboration de M. A. Guyerdet, conservateur adjoint de géologie à l'École des Mines, et avec le concours de M. J. Jedlinski, garde-mines principal.

Ce que nous avons dit plus haut montre clairement quelle était la nature du travail confié à ces explorateurs. Il fallait tout d'abord adopter une échelle uniforme des terrains, qui fût applicable à tout le périmètre embrassé par le fragment de carte actuel et même au besoin à la France entière; il fallait donc déterminer quelles étaient celles des sous-divisions établies par les auteurs des différentes cartes géologiques topographiques qui possédaient, à proprement parler, un caractère général, et leur assigner des limites faciles à suivre de proche en proche sur toute la série des contours ou affleurements.

Ce résultat une fois obtenu à l'aide d'explorations à longue portée faites sur l'ensemble des terrains compris dans le fragment étudié, on a réussi également à conserver les divisions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secondaires à l'aide d'une combinaison d'indices et de teintes qui, en subordonnant ces divisions à un étage principal, permet cependant de les distinguer partout où cela est possible. De cette manière on s'est maintenu à la hauteur des progrès accomplis dans les cartes les plus détaillées, sans enlever au travail son caractère de généralité.

Bien que vingt mois seulement, comprenant deux hivers, se soient écoulés depuis ce jour jusqu'à celui de l'ouverture de l'Exposition universelle, les soixante-deux feuilles de la Carte de l'État-Major, qu'on avait en vue dès le commencement, ont été coloriées d'après la méthode uniforme qui a été adoptée, et, si quelques-unes de ces feuilles demandent encore une révision, elles seront toutes complétées avant le moment où chacune d'elles pourra être tirée en couleur à l'Imprimerie impériale.

En effet, un assez grand nombre de ces feuilles ne sont encore coloriées qu'à la main, parce que le procédé du tirage en couleur exigeant des manipulations multipliées, et les appareils dont il nécessite l'emploi ne pouvant être appliqués aux différentes feuilles que successivement, l'opération est encore en cours d'exécution.

Ce travail d'uniformisation, dont l'étude du terrain crétacé est l'exemple le plus remarquable sur le fragment exposé, devra être complété par une double série de coupes dans le genre des *horizontal sections* et des *vertical sections* du *Geological Survey;* mais il n'a pas été possible, faute de temps, de fournir de spécimen pour l'Exposition.

Mais il est un autre point de vue sous lequel le fragment de carte exposé se signale particulièrement à l'attention : c'est le soin apporté à la coordination des observations stratigraphiques relatives aux failles, aux inflexions des couches et autres accidents mécaniques.

Déjà, en publiant la carte géologique du département de la Haute-Marne, commencée par M. Duhamel, MM. Élie de Beaumont et de Chancourtois avaient jeté les bases de cette appli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation nouvelle, dont le but est de représenter aussi rationnellement que possible les failles, fractures, alignements et autres accidents de même genre.

Le bas Boulonnais, l'Artois, les vallées de la Seine et du Bray, le département de la Haute-Marne, les Vosges (1) présentent des groupes très-remarquables de ces divers accidents, dont l'étude doit donner la clef de la structure stratigraphique de la contrée. De plus, afin de mettre en évidence la relation de ces accidents du sol avec les systèmes de montagnes, on a tracé sur la carte, à l'aide des données numériques publiées par M. Élie de Beaumont, les lignes du réseau pentagonal qui représentent les principaux de ces systèmes.

Signalons en terminant deux qualités de détail que cette carte est à peu près seule à posséder aujourd'hui.

La première est relative au choix des teintes figuratives des divers terrains. Ce choix a été fait d'après une série de données dont l'heureuse disposition communique à l'ensemble de la carte une très-grande clarté en même temps qu'un aspect harmonieux. Pour atteindre ce but, on a cherché, conformément à ce qui avait été déjà fait avec tant de succès sur la Carte géologique générale de la France, à maintenir une certaine analogie entre les couleurs naturelles des terrains et les teintes conventionnelles consacrées à leur représentation. On a été ainsi conduit à employer pour les terrains sédimentaires des couleurs généralement un peu ternes, groupées, pour la série secondaire, autour des diverses nuances du jaune et du bleu, réservées, les premières au calcaire, les se-

(1) Pour citer un des exemples les plus frappants, le système de Vercors, qui appartient au milieu de l'époque tertiaire, est représenté par un cercle auxiliaire qui, dans les Vosges, relie la série des points dont les terrains correspondants, à quelque âge qu'ils appartiennent, occupent une altitude plus grande que celle à laquelle on les rencontre dans toutes les localités du massif vosgien. De plus, ce cercle, entre Colmar et Rouffach, est presque rigoureusement parallèle à l'escarpement terminal des Vosges du côté de la plaine du Rhin, et les terrains tertiaires qu'on observe au pied de cet escarpement y sont redressés suivant une direction elle-même parallèle à celle de la grande ligne de fracture qui les limite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

condes aux argiles. Les grès sont en général figurés par des couleurs un peu plus fortes, choisies de préférence parmi les bruns et les violets, et les alluvions sont représentées par une teinte vert d'eau.

Quant aux terrains éruptifs, on leur a affecté les couleurs vives du spectre, distribuées de manière à donner les nuances claires de ce dernier aux roches de la série acide et à réserver les nuances plus foncées (vert, bleu et violet) à celles de la série basique. Il ressort de ce groupement une idée systématique dont nous aurons occasion d'indiquer l'application complète en parlant de la carte qui donne la distribution des gîtes métallifères en Europe.

La deuxième qualité est relative à l'exécution typographique dont deux feuilles seulement présentent aujourd'hui un spécimen achevé. Cette exécution, confiée aux soins de l'Imprimerie impériale, consiste dans un report sur zinc des planches de la carte de l'État-Major et dans une impression en couleur à l'aide de la presse typographique. Ce procédé permet de conserver à peu près indéfiniment des planches dont le volume est insignifiant, et, par suite, de ne procéder au tirage qu'au fur et à mesure des besoins. Il procure ainsi l'inappréciable avantage de pouvoir faire toutes les corrections exigées par les progrès de la géologie et par les ressources nouvelles créées par les grands travaux industriels, et permet, par suite, de posséder un travail indéfiniment perfectible, toujours susceptible d'être maintenu à la hauteur des progrès les plus récents de la science dont il est l'expression.

§ 3. — France (*suite*). — Études de géologie générale.

Sous le titre d'*Études de Géologie générale* M. de Chancourtois a exposé un ensemble de tracés et de coloriages synthétiques résumant les rapports des phénomènes éruptifs et sédimentaires.

Ces études, au premier aspect purement spéculatives, ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cependant un côté essentiellement pratique. Elles marquent un effort vers la réalisation de l'uniformité dans les figurés géologiques, et l'admirable série de travaux exposés en 1867 montre à la fois l'importance et l'opportunité de semblables efforts, sur lesquels nous devons par conséquent appeler la plus sérieuse attention.

L'auteur, aidé de M. Edmond Sarazin, élève étranger de l'École polytechnique et de l'École des Mines, a d'abord fait, sur une carte géologique d'Europe dont les contours sont empruntés à M. Dumont, l'essai du plus simple des coloriages, qu'il établit par l'application méthodique des six couleurs du spectre.

Dans ce premier coloriage les formations éruptives granitoïdes, porphyroïdes et trachytoïdes, sont représentées en bloc par des teintes rouge, orangé, jaune, pures et vives, tandis que les terrains primaires (ou de transition), secondaires et tertiaires, sont indiqués par le vert olive, le bleu indigo et le violet neutre, les gneiss et les terrains modernes étant en outre respectivement distingués des granites et des terrains tertiaires par des teintes plus claires. Le vert, le bleu et le violet purs sont réservés pour les cartes plus détaillées, dans lesquelles on veut distinguer les roches éruptives acides et basiques, et où le tableau des teintes conventionnelles, pour les formations plutoniques, se présente alors comme il suit :

SÉRIE ACIDE.		SÉRIE BASIQUE.	
Trachytes	Jaune.	Violet	Basaltes.
Porphyres	Orange.	Bleu.	Mélaphyres.
Granites	Rouge.	Vert.	Diorites et diabases.

Par contre, les nuances faussées et ternies du rouge, de l'orange et du jaune, viennent s'ajouter aux nuances de même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

genre du vert, du bleu et du violet, pour représenter les différentes formations sédimentaires ou neptuniennes.

Nous croyons inutile d'insister sur le caractère naturel et les ressources de ce système, dont les principes semblent d'ailleurs se dégager du coloriage si bien réussi de la Carte générale de la France, et ont évidemment influé sur celui du fragment de la carte détaillée exposé.

Dans l'essai de la carte d'Europe, on voit déjà, par le seul effet des couleurs, ressortir nettement les rapports de gisement des grands groupes de terrains. Un pointage des gîtes minéraux, exécuté avec des épingles variées, manifeste ensuite les rapports qui dépendent plus spécialement des phénomènes d'émanations.

Enfin le tracé des principaux cercles du réseau pentagonal accuse les faits d'alignement qui dominent la distribution des gîtes minéraux aussi bien que la configuration géographique. Cette partie du travail eût été beaucoup plus frappante sur une projection gnomonique, où tous les grands cercles sont représentés par des droites. Le programme de l'essai comprenait l'exécution au $\frac{1}{10,000,000}$ de cette projection gnomonique du pentagone européen, que M. Élie de Beaumont a donné au $\frac{1}{50,000,000}$ en publiant la théorie du réseau, dans sa Notice sur les systèmes des montagnes. Le temps a manqué pour un travail graphique aussi considérable (le cadre est de 1 mètre de côté), mais l'œuvre est sur le chantier, et, d'après les rapprochements mis en lumière par les tracés curvilignes approximatifs, on peut juger de l'importance des résultats que la carte gnomonique est appelée à fournir par des tracés rectilignes rigoureux.

L'application du réseau pentagonal a été présentée par M. de Chancourtois à un degré de généralité supérieure sur un globe muet au $\frac{1}{50,000,000}$, où il a figuré deux des systèmes de grands cercles décrits dans ses Mémoires sur la Distribution des gîtes minéraux (*Comptes rendus* de 1863). L'exactitude avec laquelle des systèmes de lignes jalonnées sur des faits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'émanation viennent s'adapter aux accidents hydrographiques et orographiques du globe entier doit faire sentir aux esprits les moins préparés la portée, non-seulement théorique, mais encore pratique, de l'étude du réseau.

En vue de faciliter cette étude M. de Chancourtois a demandé à M. Dumoulin-Froment et à M. Tachet la construction de règles, d'équerre et de compas sphériques, pour les globes dits métriques, à l'échelle de $\frac{1}{50,000,000}$ de M. Grosselin et de M. Andriveau-Goujon, et pour une sphère de 0,0637 de rayon, représentant le globe au $\frac{1}{100,000,000}$, établie chez M. Bertaux, successeur de M. Grosselin. Avec ces instruments, dits de sphérodésie, les travaux graphiques deviennent presque aussi faciles sur la sphère que sur un plan. On peut en juger par l'épure sphérique du réseau exécutée sur la petite sphère de 0,0637 de rayon.

§ 4. — Algérie.

Outre les cartes géologiques des provinces d'Oran et d'Alger, antérieurement publiées par M. Ville, ingénieur en chef des mines, et récemment complétées par plusieurs publications du même auteur, et notamment par une carte du Tell de la province d'Alger, l'Algérie possède aujourd'hui et a exposé une carte nouvelle et plus détaillée de la province d'Oran, due à MM. Roccard et Pouyanne, ingénieurs des mines, et à M. Pomel, garde-mines, ainsi qu'une carte d'ensemble, à une échelle plus petite, sur laquelle les auteurs ont en outre reporté les cercles du réseau pentagonal. La valeur de cet intéressant travail est rehaussée par des publications qui le complètent et en montrent toute la portée. Nous citerons surtout les monographies et les pièces fossiles de l'Algérie, par M. Pomel, et une remarquable étude sur le réseau pentagonal, de M. Pouyanne (1), dans laquelle ce dernier montre que, tandis que le calcul des probabilités,

nnales des Mines, 1866.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appliqué aux coïncidences entre les cercles principaux du réseau et ceux qui servent à la définition des systèmes de soulèvement, n'indiquerait qu'une seule de ces coïncidences sur 24, le réseau, dans sa position actuelle, n'en présente pas moins de 4 sur 18, et même, en admettant certains dédoublements admis en principe par M. Élie de Beaumont, 6 sur 21.

§ 5. — Suède.

Le gouvernement suédois a institué, il y a environ une dizaine d'années, un bureau de recherches géologiques, placé sous la direction de M. Axel Erdmann et ayant pour but de publier une carte géologique détaillée de la Suède à l'échelle du 50,000^{m}.

Ce travail présentait une première difficulté inhérente à la constitution même du sol ; on sait en effet que ce dernier, à part quelques lambeaux insignifiants de terrain secondaire, est composé entièrement de roches primitives et paléozoïques et de terrains de transport moderne. Le centre et le sud de la Suède en particulier sont formés tout entiers de roches cristallines recouvertes d'un manteau épais et irrégulier de terrain alluvial.

De là, pour les auteurs du travail, le danger de tomber dans une monotonie qui eût presque enlevé sa raison d'être à une carte d'une échelle aussi grande que celle qui avait été adoptée. Ils l'évitèrent en s'imposant une tâche qui impliquait un travail matériel énorme, celle de distinguer non-seulement toutes les variétés lithologiques des roches cristallines, mais encore celles des terrains de transport, et de délimiter rigoureusement tous les mamelons de roches cristallines émergeant au milieu des dépôts modernes.

Un deuxième motif les poussait d'ailleurs à entrer dans cette voie, si différente de celle que suivent ordinairement les géologues, le désir d'intéresser à leur travail les populations rurales, naturellement indifférentes, sinon hostiles, afin de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouver en elles des auxiliaires aussi dévoués que précieux pour leurs recherches. La délimitation détaillée des terrains de transport donnait effectivement en même temps celle des terrains susceptibles d'être livrés à l'agriculture; leur division, basée sur leur composition chimique plus encore que sur leur âge ou leur mode de formation, montrait les besoins et les ressources agricoles de chacun d'eux ; en un mot, le système adopté fournissait aux habitants tous les renseignements généraux désirables sur la valeur et l'avenir agronomique des moindres parcelles du sol.

Aussi ce programme énergiquement suivi a-t-il pu être exécuté avec un plein succès. Les vingt premières feuilles de ce grand travail, actuellement achevées et livrées au commerce, offrent une combinaison unique encore des documents de la géologie et de ceux de l'agriculture, et forment, à proprement parler, une carte agronomique au moins autant qu'une carte géologique.

Une fois entrés dans cette voie, les auteurs ont été naturellement conduits à étudier dans son ensemble la constitution du terrain arable, et le résultat de ce travail a été la carte générale de l'extension des argiles et des marnes de l'époque glacière dans le sud de la Suède.

Cette carte, à l'échelle de $\frac{1}{10,000,000}$, dont tous les renseignements seront reportés sur la grande carte au fur et à mesure de l'avancement de cette dernière, donne, outre les contours des argiles et des marnes, la richesse en chaux de ces dernières, avec une indication sur la profondeur de leur gisement au-dessous de la surface, et cela en un très-grand nombre de points ; enfin, l'indication de toutes les localités fossilifères (Skalbanker), avec des notations qui apprennent à l'observateur si les fossiles trouvés appartiennent à des espèces perdues, émigrées ou actuellement encore indigènes.

Avec de pareilles préoccupations, légitimement provoquées par la nature particulière du sol scandinave, on comprend que les problèmes et les difficultés qui font habituellement la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préoccupation des géologues sont assez étrangères à M. Erdmann et à ses collaborateurs. Leurs divisions lithologiques ne laissent point entrevoir de classification systématique, et les indications, si précises et si nombreuses, relatives aux gisements des substances minérales industriellement exploitables, qui sont une des grandes sources de richesse de la Suède, ne paraissent pas reliées entre elles par un lien théorique.

Cependant il est un point sur lequel M. Erdmann se rattache d'une manière bien précise à une tendance dont il est d'ailleurs aujourd'hui un des principaux représentants : c'est l'origine des terrains de transport, qu'il attribue essentiellement à l'action des glaciers, sans mentionner celle des phénomènes diluviens. Mais, comme cette manière de voir laisse intactes les questions de l'âge relatif de ces dépôts, et que les divisions adoptées par M. Erdmann dans les terrains modernes tirent leur valeur plus encore de leur constitution chimique que de leur origine, un changement dans les idées théoriques sur la nature de cette dernière laisserait la carte à peu près intacte, et n'introduirait guère de changements que dans les dénominations de la légende.

Enfin signalons encore, non sans regret, l'absence d'indications topographiques autres que des cotes d'altitude, assez nombreuses d'ailleurs, lacune qui enlève à ce beau travail une partie des avantages qu'il retirerait sans cela de la scrupuleuse et minutieuse exactitude de son exécution.

En résumé, nous regardons la carte de M. Erdmann comme le type le plus complet de ce que peut obtenir la géologie utilitaire transportée sur une carte à grande échelle, dans l'absence complète de toute préoccupation théorique et systématique.

§ 6. — Norwége.

Il est peu de pays qui présentent à l'étude autant de difficultés que la Norwége, avec ses cimes abruptes, ses fjelds

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inhospitaliers et ses immenses champs de neige, dont l'étendue se mesure par centaines de kilomètres carrés.

Et pourtant des explorations hardies dessinèrent les grandes lignes de sa structure géologique dès l'époque où parurent les cartes des pays les plus favorisés de l'Europe. La carte générale de M. Keilhau résuma les premières observations, et M. Durocher, lors de son voyage de mission en Scandinavie, y apporta un perfectionnement notable en montrant que les récurrences observées dans les principales vallées de la Norwége n'étaient qu'apparentes, et qu'elles étaient dues à des repliements multipliés d'un système de constitution beaucoup plus simple, et d'une épaisseur relativement très-faible.

A ces premières études succédèrent rapidement d'autres plus détaillées, et en 1858 le gouvernement norwégien décida la publication d'une carte générale dont il confia l'exécution à MM. Th. Kjerulf et Tellef Dahll, assistés de quelques explorateurs placés sous leurs ordres (1).

Comme base de ce vaste travail on prit les cartes du bureau topographique, au $\frac{1}{100,000}$, et celles des préfectures au $\frac{1}{200,000}$, sur lesquelles on fit tout le tracé, et dont un exemplaire, avec indications géologiques manuscrites, figure à l'Exposition. Enfin ces cartes elles-mêmes furent l'objet d'une réduction spéciale au $\frac{1}{400,000}$ pour le report typographique des observations géologiques, et c'est à cet état qu'elles sont livrées aujourd'hui au commerce, au nombre de dix, embrassant tout le sud de la Norwége, c'est-à-dire les provinces de Christiania, Bergen et Christiansand.

Exprimons tout d'abord notre profond regret de cette dernière circonstance, car, par une préoccupation de clarté dont nous ne pouvons pas nous rendre compte, on a omis sur la réduction, non-seulement toutes les indications topographiques, mais même les voies de communication de tout

(1) MM. A. Backe, H. Dahll, E. Gullsken, H. Hansteen, Th. Hjortdahl, M. Irgens, P. Quale, L. Meinich, H. Mohn, F. Mortensen, O. Olsen, K. Stalsber, C. Otterbeck, L. Sund, P. Waage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordre et de toute nature ; les cartes ainsi réduites ne peuvent être ni contrôlées ni perfectionnées par les géologues qui étudieront ultérieurement ces intéressantes contrées; mais espérons encore que cette lacune typographique sera comblée, et revenons, pour l'étudier, au travail tel qu'il est traduit par la carte manuscrite exposée.

Le sol de la Norwége, comme celui de la Suède, n'est composé que de terrains cristallins, primitifs ou paléozoiques, partiellement recouverts de terrains de transport, ce qui donne un cachet de particularisme aux études géologiques de ce pays. Toutefois il ne faudrait pas croire qu'il en résulte, pour la carte, une monotonie désavantageuse.

Appelant à leur aide les ressources de la lithologie et de la stratigraphie, MM. Kjerulf et Dahll ont su décomposer ces masses énormes de terrains cristallins, et faire concourir cette division à l'interprétation de la structure du sol.

Leur travail n'est pas moins intéressant au point de vue de la géologie utilitaire ; c'est même cette dernière qui en a posé les premiers jalons ; avant d'entreprendre une étude purement théorique, les auteurs ont, en effet, porté leurs efforts sur les centres métallifères, et leurs belles monographies sur le Thélémark, sur le district de Konsgberg, et les gisements de fer de la côte d'Arendal, ont jeté une vive lumière sur la nature et les conditions de concentration des veines argentifères dans les filons de Kongsberg, sur l'allure et l'origine éruptive des gisements de la côte d'Arendal, sur les relations de direction et d'origine qui relient les divers filons aux roches éruptives de la contrée et particulièrement aux granites, sur les divisions principales de ces derniers et leurs âges relatifs, enfin sur les analogies de direction entre leurs arêtes de soulèvement et le relief topographique de la côte voisine.

Le terrain de transport des vallées a été, lui aussi, l'objet d'une étude toute spéciale, et, dans une carte accompagnée de deux publications remarquables, M. Kjerulf en a marqué les limites et fait remonter l'origine aux glaciers ; il invo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que aussi l'action de ces derniers pour expliquer les fameuses stries parallèles dont on trouve l'empreinte sur un si grand nombre de roches de la Scandinavie, et il combat énergiquement la théorie qui voudrait voir dans ces stries l'action combinée des glaciers et du diluvium, ou même exclusivement celle de ce dernier.

En résumé, la carte de MM. Kjerulf et Dahll, tout en conservant avant tout son cachet utilitaire, présente en même temps, au point de vue théorique (comme la carte de la Suède), une sorte de compromis synthétique de diverses tendances, mais un compromis raisonné et par conséquent fructueux et d'une véritable valeur scientifique.

§ 7. — Suisse.

La structure géologique de la Suisse, doublement intéressante à cause de sa complication et des conquêtes importantes que fournit à la science la solution des difficultés qu'elle présente, a été depuis longtemps l'objet de nombreuses et importantes investigations.

Étudiée dans son ensemble par les plus éminents géologues, et plus spécialement par MM. Léopold de Buch, Studer, Élie de Beaumont, elle est depuis quelques années l'objet d'explorations détaillées, faites sous la direction d'une commission, dépendant elle-même de la Société helvétique des Sciences naturelles, et composée de géologues ayant tous un nom dans la science : MM. Studer, Desor, Escher de la Linth, A. Fabre, de Loriol et Meriau.

Cette commission choisit dans les différents cantons de la Suisse des géologues qui possèdent sa confiance, et auxquels elle donne la mission d'explorer les districts dont elle veut aborder l'étude(1). A la fin de chaque campagne les observa-

(1) Les principaux géologues employés actuellement sont : M. Albert Müller (vallée de Maderan, voisinage du Saint-Gothard), M. Théobald (Grisons), M. Moesch (Jura), M. Kaufmann (environs de Lucerne), M. de Fellenberg (la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions des explorateurs sont réunies et contrôlées par la Commission; après examen, et, s'il y a lieu, vérification contradictoire sur le terrain, elles sont publiées, ainsi que les mémoires à l'appui, sous la responsabilité des géologues qui ont exécuté le travail.

Nous sommes entré dans ces détails afin de montrer les beaux résultats que peut obtenir l'initiative individuelle, même quand il s'agit de grandes entreprises scientifiques. La seule attache administrative de tout le personnel est une allocation annuelle de 8,000 francs votée par le conseil fédéral; cette somme doit suffire non-seulement à la rémunération des géologues chargés du travail, mais encore à l'impression des mémoires et des cartes (1).

Les résultats obtenus à l'aide de ces modestes ressources sont remarquables à tous égards, surtout si l'on se rappelle qu'il y a quatre ans à peine que la Commission s'est constituée.

C'est d'abord la carte géologique du canton de Bâle, au $\frac{1}{50,000}$ (2), par M. A. Muller; ce sont ensuite quatre feuilles coloriées de la carte topographique du général Dufour (il y en a 25 pour la Suisse entière), sur laquelle tout le travail sera finalement reporté. Les feuilles qui sont aujourd'hui achevées, imprimées et livrées au commerce, sont: 1° le Vorarlberg (X); 2° les environs de Coire (XV); 3° le massif de la Bernina (XX), dressées toutes les trois par M. Théobald; 4° les rives du Rhin, de Schaffhouse à Bâle (III), par M. Moesch; 5° quelques travaux de détail, parmi lesquels il faut citer: une carte au $\frac{1}{25,000}$, de M. Moesch, des environs de Bugg (Argovie), une remarquable monographie du mont Pilate (carte, coupe, mé-

haute région entre le Valais et l'Oberland bernois), M. Gillieven (Alpes des environs de Fribourg), M. Jaccard (Jura de Neuchâtel et Jura vaudois), M. Gerlach (chaîne méridionale du Valais, du mont Blanc au Simplon).

(1) Il est vrai que les fonctions des membres de la Commission sont gratuites, et que même leurs voyages sont à leurs frais.

(2) La Commission espérait pouvoir faire son travail complet à cette échelle, mais, faute de cartes topographiques toutes prêtes, elle a dû y renoncer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moire), par M. Kaufmann, qui a étudié dans tous leurs détails les dislocations et les repliements de la craie et du Jura supérieur. A toutes ces publications il faut ajouter, bien qu'elle soit une œuvre tout indépendante et personnelle, la belle carte du massif du mont Blanc (au $\frac{1}{150,000}$) par M. Alphonse Favre, qui résume la plus grande partie de la carrière scientifique de l'auteur, et qui a provoqué les intéressantes observations de ce dernier sur l'antiquité et la formation sédimentaire de la protogine.

Bien que ces travaux émanent de personnalités très-diverses, ils présentent pourtant dans leur ensemble un cachet d'unité très-remarquable. Ce qui les distingue avant tout, c'est le soin extrême apporté à leur exécution : les contours sont étudiés, dessinés et gravés avec un soin doublement précieux dans des localités d'un abord si difficile, et la plus grande conscience a présidé partout au tracé des moindres détails.

Au point de vue scientifique l'ensemble de ces documents porte incontestablement l'empreinte de la tendance paléontologique, circonstance qui doit s'expliquer, non-seulement par les aptitudes spéciales des auteurs, mais encore par les difficultés que, de leur propre aveu, ils ont rencontrées dans l'étude stratigraphique de contrées aussi bouleversées que la Suisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARTES GÉOLOGIQUES.

(SECONDE PARTIE.)

PAR M. DAUBRÉE.

Les cartes géologiques n'intéressent pas seulement la science spéculative et l'histoire de la formation successive des terrains qui composent l'écorce du globe; ces cartes sont, pour l'industrie minérale, un guide des plus utiles, en même temps qu'elles fournissent à l'agriculture et à l'exécution de grands travaux publics des lumières dont l'importance est chaque jour mieux appréciée ; car, si un heureux hasard suffit parfois à la découverte des substances minérales utiles, il y a incontestablement un grand avantage aujourd'hui à s'appuyer sur la science, l'auxiliaire le plus sûr et le plus rapide pour conduire à des résultats heureux et de nature variée.

C'est ce qui explique l'ardeur avec laquelle l'exécution de ces cartes est poursuivie dans un grand nombre de contrées.

Toutefois, pour le plus grand nombre de personnes, les cartes géologiques n'ont pas une signification immédiatement compréhensible. On pourrait les comparer à un livre qui serait écrit dans une langue étrangère et avec des caractères inconnus. Ces cartes ne peuvent rendre au public les services qu'on est en droit d'en attendre que si elles sont accompagnées d'un texte explicatif, en donnant la clef et faisant ressortir tous les faits utiles à connaître, tant pour la théorie que pour les observations diverses qui s'y rattachent.

L'auteur du rapport qui précède a donné, au sujet des cartes géologiques de France, de Suisse, de Suède et de Norwége,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des notions assez complètes pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y revenir.

Il reste, dans ce second chapitre, à passer rapidement en revue les cartes géologiques des autres pays qui figurent à l'Exposition.

On a cru ne pas devoir entrer dans les considérations théoriques ou pratiques qui ressortent de l'examen de la plupart de ces cartes, quel que soit l'intérêt qu'elles présentent; cette étude aurait entraîné à trop de développements pour figurer ici. On s'est borné à une sorte de catalogue raisonné.

§ 1. — Iles Britanniques.

Carte géologique des Iles Britanniques, publiée par le *Geological Survey of the United Kingdom*.— Cette grande œuvre, si connue par le soin qui préside aux explorations sur le terrain et par la beauté de l'exécution des nombreuses cartes qui la composent, est encore en voie de continuation. On ne peut en parler sans rappeler le nom de W. Smith, qui, dès le commencement de ce siècle, a exécuté la première carte géologique de l'Angleterre, avec une profondeur et une justesse de vues, sur la stratigraphie des terrains secondaires, que le temps n'a fait que consacrer. La carte publiée plus tard par M. Greenough a aussi rendu des services que les progrès récents ne doivent pas faire oublier.

On sait que la carte actuelle est exécutée sur la carte officielle de l'*Ordnance Survey*, c'est-à-dire à l'échelle de un pouce par mille ou de $\frac{1}{63,360}$. Elle est donc assez détaillée pour représenter clairement tous les faits qui intéressent l'industrie et l'agriculture. Ainsi elle montre les subdivisions principales des terrains stratifiés, y compris les affleurements des couches de houille et de minerai de fer exploitables. Dans les masses éruptives on a distingué celles qui sont venues s'intercaler au milieu des couches encaissantes (*intrusives*) de celles qui sont en quelque sorte contemporaines des couches sédimen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taires voisines (*imbebded*). Les fissures verticales ou failles qui traversent certaines régions, et les divisent souvent en compartiments polygonaux, y sont figurées avec soin.

On a commencé aussi à exécuter, pour les bassins houillers, une carte à une échelle six fois plus grande, c'est-à-dire à $\frac{1}{10,560}$. Une partie des bassins houillers du Lancashire et du comté d'Édimbourg est ainsi représentée.

Déjà l'Angleterre possède, à l'échelle ordinaire (1 pouce par mille), soixante-huit feuilles sur cent dix; l'Écosse, cinq sur cent vingt; l'Irlande, cent onze sur deux cent cinq; ces dernières sont de dimension plus petite. De plus, la carte à échelle six fois plus grande est représentée par vingt-deux feuilles pour l'Angleterre et dix-neuf pour l'Écosse.

Des coupes, exécutées suivant deux principes différents, achèvent de faire connaître la structure du sol dans ses particularités les plus remarquables.

Les premières sont longitudinales et faites, comme d'ordinaire, par des lignes droites ou brisées, suivant des plans verticaux: on les a nommées *sections horizontales*, pour rappeler le sens dans lequel s'étend leur plus grande dimension. Leur échelle, de six pouces par mille, ou à $\frac{1}{10,560}$, c'est-à-dire six fois plus grande que celle des cartes, est la même pour les distances horizontales et verticales; soixante et dix grandes feuilles de ces coupes ont paru. Aucun autre pays ne possède une telle collection de coupes géologiques de son sol.

D'autres coupes, nommées *sections verticales*, ont une échelle encore plus grande, 1 pouce pour 40 pieds, ou $\frac{1}{480}$; elles sont restreintes à une colonne verticale de très-faible hauteur. Elles représentent en détail la série de couches que rencontrerait un puits. L'Angleterre possède aujourd'hui vingt-sept de ces feuilles.

Toutes ces cartes sont gravées sur cuivre et coloriées à la main avec le plus grand soin. Les coupes horizontales pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sentent également des couleurs qui correspondent aux feuilles auxquelles elles se rapportent. Les coupes verticales sont en noir.

La représentation graphique du sol de la Grande-Bretagne, sous les différentes formes dont on vient de parler, est complétée par un certain nombre de volumes de texte explicatif. Ce texte, inauguré par l'important ouvrage de Sir Henry de la Bèche sur le Cornwall et le Devonshire, paraît maintenant par livraisons isolées, mais d'un format uniforme, qui se rapportent à certaines feuilles. D'autres documents sont renfermés dans la publication intitulée : *Memoirs of the geological Survey of Great Britain and of the Museum of practical geology.*

Un autre ouvrage, ayant pour titre *British organic Remains*, représente et décrit les espèces fossiles nouvelles (1).

En outre, un rapport fait annuellement connaître l'état des travaux exécutés et publiés.

Une carte d'ensemble est exécutée à une échelle quatre fois plus petite ou de $\frac{1}{253,440}$. Comme complément aussi extrêmement utile de la carte, il faut citer les belles collections établies à Londres au Musée de Géologie pratique, et parfaitement classées pour faciliter l'étude approfondie de la constitution du sol de la Grande-Bretagne. Un établissement semblable existe à Dublin. Un troisième vient d'être créé à Édimbourg.

Des travaux aussi détaillés que ceux dont je viens de parler, et s'appliquant à des pays étendus, ne peuvent être conduits à bonne fin sans le secours d'un certain nombre de personnes et sans la subvention du gouvernement. Nulle part le personnel chargé de l'exécution d'une carte géologique n'est organisé d'une manière aussi complète.

Établi en 1835 par Sir Henry de la Bèche, le *Geological Survey* est passé, depuis la mort de ce dernier savant, sous la

(1) Nous nous faisons un plaisir d'adresser des remercîments à Sir Roderick Murchison et à l'Administration du *Geological Survey*, qui a bien voulu offrir la belle et riche collection d'ouvrages exposés à la Société géologique de France, où leur étude sera mise à profit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

haute direction de sir Roderick Murchison. MM. A. Ramsay, Geikie et Beete Iukes sont respectivement chargés de la direction, en ce qui concerne l'Angleterre, l'Écosse et l'Irlande. La division du travail n'empêche pas l'unité d'y régner, sous l'influence d'une direction vigilante et ferme qui, sans amoindrir l'ardeur des collaborateurs inférieurs, sait les guider et réunir leurs efforts en un seul faisceau.

Bien que la somme annuellement allouée soit considérable, cette dépense doit être regardée comme essentiellement productive. On peut ajouter que la théorie profite elle-même amplement de l'exécution de ces cartes. Le désir d'accroître la connaissance du globe serait sans doute suffisant pour motiver de semblables travaux, quand même le mobile de l'intérêt matériel n'existerait pas.

A la suite du travail fondamental dont il vient d'être question, il est juste de mentionner le grand nombre de cartes géologiques, à petite échelle, qui se publient en Angleterre, et qui sont très-consultées, tant pour leur intérêt théorique que comme fondement de considérations industrielles et agricoles.

§ 2. — Pays d'Allemagne.

Carte géologique du Grand-Duché de Hesse.— Onze feuilles de cette carte, à l'échelle de $\frac{1}{50,000}$, ont déjà paru, accompagnées chacune d'un texte explicatif. Une collection d'échantillons bien choisis, qui est exposée également à l'appui de la carte, fait connaître les roches et les terrains qui y sont représentés. Un certain nombre de géologues habiles et dévoués ont pris part à son exécution : ce sont MM. Tasche, Dieffenbach, Gutberlet, Becker, Ludwig, Théobald, Seibert et Grooss. A part sa valeur scientifique, cette carte a le mérite d'être l'œuvre d'une association libre, dite *Mittelrheinischer verein*, qui, dans son zèle pour la science, et dans le désir de rendre service au pays, a entrepris courageusement ce long travail et la publication

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui en est la suite. MM. Ewald et le colonel Becker ont la direction de l'entreprise.

En outre, une carte géologique de l'ensemble du Grand-Duché vient d'être publiée, à une échelle de $\frac{1}{350,000}$, c'est-à-dire sept fois plus petite que celle de la carte précédente, par M. Ludwig, qui l'a accompagnée d'une explication concise et dans laquelle on reconnaît combien la structure de cette contrée restreinte présente de faits remarquables et variés.

Carte géologique du Grand-Duché de Bade publiée, à l'échelle de $\frac{1}{50,000}$, sous les auspices du Ministre du Commerce. — Six feuilles ont déjà paru; chacune d'elles est accompagnée d'un texte explicatif intéressant. Cette carte est due à M. le professeur F. Sandberger et à M. le docteur Schill. Une étude géologique spéciale sur la vallée de la Kinzig, particulièrement riche en filons métallifères, a été faite par M. Vogelgesang.

Carte géologique du Wurtemberg, publiée également à l'échelle de $\frac{1}{50,000}$, et imprimée en couleurs. — Ce travail, dont l'exécution a été décidée, en 1858, par une commission dont MM. Kurr, Fraas, Krauss et Quenstedt faisaient partie, a été commencée, en 1859, par MM. Fraas, Paulus, Bach et Deffner. Les huit feuilles qui ont déjà paru, accompagnées chacune d'une explication succincte, montrent le soin avec lequel ce travail est exécuté.

Carte géologique de la Prusse Rhénane et de la Westphalie occidentale, par M. de Dechen, ancien directeur général des mines de Prusse. — Cette carte est aujourd'hui terminée; elle comprend 32 feuilles, à l'échelle de $\frac{1}{80,000}$, comme la carte de France du Dépôt de la Guerre et la Carte géologique détaillée du même pays. Tout en se consacrant avec dévouement aux hautes fonctions qu'il a exercées pendant longtemps, M. de Dechen a trouvé le temps d'exécuter ce grand travail, qui n'a pas exigé moins de vingt-cinq années d'une activité soutenue, tant par ses observations personnelles qu'en invitant à y concourir un certain nombre d'ingénieurs, dont il s'empresse de signaler les noms.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On doit aussi à M. de Dechen une carte d'assemblage, à l'échelle de $\frac{1}{500,000}$.

Parmi les nombreux faits très-dignes d'intérêt que présente cette carte, nous citerons ceux qui se rapportent aux terrains tertiaires et aux roches éruptives et volcaniques qui, pendant la période tertiaire, ont perforé cette région en un grand nombre de points, de même que le plateau central de la France.

La subvention du gouvernement permet de satisfaire à une condition importante pour que ces cartes soient utiles : c'est qu'elles soient livrées à bas prix (3 fr. 70 la feuille), et qu'elles puissent ainsi se vulgariser.

D'autres parties de la Prusse viennent aussi d'être publiées à une grande échelle, mais un peu moindre que la précédente.

Carte géologique de la Haute-Silésie et des contrées voisines, publiée par le docteur Ferdinand Rœmer, avec la collaboration de l'Obergamt royal de Breslau, à l'échelle de $\frac{1}{500,000}$. Le nom du savant professeur de Breslau, que je viens de mentionner, est une garantie de la valeur de la carte.

Enfin le gouvernement vient de décider l'exécution d'une carte générale détaillée, à une très-grande échelle, $\frac{1}{25,000}$.

Carte géologique de la Basse-Silésie et des pays voisins, d'après les observations de M. de Carnall et de divers collaborateurs, publiée par MM. J. Beyrich, G. Rose, Roth et W. Runge, à l'échelle de $\frac{1}{100,000}$. — Cette carte, publiée en 9 feuilles, présente une étude approfondie et exacte, tant des terrains stratifiés que des roches cristallines qui l'accidentent. Ces dernières ont été étudiées avec la plus grande exactitude.

Carte géologique de la province de Saxe, de Magdebourg au Hartz, publiée par Jules Ewald, à l'échelle de $\frac{1}{100,000}$, sous le patronage du Ministère du Commerce et des Travaux publics. — Elle est digne, par le mérite de l'auteur et par le soin qu'il a mis à son exécution, de servir de complément aux cartes qui précèdent.

Carte géologique de la Bavière, par M. le professeur Gümbel. — La seconde livraison fait suite à celle que l'on a vu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figurer à l'Exposition de 1862 ; elle comprend 6 feuilles imprimées en couleur et à l'échelle de $\frac{1}{400,000}$. Le volume de texte qui l'accompagne renferme, tant sur la partie théorique que sur la partie technique, de très-nombreuses et utiles observations. Parmi les figures dont il est accompagné, il en est qui représentent la structure des roches, à l'aide d'un nouveau procédé d'impression. Cet important travail fait honneur à son auteur et témoigne de son dévouement à la science.

§ 3. Autriche.

Cartes géologiques de l'Institut I. R. d'Autriche. — Ce travail, commencé sous la haute et énergique direction de M. le chevalier de Haidinger, et continué sous celle de M. le chevalier François de Hauer, se poursuit avec activité dans les diverses parties de la monarchie autrichienne, ainsi que l'attestent les cartes de détail de l'archiduché d'Autriche, du duché de Salzbourg, de la Styrie et de l'Illyrie, du royaume de Bohême, du royaume de Hongrie, partie nord-ouest, et les cartes générales du royaume de Hongrie, du royaume de Galicie, du grand-duché de Transylvanie, du Banat, de l'Esclavonie, de la Croatie, de la Dalmatie, ainsi que du Tyrol et du Vorarlberg. Ces cartes, dont les premières sont à l'échelle de $\frac{1}{144,000}$ et les secondes à celle de $\frac{1}{288,000}$, sauf deux qui sont au $\frac{1}{432,000}$, sont encore manuscrites ; mais des copies en sont fournies aux personnes qui le désirent.

M. de Hauer vient de commencer, d'après les explorations de l'Institut géologique, la publication d'une carte géologique d'ensemble de la monarchie autrichienne, qui paraîtra en douze feuilles imprimées en couleurs et à l'échelle de $\frac{1}{500,000}$. Une première feuille de ce travail important, qui représente la partie occidentale des Alpes de l'Autriche, vient de paraître. La difficulté d'identifier les étages de certains terrains, dans les diverses régions, a obligé à multiplier les divisions, qui sont au nombre de soixante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est juste de citer aussi les noms de MM. P. Lipold, Fœtterlé, Charles de Hauer, Stur, Stache, Wolf, d'Andrian et Paul, qui font partie, à divers titres, de l'Institut géologique d'Autriche.

On sait que cette commission a pour but non-seulement d'exécuter des cartes géologiques, mais aussi de rassembler à l'appui, dans un musée central, des collections, qui sont déjà très-considérables, et, en outre, de publier des mémoires raisonnés donnant le résultat de ses opérations.

Si l'on tient compte de la manière imparfaite dont beaucoup de parties de l'empire étaient connues lorsque ce grand travail a été entrepris, il y a moins de vingt ans, et des difficultés que présentait l'exploration de certaines régions, on doit reconnaître que les auteurs de ces cartes ont déjà rendu un service considérable au pays.

Deux cartes récemment publiées, l'une de la Moravie, de la Silésie, par M. Fœtterlé, l'autre du duché de Styrie, par M. D. Stur, toutes deux à l'échelle de $\frac{1}{288,000}$, sont l'œuvre personnelle de ces deux géologues.

§ 4. — Autres pays d'Europe.

Carte géologique de l'Espagne, publiée par MM. de Verneuil et Collomb, à l'échelle de $\frac{1}{100,000}$, d'après leurs observations faites de 1849 à 1862 et celles d'un certain nombre d'autres géologues. — Elle fait connaître, dans ses traits généraux, la constitution de la Péninsule, qui est si accidentée, et, en même temps, si importante par ses richesses minérales. Elle est une nouvelle marque du dévouement à la science et de la rare sûreté d'observation avec lesquels M. de Verneuil a poursuivi ses importantes études d'un bout à l'autre de l'Europe et jusqu'en Amérique.

Une carte géologique d'Espagne, restée manuscrite, est due à M. Amalio Maestre, inspecteur général des mines, qui a exécuté également plusieurs cartes géologiques spéciales de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

provinces. Deux autres provinces ont été relevées géologiquement par M. Francisco Coello.

Carte géologique du Portugal, par MM. C. Ribeiro et E. Delgado, publiée à l'échelle de $\frac{1}{100,000}$, sur le canevas du Dépôt de la Guerre. — Ce travail a été entrepris en 1857; six feuilles ont déjà paru. On les lit avec d'autant plus de facilité, que les auteurs ont adopté, à très-peu près, la série des couleurs de la carte de France; elles sont accompagnées d'une suite de vues des côtes, formant dix feuilles, qui sont très-habilement dessinées et très-instructives.

En outre, les mêmes auteurs ont exécuté une carte d'ensemble du Portugal, à l'échelle de $\frac{1}{500,000}$, sur la carte publiée par l'Institut géographique. Ce second travail comprend deux feuilles; la seconde vient de paraître.

Les auteurs ont le mérite d'avoir exécuté tout le travail eux-mêmes et sans aides, dans un pays qui était très-incomplétement exploré avant eux. Ils contribuent ainsi, pour une part, à l'essor que prend l'industrie minérale en Portugal.

La partie paléontologique du travail est exécutée par M. Costa, l'un des trois directeurs, dont le mérite est également bien connu.

Carte géologique de l'Italie septentrionale centrale, compilation exécutée sur les matériaux existants par les soins du Ministère de l'Agriculture et du Commerce. — Cette carte, encore manuscrite, est à l'échelle de $\frac{1}{600,000}$ et s'étend jusqu'à Naples. Elle fait clairement ressortir les nombreuses éruptions de roches et d'autres faits importants que présente la Péninsule; il serait à désirer qu'elle fût bientôt publiée.

Sur la même feuille on a fait figurer l'île de Sardaigne, dont les études approfondies de M. le général Albert de la Marmora ont fait connaître le haut intérêt géologique.

D'autres parties de l'Italie ont été l'objet de cartes spéciales, parmi lesquelles nous signalerons les suivantes :

Carte géologique de la Spezzia, exécutée par M. Capellini, professeur à l'Université de Bologne, à l'échelle de $\frac{1}{50,000}$. —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Différents terrains de cette contrée remarquable, parmi lesquels se distingnent les couches appartenant à l'âge de l'infralias, objet de diverses discussions, sont délimités avec grand soin.

Carte géologique des provinces de Lucques et de Massa-Carrara, exécutée à l'échelle de $\frac{1}{80,000}$, par M. Cocchi. — Cette contrée, dont les terrains cristallins ont pris place dans les discussions relatives au métamorphisme, a aussi été explorée d'une manière approfondie par l'auteur, que ses études sur la Toscane ont fait connaître.

Cartes de l'Italie centrale, par M. le professeur Ponzi. — Ces cartes manuscrites présentent, d'une manière très-claire, des régions de l'Italie très-remarquables par leur constitution géologique ; ce sont : l'Italie centrale, à l'échelle de $\frac{1}{250,000}$, accidentée d'une manière si intéressante par les phénomènes volcaniques ; les montagnes de la Tolfa, avec les massifs dans lesquels le trachyte a été transformé en alunite par les émanations sulfureuses ; une partie des émanations de cette contrée, restée à l'état de soufre libre, imprègne les tufs volcaniques des environs de Canale (cette partie de la carte d'ensemble a été agrandie à l'échelle de $\frac{1}{50,000}$) ; le Latium, avec ses phénomènes volcaniques de divers âges, à l'échelle de $\frac{1}{65,000}$. A l'appui de cette dernière étude, l'auteur a publié l'hydrographie des environs de Rome, à l'époque pliocène et à l'époque des volcans sous-marins, qui ont servi de précurseurs aux volcans atmosphériques du même pays.

Il convient de mentionner aussi une série instructive de coupes que M. Joseph Scarabelli, à l'échelle de $\frac{1}{400,000}$, sous le titre de *Guide dans une partie de l'Italie*, a levées dans la région de Pistoie, Bologne, Ancône et Fossato ;

La Carte géologique de la province de Bergame, par M. Milesi ;

Les Cartes et Études géologiques de la même province, par l'*Institut technique de Bergame ;*

Le Spécimen du grand plan archéologique et géologique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui comprend les Catacombes de Rome, par M. de Rossi;

La Carte géologique, botanique et agricole, de la vallée du Tibre, par M. N. Cherici.

Carte géologique des Pays-Bas.—Ce travail, publié à l'échelle de $\frac{1}{200,000}$, dont huit feuilles imprimées en couleurs ont déjà paru, présente une étude approfondie et détaillée des alluvions qui couvrent la plus grande partie du pays.

Les géologues ont aussi remarqué avec intérêt la carte topographique d'une partie de l'île de Java, publiée à l'échelle de $\frac{1}{100,000}$, et montrant une partie des cônes volcaniques si remarquables dans cette colonie néerlandaise.

Carte géologique de la Russie, par M. le général de Helmersen.—Bien que l'auteur ait fait d'actives explorations dans ce vaste pays, cette carte n'apporte que de légères modifications au travail classique publié antérieurement par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling.

Il est à regretter que M. Abich, qui, depuis longtemps, explore la région transcaucasienne avec tant de dévouement à la science, n'ait pu envoyer les cartes qu'il exécute; elles offriront une partie du résultat des importantes études de ce savant.

§ 5. — Pays hors d'Europe.

Cartes géologiques des Etats-Unis.—L'Etat de l'Illinois vient de publier sa description géologique, qui a été confiée, sous la direction de M. Worthen, à MM. Whitney (Léon), Lesquereux et Henry Engelmann. La description des fossiles qui se trouvent dans les différents étages, et qui ont été figurés avec le plus grand soin, y occupe une place considérable.

D'autres cartes géologiques publiées aux Etats-Unis auraient pu figurer à l'Exposition; car il n'est pas inutile de rappeler que dans ce pays, où toutes les ressources naturelles sont mises à profit avec tant d'activité, le gouvernement de chaque Etat et le gouvernement central lui-même n'ont rien négligé pour ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenir une exploration géologique des pays qui lui appartiennent et pour la vulgariser.

Carte géologique du Chili, par M. Pissis. — Cinq feuilles de ce travail ont déjà paru.

Carte géologique d'Egypte, publiée par Figari-Bey, en six feuilles, à l'échelle de $\frac{1}{1,000,000}$.

A côté de ce tableau d'ensemble se trouve une coupe géologique, exécutée par MM. Voisin et Labrousse, des terrains qui avoisinent l'isthme de Suez.

Carte géologique de la craie de New-Jersey, par M. Cook.— Cette carte a été surtout exécutée afin de faire connaître les limites des couches renfermant de la glauconie, que l'on exploite comme amendement, en raison de la potasse qu'elle renferme.

Colonies anglaises. — Sous l'inspiration et à l'exemple de la mère patrie, les colonies anglaises explorent leur sol avec activité. Parmi ces colonies il en est trois, le Canada, l'Inde et l'Australie, dont les efforts méritent une mention spéciale.

Canada. — La *Carte géologique du Canada et des régions adjacentes*, exposée par la Commission géologique du Canada, dont on a vu aux Expositions précédentes des exemplaires coloriés à la main, a été exécutée, comme on sait, par sir William Logan, avec la collaboration, pour les Etats-Unis, du professeur James Hall, d'Albany. Les données géologiques pour le Canada ont été fournies par les travaux de la Commission géologique; celles des provinces de la Nouvelle-Ecosse, du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve, ainsi qu'une portion du territoire de la baie d'Hudson, qui figurent sur la même carte, sont tirées des travaux d'un grand nombre de géologues dont les noms sont mentionnés. Cette carte, dont la topographie est l'œuvre de M. Barlow, a été gravée sur acier à Paris, en 1866. Elle est à l'échelle de $\frac{1}{1,584,000}$, et embrasse, comme on voit, une région très-étendue.

La carte du Canada est accompagnée d'un atlas publié récemment, qui comprend une série de cartes, également im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primées en couleurs, et de coupes qui font bien comprendre la structure de la contrée.

Une carte d'une grande partie de la région Apalachienne du Canada représente, à une plus grande échelle que la carte d'ensemble, à $\frac{1}{253,440}$, la structure compliquée de cette région. On prépare des cartes semblables sur la même échelle pour d'autres parties du Canada.

En outre, diverses publications complètent ces cartes, ainsi qu'une série de rapports annuels, qui font connaître la marche des travaux depuis 1845 jusqu'en 1866, et des publications relatives aux fossiles caractéristiques. Le *Rapport général* sur la géologie du Canada, qui a paru en 1863, résume les nombreuses observations qui ont été faites par ce pays; il a paru en anglais et en français.

Inde.—L'Inde possède aussi un *Geological Survey*, qui, réorganisé en 1856, sous la direction de M. Thomas Oldham, continue hardiment ses explorations. Bien que la *Carte géologique de l'Inde* ne figure pas à l'Exposition, nous devons la mentionner spécialement. Pour certaines feuilles, l'échelle est celle de la carte d'Angleterre, $\frac{1}{63,360}$; pour d'autres, qui représentent un terrain uniforme, comme les alluvions ou les terrains connus sous le nom de *latérite*, l'échelle est quatre fois moindre.

Les rapports explicatifs sont réunis dans un recueil dans lequel l'étude des terrains qui renferment du combustible occupe une large part. Un second recueil est consacré principalement aux animaux fossiles. Ces deux ouvrages, accompagnés de planches fort bien lithographiées, sont imprimés à Calcutta.

Australie.—Carte géologique de la province de Victoria, publiée sous la direction de M. A.-R.-C. Selwyn.—Dans la colonie de Victoria, de même que dans l'Inde et au Canada, le tracé géologique du pays suit de très-près ou accompagne même le tracé géographique. La carte géologique de la province de Victoria, exécutée à l'échelle de 2 pouces par 1,000 ou de $\frac{1}{30,680}$, est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riche en détails, tels que le plongement des couches et leurs lignes anticlinales et synclinales ; sur certaines feuilles elle indique d'innombrables filons de quartz, en partie aurifère, traversant le terrain silurien inférieur, dont le parallélisme est d'une régularité remarquable, et qui sont associés en quelques lieux à des filons de porphyre. Des notes succinctes, imprimées à la marge de chaque feuille, permettent de se rendre compte immédiatement des faits les plus remarquables. La publication de ce grand travail comprend déjà quarante-cinq feuilles.

Une carte géologique d'ensemble, à l'échelle de $\frac{1}{508,800}$, représente l'ensemble de la province.

Le district des mines d'or de Ballaarat a été représenté sur une carte spéciale et à plus grande échelle par M. Buttler.

§ 6. — Cartes agronomiques.

Divers essais ont été faits pour résumer sur une carte les caractères généraux des sols végétaux qu'il importe à l'agriculture de connaître.

M. Scipion Gras, ingénieur en chef des mines, et auteur de plusieurs cartes géologiques des départements du sud-est de la France, a publié, à la suite de la carte géologique du département de l'Isère, la carte agronomique du même département.

La carte agronomique des environs de Paris et celle du département de Seine-et-Marne ont été exécutées par M. Delesse, ingénieur en chef des mines; la nature de la terre végétale y est définie par un système de teintes et de signes conventionnels.

Un essai de carte géologique agricole de la Belgique a été exécuté par M. Malaise, d'après la carte classique de Dumont.

§ 7. — Cartes de gisements des substances utiles.

A part les cartes relatives aux terrains houillers et aux gisements de minerai de fer, dont il est question dans la partie du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapport relative à l'extraction des substances minérales, on peut mentionner spécialement certaines cartes destinées à faire connaître le gisement de substances utiles.

Carte minérale de la France, préparée par MM. Descos et Martelet, à l'appui de la collection minéralogique de ce pays.

Carte générale des filons du Hartz, publiée, sur l'invitation du Bergamt de Hanovre, par M. Borchers, à l'échelle de $\frac{1}{16,000}$. —Les nombreux filons métallifères qui sillonnent cette contrée y sont figurés, ainsi que les filons stériles, les gîtes de minerai de fer qui appartiennent à un autre gisement, et les principaux puits et galeries pratiqués pour leur exploitation. La structure détaillée de certains filons est elle-même représentée, dans ses traits caractéristiques, par des échantillons parfaitement choisis, ainsi que par des figures très-habilement exécutées, qui montrent le mode de remplissage successif des filons et la manière dont les fragments des roches encaissantes sont enveloppés de couches concentriques de minerai.

Carte minière du Portugal, exécutée par C. Ribeiro et J.-A.-C. Das N. Cabral.—Cette carte, tout récemment terminée, représente bien clairement les différents gîtes minéraux du royaume, en même temps que les conditions géologiques dans lesquelles ils se trouvent.

L'intéressante notice sur le même sujet, que M. Das N. Cabral a publiée pour l'Exposition, servira utilement de texte explicatif à cette carte.

Carte de la distribution des minéraux utiles dans le district de l'administration des mines de Halle, en Prusse, exécutée à l'échelle de $\frac{1}{200,000}$, et où l'on voit représentés les nombreux gisements de lignite récemment mis en exploitation si active, les gîtes de houille, minerais de fer, minerais de cuivre, terres alunifères et sels potassiques.

Carte géologique et topographique du district minéral du Lac supérieur, publiée par M. Hulbert, à l'échelle de $\frac{1}{20,720}$. —Elle est spécialement destinée à montrer la position des mines de cuivre et de fer, et des concessions qui s'y rapportent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Carte des couches de houille et des gîtes du minerai de la Haute-Silésie, par Hœrold, à l'échelle de $\frac{1}{16,000}$. — Les profils intéressants dont elle est accompagnée apprennent comment la galène, la calamine et le minerai de fer se sont déposés dans des conditions semblables et sont associés à la dolomie.

L'eau devant compter, à juste titre, parmi les minéraux utiles, c'est ici le lieu de mentionner la *Carte hydrologique du département de la Seine*, exécutée par M. Delesse, à l'échelle de $\frac{1}{25,000}$, et dans laquelle l'auteur fait connaître, d'après un système nouveau, la forme des nappes souterraines, ainsi que les terrains qui les supportent et la profondeur à laquelle on peut les atteindre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

DU

TOME DEUXIÈME

GROUPE II

MATÉRIEL ET APPLICATIONS DES ARTS LIBÉRAUX.

CLASSE 6.

PRODUITS D'IMPRIMERIE ET DE LIBRAIRIE,

PAR M. PAUL BOITEAU.

CHAPITRE I.

		Pages.
	FONTE, CLICHAGE ET MATÉRIEL DE L'IMPRESSION	4
§ 1.	Gravure et fonte des caractères	4
§ 2.	Clichage et galvanoplastie	9
	Caractères de musique	13
	Cartes géographiques	15
§ 3.	Papier, encre, etc	15
	Papier	15
	Encre d'imprimerie	17
	Machines	18

CHAPITRE II.

	IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE	19
§ 1.	Imprimerie impériale de France	19
§ 2.	Imprimeries et librairies particulières	26
§ 3.	Libraires-éditeurs français	43
§ 4.	Imprimerie et librairie à l'étranger	51
	Pays-Bas	52
	Belgique	52
	Allemagne	53
	Autriche	56
	Italie	57

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
Suisse 57
Espagne 57
Portugal 58
Egypte 58
Grèce 59
Russie 59
Suède 59
Norwége 59
Turquie 59
Danemark 59
Amérique 59
Grande-Bretagne 63

CHAPITRE III.

IMPRESSIONS LITHOGRAPHIQUES 65

CHAPITRE IV.

GRAVURE SUR BOIS 76

CHAPITRE V.

PROCÉDÉS DIVERS DE GRAVURE ET D'IMPRESSION 83

CHAPITRE VI.

IMPRESSION EN TAILLE-DOUCE 89

CHAPITRE VII.

OBSERVATIONS SUR LA SITUATION DE L'IMPRIMERIE EN FRANCE 92
§ 1. Production 92
§ 2. Conditions du travail; salaires; question des femmes 94
§ 3. État légal de l'imprimerie 96

CLASSE 7.

OBJETS DE PAPETERIE — MATÉRIEL DES ARTS, DE LA PEINTURE ET DU DESSIN.

SECTION I.

PAPETERIE,

PAR M. ROULHAC.

§ 1. Matières premières 103
§ 2. Caractère des produits exposés 106

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION II.

PAPIERS. — SUCCÉDANÉS DES CHIFFONS,

PAR M. ANSELME PAYEN.

Pages.

§ 1. Matières premières du papier..... 116
§ 2. Pâtes des fibres, du bois, de la paille, etc..... 118
§ 3. Pâtes à papier obtenues à l'aide d'agents chimiques..... 121
Traitement par l'eau régale à froid 125
Traitement à chaud par l'eau régale étendue 126
§ 4. Lessivage 126
§ 5. Blanchiment 127
§ 6. Fabrication d'alcool et de pâte à papier avec le bois..... 129
§ 7. Conclusion 134

SECTION III.

MATÉRIEL DES ARTS, DE LA PEINTURE ET DU DESSIN..... 137

PAR M. ROULHAC.

CLASSE 8.

APPLICATION DU DESSIN ET DE LA PLASTIQUE AUX ARTS INDUSTRIELS.

SECTION I.

PROCÉDÉS ET ENSEIGNEMENT DE L'ART INDUSTRIEL,

PAR M. BALTARD.

CHAPITRE I.

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX.

§ 1. Photographie, héliogravure, paniconographie, etc..... 145
§ 2. Mosaïques. — Peintures émaillées..... 149

CHAPITRE II.

ENSEIGNEMENT DU DESSIN APPLIQUÉ AUX ARTS INDUSTRIELS.

§ 1. L'enseignement en France..... 151
§ 2. Pays étrangers..... 153

SECTION II.

APPLICATIONS DE L'ART A L'INDUSTRIE,

PAR M. EDMOND TAIGNY.

CHAPITRE I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

§ 1. Organisation de la classe 8..... 157

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
§ 2. Point de départ et but de l'art industriel..... 159
§ 3. Tableau, par nature d'industrie, des artistes exposants de la classe 8..... 164

CHAPITRE II.

BRANCHES DIVERSES DE L'ART INDUSTRIEL.

§ 1. Dessinateurs pour ameublement, décorateurs..... 165
§ 2. Dessinateurs de fabrique, impressions, soieries, dentelles, broderies..... 169
§ 3. Dessinateurs pour châles..... 172
§ 4. Papiers peints..... 173
§ 5. Dessinateurs pour bijoux, orfévrerie d'art..... 175
§ 6. Damasquine..... 176
§ 7. Émaux..... 178
§ 8. Céramique, briques émaillées..... 179
§ 9. Camées, pierres dures..... 182
§ 10. Graveurs en cachets héraldiques, timbres secs et humides, chiffres monogrammes pour timbrage en couleur..... 183
§ 11. Gravures en taille-douce, reproduction des planches par la galvanoplastie..... 183
§ 12. Gravures sur verre..... 184
§ 13. Ouvrages populaires sur les beaux-arts; vulgarisation de modèles anciens..... 184

SECTION III.

GRAVURES SUR PIERRES DURES..... 188

PAR M. BARRE.

CLASSE 9.

ÉPREUVES ET APPAREILS DE PHOTOGRAPHIE,

PAR M. DAVANNE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES..... 193

CHAPITRE I.

ÉPREUVES DIRECTES ET ÉPREUVES NÉGATIVES.

§ 1. Héliochromie..... 195
§ 2. Plaques daguerriennes..... 196
§ 3. Négatif sur papier..... 197
§ 4. Négatif sur verre..... 197
Glaces albuminées..... 198
Glaces collodionnées..... 198

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

DIVERS MODES D'IMPRESSION DES ÉPREUVES OBTENUES A LA CHAMBRE NOIRE.

Pages.
§ 1. Impressions par les sels d'or et d'argent 201
§ 2. Impressions par le bichromate de potasse et les matières colorantes 202
§ 3. Impressions vitrifiées; émaux; vitraux; céramique 204
§ 4. Impressions à l'encre grasse 206

CHAPITRE III.

APPLICATIONS DIVERSES DE LA PHOTOGRAPHIE.

§ 1. Application aux arts 210
Reproductions 212
Architecture 213
Paysages 214
§ 2. Application aux sciences 216
Astronomie 216
Recherches microscopiques 216
Géographie, géologie, levé des plans, agriculture 216
§ 3. Application à l'industrie 218

CHAPITRE IV.

MATÉRIEL, APPAREILS ET PRODUITS DESTINÉS A LA PHOTOGRAPHIE.

§ 1. Appareils optiques 221
Objectifs à portraits 221
Objectifs à reproduction 222
Objectifs à paysages 223
Appareils spéciaux 224
§ 2. Produits chimiques et papiers 225
Produits généraux 225
Produits spéciaux 227
Papiers photographiques 229
§ 3. Appareils et matériel des photographes 230
Ébénisterie 230
Verreries, cuvettes, accessoires 232
§ 4 Conclusion 233

CLASSE 10.

INSTRUMENTS DE MUSIQUE,

PAR M. FÉTIS.

CHAPITRE I.

INSTRUMENTS DE MUSIQUE.

§ 1. Orgues d'église et de chapelle 237
Pays étrangers 245

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
§ 2. Harmoniums et accordéons 246
France 248
§ 3. Pianos 251
Grands pianos. — France 253
Pays étrangers 255
Pianos droits, obliques, etc 263

CHAPITRE II.

INSTRUMENTS A ARCHET.

France 268
Pays étrangers 270

CHAPITRE III.

INSTRUMENTS A CORDES PINCÉES.

France 274
Pays étrangers 276

CHAPITRE IV.

INSTRUMENTS A VENT.

§ 1. Famille des flûtes 277
§ 2. Famille des hautbois 282
§ 3. Famille des clarinettes 284
§ 4. Instruments de cuivre 287
Famille des cors et cornets 287
Cors d'harmonie 289
Les cornets 290
Famille des trompettes et trombones 292
Famille des bugles ou saxhorns 294
Famille des saxophones 296

CHAPITRE V.

INSTRUMENTS DE PERCUSSION.

§ 1. Instruments sonores 297
§ 2. Instruments bruyants 298

CHAPITRE VI.

INSTRUMENTS MIXTES ET MÉCANIQUES.

Piano-orgue 300
Piano-violon 301
Harmonica, harmoniflûte, harmonicor 301
Orchestrions 302

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII.

FABRICATION DE PARTIES DIVERSES ET D'ACCESSOIRES DE DIVERS INSTRUMENTS.

Pages.
§ 1. Pianos 303
§ 2. Instruments à archet; cordes de boyaux 304
§ 3. Agents de la production des sons; archets 307
§ 4. Instruments à vent, en bois; anches 308

CHAPITRE VIII.

PUBLICATIONS MUSICALES.

§ 1. Typographie de la musique 310
§ 2. Traités pour l'enseignement de la musique 313
L'École du musicien, ou Solfége théorique et pratique 314
La Méthode de contre-basse 315
La Méthode de harpe 316
Conclusions 317

CLASSE 11.

APPAREILS ET INSTRUMENTS DE L'ART MÉDICAL, AMBULANCES CIVILES ET MILITAIRES.

SECTION I.

HYGIÈNE ET MÉDECINE,

PAR MM. LES DOCTEURS A. TARDIEU ET SIR JOHN OLIFFE.

§ 1. Observations sur l'ensemble de la classe 11 321
§ 2. Hygiène privée et médecine 324
§ 3. Appareils balnéatoires 324
§ 4. Irrigateurs et pulvérisateurs 326
§ 5. Gymnastique 327
§ 6. Instruments destinés à l'exploration médicale et à divers traitements spéciaux 328
§ 7. Appropriation du caoutchouc à divers usages médicaux 330
§ 8. Application de l'électricité à la médecine pratique 330
§ 9. Librairie médicale 331

SECTION II.

INSTRUMENTS DE CHIRURGIE,

PAR M. LE DOCTEUR NÉLATON.

§ 1. Des instruments nouveaux perfectionnés depuis 1855 334
Le forceps lithotriteur 334
L'otoscope 337
Le laryngoscope 337

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION III.

APPAREILS ET OUVRAGES DE GYMNASTIQUE,

PAR M. LE DOCTEUR DEMARQUAY.

CHAPITRE I.

Pages.
LA GYMNASTIQUE A L'EXPOSITION..... 339

CHAPITRE II.

HISTOIRE DE LA GYMNASTIQUE..... 343

SECTION IV.

APPAREILS ORTHOPÉDIQUES. — PROTHÈSE CHIRURGICALE. — BANDAGES. — SECOURS AUX BLESSÉS,

PAR M. LE DOCTEUR TILLAUX.

CHAPITRE I.

APPAREILS ORTHOPÉDIQUES..... 363

CHAPITRE II.

DE LA PROTHÈSE CHIRURGICALE..... 367
§ 1. Prothèse occulaire..... 368
§ 2. Prothèse nasale..... 368
§ 3. Prothèse des membres supérieurs..... 369
§ 4. Prothèse des membres inférieurs..... 371

CHAPITRE III.

BANDAGES..... 373

CHAPITRE IV.

EXPOSITION DES COMITÉS DE SECOURS AUX BLESSÉS MILITAIRES DE TERRE ET DE MER..... 375

SECTION V.

VOITURES ET TENTES D'AMBULANCE,

PAR M. LE DOCTEUR THOMAS-W. ÉVANS.

CHAPITRE I.

VOITURES D'AMBULANCE, CACOLETS, ETC..... 378

CHAPITRE II.

TENTES D'AMBULANCE..... 384

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECTION VI.

CHIRURGIE DENTAIRE,

PAR M. LE DOCTEUR THOMAS-W. ÉVANS.

CHAPITRE I.

Pages.
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES..... 389
§ 1. Écoles et établissements de chirurgie dentaire..... 390
§ 2. Importance de la chirurgie dentaire..... 393

CHAPITRE II.

PROTHÈSE BUCCALE.

§ 1. Dents artificielles..... 396
§ 2. Instruments de chirurgie dentaire..... 400
§ 3. L'or dans la chirurgie dentaire..... 402
§ 4. Emploi du caoutchouc..... 403
§ 5. Emploi des anesthésiques..... 407
§ 6. Examen sommaire des produits exposés..... 408
§ 7. Elixirs et poudres dentifrices..... 410

CLASSE 12.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET MATÉRIEL DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES.

SECTION I.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES..... 415

PAR M. LISSAJOUS.

SECTION II.

APPAREILS D'ÉLECTRICITÉ, DE MAGNÉTISME ET DE PHYSIQUE MÉCANIQUE,

PAR M. PRIVAT-DESCHANEL.

CHAPITRE I.

APPAREILS D'ÉLECTRICITÉ, DE MAGNÉTISME, DE CHALEUR, ET INSTRUMENTS DIVERS.

§ 1. Moteurs électriques..... 421
§ 2. Machines électriques..... 422
§ 3. Piles..... 425
§ 4. Machines électro-magnétiques..... 426

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
§ 5. Régulateur de la lumière électrique..... 427
§ 6. Galvanomètres et voltamètres..... 429
§ 7. Aimants..... 430
§ 8. Chronoscopes..... 431
§ 9. Appareils divers relatifs à la chaleur..... 432

CHAPITRE II.

APPAREILS DE PHYSIQUE MÉCANIQUE.

§ 1. Machines pneumatiques..... 432
§ 2. Gyroscopes..... 434
§ 3. Pandynamomètre de M. Hirn..... 435

CHAPITRE III.

MACHINES PROPRES A LA MESURE DES LONGUEURS ET DES POIDS.

§ 1. Machines à diviser..... 437
§ 2. Instruments divers..... 438
§ 3. Balances et poids..... 439

CHAPITRE IV.

INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE.

§ 1. Baromètres, thermomètres, hygromètres, anémomètres..... 442
§ 2. Météorographes..... 442

SECTION III.

INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE TOPOGRAPHIE, DE MARINE, D'OPTIQUE ET D'ACOUSTIQUE,

PAR M. LISSAJOUS.

CHAPITRE I.

INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE ET DE GÉODÉSIE.

§ 1. Télescopes et lunettes..... 446
§ 2. Lunettes parallactiques et instruments méridiens..... 452
§ 3. Théodolites..... 458
§ 4. Instruments de nivellement..... 460
§ 5. Instruments destinés à mesurer les distances..... 462

CHAPITRE II.

INSTRUMENTS DE MARINE.

§ 1. Boussoles, compas de route..... 465
§ 2. Instruments d'astronomie nautique..... 467
§ 3. Instruments divers..... 467

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

INSTRUMENTS D'OPTIQUE.

Pages.
§ 1. Loupes, lunettes, jumelles, longue-vues 469
§ 2. Microscopes 471
§ 3. Héliostats, appareils de projection, spectroscopes, appareils de pulvérisation et d'interférence 474
§ 4. Accessoires d'optique 478

CHAPITRE IV.

ACOUSTIQUE 480

SECTION IV.

POIDS ET MESURES, MONNAIES,

PAR M. DE LAPPARENT.

§ 1. Établissement du système métrique 486
§ 2. Tentatives récentes en faveur de l'uniformité des mesures .. 488
§ 3. Travaux du Comité de l'Exposition de 1867 492

SECTION V.

APPAREILS DENSIMÉTRIQUES 501

PAR M. L.-H. DE BAUMHAUER.

SECTION VI.

INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES ET MODÈLES POUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES,

PAR M. ED. GRATEAU.

CHAPITRE I.

INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES ET MESURES DIVERSES.

§ 1. Considérations générales 523
§ 2. Compas, tire-lignes, etc 526
§ 3. Instruments en bois pour le dessin 530
§ 4. Mesures linéaires et règles graduées 531
§ 5. Instruments servant à exécuter mécaniquement certaines opérations géométriques 533
§ 6. Instruments servant à exécuter des opérations arithmétiques .. 535

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

MODÈLES POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE ET DE LA CRISTALLOGRAPHIE.

Pages.
§ 1. Modèles de géométrie élémentaire..... 538
§ 2. Modèles de géométrie descriptive..... 539
§ 3. Modèles de géométrie supérieure..... 541
§ 4. Modèles de cristallographie..... 542

CHAPITRE III.

MODÈLES POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA TECHNOLOGIE GÉNÉRALE.

§ 1. Modèles de stéréotomie et de construction..... 543
§ 2. Modèles de mécanique..... 545

SECTION VII.

MODÈLES D'ANATOMIE,

PAR M. TILLAUX.

§ 1. Modèles en cire..... 549
§ 2. Anatomie plastique de M. Auzoux..... 552

CLASSE 13.

CARTES ET APPAREILS DE GÉOGRAPHIE, DE GÉOLOGIE ET DE COSMOGRAPHIE.

SECTION I.

CARTES TOPOGRAPHIQUES, HYDROGRAPHIQUES ET GÉOGRAPHIQUE — PLANS EN RELIEF,

PAR M. LE COLONEL FERRI PISANI.

CHAPITRE I.

TOPOGRAPHIE..... 557
§ 1. Carte de France..... 563
§ 2. Cartes étrangères..... 566

CHAPITRE II.

HYDROGRAPHIE.

§ 1. Cartes de l'Angleterre..... 569
§ 2. Cartes françaises..... 570
§ 3. Cartes des États-Unis..... 572

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

Pages.
GÉOGRAPHIE 572

CHAPITRE IV.

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE REPRODUCTION APPLICABLES AUX CARTES : GALVANOPLASTIE, PHOTOGRAPHIE, HÉLIOGLYPHIE.

§ 1. Galvanoplastie 581
§ 2. Photographie 583
§ 3. Hélioglyphie 585

CHAPITRE V.

PLANS EN RELIEF 587
Alpes Dauphinoises 588
Département du Jura 589
L'isthme de Suez 590

SECTION II.

CARTES MARINES,

PAR M. DARONDEAU.

CHAPITRE I.

TRAVAUX DU DÉPÔT DES CARTES ET PLANS DE LA MARINE DE FRANCE 592
Hydrographie générale, 22 cartes 593
Côtes occidentales d'Italie, 58 cartes 593
Côtes d'Islande et de Terre-Neuve, 58 cartes 593
Côtes du Brésil, 31 cartes ou plans 593
Océan Pacifique, 35 cartes ou plans 594
Indo-Chine, 34 cartes ou plans 594
Méditerranée et côte d'Afrique, 35 cartes 594

CHAPITRE II.

EXPOSÉ DES TRAVAUX DU LIEUTENANT MAURY 597
Track-charts, *Trade-wind-charts*, *Pilot-charts* 598

SECTION III.

CARTES GÉOLOGIQUES

(Première partie),

PAR M. EDMOND FUCHS.

CHAPITRE I.

GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPES FONDAMENTAUX ET LES TENDANCES QUI ONT PRÉSIDÉ A L'EXÉCUTION DES CARTES GÉOLOGIQUES 604

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

ÉTUDE DES PRINCIPALES CARTES EXPOSÉES.

Pages.

§ 1. France. — Cartes départementales 615
Carte de l'Ariége 616
Cartes de la Creuse et de la Haute-Vienne 616
Carte de la Moselle 616
Carte du Haut-Rhin 617
Carte de la Haute-Marne 618
Carte de la Seine 618
Cartes de la Vienne et du Jura 619
Cartes du Cantal et du Doubs 619
§ 2. France (*Suite*). — Fragment d'une carte détaillée de la France. 620
§ 3. France (*Suite*). — Études de géologie générale 625
§ 4. Algérie 628
§ 5. Suède 629
§ 6. Norwége 631
§ 7. Suisse 634

CARTES GÉOLOGIQUES

(Seconde partie),

PAR M. DAUBRÉE.

§ 1. Iles Britanniques 638
§ 2. Pays d'Allemagne 641
Carte géologique du Grand-Duché de Hesse 641
Carte géologique du Grand-Duché de Bade 642
Carte géologique du Wurtemberg 642
Carte géologique de la Prusse Rhénane et de la Westphalie. 642
Carte géologique de la Haute-Silésie et des pays voisins ... 643
Carte géologique de la Basse-Silésie et des pays voisins 643
Carte géologique de la province de Saxe, de Magdebourg, au Hartz 643
Carte géologique de la Bavière 643
§ 3. Autriche 644
Cartes géologiques de l'Institut I. R. d'Autriche 644
§ 4. Autres pays d'Europe 645
Carte géologique de l'Espagne 645
Carte géologique du Portugal 646
Carte géologique de l'Italie septentrionale centrale 646
Carte géologique de la Spezia 646
Carte géologique des provinces de Lucques et de Massa-Carrara 647
Carte de l'Italie centrale 647
Carte géologique des Pays-Bas 648
Carte géologique de la Russie 648

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

§ 5. Pays hors d'Europe..... 648
Cartes géologiques des États-Unis.. 648
Carte géologique du Chili..... 649
Carte géologique d'Égypte..... 649
Carte géologique de la craie de New-Jersey..... 649
Colonies anglaises..... 649
Canada..... 649
Carte géologique du Canada et des régions adjacentes..... 649
Inde..... 650
Australie. — Carte géologique de la province de Victoria.. 650
§ 6. Cartes agronomiques..... 651
§ 7. Cartes de gisements des substances utiles..... 651
Carte minérale de la France..... 652
Carte générale des filons de Hartz..... 652
Carte minière du Portugal..... 652
Carte de la distribution des minéraux utiles dans le district de l'administration des mines de Halle, en Prusse..... 652
Carte géologique et topographique du district minéral du lac Supérieur..... 652
Carte des couches de houille et des gîtes du minerai de la Haute-Silésie..... 653

FIN DE LA TABLE DU TOME II.

Paris. — Imprimerie Paul Dupont, rue de Grenelle-Saint-Honoré, 45.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires