http://cnum.cnam.fr
Conservatoire numérique des Arts & Métiers

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1872. 71e année. 2e série, tome 19

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 19e siècle
Description : 784-XLVIIIp. : ill., pl. 462-481 ; 26 cm
Adresse : Paris : Madame Veuve Bouchard-Huzard, 1872
Cote de l'exemplaire : BSPI.71

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.71

La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other *CNUM* documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from *CNUM*.

PDF créé le 7/11/2009



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S. E. I. N.
Bibliothèque

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE,

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION

DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ,

MM. COMBES ET PELIGOT,

MEMBRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SOIXANTE ET ONZIÈME ANNÉE.

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME XIX.

La Société a été reconnue comme établissement d'utilité publique par ordonnance royale du 21 avril 1824.

Paris,

MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD,

IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ,

RUE DE L'ÉPERON-SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 5

1872

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ.

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au *Bulletin*, tous les jours, de midi à quatre heures.

RÉDACTION DU BULLETIN.

Renseignements, tous les jours, de deux à cinq heures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Janvier 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES, DES ADJOINTS ET DES MEMBRES HONORAIRES, ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS DU 22 DÉCEMBRE 1871.

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1829. — DUMAS (G. C. ✻), secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 69.

Vice-présidents.

1833. — Le baron A. SÉGUIER (O. ✻), de l'Académie des sciences, etc., rue du Regard, 5.

1844. — BALARD (C. ✻), de l'Académie des sciences, rue d'Assas, 100.

Vice-présidents adjoints.

1847. — BAUDE (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1830. — AMÉDÉE-DURAND (✱), ingénieur-mécanicien, membre de la Société centrale d'agriculture de France, rue de l'Abbaye-Saint-Germain, 10.

Secrétaire général.

1845. — Le baron CHARLES DUPIN (G. O. ✱), de l'Académie des sciences, rue du Bac, 118.

Secrétaires adjoints.

1839. — COMBES (C. ✱), de l'Académie des sciences, inspecteur général des mines, boulevard Saint-Michel, 60.

1836. — PELIGOT (E.) (O. ✱), de l'Académie des sciences, vérificateur des essais à la Monnaie, quai Conti, 11.

Trésorier.

1866. — GOUPIL DE PRÉFELN, rue Taitbout, 34.

Censeurs.

1850. — LABOULAYE (Ch.) (✱), ancien élève de l'École polytechnique, rue Madame, 40.

1840. — BECQUEREL (E.) (O. ✱), de l'Académie des sciences, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.

Commission des fonds.

Membres titulaires.

1842. — Le comte B. DE MONY-COLCHEN (✱), conseiller référendaire à la Cour des comptes, rue de la Victoire, 74.

1849. — Le baron E. DE LADOUCETTE (O. ✱), rue Saint-Lazare, 58.

1854. — GODARD-DESMARETS (O. ✱), administrateur de la compagnie des verreries et cristalleries de Baccarat, à Baccarat; à Paris, cité Bergère, 1.

1862. — LORIN, propriétaire, boulevard Ulrich, 120.

1864. — LEGRAND, ancien négociant, vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, rue Bergère, 26.

1867. — DEVINCK (C. ✱), manufacturier, rue Saint-Honoré, 175.

1867. — CALON (Paul) (✱), consul du Danemark, rue d'Hauteville, 53.

1871. — Le marquis DE TURENNE (✱), rue de Berri-du-Roule, 26.

1872. — MICHAL (C. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées, rue du Regard, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des arts mécaniques.

Année de l'entrée au Conseil.

Membres titulaires.

1830. — Amédée-Durand (✻), ingénieur-mécanicien, membre de la Société centrale d'agriculture de France, rue de l'Abbaye-Saint-Germain, 10.
1847. — Baude (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.
1847. — Alcan (✻), ingénieur civil, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue du Faubourg-Poissonnière, 98.
1850. — Duméry, ingénieur-mécanicien, boulevard de Batignolles, 24.
1851. — Callon (O. ✻), ingénieur en chef, professeur à l'École des mines, rue de l'Odéon, 9.
1855. — Tresca (O. ✻), sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers, rue Saint-Martin, 292.
1859. — Cavé aîné (✻), ingénieur-mécanicien, rue de Chabrol, 69.
1855. — Phillips (✻), ingénieur des mines, de l'Académie des sciences, avenue Montaigne, 48.
1869. — Farcot père (✻), ingénieur-mécanicien, à Saint-Ouen (Seine); à Paris, rue Fontaine-Saint-Georges, 34.

Membres adjoints.

1866. — Breguet (✻), artiste du Bureau des longitudes, quai de l'Horloge, 39.
1867. — Lecoeuvre (✻), ingénieur civil, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue de Turenne, 111.
1867. — De la Poix de Fréminville (O. ✻), ingénieur de la Marine, directeur de l'École nationale d'application du génie maritime, rue de l'Université, 88.
1869. — Haton de la Goupillière (✻), professeur à l'École des mines, rue Garancière, 8.

Comité des arts chimiques.

Membres titulaires.

1830. — Bussy (O. ✻), de l'Académie des sciences, place Saint-Michel, 3.
1831. — Chevallier (O. ✻), de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie, rue du Faubourg-Saint-Denis, 188.
1840. — Frémy (O. ✻), de l'Académie des sciences, rue Cuvier, 33.
1844. — Cahours (O. ✻), de l'Académie des sciences, quai Conti, 11.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1846. — Le baron THÉNARD (P.) (✻), de l'Académie des sciences, place Saint-Sulpice, 6.

1847. — LEBLANC (Félix) (✻), répétiteur à l'École polytechnique et à l'École centrale, rue de la Vieille-Estrapade, 9.

1868. — DEBRAY (✻), essayeur au Bureau de garantie, rue d'Assas, 76.

1851. — BARRAL (O. ✻), ancien élève de l'École polytechnique, secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France, rue de Rennes, 66.

1851. — SALVÉTAT (✻), chef des travaux chimiques à la Manufacture nationale de porcelaines, à Sèvres (Seine-et-Oise).

Membres adjoints.

1851. — JACQUELAIN, licencié ès sciences physiques, préparateur à l'École centrale, rue de Vaugirard, 34.

1869. — GOBLEY (✻), membre de l'Académie de médecine, rue de Grenelle-Saint-Germain, 34.

1869. — LAMY (✻), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Michel, 77.

1869. — CLOEZ (✻), répétiteur à l'École polytechnique, rue Linné, 7.

1869. — BOUIS (✻), essayeur à la Monnaie, quai Conti, 11.

Comité des arts économiques.

Membres titulaires.

1840. — PRIESTLEY (Ch.), répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures, rue du Cherche-Midi, 36.

1856. — LISSAJOUS (✻), professeur de physique au lycée Saint-Louis, rue des Écoles, 38.

1856. — Le comte DU MONCEL (Th.) (O. ✻), ingénieur électricien de l'Administration des lignes télégraphiques, rue de Hambourg, 7.

1852. — CLERGET (O. ✻), ancien receveur principal des douanes, rue du Pré-aux-Clercs, 5.

1861. — LE ROUX, répétiteur de physique à l'École polytechnique, rue de Braque, 4.

1861. — JAMIN (O. ✻), de l'Académie des sciences, professeur de physique à la Faculté des sciences, rue Soufflot, 24.

1862. — PELIGOT (Henri), ingénieur, rue Saint-Lazare, 43.

1862. — DE LUYNES (Victor), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue de Vaugirard, 61.

1866. — BOUILHET (Henri) (✻), manufacturier, rue de Bondy, 56.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Membres adjoints.

1866. — WOLFF (✻), manufacturier, rue Rochechouart, 22.
1869. — PALIARD (✻), architecte en chef de la Préfecture de police, avenue de l'Empereur, 180.
1869. — DE LA GOURNERIE (O. ✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Saint-Michel, 77.
1869. — HOMBERG (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, rue Notre-Dame-des-Champs, 115.

Comité d'agriculture.

Membres titulaires.

1828. — HUZARD (O. ✻), de la Société centrale d'agriculture de France, de l'Académie de médecine et du Conseil de salubrité, rue de l'Éperon, 5.
1846. — MOLL (O. ✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue des Marais-Saint-Martin, 32.
1849. — BRONGNIART (A.) (C. ✻), de l'Académie des sciences, professeur au Muséum d'histoire naturelle, rue Cuvier, 57.
1851. — DAILLY (Ad.) (O. ✻), de la Société centrale d'agriculture de France, rue Pigalle, 69.
1856. — MANGON (Hervé) (O. ✻), de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 69.
1856. — BOURGEOIS (✻), membre de la Société centrale d'agriculture de France, au Perray, près Rambouillet (Seine-et-Oise).
1864. — BOITEL (O. ✻), inspecteur général de l'agriculture, rue Madame, 34.
1864. — CHATIN (✻), de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie, rue de Rennes, 129.
1866. — BELLA (O. ✻), membre de la Société centrale d'agriculture de France, boulevard de Courcelles, 3.

Membres adjoints.

1866. — TISSERAND (O. ✻), inspecteur général de l'agriculture, rue du Cirque, 17.
1866. — HEUZÉ (✻), inspecteur général de l'agriculture, rue Berthier, 27, à Versailles (Seine-et-Oise).
1869. — PORLIER (✻), sous-directeur au Ministère de l'agriculture et du commerce, rue de Rennes, 129.
1869. — HARDY (✻), directeur du Potager du château de Versailles, à Versailles (Seine-et-Oise).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comité de commerce.

Année de l'entrée au Conseil.

Membres titulaires.

1852. — JULIEN (O. ✱), ancien directeur du commerce intérieur au Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, rue de Sèvres, 25.

1856. — BLOCK (Maurice) (✱), membre de plusieurs académies, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil (16e arr.).

1858. — RONDOT (Natalis) (O. ✱), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, boulevard Magenta, 76.

1864. — LAVOLLÉE (✱), ancien administrateur de la Compagnie générale des omnibus, grande rue de Passy, 84.

1866. — LEGENTIL fils (✱), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue de Paradis-Poissonnière, 51.

1868. — WOLOWSKI (O. ✱), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue de Clichy, 49.

1869. — CHRISTOFLE (Paul), manufacturier, rue de Bondy, 56.

1869. — ROY (Gustave) (✱), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue des Jeûneurs, 40.

1866. — SAY (Léon) (✱), préfet de la Seine, au palais du Luxembourg.

MEMBRES HONORAIRES.

1828. — DARBLAY aîné (O. ✱), membre de la Société nationale et centrale d'agriculture, rue de Lille, 74.

1832. — HERPIN, docteur en médecine, à la Beaupinière, près Vatan (Indre).

1840. — CALLA (✱), ingénieur-mécanicien, rue des Marronniers, 8, à Passy.

1840. — LE CHATELIER (O. ✱), ingénieur en chef des mines, rue Madame,

1843. — DE VALOIS (O. ✱), régent de la banque de France, rue Joubert, 31.

1844. — GAULTHIER DE RUMILLY (✱), ancien conseiller d'État, à Fleury, près d'Amiens (Somme).

1846. — FÉRAY (E.) (O. ✱), manufacturier, ancien membre du Conseil général des manufactures, à Essonne (Seine-et-Oise).

1857. — LE TAVERNIER, notaire honoraire, rue Taitbout, 34.

1860. — MOLINOS (Léon) (✱), ingénieur-architecte, rue de Châteaudun, 2.

1864. — BLANCHET (✱), ancien élève de l'École polytechnique, rue d'Hauteville, 26.

1868. — AVRIL (C. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 81.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par M.* TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur l'*APPAREIL HYDRAULIQUE *appliqué à la scène de la Gaîté pour déterminer le déplacement des rideaux et autres pièces mobiles, par* M. QUÉRUEL, 163, *boulevard Voltaire, à Paris.*

Messieurs, M. Quéruel a présenté à la Société d'encouragement un mémoire et des dessins relatifs à l'emploi proposé, pour le nouvel Opéra, de transmissions hydrauliques pour la manœuvre des planchers et des rideaux.

Ces documents étant encore, en ce moment, l'objet d'une étude comparative, faite par la commission de l'Opéra, entre plusieurs moyens analogues qui appartiennent à diverses sources et qui ne sont pas suffisamment distingués dans les projets de M. Quéruel, votre rapporteur a pensé que les règles de la plus simple convenance ne lui permettaient pas, quant à présent, de porter devant le Conseil une question qui pourrait donner prise à des réclamations plus ou moins fondées.

Ce n'est pas une raison, toutefois, pour que la Société d'encouragement s'abstienne de tout examen en ce qui concerne les faits d'application qui sont dus personnellement à M. Quéruel, et pour qu'elle ne s'empresse pas de constater les résultats ainsi réalisés par son initiative, et dont surgira, peut-être, une appréciation mieux comprise et, par cela même, favorable à ce genre d'appareils.

Le moteur du système appliqué par M. Quéruel est emprunté aux conduites d'eau de la Ville, sous une pression de 3 atmosphères seulement. Cette pression pourrait être, sur beaucoup de points, plus considérable, mais, ainsi limitée, elle permet déjà d'utiliser des efforts assez grands pour la plupart des manœuvres d'un théâtre.

Le récepteur, formant corps de presse hydraulique, se compose d'un grand tube de cuivre rouge, étiré, sans soudure, de $0^m,20$ de diamètre et de 5 mètres de longueur.

L'effort développé sur le piston s'élève à $\pi r^2 \times (3 \times 10330) = 973,5$ kilogrammes, et le travail d'une seule course se mesure par $973,5 \times 5 = 4868$ kilogrammètres. On voit, tout d'abord, par ces chiffres, toutes les facilités qu'un pareil moteur apporterait aux manœuvres, si son emploi pouvait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être généralisé. Il se prête, d'ailleurs, à toute diminution de pression, pour des effets moindres, par le simple étranglement de la valve d'introduction.

La tige du piston n'agit pas directement sur la résistance à vaincre ; elle ne transmet son effort disponible, comme dans les appareils élévatoires des docks anglais, que par l'intermédiaire d'une moufle à quatre brins qui le réduit au quart en augmentant la vitesse dans le rapport inverse.

Lorsque l'appareil est en pleine charge, la vitesse constante du piston est d'environ 1 mètre par seconde, celle de l'objet conduit peut s'élever à 4 mètres, et l'on dispose de cette dernière vitesse avec un effort réel de 100 kilogrammes pour toutes les transmissions à distance, à l'aide de cordages déviés sur des poulies suivant les besoins.

Dans une première application, qui a fonctionné depuis le mois de mars jusqu'au mois de juillet 1870, M. Quéruel faisait ainsi manœuvrer au théâtre de la Gaîté deux rideaux actionnés, comme à l'ordinaire, par les tambours des cintres, et l'appareil servait seulement à donner le mouvement à ces tambours.

En ce moment, le même appareil est, en outre, chargé du déplacement horizontal du chariot qui porte une barque traversant la scène. Ce mouvement s'exécute avec toute la précision désirable et l'appareil est assez sensible pour que la traction s'opère en très-complet accord avec la mesure de l'orchestre. Remarquons, d'ailleurs, que les périodes de fonctionnement et d'arrêt sont réglées à volonté par le jeu d'un robinet placé, autant que possible, sur un point d'où le mécanicien puisse apercevoir les effets et qu'une fois l'installation faite tout se passe sans l'intervention d'une autre volonté que la sienne, et sans l'aide d'aucun autre effort que celui de l'eau sur le piston. On évite, en même temps, toutes les dispositions à contre-poids, qui ne sont pas sans présenter fréquemment de sérieux dangers.

Dans d'autres circonstances, l'emploi de grands accumulateurs conduirait aux mêmes résultats.

Cette organisation, qui a réussi d'une manière satisfaisante dès son début, dans un cas très-simple, nous paraît destinée à s'étendre à la plus grande partie des manœuvres les plus compliquées, et c'est un devoir pour nous, Messieurs, de la signaler au public intéressé, qui saura en multiplier les applications, au grand profit des améliorations à introduire dans la machinerie théâtrale dont les moyens ont très-peu progressé depuis plus d'un siècle.

En remerciant M. Quéruel de la communication intéressante qu'il vous a faite, vous voudrez bien, Messieurs, ordonner l'impression du présent rapport

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec un dessin détaillé de l'appareil dans ses deux premières applications. Elles deviendront, n'en doutez pas, fort nombreuses dans un avenir très-prochain.

Signé TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *juillet* 1871.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 462 REPRÉSENTANT L'APPAREIL HYDRAULIQUE APPLIQUÉ, PAR M. QUÉRUEL, A LA SCÈNE DU THÉATRE DE LA GAÎTÉ.

Fig. 1. Élévation de la scène du théâtre, montrant la position de deux appareils hydrauliques chargés l'un de faire mouvoir des toiles de fond ou rideaux, l'autre d'opérer la traction d'une barque.

Fig. 2. Élévation d'un des appareils hydrauliques.

Fig. 3. Autre élévation du même appareil dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 2.

Fig. 4. Plan du système de robinet à deux fins, chargé de régler les périodes de fonctionnement et d'arrêt de l'appareil.

A, tube en cuivre sans soudure (fig. 2 et 3), formant corps de presse hydraulique dans lequel se meut le piston B.

B, piston placé dans le tube A et se mouvant dans un sens ou dans l'autre sous l'action de l'eau, en commandant la manœuvre des pièces qu'il s'agit de faire mouvoir par l'intermédiaire d'un système de moufle relié à sa tige.

C, moufle accélératrice de vitesse, chargée de transmettre l'effort du piston.

D, bâche en tôle, pleine d'eau, au fond de laquelle est fixé le tube A; celui-ci est percé de trous à sa base, de manière à permettre à l'eau de la bâche d'y pénétrer lorsque le piston doit accomplir sa course ascendante.

E, tuyau d'arrivée de l'eau.

F, tuyau de sortie de l'eau.

G, robinet à deux fins (fig. 2, 3, 4), mettant à volonté la partie supérieure du tube A en communication avec l'arrivée ou la sortie de l'eau.

H, manette de manœuvre du robinet G.

I, soupape à contre-poids servant à régler la pression dans l'appareil, de manière à empêcher qu'un excès d'effort ne vienne nuire au fonctionnement.

I′, bague pouvant glisser sur la tige du piston B, et s'y fixant à volonté au moyen d'une vis de pression; elle commande, en s'abaissant avec le piston, un petit levier courbe (fig. 3) qui, en agissant sur la queue du levier à contre-poids, en fait relever le grand bras.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J, plancher de la scène du théâtre (fig. 1).

K, premier dessous.

L, deuxième dessous.

M, M′, appareils hydrauliques analogues à celui des figures 2 et 3; ils sont installés de l'un et de l'autre côté de la scène pour les besoins du service.

N, O, rideaux de fond manœuvrés par l'appareil M.

P, P′, treuils à deux diamètres, placés dans les cintres pour la commande des rideaux N et O.

Q, poulie simple, solidaire du piston de l'appareil M, et faisant traction sur un câble dont les deux brins agissent alternativement sur les treuils P, P′, suivant le rideau qu'on veut manœuvrer.

R, R′, freins servant à immobiliser celui des deux brins du câble moteur qui ne doit pas fonctionner.

S, barque mise en mouvement par l'autre appareil hydraulique M′.

T, moufle analogue à celle des figures 2 et 3 et transmettant, en l'accélérant, à la barque S, le mouvement du piston de l'appareil hydraulique M′. (M.)

PRODUITS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LAMY, *au nom des comités des arts chimiques et du commerce, sur une* LETTRE DU SYNDICAT *des manufactures de produits chimiques de France relative au projet d'*IMPÔT SUR LE SEL *destiné aux fabriques de soude.*

Messieurs, dans le but de procurer à la France les ressources financières destinées à solder la dette énorme que de douloureux événements l'ont obligée de contracter, le Gouvernement a cru qu'il était indispensable, tout en augmentant certains impôts, de créer des impôts nouveaux.

Parmi les nouveaux impôts projetés, il en est un qui établit un droit de 10 francs par 100 kilog. sur le sel destiné aux fabriques de soude, et qui produirait pour le Trésor une recette de 8 millions de francs.

Le syndicat des manufactures de produits chimiques des diverses régions de la France s'est ému de la perturbation profonde que le nouvel impôt jetterait dans de nombreuses et importantes industries, et a adressé, le 27 décembre dernier, une note à ce sujet, à MM. les Membres de l'Assemblée nationale, par l'organe de son Président, M. Kuhlmann. En outre, le 3 courant, dans une lettre à M. le Président de la Société d'encouragement,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Kuhlmann a prié la Société de vouloir bien prendre en considération et appuyer de sa haute autorité les arguments qu'il a développés pour combattre le projet, soit dans la note en question, soit dans un rapport présenté par lui, en mai 1871, au comité consultatif des arts et manufactures.

Cette lettre, ainsi que la note et le rapport de M. Kuhlmann ont été renvoyés à l'examen de vos comités du commerce et des arts chimiques, et c'est le résultat de cet examen que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de la Société.

Afin d'être aussi bref que possible, et sans vouloir reprendre tous les arguments invoqués par M. Kuhlmann, je me bornerai aux principales objections, tirées surtout de la considération des progrès et des intérêts de l'industrie nationale, qui ont paru à vos comités les plus sérieuses contre le projet de l'impôt en question.

1° L'impôt dont il s'agit est excessif, et par son exagération même porterait gravement atteinte non-seulement à la fabrication de la soude, la première de nos industries chimiques, mais encore aux industries nombreuses qui en dérivent ou qui en sont comme les tributaires.

En effet, établir un droit de 10 francs sur le sel, c'est-à-dire sur une matière première qui coûte à l'industrie 1f,50 en moyenne, c'est frapper cette matière première d'un impôt de 666 pour 100; impôt exorbitant, hors de proportion non-seulement avec tous ceux dont il est question aujourd'hui pour les matières premières, mais même avec tous ceux qui s'appliquent aux matières ou objets qu'on peut appeler de luxe.

Le résultat immédiat d'un pareil impôt serait de provoquer un renchérissement considérable du prix de tous les produits chimiques dérivés du sel; par suite, d'atteindre plus ou moins les nombreuses industries qui emploient ces produits, notamment : le blanchiment des fils et des tissus de toute nature (1), la savonnerie, la teinture, la verrerie, la papeterie, l'extraction de la gélatine, l'épuration des huiles minérales, la préparation des engrais phosphatés pour l'agriculture, etc., etc., c'est-à-dire un ensemble d'industries dont la production se chiffre par plusieurs centaines de millions de francs, et dont le mouvement seul d'exportation ne peut pas être évalué à moins de 150 millions.

---

(1) Sans parler du blanchissage opéré directement avec les cristaux de soude, très-recherchés aujourd'hui dans l'économie domestique, surtout dans les localités voisines des fabriques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le résultat final serait de compromettre ou de paralyser plus ou moins le progrès de tous les arts chimiques en général. Cette conséquence est confirmée par l'examen comparé du développement de l'industrie de la soude en France et en Angleterre.

Si, en effet, on prend la quantité de sel décomposée par les fabriques de soude, comme la mesure la plus simple, et, en réalité, la plus exacte du progrès chimique, on constate que, de 1852 à 1863, l'accroissement de cette quantité, en Angleterre, a été de 117 000 tonnes, soit 4,6 0/0 par an, en moyenne (1). Dans la même période de temps, l'accroissement correspondant a été, en France, sous le régime du droit de 10 francs, de 2,5 0/0 seulement, ou près de deux fois moindre. Au contraire, à partir de 1863, époque à laquelle nos fabriques ont été libérées de l'impôt, et jusqu'en 1869, l'augmentation de la quantité de sel décomposée par ces fabriques a été de 4,6 0/0, c'est-à-dire a presque doublé, tandis qu'en Angleterre, pendant le même temps, cette augmentation a diminué et n'a été que de 3,2 0/0.

J'ajoute, pour appuyer l'autorité de ces nombres, que les procédés de fabrication sont les mêmes dans les deux pays, que ces procédés ont été créés et perfectionnés en France à la fin du siècle dernier, qu'ils n'ont été appliqués, en Angleterre, qu'en 1824, lorsque l'impôt énorme qui pesait sur le sel, dans ce pays, eut été aboli ; et que c'est grâce à cette franchise de tout droit, comme aussi, il faut bien le reconnaître, au bas prix du combustible, à l'économie des transports et à l'importance des relations de la Grande-Bretagne avec les pays étrangers, que l'industrie de la soude, chez nos voisins, a reçu cette impulsion prodigieuse qui a porté sa production à un chiffre trois fois supérieur à la nôtre. Cette production, nous devons éviter de l'accroître encore à notre préjudice; et, dans ce but, au lieu d'entraver la liberté de notre industrie en général, il faut, plus que jamais, en favoriser l'essor, pour accroître son mouvement d'exportation et aller rechercher à l'étranger l'argent que l'étranger enlève à la France.

2° Le nouvel impôt serait, par son exagération, un obstacle insurmontable au développement de plusieurs industries naissantes. Ainsi, il est une industrie qui tend à prendre, en France, une importance de plus en plus grande, et que l'on ne saurait trop encourager, c'est la préparation des engrais phos-

(1) En 1852, l'industrie de la soude a reçu, en Angleterre, une nouvelle impulsion par la suppression du droit d'excise sur le savon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phatés destinés à remplacer le guano qui devient, chaque jour, plus rare. Or, cette fabrication, qui est avantageuse aujourd'hui, avec le bas prix de l'acide chlorhydrique, serait compromise le jour où le prix de cet acide serait doublé par le fait du nouveau droit sur le sel.

Dans une autre industrie nouvelle, celle de la régénération du soufre des marcs de soude, au moyen de ce même acide chlorhydrique, l'opération est fructueuse dans les contrées où l'acide est à bas prix. Elle deviendrait impossible, en France, avec le nouveau droit, pendant qu'elle prospérerait en Angleterre et en Allemagne. Nous pourrions citer encore le traitement des cendres de pyrites cuivreuses par le sel marin pour en retirer le cuivre, comme exemple d'une industrie qui ne pourrait se développer avec l'application du droit de 10 fr., et qui aurait, de plus, l'inconvénient de créer un monopole au profit des rares mines de pyrites non cuivreuses que possède la France.

3° Un pareil impôt de 10 francs sur le sel utilisé dans les fabriques avait été créé, il est vrai, en 1852, pour venir en compensation à l'abaissement du droit sur le sel destiné à la consommation. Ce droit a existé jusqu'au commencement de 1863. A cette époque, et après une enquête minutieuse et de longues discussions, il a été supprimé. Puisque cet impôt a été reconnu mauvais, que sa suppression a eu la plus heureuse influence sur les progrès de nos industries chimiques, il ne faut songer à le rétablir dans son intégrité que s'il n'y a pas possibilité de faire moins mal.

4° Enfin, dans l'application pratique de l'impôt projeté, et avec le désir, nettement exprimé, du Gouvernement, de rembourser la totalité du droit qui aura été perçu par les douanes, afin de ne pas entraver le mouvement d'exportation, il surgira des difficultés très-grandes, lorsqu'on voudra assurer le succès et la sincérité de ce mouvement par la fixation des droits d'importation et de drawback.

Sans doute, il ne sera pas difficile de déterminer les droits à imposer à l'entrée et à rembourser à la sortie, quand il s'agira de produits chimiques immédiatement dérivés du sel, c'est-à-dire dans lesquels on retrouve l'un des deux éléments constituants de ce sel, savoir le chlore et le sodium. Ainsi, dans le sulfate de soude qu'emploient les verriers, ou dans les sels de soude que consomment les savonniers et les teinturiers, comme dans l'acide chlorhydrique et le chlorure de chaux dont se servent les blanchisseurs, il sera possible de frapper l'élément sodium ou l'élément chlore d'après la proportion, parfaitement connue, pour laquelle il entre dans la composition du sel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais comment faire la part proportionnelle des mêmes éléments pour des produits dans l'élaboration desquels ces éléments ne sont intervenus que comme des agents de réaction ?

Exemple. Le chlore sert au blanchiment des fils et des tissus de lin et de chanvre. Mais le fil ou le tissu, une fois blanchi, ne contient aucune trace de chlore. Comment atteindre, dans ce cas, l'élément qui a servi d'agent de décoloration ? Par suite, comment rembourser un drawback sur une matière qui, à la rigueur, peut avoir été blanchie autrement que par le chlore ?

Autre exemple. Dans la fabrication du papier ordinaire à écrire et à imprimer, les deux éléments du sel interviennent, le sodium à l'état de soude pour désagréger la paille ou le bois qui servent de matières premières avec les chiffons de coton et de lin, le chlore pour blanchir les pâtes obtenues (1).

Mais la feuille de papier terminée ne contient ni chlore ni sodium. Comment encore, dans ce cas, restituer à l'exportation le droit que les deux éléments du sel auraient supporté, surtout si l'on remarque que la préparation de la pâte à papier avec le bois peut être faite par un procédé mécanique, ou par l'emploi des acides sans l'intervention de la soude ?

N'est-il pas évident, d'après ces exemples et bien d'autres qu'on pourrait citer (2), que le Gouvernement, avec la meilleure volonté de favoriser le mouvement d'exportation des produits dans l'élaboration desquels sont intervenus les éléments du sel, serait exposé à se tromper, et même à rembourser des droits qu'il n'aurait pas prélevés ?

Ainsi, Messieurs, en nous bornant aux quatre arguments principaux que nous venons de présenter, nous n'hésitons pas à conclure qu'un impôt de 10 francs sur le sel utilisé dans les fabriques de soude est un impôt excessif, qui, par son exagération même, paralysera le développement et le progrès de tous les arts chimiques en général, et qui, en outre, soulèvera des difficultés insurmontables dans la pratique.

Nous n'avons pas pour mission de proposer au Gouvernement d'autres impôts qui nous paraîtraient d'un recouvrement plus sûr, plus facile, d'un

---

(1) La paille entre aujourd'hui pour 40 pour 100 au moins dans cette sorte de papier, et le prix des sels de soude et du chlore employés est pour plus de moitié dans le prix de revient total de la pâte.

(2) La gélatine est extraite des os, soit par l'emploi de l'acide chlorhydrique, soit par l'action de l'eau dans des chaudières autoclaves. — Les phosphates naturels sont rendus solubles par le même acide chlorhydrique ou par l'acide sulfurique, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poids en réalité moins lourd pour le consommateur, et qui ne porteraient pas atteinte à nos grandes industries chimiques. Qu'il nous soit seulement permis de faire remarquer, en terminant, qu'une augmentation de quelques décimes de guerre sur certains impôts déjà existants, serait peut-être de nature à satisfaire mieux aux exigences diverses de la situation, et d'ajouter, à titre d'exemple cité par M. Kuhlmann, qu'une surtaxe de 3 centimes par kilog. sur le sel livré à la consommation fournirait plus que les 8 millions demandés à l'impôt sur le sel des fabriques, tout en ne constituant, à la charge de chaque consommateur, que l'accroissement minime, insignifiant, de 30 *centimes par an*, au maximum.

En résumé, Messieurs, et comme conclusion de l'examen auquel ils se sont livrés, vos comités des arts chimiques et du commerce, pénétrés de la nécessité, pour la Société d'encouragement, de soutenir et de défendre les intérêts de l'industrie nationale, surtout dans les circonstances difficiles où le pays a besoin du concours de tous les dévouements et de toutes les lumières, sont d'avis qu'il y a lieu de prendre en considération les observations et la demande formulées par M. Kuhlmann, et d'appeler l'attention de M. le Ministre des finances et de MM. les Membres de l'Assemblée nationale sur les inconvénients et les dangers que la Société trouve à l'établissement d'un impôt de 10 francs par 100 kilog. sur le sel qui sert de matière première à la plus importante de nos industries chimiques.

Signé LAMY, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 19 *janvier* 1872.

AÉROSTATION.

EXPÉRIENCES SUR LA RÉSISTANCE AU MOUVEMENT DES BALLONS DANS L'AIR, PAR MM. HERVÉ MANGON ET LÉON DURAND-CLAYE.

L'investissement de Paris (1) a donné à la direction des ballons un intérêt pratique immédiat des plus considérables et rendu nécessaire une étude attentive des questions spéciales que soulève ce problème.

(1) Cette note a été écrite dans les premiers jours de janvier 1871.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La commission d'*étude des moyens de défense*, présidée par M. l'inspecteur général Raynaud, plusieurs fois consultée sur des projets d'aérostats dirigeables, a décidé que, pour répondre aux questions qui lui étaient posées, elle devait, avant tout, déterminer par des expériences directes la résistance de l'air au mouvement des ballons à diverses vitesses. Ces expériences ont été confiées à MM. Hervé Mangon et L. Durand-Claye.

La résistance à vaincre étant déterminée une fois pour toutes, on conçoit, en effet, qu'il ne reste plus qu'à mesurer, dans chaque cas particulier, la puissance effective du propulseur proposé pour la comparer à la résistance, et apprécier ainsi, au point de vue mécanique, la valeur de chaque projet d'aérostat dirigeable.

Le programme complet des expériences comprenait la mesure de la résistance de l'air au mouvement d'un plan de grande dimension, d'un ballon de forme allongée, et enfin de ballons sphériques.

Les expériences, par suite des événements, n'ont porté que sur les ballons sphériques. On a pensé, cependant, qu'il serait utile de rendre compte très-sommairement des résultats obtenus avec les ballons de cette dernière forme.

Il serait fort intéressant de rappeler d'abord les expériences et les travaux faits sur la résistance de l'air au mouvement des corps solides par Newton, Bernouilli, Euler, d'Alembert, Borda, Bossut, Coulomb, Girard, Hutton, Thibaut, Piobert, Morin, Didion et plusieurs autres. Le temps nous a manqué pour entreprendre, pendant le siége, cette étude comparative, que nous nous réservons d'ajouter à ce premier travail, s'il nous est donné, comme nous l'espérons, de le compléter plus tard par de nouvelles séries d'observations.

Il n'existait, à notre connaissance, aucune observation directe sur la force nécessaire au mouvement d'un ballon dans l'air; nous avons cherché à combler cette lacune en nous plaçant dans les conditions mêmes de la pratique et en évitant toute complication d'appareil expérimental de nature à introduire dans nos résultats des éléments étrangers aux faits que nous avions à constater.

Les expériences ont été faites à la gare d'Orléans, avec deux ballons appartenant à M. E. Godard, qui nous a prêté son concours avec un zèle, un désintéressement et une intelligence dont nous tenons à lui témoigner ici nos sincères remercîments.

Le premier ballon, en percaline vernie, avait 6 mètres de diamètre; son volume était, par conséquent, de 113 mètres cubes et sa section droite de $28^{m2},27$.

Le second ballon, également en percaline vernie, avait $10^{m},75$ de diamètre, son volume était de 650 mètres cubes, sa section droite de $90^{m2},76$.

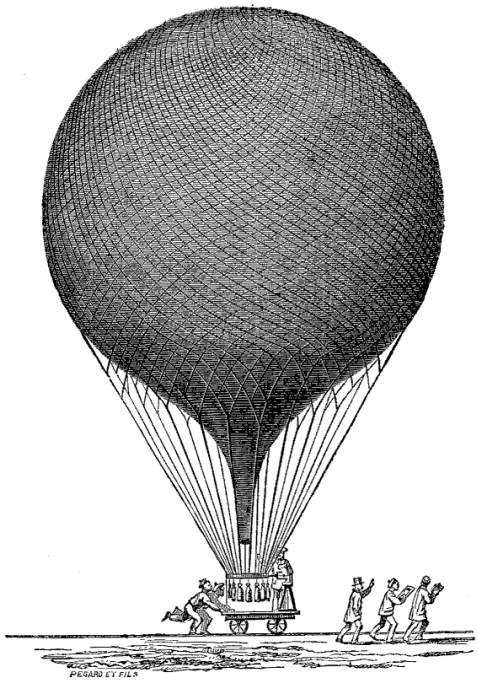
Les expériences sur le petit ballon ont été faites en complétant son chargement par une chaîne dont une certaine longueur traînait sur le trottoir en asphalte de la gare. A l'effort nécessaire au déplacement du ballon s'ajoutait l'effort de tirage du bout de chaîne qui frottait sur le sol. Cet effort, évalué, en moyenne, à $0^{k},75$, a été retranché de l'effort total exercé sur la corde fixée au cercle de bois du filet et sur laquelle s'exerçait la traction de tout le système. La portion de chaîne traînant sur le sol variait un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peu d'un instant à l'autre par suite des oscillations du ballon dans le sens vertical. Il résulte de cette circonstance une petite incertitude qui a été supprimée, comme on va le voir, dans les expériences faites sur le ballon de **650** mètres cubes.

L'effort de traction a été mesuré, le premier jour des expériences, avec un simple peson à ressort. Toutes les autres expériences ont été faites avec un dynamomètre enregistreur de traction de M. le général Morin.

L'installation des expériences faites sur le ballon de **650** mètres cubes était fort simple. Le dynamomètre était fixé sur un tréteau placé à l'avant d'un waggonnet de chemin de fer roulant sur les rails. Le ballon, convenablement équilibré, était attaché à l'arrière du même waggonnet par deux cordes verticales à peine tendues; une corde horizontale reliait le cercle du filet au dynamomètre. (Voir le croquis ci-dessous.)



Des hommes poussaient le waggonnet, et le dynamomètre, surveillé par un aide monté sur le waggonet, enregistrait l'effort de traction du ballon. L'un de nous donnait le signal du passage du ballon devant les repères tracés de **10** mètres en **10** mètres sur le bord du trottoir. Le second observateur, courant en avant, lisait sur un compteur à secondes le temps employé au parcours des intervalles de **10** mètres. Un matelot, placé entre le premier et le second observateur, inscrivait les intervalles de temps qui lui étaient dictés par le porteur du chronomètre. On déduisait ensuite de ces indications la vitesse de marche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les efforts partiels de traction observés au peson ou mesurés sur les courbes dynamométriques sont inscrits dans le cahier qui a été mis sous les yeux de la commission, et qui se trouve dans les archives du laboratoire de l'École des ponts et chaussées. Ce cahier renferme, sans exception, tous les chiffres observés, et serait trop long à transcrire ici.

On devait supposer que la résistance au mouvement des ballons dans l'air pourrait être représentée par une formule analogue à celle adoptée par les auteurs pour la résistance au mouvement des plans dans l'air.

Toutes nos expériences sont représentées, en effet, d'une manière satisfaisante par la formule :

$$R = 0{,}02.\ D.\ S^{1},^{10}.\ V^{2},$$

dans laquelle

R représente l'effort de traction du ballon sphérique, exprimé en kilogrammes;

D, le poids du mètre cube de l'air où se trouve le ballon, en kilogrammes;

S, la surface du grand cercle de la sphère, ou la section droite du ballon, en mètres carrés ;

V, la vitesse de marche, en mètres, par seconde.

On sait, d'ailleurs, que

$$D = 1^{k},2932.\ \frac{H}{760} \cdot \frac{1}{1 + 0{,}00367\,t},$$

si H est la pression barométrique en millimètre, et t la température de l'air.

On jugera de la valeur de cette formule par le tableau suivant, qui donne, en regard les uns des autres, les efforts réellement observés dans les expériences et ceux que donne la formule.

BALLON DE 113 MÈTRES CUBES.			BALLON DE 650 MÈTRES CUBES.		
VITESSE.	RÉSISTANCE		VITESSE.	RÉSISTANCE	
	observée.	calculée.		observée.	calculée.
M.	Kil.	Kil.	M.	Kil.	Kil.
1,12	1,39	1,29	0,86	2,95	2,76
1,19	1,30	1,38	0,90	3,45	3,02
1,25	1,75?	1,52	1,07	4,44	4,21
1,28	1,63	1,60	1,56	8,81	9,06
1,39	2,15	1,88	1,67	11,39	10,25
1,47	1,92	2,10	2,03	14,58	15,35
1,88	3,31	3,44	2,17	17,30	17,58
1,93	3,50	3,62	»	»	»
2,13	4,50	4,41	»	»	»

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les différences entre l'observation et le calcul sont aussi faibles qu'il est permis de l'espérer dans des essais de cette nature.

Il eût été désirable d'étendre les expériences à des ballons de plus grands diamètres et à des vitesses plus considérables. Les circonstances n'ont point permis de faire mieux, mais il est incontestable que la formule peut s'appliquer à des diamètres et à des vitesses notablement supérieurs à ceux des expériences, de sorte que cette formule suffit, quant à présent, aux besoins de la pratique de l'aérostation.

Cette formule permet, en particulier, de dresser une table indiquant la force ascensionnelle à donner aux ballons au moment du départ, en raison de leur volume, pour qu'ils s'élèvent avec une vitesse verticale déterminée à l'avance et de régler cette vitesse en tenant compte de la direction et de l'intensité du vent régnant, de façon à éviter les arbres, les édifices ou autres obstacles qui peuvent se trouver dans le voisinage du point de départ. Cette table sera d'une grande utilité pratique pour toutes les ascensions qui se feront à l'avenir. Elle se calculera facilement au moyen de la formule précédente, dans laquelle V représenterait, alors, la vitesse de l'ascension, et R la force ascensionnelle du ballon.

La formule s'applique seulement aux ballons bien gonflés et présentant une forme sphérique régulière. Quand le ballon est en partie dégonflé, la résistance au mouvement augmente rapidement et d'une manière irrégulière, suivant la disposition des plis de l'étoffe de la partie inférieure de la sphère. Voici, à titre de renseignement, les résultats de diverses expériences.

BALLON DE 113 MÈTRES CUBES DÉGONFLÉ.			BALLON DE 650 MÈTRES CUBES DÉGONFLÉ.		
VITESSE.	RÉSISTANCE		VITESSE.	RÉSISTANCE	
	observée.	calculée.		observée.	calculée.
M.	Kil.	Kil.	M.	Kil.	Kil.
1,10	2,26	1,24	1,19	7,80	5,21
1,66	5,21	2,83	1,36	8,84	6,80
2,31	5,93	5,48	1,88	20,56	13,00
»	»	»	2,03	17,99	15,15
»		»	2,10	27,32	16,21

Il résulte de ces chiffres que tout ballon dirigeable ne doit pas cesser d'être complétement gonflé, sous peine de voir perdre une grande partie de la force du propulseur. Les inventeurs doivent se préoccuper de cette nécessité, et aucun projet ne saurait mériter un examen sérieux s'il ne réalise pas d'une manière satisfaisante cette condition essentielle de succès.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le bombardement nous a obligés de quitter la gare d'Orléans au moment où nous disposions la suite de nos expériences. Nous regrettons vivement de n'avoir pas étendu nos essais aux ballons de forme allongée et de n'avoir pas observé la résistance opposée par l'air au mouvement d'un plan présentant une surface égale au grand cercle des ballons sphériques sur lesquels nous avons opéré. Mais les résultats obtenus pourront trouver déjà de nombreuses applications, et la commission d'étude des moyens de défense aura rendu un véritable service en exécutant des expériences qui faisaient absolument défaut à la science et qui permettront désormais de calculer, avec une exactitude suffisante, l'effort nécessaire au déplacement d'un aérostat sphérique.

NÉCROLOGIE.

Le Conseil de la Société vient d'être, au début de cette année, éprouvé de nouveau d'une manière bien cruelle. L'un de ses secrétaires, M. Combes, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, est mort subitement le 11 janvier, alors que rien ne faisait prévoir ce fatal événement.

En attendant qu'une notice spéciale rappelle ici les services éminents que M. Combes a rendus à la science et à l'industrie et le concours si précieux qu'il a apporté aux travaux de la Société pendant une période de plus de trente ans, nous allons reproduire les différentes paroles qui ont été prononcées sur sa tombe.

DISCOURS DE M. LE GÉNÉRAL MORIN,

Membre de l'Académie des sciences.

Messieurs, au moment où votre section de mécanique s'occupait de remplir le vide laissé dans ses rangs par la mort de notre regretté confrère le général Piobert, un coup aussi douloureux qu'inattendu vient de la priver du précieux concours d'un des membres de l'Académie les plus dévoués à la science.

Ancien élève de l'École polytechnique, où il était entré en 1818, à l'âge de 17 ans, Combes (Charles-Pierre-Matthieu) en était sorti en 1820, admis dans le Corps des ingénieurs des mines dont il était destiné à devenir une des illustrations. A l'aptitude remarquable pour les sciences, dont il avait fait preuve dans cette école célèbre, il joignit de bonne heure le goût et l'art de l'observation et des applications, qui confirment ou modifient les règles de la théorie en étendant son domaine et en montrant que, s'il ne lui est pas toujours donné d'atteindre complétement le but, elle n'en est pas moins le flambeau qui doit guider dans toutes les recherches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les premières années de sa carrière, la direction naturelle de son esprit l'engagea à s'occuper d'importantes exploitations industrielles, dont les travaux se rattachaient directement, d'ailleurs, aux études de l'ingénieur des mines. Celles de Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges, et les usines de Firminy le virent successivement donner des preuves de cette instruction et de cette aptitude si variées qui, développées de plus en plus dans sa longue et laborieuse carrière, en faisaient un juge si sûr dans la plupart des questions industrielles.

Son amour de l'étude et son dévouement à ses devoirs d'ingénieur le portaient à approfondir toutes les parties de son art, et on lui doit un grand nombre de travaux aussi divers qu'importants, ainsi que l'invention de plusieurs machines ou appareils d'une grande utilité, parmi lesquels nous citerons seulement un ventilateur aspirant, spécialement applicable à l'aérage des mines humides, et un anémomètre d'un usage précieux pour les expérimentateurs.

Ne perdant jamais de vue les services que la science peut et doit rendre à l'humanité, Combes dirigeait de préférence ses études sur les questions pratiques qui se rattachaient plus spécialement à l'art des mines.

De nombreux mémoires insérés dans le Journal des sciences mathématiques de notre savant confrère, M. Liouville, attestent sa fécondité.

Mais son travail le plus important sur ces matières, et celui qui servira longtemps encore de guide aux ingénieurs, a été son *Traité de l'exploitation des mines,* ouvrage capital où toutes les questions sont abordées et traitées avec le secours de la science et de l'expérience.

Tant de travaux désignaient naturellement Combes pour l'enseignement des jeunes ingénieurs du corps illustre auquel il appartenait. Appelé successivement à professer à l'École des mines le cours d'exploitation et, plus tard, à en diriger les études, il y fit preuve de toutes les qualités qu'exigent ces importantes fonctions.

Ses nombreuses recherches scientifiques avaient depuis longtemps appelé sur lui l'attention de l'Académie, et, en 1847, il y fut nommé pour succéder à Gambey.

Vous avez tous, Messieurs, pu juger que Combes n'était pas du nombre de ceux qui se reposent, quand ils ont atteint le noble but de leur ambition. Travailleur infatigable, toujours dévoué à la science, il était un des membres les plus assidus à nos séances, et de nombreux rapports sur les sujets les plus variés attestent à la fois sa fécondité et son profond sentiment du devoir.

Non moins soucieux de la dignité de l'Académie, vous l'avez toujours trouvé prêt à défendre et à sauvegarder son indépendance.

Son dévouement pour les questions où il pouvait porter la lumière l'avait conduit à participer aux travaux de nombreuses commissions, et jamais il ne se refusait à de semblables appels. Le Comité consultatif des chemins de fer, celui des arts et manufactures, la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, avaient trouvé en lui le plus utile concours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Devenu inspecteur général des mines, membre de l'Institut, entouré d'une famille chérie, Combes pouvait se flatter d'achever en paix, au sein des plus douces affections, une carrière si bien remplie. La mort en a décidé autrement, et, encore plein de force et de vie, il nous a été subitement enlevé. Il laisse parmi tous ceux qui l'ont connu le souvenir d'un homme de bien, d'un fervent ami de son pays, de la science et de la vérité. Puisse-t-il, au sein de la source éternelle de toute vérité, trouver la récompense de l'amour qu'il lui portait!

DISCOURS DE M. ÉLIE DE BEAUMONT,

Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Messieurs, après les paroles éloquentes et si bien senties que vous venez d'entendre, qu'il soit permis à un ancien condisciple d'ajouter encore quelques mots. Peu de personnes peuvent, aujourd'hui, se rappeler les premiers débuts d'une si belle carrière. En 1817, M. Combes était l'un des élèves les plus distingués du collége Henri IV, dans les classes de mathématiques. Il y était remarqué, et même cité plus souvent qu'il n'arrive ordinairement à un élève. En 1818, après de brillants examens, âgé de moins de 17 ans, il entra à l'École polytechnique le premier de sa promotion, dans laquelle il ne quitta jamais les premiers rangs. On admirait sa promptitude de conception, sa lucidité d'élocution et de rédaction, sa facilité de travail; car il n'était pas de ceux qui doivent leur supériorité à une application exceptionnelle et, même aux époques des examens, il ne perdait rien de sa gaieté expansive et quelquefois presque bruyante. Une si heureuse organisation lui faisait des amis de tous ceux qui l'entouraient, et dont les loisirs que lui ménageait sa facilité lui permettaient d'être souvent et sans appareil le répétiteur officieux.

A la sortie de l'École polytechnique, en 1820, son rang lui permettant de choisir librement sa carrière, il opta pour celle des mines. La variété des études auxquelles l'École des mines est consacrée ouvrit à son étonnante facilité un nouveau et vaste champ, où il moissonna avec tant de rapidité qu'il fut déclaré hors de concours après deux années d'études seulement, distinction que les règlements permettaient alors, mais qui était rarement obtenue.

Il avait suivi toutes les branches de l'enseignement avec une aptitude également surprenante, et il n'était pas moins apprécié par M. Berthier, professeur de chimie, et par M. Brochant, professeur de minéralogie et de géologie, que par M. Baillet, professeur d'exploitation des mines et de mécanique appliquée. C'était, cependant, dans le domaine de celui-ci qu'il devait se fixer définitivement pour y porter l'enseignement de la mécanique à ce degré d'élévation qui est un des titres les plus incontestés de notre École.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a couronné cet enseignement par la publication de son excellent Traité d'exploitation des mines et par celle de l'*Exposé des principes de la théorie mécanique de la chaleur et de ses applications principales,* ouvrage qui n'a paru qu'en 1867, et où cette théorie nouvelle et difficile est présentée avec la simplicité lucide qui était un des caractères du talent de M. Combes.

Je n'essayerai pas de rien ajouter à ce qui vient d'être si bien dit de la brillante carrière que M. Combes a parcourue d'un pas aussi calme qu'assuré. Je rappellerai seulement, en terminant, quelques souvenirs au sujet desquels on ne peut qu'aimer à se répéter.

A l'Académie des sciences, où il fut élu en 1847, dans la section de mécanique, M. Combes se fit remarquer, comme partout ailleurs, par l'aménité de ses manières, la sûreté de son commerce, la profondeur et la variété de ses connaissances, la finesse et la solidité de son jugement. Ne se pressant jamais d'arrêter son opinion, il l'établissait sur des bases certaines et, après l'avoir exprimée, il était rarement conduit à la modifier.

Nommé, en 1857, directeur de l'École des mines, il continua sans effort les développements que son regretté prédécesseur, M. Dufrénoy, avait commencé à lui donner. L'honorabilité et la bonté de son caractère faisaient qu'on aimait à lui obéir. Sa fermeté continue le dispensait d'être sévère. Partout on trouvait en lui, sous des formes simples et bienveillantes, le *justum ac tenacem propositi virum* qu'Horace a caractérisé comme un des types les plus dignes d'estime.

Adieu, Combes ! adieu, cher condisciple ! adieu, ou plutôt au revoir ! ! !

DISCOURS DE M. DE BILLY,

Inspecteur général des mines.

Messieurs, l'homme éminent que nous accompagnons à sa dernière demeure appartenait, depuis cinquante-deux ans, au Corps des mines ; la mort l'a surpris au moment où, atteignant l'âge de la retraite, il allait nous quitter, après avoir occupé parmi nous le premier rang, plus encore par son mérite que par son grade.

Charles-Pierre-Matthieu Combes naquit, à Cahors, le 6 décembre 1801 ; son père, Pierre-Matthieu Combes, officier supérieur de gendarmerie, ne tarda pas à découvrir dans son jeune fils les aptitudes les plus variées et les plus précieuses.

Grâce à de très-fortes études, Charles Combes entra à l'École polytechnique avant l'âge de 17 ans (1er novembre 1818), et, le 15 novembre 1820, il était admis à l'École des mines. C'est ainsi qu'à l'âge de 18 ans, auquel beaucoup de jeunes gens sont encore incertains sur le choix de leur carrière, Combes avait assuré la sienne à la suite des plus brillants concours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Autrefois, les cours de l'École des mines étaient répartis sur deux années, mais tous les élèves y restaient trois ans. Combes fit exception à la règle; en deux années il avait satisfait à toutes les conditions exigées, et il était déclaré hors de concours le 1er juillet 1822.

Aussitôt après sa dernière mission d'élève, il fut nommé (15 octobre 1823) professeur de mathématiques et de lever des plans à l'École des mineurs de Saint-Étienne.

Désireux d'appliquer, sans délai, ce qu'il avait appris si vite et si bien, Combes, peu après sa nomination au grade d'ingénieur de seconde classe, alla prendre, en mai 1824, la direction des mines de Lacroix et Sainte-Marie-aux-Mines qu'une compagnie cherchait à remettre en activité. Mais l'insuffisance des fonds dont elle disposait mit bientôt un terme à cette entreprise, et Combes rentrait (octobre 1826) à l'École des mineurs, où il professa les mathématiques, la mécanique et le lever des plans. En même temps il fut chargé du service des mines dans une partie du douzième arrondissement minéralogique.

Tout en lui conservant le professorat, l'Administration autorisa, l'année suivante (août 1827), l'habile ingénieur à diriger provisoirement les mines de houille de Firminy et de Roche-la-Molière, situation dans laquelle il perfectionna les connaissances pratiques dont il sut, plus tard, tirer si bon parti dans les différentes positions qu'il a occupées.

En 1832, quand il venait de passer à la première classe de son grade, il fut chargé du cours d'exploitation à l'École des mines. Depuis cette époque, il n'a plus quitté Paris, et sa nomination au grade d'ingénieur en chef (décembre 1836) n'a eu d'influence ni sur sa résidence, ni sur ses fonctions de professeur dont il s'acquittait avec une incontestable supériorité; seulement l'Administration y ajouta la direction du Service des appareils à vapeur dans le département de la Seine, et le secrétariat de la Commission centrale des appareils à vapeur.

L'avancement de Combes avait été aussi rapide que justifié par d'innombrables travaux techniques et scientifiques, dont il obtenait la récompense par les distinctions de tout genre qui lui étaient offertes.

Décoré fort jeune, il recevait la croix d'officier en avril 1847.

L'Académie des sciences l'avait admis dans son sein la même année, et les missions les plus variées lui fournissaient à la fois de nombreux travaux et l'occasion de faire valoir ses rares capacités.

En 1851, la Société belge de la Vieille-Montagne le nommait arbitre dans une contestation avec un concessionnaire.

En 1855, la Compagnie des fonderies et forges d'Alais lui confiait l'expertise de ses constructions et de son matériel.

En 1856, c'était la Société des mines de fer des environs d'Oran qui lui demandait l'évaluation de ses apports.

Pendant qu'il était inspecteur de seconde classe, il fut successivement chargé des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inspections du Nord-Est, du Sud-Est, du Nord-Ouest, et, lorsqu'en 1857 il devint inspecteur de première classe, il avait cessé de professer à cette École dont, peu de temps après (4 avril 1857), il devait être l'habile directeur.

En même temps, il participait aux travaux de la Commission des chemins de fer; il était membre du Comité d'hygiène du département de la Seine, du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, de la Société centrale d'agriculture; plus tard, il présida la Commission des inventions et, en 1861, il avait succédé à M. Cordier dans la présidence de la Commission centrale des appareils à vapeur. A toutes ces associations et commissions il prêtait un concours actif, parfois même prépondérant.

Souvent l'industrie privée lui demandait des conseils.

En 1860 (1er décembre), il devenait commandeur de la Légion d'honneur, en 1865 commandeur de l'ordre des SS. Maurice et Lazare et, plus tard, de l'ordre de Léopold, de Belgique.

En 1869, il succédait à M. Elie de Beaumont dans la présidence du Conseil général des mines.

Combes savait mener de front ses nombreux travaux techniques, administratifs et les travaux scientifiques qui donnaient lieu à d'importantes publications. Son Traité de l'exploitation des mines fait autorité, et son ouvrage sur la Théorie mécanique de la chaleur est assurément une des meilleures publications sur cet important sujet.

De plus autorisés que moi vous parleront de ses travaux purement scientifiques, mais le simple énoncé de ceux qu'il a accomplis comme ingénieur des mines atteste la variété de ses connaissances et une puissance de travail qui n'avait presque pas de limites.

Pour bien diriger l'École des mines, pour bien présider le Conseil général des mines comme a su le faire notre éminent collègue, il fallait être à la fois homme de science, ingénieur technique, être versé dans la pratique de l'Administration. Combes était tout cela.

Au Conseil des mines, nous admirions chez lui une force d'attention vraiment merveilleuse. Quelque longue que fût la lecture d'un rapport, notre président en saisissait les points faibles ou défectueux, et il les mettait aussitôt en discussion, faisant valoir son opinion avec une facilité de parole et une puissance d'argumentation qui révélaient la clarté de sa pensée, la netteté de ses conceptions.

L'âge n'avait affaibli ni sa mémoire, ni la vigueur de son esprit; il a quitté la vie dans la pleine jouissance de ses rares qualités intellectuelles, auxquelles il alliait une grande indépendance, une grande générosité, une non moins grande bienveillance de caractère.

Toujours il prenait les questions par leur côté élevé, et dans sa vie administrative il soutenait volontiers le faible contre l'homme puissant, quelquefois même avec une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vivacité que rien ne pouvait réprimer et qui témoignait à la fois de son sentiment de justice et de la sincérité de ses convictions.

Nous ne nous étendrons pas sur ses qualités du cœur ; la plupart de ceux qui nous entourent ont pu les apprécier ; les larmes de sa famille et de ses nombreux amis attestent la douleur que cette fin inattendue cause à ceux qui ont approché notre illustre collègue.

Il laisse deux filles et un fils qui soutient dignement dans la Magistrature l'honneur du nom paternel.

L'une de ses filles, non mariée, consacrait toute son existence à son père chéri ; nous l'avons trouvée assise au chevet du lit de l'illustre défunt. Puisse le Dieu qui frappe, mais aussi qui console, la soutenir en ces heures d'accablement et de douloureuse émotion !

Combes a offert, pendant toute sa carrière, un modèle accompli de l'usage que doit faire un homme de ces dons inappréciables dont il plaît à Dieu de doter quelques-uns ; celui à qui nous disons un dernier adieu en a su faire le plus noble emploi.

Sa mémoire vivra toujours parmi nous, entourée d'affection et de respect.

Elle servira d'exemple à nos jeunes générations.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. DUPONT,

Ingénieur en chef, Inspecteur des études à l'École des mines.

Messieurs, l'homme de bien que nous pleurons a été et restera une des gloires du Corps des mines.

Professeur, pendant sept années, à l'École des mineurs de Saint-Etienne, puis professeur d'exploitation pendant vingt-cinq années à l'École des mines, et enfin, pendant quinze ans, directeur de cet établissement, M. Combes a été, durant un demi-siècle, en France, *le grand maître de l'art des mines*.

Et, pendant cette longue période de travail, savant illustre, ingénieur émérite, conseiller éminent de l'Administration supérieure, il fut toujours prêt à mettre au service du pays, sous les formes les plus diverses, sa merveilleuse intelligence, ses connaissances étendues et profondes, son organisation d'élite pour le travail, et la droiture d'une belle âme.

Je n'ai le droit de parler, Messieurs, que d'une de ses œuvres, de la part qu'il a prise à l'enseignement et à l'administration de nos Écoles minérales.

Dès 1823, au début de sa carrière, M. Combes fut attaché comme professeur à l'École de Saint-Etienne, et il y remplit ces fonctions pendant deux ans.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sa notoriété spéciale de *mineur* avait fait rechercher son concours par l'industrie active, et, pendant deux années, il dirigea les travaux de Sainte-Marie-aux-Mines.

Rappelé à l'École de Saint-Étienne en **1827**, il reprit ses fonctions de professeur, qu'il garda jusqu'en **1831**, tout en prêtant un concours éclairé à l'industrie houillère de la Loire, par la direction des mines de Roche-la-Molière et Firminy.

C'est donc pendant sept années que M. Combes a professé, à Saint-Etienne, des sciences se rapportant à l'art des mines ; les nombreux élèves qu'il y a formés ont démontré tout à la fois, en défrichant le sol minier de la France, et leur propre mérite et celui de leur illustre maître.

Appelé à l'École des mines de Paris en **1832**, M. Combes y a professé activement, pendant dix-sept ans, l'exploitation des gîtes minéraux ; et, durant cette longue période, il cumulait, comme labeur, le Service des appareils à vapeur de la Seine ; il rédigeait, comme secrétaire de la Commission centrale des machines à vapeur, cette ordonnance réglementaire de **1843**, qui rendit, avant de vieillir, des services réels à une industrie naissante et à la sécurité publique ; il faisait, à la même époque, ses belles études sur l'aérage des mines, et d'autres travaux scientifiques justement rappelés par d'autres que moi.

En **1857**, lorsque la mort prématurée de M. Dufrénoy ravit à l'École des mines son organisateur, M. Combes fut appelé à lui succéder dans la direction de cet établissement. Vous savez tous, Messieurs, s'il a dignement occupé ce poste.

M. Dufrénoy, dans le juste intérêt de l'industrie des mines et forges, avait ouvert à notre École un essor nouveau par l'institution féconde des *Cours préparatoires ;* il fallait soutenir cet essor, maintenir le niveau des études, créer des laboratoires, développer les collections, accroître les bâtiments, assurer l'instruction pratique des élèves ; il fallait enfin administrer avec intelligence et droiture une École importante.

M. Combes a fait toutes ces choses, il les a faites avec modestie ; mais nous, ses élèves ou ses subordonnés, nous ne saurions, sans ingratitude, être modestes pour lui : nous ne voulons pas être ingrats.

Messieurs, deux Écoles minérales, établies sur des bases et dans des conditions différentes, avec cette variété qui sied bien à l'enseignement, celle de Saint-Etienne et celle de Paris, ont occupé, pendant quarante-sept années, l'activité savante de M. Combes ; les élèves qu'il a formés disent au pays ce que ces deux Écoles ont fait pour l'art des mines.

Qu'il me soit permis de revendiquer au nom de ces deux Écoles, où l'enseignement de toutes les sciences qui se rapportent aux mines et aux forges est donné avec une si entière libéralité ; la distribution généreuse de cet enseignement constitue certainement une des œuvres les plus méritantes du Corps des mines. M. Combes aimait à le dire, et il en avait acquis le droit : j'ajoute que cette œuvre d'un enseignement minier, donné si largement par les ingénieurs de l'État, accomplit d'une manière réelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et féconde, quoique indirecte, une promesse formelle de la loi de 1810 à l'industrie minérale du pays.

Les années n'avaient pu dompter l'énergie de labeur de M. Combes : il a travaillé jusqu'à la dernière heure ; mais la science et le travail ne sont pas tout l'homme. Si nous étions fiers de votre science, ô mon Maître, nous l'étions aussi de votre mâle vertu ; nous tous, membres, à divers degrés, de cette famille laborieuse qui s'appelle l'École des mines, et dont vous étiez l'illustre chef, nous aimions votre bienveillance inépuisable, votre justice si droite et si franche, à l'abri de laquelle chacun se sentait sûrement protégé.

Et maintenant, adieu, ô mon vénéré, mon illustre maître, nos regrets vous accompagnent, mais, bien après nous, votre nom vivra dans les annales du pays. Dans les temps si durs du présent, que votre vie d'ingénieur nous soit à tous un exemple, pour l'amour de la science et de la justice, l'âpreté au travail utile, le dévouement au pays de toutes les heures, et cette fleur de vertu qui s'appelle l'honneur !

PAROLES PRONONCÉES PAR M. BARRAL,

Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture, Membre du Conseil de la Société d'encouragement.

La Société centrale d'agriculture de France et la Société d'encouragement pour l'industrie nationale ont voulu que, sur les bords de cette tombe, un pieux hommage fût rendu à l'homme éminent qu'elles viennent de perdre. En leur nom, je dois remplir ce douloureux devoir.

M. Combes a appartenu, pendant vingt-deux ans, à la Société centrale d'agriculture. Il y représentait à la fois la science mécanique dont les arts agricoles ont, chaque jour, un plus grand besoin, et la culture méridionale, dont les riches produits deviennent d'autant plus abondants qu'elle s'éclaire davantage au flambeau de toutes les sciences. Il avait acquis dans nos délibérations cette légitime influence que donnent la bienveillance alliée à un grand savoir, un rare bon sens, un caractère indépendant et libéral, enfin une modération entraînante et pleine de force, parce qu'en M. Combes cette modération était le signe d'un noble caractère. Ainsi, lorsque de longues et délicates discussions furent ouvertes à l'occasion du choix du régime commercial le plus favorable au développement de l'agriculture nationale, il a exercé une action décisive pour qu'un vote en faveur d'une sage liberté commerciale et industrielle finît par l'emporter, pour que l'intérêt public triomphât sur les intérêts particuliers s'abusant à chercher une vaine protection dans des doctrines restrictives. D'ailleurs son avis était

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours pris, lorsqu'il s'agissait d'une question difficile, et le plus souvent la majorité se conformait à l'opinion qu'il avait émise.

M. Combes appartenait à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale depuis 1839, au titre de membre du comité des arts mécaniques. Durant sa laborieuse carrière, il n'a pas cessé d'encourager les inventeurs ; il les soutenait dans leurs épreuves, il les aidait à suivre la voie qui devait plus tôt les conduire à un résultat fécond. Devenu l'un des secrétaires des séances, il y donna l'exemple de l'assiduité la plus scrupuleuse et du zèle infatigable dans l'accomplissement de tous les devoirs. Il prêtait une plus grande valeur aux travaux qu'il analysait, par la clarté avec laquelle il en mettait en évidence les parties nouvelles ou ingénieuses. Un inventeur n'est jamais sorti des séances que réconforté, en quelque sorte, par les paroles du maître qui avait su dire tout ce qu'il fallait pour bien faire comprendre la découverte nouvelle ou le progrès proposé, en redressant parfois les erreurs ou les exagérations, mais sans jamais blesser.

Ainsi, M. Combes a rendu des services incomparables, non-seulement par ses beaux travaux, mais encore par les nobles exemples qu'il a donnés. L'agriculture et l'industrie s'unissent dans une commune affliction pour pleurer sa mort inattendue. Dans des temps où la France a si grand besoin, pour triompher de ses terribles épreuves, d'être soutenue par des chefs alliant le savoir au bon conseil, par des caractères fermes et animés d'un patriotisme libéral, on se sent saisi des plus poignantes angoisses alors que des hommes ayant l'expérience et la sagesse comme M. Combes lui sont enlevés au milieu de la lutte et du danger. Le souvenir de notre confrère demeurera du moins pour rappeler, dans les assemblées où il ne sera plus, qu'il faut toujours et exclusivement chercher le triomphe de la vérité. L'image d'un vrai savant, bon citoyen et fidèle aux idées de liberté, restera gravée dans nos cœurs.

EXPOSITIONS UNIVERSELLES.

PROGRAMME DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE QUI AURA LIEU A VIENNE (AUTRICHE) EN 1873.

I. Sous le haut patronage de Sa Majesté I. et R. Apostolique aura lieu à Vienne, en 1873, une Exposition internationale ayant pour but de constater l'état actuel de la civilisation moderne et de l'économie nationale de tous les peuples, et de favoriser leur développement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette Exposition sera organisée au Prater dans des bâtiments construits à cet effet, elle sera ouverte le 1er mai 1873 et close le 31 octobre de la même année.

II. Les objets exposés seront divisés en 26 groupes :

1er groupe. Exploitation des mines et métallurgie.

2e groupe. Agriculture, horticulture, exploitation et culture forestière.

3e groupe. Arts chimiques.

4e groupe. Substances alimentaires et de consommation comme produits de l'industrie.

5e groupe. Industrie des matières textiles et confections.

6e groupe. Industrie du cuir et du caoutchouc.

7e groupe. Industrie des métaux.

8e groupe. Bois ouvrés.

9e groupe. Industrie de la verrerie et de la céramique.

10e groupe. Quincaillerie, tabletterie et maroquinerie.

11e groupe. Industrie du papier.

12e groupe. Arts graphiques et dessins industriels.

13e groupe. Machines et matériel de transport.

14e groupe. Instruments de précision et de l'art médical.

15e groupe. Instruments de musique.

16e groupe. Art militaire.

Ce groupe comprend tous les objets et dispositions relatifs à l'armement et à l'équipement des armées et aux secours des malades et blessés de terre et de mer.

17e groupe. Marine.

Ce groupe contient les objets concernant la navigation maritime et fluviale, la construction, l'armement et l'équipement des vaisseaux, la construction des ports, l'éclairage des côtes, le service de sauvetage, etc.

18e groupe. Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Dans ce groupe seront exposés les dessins, plans et modèles de constructions de routes et de chemins de fer exécutés ou projetés; d'aqueducs, de travaux de desséchement du sol, de régularisation de cours d'eaux, de canalisation, d'égouts; de constructions de maisons d'habitation et d'édifices publics (palais de parlement, théâtres, hôpitaux, prisons, établissements de bains publics, buanderies publiques); de dispositions intérieures, telles que ventilation et chauffage des habitations, etc.

19e groupe. Types d'habitations bourgeoises, dispositions intérieures, décoration, ameublement.

20e groupe. Types d'habitations rurales. Dispositions, ustensiles, mobilier.

Dans ces deux groupes il sera démontré, de quelle manière les différents peuples entendent et interprètent les conditions de l'habitation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

21e groupe. Industrie nationale domestique.

Ce groupe est destiné à démontrer quelle abondance de précieux motifs d'art renferment les produits de l'industrie nationale domestique, dans ses articles de parure, de poterie, de tissus, de mobilier, etc.

22e groupe. Exposition des Musées des beaux-arts appliqués à l'industrie.

Ce groupe a pour but d'exposer les moyens à l'aide desquels les Musées modernes des beaux-arts appliqués à l'industrie tendent à améliorer le goût public, à répandre et à généraliser l'instruction artistique.

23e groupe. Art religieux.

Dans ce groupe on réunira tout ce qui est produit par les arts industriels pour l'usage du culte.

24e groupe. Objets d'art des époques antérieures, exposés par des amateurs et des collectionneurs. (*Exposition des amateurs.*)

Cette Exposition a pour but de faire connaître les trésors des collections particulières d'objets d'art qui généralement ne sont accessibles qu'à des cercles très-restreints, et d'inspirer de nouvelles idées aux artistes industriels.

25e groupe. Beaux-arts.

Ce groupe ne comprendra que des œuvres d'art qui ont été produites depuis la seconde Exposition de Londres 1862.

26e groupe. Éducation, instruction et enseignement.

Ce groupe comprendra :

a) Tout ce qui a rapport aux soins à donner à l'enfant et à son éducation, à son développement physique et moral, depuis les premiers jours de son existence jusqu'à son entrée à l'école.

b) Tout ce qui a rapport à l'instruction et aux écoles, depuis l'école primaire jusqu'à l'école professionnelle et à l'Université.

c) Tout ce qui a rapport à l'enseignement général ; productions de la littérature, de la presse, des associations, des bibliothèques publiques ; tableaux graphiques et statistiques, etc., etc.

III. Par les expositions comparatives des machines, des appareils, des procédés et des méthodes de travail des différentes époques, l'on montrera le perfectionnement successif des différentes inventions, tel que, par exemple, celui de la machine à coudre, du métier à tisser, de la télégraphie, de la photographie, etc., etc. On essayera ainsi de donner un aperçu de l'*histoire des inventions ;* cet essai devra démontrer par des expositions de machines et de produits de main-d'œuvre que, dans certains cas, les machines ont supprimé la main-d'œuvre et, dans d'autres, elles en soutiennent et en augmentent la production.

IV. Par l'exposition d'objets analogues, mais provenant de différentes époques (autant que possible avec l'indication des prix), ainsi que d'échantillons et de modèles, on démontrera l'augmentation de la force productive des différentes industries, leur dépendance des variations du goût et l'action qu'elles exercent sur celui-ci, ainsi que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur importance au point de vue de l'économie politique aux différentes époques. On exposera ainsi un aperçu de l'*histoire de l'industrie*.

V. Pour illustrer, par un coup d'œil rétrospectif, l'influence des sciences sur les progrès de l'industrie, on montrera l'*utilisation des déchets* et la croissante application de ces derniers, en exposant les déchets et les produits qu'on en retire, et en y ajoutant les produits intermédiaires, autant que cette production de nouvelles valeurs est le résultat des inventions et des découvertes faites depuis la première Exposition universelle de Londres **1851**.

VI. L'*histoire des prix* formera une autre branche de l'Exposition. On exposera un tableau comparatif des prix de cinq en cinq années des articles les plus importants des principaux centres de production, en remontant le plus loin possible, et en joignant à ces prix des échantillons et des spécimens.

VII. Pour faire connaître l'échange international des produits, on donnera une représentation du commerce du monde.

A cet effet, on exposera des collections d'échantillons et de spécimens des ports de commerce les plus importants, en indiquant sur chaque échantillon sa provenance et son écoulement, les quantités importées et exportées, les prix, etc. En outre, l'on indiquera, par des données statistiques et des tableaux graphiques, le mouvement de la navigation et du commerce de chaque port de commerce pendant les dix dernières années.

VIII. La pensée, exprimée dans ce qui précède, de faciliter l'étude de l'Exposition par des chiffres et des tableaux graphiques trouvera sa réalisation dans toutes les parties de l'Exposition, en vue de faire ressortir, par des données officielles, les progrès industriels et économiques faits par les différents États depuis la première Exposition universelle (Londres, **1851**). Par exemple, il sera exposé des états comparatifs des superficies consacrées à la culture du sol, des quantités de productions agricoles annuelles, de leurs prix, de la valeur du sol, du taux de l'argent, des chemins de fer, du chiffre de la population, etc., tels qu'ils ont été constatés à chacune des époques des Expositions universelles antérieures (Paris, **1855**; Londres, **1862**; Paris, **1867**). On démontrera de cette manière la force productive des différentes nations, dans les espaces mêmes qui leur seront assignés dans le Palais de l'Exposition.

Toutes les données relatives aux différents objets de l'Exposition, telles que nom de l'exposant, spécification de l'objet, prix (que l'exposant est libre de faire connaître ou non), seront jointes aux objets exposés. Tous les autres renseignements dont la publication serait désirée par l'exposant, et qui sont de quelque intérêt pour le public (l'historique et l'importance de l'établissement, son développement successif, le chiffre de sa production annuelle et tous les renseignements qui, dans les Expositions précédentes, étaient seulement contenus dans les catalogues), seront joints aux objets exposés sur des cartes écrites ou imprimées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

IX. Désirant assurer à l'Exposition son caractère principal d'instruction, on fera des essais de procédés nouveaux ou peu connus encore. On soumettra à l'expérience des objets exposés, dont la valeur ne peut être constatée que de cette manière ; par exemple, des expériences concernant la production du vin (chauffage du vin, application de l'hydro-extracteur, etc.); des essais de machines-outils de tout genre, de l'application de la lumière électrique, de l'application du ballon captif, des essais de matières explosives, des essais de charrues à vapeur, de transmissions télodynamiques, locomotives routières, pompes à incendie à vapeur, etc., etc. Des conférences seront données sur ces mêmes objets dans une salle spéciale de l'Exposition. Enfin on ouvrira, en temps opportun, des concours internationaux; par exemple, sur les meilleurs instruments pour la culture de la betterave à sucre, etc., etc.

X. Les produits suivants feront l'objet d'Expositions internationales temporaires, c'est-à-dire restreintes à une courte durée par la nature même de leur objet :

Animaux vivants (chevaux, bœufs, moutons, porcs, chiens, chats, volaille, gibier, poissons, etc., etc.) ;

Volailles engraissées, venaisons, viandes, graisses, etc.;

Produits des laiteries et fromageries;

Produits d'horticulture, fruits verts, légumes, fleurs, etc.;

Plantes vivantes nuisibles à l'agriculture et aux forêts.

Il sera fait des essais dynamométriques pour constater la force de traction des animaux.

Pendant l'Exposition de chevaux de luxe, des courses internationales auront lieu, pour lesquelles des prix seront décernés. D'autres représentations de sport, telles que régates, jeux nationaux, etc., seront aussi organisées.

Certaines expositions temporaires donneront lieu à des essais pratiques combinés avec des discussions sur des questions relatives à des objets exposés. Ainsi l'exposition des produits de la laiterie donnera lieu à des expériences sur la fabrication du beurre et du fromage, etc.

Pour que le public puisse apprécier les substances alimentaires exposées, il sera érigé des pavillons de dégustation dans lesquels chaque exposant pourra vendre des spécimens de ses produits, même à l'état de cuisson.

XI. Pendant la durée de l'Exposition, on organisera des congrès internationaux et des conférences, pour discuter les questions importantes résultant de l'Exposition elle-même ou qui seront soulevées comme thèmes spéciaux de la discussion internationale.

Il y aura aussi des congrès internationaux de savants et d'artistes, d'instituteurs, de médecins, de représentants des Musées des beaux-arts appliqués à l'industrie, de professeurs de dessin, d'architectes, d'ingénieurs, de représentants des chambres de commerce, d'économistes, pour les questions de banque et d'assurance, d'agriculteurs et de forestiers, d'ingénieurs des mines, etc., etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les questions à soumettre à la discussion, se trouvent les suivantes :

Question de la propriété intellectuelle, amélioration du goût public, propagation et développement de l'enseignement du dessin industriel, perfectionnement de tout ce qui concerne le transport, question d'obtenir le meilleur effet utile des machines, propagation et développement de la statique forestière, abaissement des prix des denrées alimentaires (par l'augmentation de la production, par une meilleure organisation des marchés, par la réforme de la cuisine, par de nouvelles méthodes de conservation); alimentation et première éducation de l'enfant; question d'hygiène pédagogique et d'orthopédie; instruction de la femme et amélioration de son existence.

XII. La répartition de l'espace accordé à chaque commission étrangère pour exposer les produits de ses nationaux sera géographique, c'est-à-dire qu'elle se fera par pays, de façon que les différents territoires de production soient groupés, autant que possible, dans le même ordre où ils se trouvent sur le globe, dans la direction de l'ouest à l'est.

XIII. Quant aux objets qui peuvent être classés dans plusieurs groupes indiqués à l'article II, l'exposant est libre de désigner lui-même le groupe dans lequel il désire voir figurer son objet.

XIV. Il sera institué un Jury international chargé de décerner des récompenses. Chaque exposant devra déclarer s'il veut soumettre ou non ses produits au jugement du Jury. Dans ce dernier cas son exposition portera l'étiquette « Hors concours. »

Les récompenses à accorder par le Jury international sont divisées comme suit :

A. Pour les beaux-arts, la récompense consistera en une *médaille pour l'art*.

B. Pour les autres objets de l'Exposition les récompenses seront les suivantes :

a) Les exposants qui ont déjà pris part à des Expositions universelles antérieures recevront, pour les progrès qui seront constatés dans leurs produits depuis la dernière exposition à laquelle ils ont pris part, la *médaille de progrès;*

b) Les exposants qui, pour la première fois, envoient leurs produits à une Exposition universelle recevront, en récompense des mérites qui seront reconnus au point de vue de l'économie nationale ou au point de vue technique, la *médaille de mérite;*

c) Tous les exposants dont les produits remplissent toutes les conditions du goût élevé, tant sous le rapport de la couleur que sous celui de la forme, auront, en outre, droit à la *médaille de bon goût;*

d) Il sera accordé des *diplômes de mérite* analogues aux mentions honorables accordées aux expositions précédentes.

C. Les coopérateurs qui, selon les renseignements fournis par les exposants, ont une part notable des mérites de la production seront récompensés par la *médaille de coopération*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D. Les mérites que des individus ou des corporations se seront acquis par la propagation de l'éducation du peuple et par le développement de l'industrie et de l'économie nationale, ou par leur sollicitude particulière pour le bien-être intellectuel, moral et matériel des classes ouvrières, seront récompensés par des *diplômes d'honneur* spéciaux.

XV. Les dispositions de détails concernant l'organisation de l'Exposition, la composition et les opérations du Jury, le système du catalogue, les rapports, etc., etc., feront l'objet du règlement général et des règlements spéciaux.

Vienne, le 16 septembre 1871.

Le Président de la Commission impériale,
Archiduc RÉGNIER.

Le Directeur général,
baron DE SCHARWZ-SENBORN.

SYSTÈME DE CLASSIFICATION.

1er GROUPE.

Exploitation des mines et métallurgie.

a) Combustibles minéraux (houilles, bitumes, goudrons, huiles minérales, etc.);

b) Minerais et métaux;

c) Minéraux non compris ci-dessus (sel, soufre brut, graphite, etc.), à l'exception des matériaux de construction (18e groupe);

d) Alliages à l'état brut;

e) Modèles et dessins du matériel pour l'exploitation des mines et des usines métallurgiques, plans de mines, etc.;

f) Ouvrages et cartes géologiques, etc.;

g) Matériel et procédés de l'exploitation des mines et des usines et des exploitations à ciel ouvert;

h) Statistique de production.

2e GROUPE.

Agriculture, horticulture, exploitation et industrie forestières.

a) Substances alimentaires et plantes médicinales à l'exception des légumes et fruits frais, qui font l'objet d'expositions temporaires;

b) Tabac cru et autres plantes narcotiques;

c) Matières textiles végétales (coton, lin, chanvre, jute, china-grass, etc.), et autres plantes d'un emploi pareil;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d) Cocons de vers à soie;

e) Produits de nature animale à l'état brut (peaux, plumes brutes, poils, crins, etc.);

f) Laines;

g) Produits de l'exploitation forestière (bois employés comme matériaux, matières tannantes et colorantes, résines, charbon de bois, amadou, etc.);

h) Tourbe et corps dérivés;

i) Engrais et matières fertilisant le sol;

k) Dessins et modèles d'objets de l'exploitation rurale et forestière, cartes agronomiques et forestières;

l) Travaux des établissements d'essais agricoles, cadastre rural et forestier, statique forestière, etc.

m) Matériel et procédés concernant la production, le transport et l'emmagasinage des produits mentionnés ci-dessus;

n) Matériel de l'horticulture: plans, dessins et modèles, objets d'ornementation des jardins, en dessins et modèles, serres, irrigations, etc.;

o) Spécimens d'établissements d'horticulture;

p) Statistique de production.

(Voyez : Expositions temporaires 4).

3e GROUPE.

Arts chimiques.

a) Produits chimiques employés dans l'industrie et dans la pharmacie (acides, alcalis, sels de toutes sortes, produits divers);

b) Produits pharmaceutiques, eaux minérales, etc.;

c) Corps gras et leurs produits (stéarine, acide oléique, glycérine, savons, bougies, etc.);

d) Produits de la distillation sèche (pétrole raffiné, essence de schiste, paraffine, acide phénique, benzine, aniline, etc.);

e) Huiles essentielles et parfumées, articles de parfumerie;

f) Allumettes, mèches, amorces, etc.;

g) Substances tinctoriales d'origine minérale et organique;

h) Résines lavées, teintes et blanchies, cire à cacheter, vernis, albumine, colle de poisson, colles diverses, amidon, dextrine, etc.;

i) Matériel et procédés des industries chimiques;

k) Statistique de production.

4e GROUPE.

Substances alimentaires et de consommation comme produits de l'industrie.

a) Farines et produits farineux, malt et produits du malt;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b) Sucre, sirop, etc.;

c) Boissons spiritueuses, liqueurs, etc.;

d) Vins;

e) Bières;

f) Vinaigres;

g) Aliments conservés (extraits de viandes, tablettes de bouillon, lait conservé, viandes et légumes conservés, saucisses de pois, etc.);

h) Tabac et produits analogues;

i) Produits de la confiserie et de la pâtisserie, pain d'épice, chocolats, surrogate de café, etc.;

k) Matériel et procédés concernant la fabrication des produits ci-dessus mentionnés;

l) Statistique de production.

5e GROUPE.

Industrie des matières textiles et confections.

a) Laines lavées, poils d'animaux (poils de chameau, de chèvre, etc.), fils et tissus de laine et de poils cardés, fils et tissus de laine et de poils peignés (y compris les feutrières, les étoffes mélangées et les châles en laine);

b) Coton et matières remplaçant le coton, fils et tissus de coton; rubanerie de coton;

c) Lin, chanvre, jute et autres fibres végétales textiles; fils, tissus et tresses; étoffes de paille, de cheveux, de jonc, etc., articles de cordage;

d) Soie crue, soie grége, déchets de soie; fils et tissus de soie, rubans, etc.;

e) Passementeries, tissus de fil d'or et d'argent, broderies;

f) Dentelles, tulles, etc.;

g) Articles de bonneterie (foulés et non foulés);

h) Habillements des deux sexes (habits, chapeaux, casquettes, chaussures, gants, lingerie, confection, etc.);

i) Ouvrages du tapissier (meubles tapissés, objets de literie, etc.);

k) Fleurs artificielles, plumets, etc.;

l) Matériel et procédés employés dans la fabrication des articles nommés ci-dessus;

m) Statistique de production.

6e GROUPE.

Industrie du cuir et du caoutchouc.

a) Cuirs et objets en cuir (articles de corroierie, sellerie, harnais, etc.), à l'exception des articles d'habillement et de maroquinerie; parchemin (animal) et baudruches;

b) Pelleterie et fourrures;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c) Objets en caoutchouc et en gutta-percha, à l'exception des instruments scientifiques et des parties détachées de machines; toiles vernies et imperméables, toiles cirées, etc.;

d) Matériel et procédés employés dans la fabrication des objets nommés ci-dessus;

e) Statistique de production.

7e GROUPE.

Industrie des métaux.

a) Objets d'or et d'argent, joaillerie, orfévrerie, bijouterie;

b) Objets en fer et en acier, à l'exception des machines, des parties de construction de bâtiments, des instruments scientifiques et des instruments de musique;

c) Objets fabriqués d'autres métaux et alliages;

d) Armes de toutes sortes, à l'exception des armes de guerre;

e) Matériel et procédés employés dans la fabrication des objets ci-dessus indiqués;

f) Statistique de production.

8e GROUPE.

Bois ouvrés.

a) Charpenterie et menuiserie (parquets, croisées, portes, etc.);

b) Fabrication des meubles, ébénisterie;

c) Produits de bois de fente (tonneaux, bardeaux, cercles);

d) Bois d'allumettes et produits;

e) Placages, tabletterie et marqueterie;

f) Objets tournés, guillochés, gravés, etc., en bois;

g) Sculptures en bois;

h) Objets en liége;

i) Vannerie;

k) Peinturé, teinture et dorure des objets en bois;

l) Matériel et procédés employés dans l'industrie des bois;

m) Statistique de production.

9e GROUPE.

Objets en pierre, industrie de la verrerie et de la céramique.

a) Objets en pierre, ardoise et ciment (tuyaux, pierres à aiguiser, meules, objets en marbre naturel et artificiel, objets d'ornementation, carrelage, etc.);

b) Porcelaine, faïence et autres poteries, terres cuites (tuyaux, services de ménage, pièces d'ornement, poêles, etc.);

c) Cristaux, verrerie de luxe et vitraux (verre et verre de gobelèterie, vitres, glaces, imitation de pierres précieuses, perles, émaux, etc.);

d) Matériel et procédés concernant la fabrication des objets nommés ci-dessus;

e) Statistique de production.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10e GROUPE.

Tabletterie, maroquinerie, bimbeloterie.

a) Objets en écume de mer, en ivoire, en écaille, en nacre, en baleine, en cire et en laque;

b) Objets de gaînerie et de maroquinerie, objets de fantaisie en cuir, en bronze, etc.;

c) Cannes, fouets, parapluies, ombrelles, éventails, etc.;

d) Peignes, brosses, balais, pinceaux et autres objets de brosserie;

e) Bimbeloterie, jouets et poupées, etc.;

f) Matériel et procédés concernant la fabrication des objets nommés ci-dessus;

g) Statistique de production.

11e GROUPE.

Industrie de papier.

a) Pâtes, cartons, papier;

b) Papiers de fantaisie, papiers peints, cartes à jouer, etc.;

c) Papier mâché, papier pour cartonnage, etc.;

d) Fournitures de bureau, matériel des arts, instruments et appareils à l'usage des peintres et dessinateurs;

e) Reliures, objets confectionnés en papier et carton, etc.;

f) Matériel et procédés de la fabrication des objets nommés ci-dessus;

g) Statistique de production.

12e GROUPE.

Arts graphiques et dessins industriels.

a) Typographie,

b) Gravure sur bois;

c) Gravure sur métal (cuivre et acier, etc.);

d) Lithographie, autographie, chromographie;

e) Photographie et impressions photographiques;

f) Ouvrages du graveur et du guillocheur;

g) Dessins industriels, dessins et peintures de décoration, etc.;

h) Matériel, instruments et appareils;

i) Statistique de production.

13e GROUPE.

Machines, matériel de transport.

a) Moteurs (machines à vapeur, générateurs de vapeur, turbines, roues hydrauliques, machines à colonnes d'eau, moteurs électro-magnétiques, moulins à vent, machines à gaz);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b) Transmissions, moufles, etc.;

c) Machines-outils (machines servant à l'exploitation des mines et usines; machines-outils servant au travail des métaux et du bois; machines-outils servant à la préparation, à la filature et au tissage des matières textiles, métiers à mailles, machines à coudre, à tricoter, à broder; machines à fouler, à lainer, tondre, centrifuges; machines servant à la teinture, au blanchiment et à la préparation du cuir; machines pour la fabrication du papier; machines-outils pour la reliure, machines de fonderies de caractères; machines-outils employés dans la typographie, lithographie, l'impression en taille-douce, la chromolithographie, etc.; machines et appareils des sucreries, des huileries, des brasseries, des distilleries; machines-outils pour la fabrication de la stéarine, du savon et des bougies, de l'amidon, de la glace, des allumettes; machines-outils spéciales à diverses industries; moulins, machines agricoles, etc.);

d) Autres machines non mentionnées ci-dessus (pompe, pompes à feu, soufflets, ventilateurs, etc.);

e) Pièces détachées de machines;

f) Matériel de transport pour chemins de fer (locomotives, tenders, et pièces détachées, waggons et pièces détachées; draisiennes, lowriers, machines spéciales et outillage des ateliers d'entretien, de réparation, et de la construction du matériel; chasse-neige, etc.);

g) Manomètres, dynamomètres, etc.;

h) Carrosserie et charronnage;

i) Statistique de production (1).

14e GROUPE.

Instruments de précision et de l'art médical.

a) Instruments de mathématique, de géométrie pratique, d'astronomie, de physique et de chimie (appareils et instruments pour mesurer, peser et diviser, instruments et appareils pour l'arpentage, pour la géodésie, pour la télégraphie électrique et l'optique, etc.);

b) Appareils et instruments de chirurgie, appareils de prothèse plastique et mécanique, etc.);

c) Horlogerie (chronomètres, chronoscopes, chronographes, horloges électriques, etc.);

d) Statistique de production.

---

(1) Quoique les machines-outils soient rangées dans le 13e groupe, elles seront jugées par le Jury du groupe de la profession à laquelle elles appartiennent, avec le concours d'ingénieurs-mécaniciens et de fabricants de machines. Quant aux objets qui pourraient être rangés dans plusieurs groupes, l'exposant est libre d'indiquer le groupe dans lequel il désire voir figurer ses objets.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

15e GROUPE.

Instruments de musique.

a) Instruments de musique;
b) Pièces détachées de toute nature (cordes, tables d'harmonie, etc.);
c) Appareils acoustiques (signaux acoustiques, etc.);
d) Sonneries et carillons, etc.;
e) Statistique de production.

16e GROUPE.

Art militaire.

a) Organisation et complément des armées;
b) Équipement, habillement et armement des troupes;
c) Artillerie;
d) Génie militaire;
e) Secours aux blessés et malades des armées de terre et de mer;
f) Éducation militaire, enseignement et instruction;
g) Cartographie et historiographie.

17e GROUPE.

Marine.

a) Matériel des constructions navales;
b) Types et modèles des bateaux et des navires employés dans la navigation fluviale et maritime et sur les lacs et canaux, navires de cabotage, navires de guerre, objets d'équipement et d'armement et apparaux;
c) Outils et appareils employés dans les constructions navales;
d) Habillement et équipement de l'équipage;
e) Constructions diverses servant à la navigation (phares, docks et ports, fortifications des côtes, etc.);
f) Hydrographie (cartes marines, instruments nautiques et météorologiques, matériel et procédés de l'enseignement).

18e GROUPE.

Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

a) Matériaux de construction d'origine minérale, matériel et procédés de leur production; appareils et instruments pour l'essai de ces matériaux, poutres et armatures en fer et autres parties métalliques de construction; matériel et procédés employés pour la conservation du bois;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b) Matériel et procédés des travaux de fondations (sonnettes, pieux à vis, appareils pneumatiques, caissons, etc.);

c) Matériel et procédés des travaux de terrassement (excavateurs, dragues, matériel pour le transport des terres, etc.);

d) Matériel et procédés de construction des routes et des chemins de fer (rouleaux, superstructure, changements et croisements de voies, chariots transporteurs, plaques tournantes, plans inclinés et automoteurs; chemins de fer atmosphériques, autres systèmes de traction, appareils pour l'alimentation d'eau, bâtiments de toutes sortes employés dans l'exploitation des chemins de fer, signaux, etc.);

e) Travaux hydrauliques à l'exception des constructions maritimes (vannes, travaux de régularisation de cours d'eau, travaux de canaux, etc.);

f) Modèles, plans et dessins de travaux publics (ponts, viaducs, aqueducs, etc.);

g) Plans, modèles et dessins de monuments publics de destination spéciale (maisons d'habitation, prisons, hôpitaux, bâtiments scolaires, théâtres); appareils servant à élever et à transporter les gros matériaux de construction (chapelets, grues, etc.); plans et modèles d'habitations à bon marché (cités ouvrières); outillages et procédés des métiers des bâtiments;

h) Matériel et appareils ayant pour but le confort et le maintien de la santé des habitants (éclairage, ventilation, systèmes de chauffage de toutes sortes, conduites d'eau, water-closets, égouts, paratonnerres, etc.);

i) Procédés du génie agricole; culture, assainissements, drainages, irrigation, plans et modèles de bâtiments ruraux (granges, silos, écuries, bergeries, etc.);

k) Plans, modèles et types d'établissements industriels (moulins, distilleries, raffineries de sucre, scieries, brasseries, entrepôts, etc.).

19e GROUPE.

Types d'habitation bourgeoise, ses dispositions intérieures, sa décoration, son ameublement.

a) Dessins et modèles, spécimens d'habitations bourgeoises des peuples civilisés;

b) Appartements complétement meublés.

20e GROUPE.

Types d'habitation rurale, ses dispositions, ses ustensiles et son mobilier.

a) Dessins, modèles et spécimens de maisons rurales des diverses contrées;

b) Demeures de paysans, complétement meublées et garnies de tous leurs ustensiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

21e GROUPE.

L'industrie domestique nationale.

a) Poteries;

b) Tissus, broderies, dentelles et autres ouvrages faits à l'aiguille;

c) Objets de parure en métal;

d) Mobilier et ustensiles divers.

22e GROUPE.

Représentation de l'influence des musées des beaux-arts appliqués à l'industrie.

a) Représentation des moyens par lesquels ces instituts modernes des beaux-arts appliqués à l'industrie (tels que le musée de South-Kensington à Londres et les musées semblables à Vienne, Berlin, Lyon, Moscou, etc., etc.) tendent à élever le goût public et à propager le goût pour le beau;

b) Expositions des œuvres produites et répandues par ces musées.

23e GROUPE.

Objets d'art pour les services religieux.

a) Décors d'églises (peintures murales, vitraux peints, etc.);

b) Objets employés dans les églises (autels, chaires, orgues, stalles et bancs, armoires, etc.);

c) Ornements d'autels et de chaires (crucifix, calices, ostensoirs, chandeliers, tentures d'autel, dais, bannières, etc.);

d) Objets employés dans les cérémonies des baptêmes, des enterrements, etc.

24e GROUPE.

Objets d'art des époques antérieures exposés par des amateurs et des collectionneurs. (*Exposition des amateurs.*)

a) Tableaux de maîtres des anciennes écoles;

b) Objets d'art de tous genres (bronzes, peintures sur émail, majoliques, miniatures, porcelaines, faïences, etc.).

25e GROUPE.

Beaux-arts. Œuvres qui ont été produites depuis l'Exposition universelle de Londres en 1862.

a) Architecture; modèles, plans et dessins des œuvres d'architecture du temps moderne, y compris les restaurations, projets d'édifices, sculpture en ronde bosse et en bas-relief;

b) Gravure sur médaille en relief et en creux, camées, pierres gravées;

c) Peinture à l'huile, miniature et peinture sur émail, aquarelles et dessins, etc.;

d) Gravures en taille-douce, gravure à l'eau-forte, gravure sur bois, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

26e GROUPE.

Éducation, enseignement, instruction.

a) L'éducation représentée par tout ce qui se rapporte à l'éducation de l'enfant, à son développement physique et moral, depuis les premiers jours de son existence jusqu'à son entrée à l'école (nourriture de l'enfant, crèches, jardins d'enfants, jeux d'enfants, appareils de gymnastique, etc.);

b) L'enseignement représenté par des types, modèles et dessins des bâtiments scolaires et fournitures des écoles, par le matériel d'enseignement, par les ouvrages et les publications périodiques relatives à l'enseignement public, par les descriptions et les illustrations des méthodes d'enseignement, par l'histoire et la statistique des écoles, par leur organisation et leurs règlements :

α) Écoles primaires, y compris le matériel pour l'enseignement des aveugles, des sourds-muets et des idiots;

β) Écoles secondaires (lycées, écoles industrielles et professionnelles, etc.);

γ) Écoles des arts et métiers, écoles commerciales, écoles normales et centrales, écoles des ponts et chaussées;

δ) Universités;

c) L'instruction dans son sens plus restreint; formation de l'adulte par les productions de la littérature, les publications périodiques utiles en général, les bibliothèques privées et publiques, par les sociétés et associations ayant pour but le complément de l'instruction du peuple.

EXPOSITIONS ADDITIONNELLES.

1. Histoire des inventions;
2. Histoire de l'industrie;
3. Instruments de musique de Crémone;
4. Utilisation des déchets : expositions des matières brutes et de leurs produits employés depuis l'Exposition de Londres 1851;
5. Histoire des prix;
6. Le commerce du monde, représenté par des données statistiques et par échantillons des spécimens de matières de marchandises avec indication de leurs prix.

EXPOSITIONS TEMPORAIRES.

1. Animaux vivants (chevaux, bétail, brebis, porcs, chiens, chats, volaille, gibier, poissons, etc.);
2. Volaille engraissée, venaison, viandes, graisses, etc.;
3. Produits de la laiterie et de la fromagerie;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4. Produits de l'horticulture (légumes et fruits frais, fleurs, plantes, etc.);
5. Plantes vivantes nuisibles à l'agriculture et aux forêts.

Vienne, le 16 septembre 1871.

Le Président de la Commission impériale,
Archiduc RÉGNIER.

Le Directeur général,
Baron DE SCHWARZ-SENBORN.

(*La suite au prochain cahier.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur les procédés d'assainissement employés dans le nettoyage des chiffons, par M. Ch. de Freycinet. — L'opération du nettoyage des chiffons, pratiquée en grand dans les papeteries, donne lieu à un fort dégagement d'impuretés qui, à la longue, agissent sur les voies respiratoires des ouvrières.

Pour remédier à cet état de choses on a imaginé divers procédés qui peuvent se ranger en deux classes, les unes ayant en vue d'isoler plus complétement les ouvrières des poussières, et les autres de prévenir la formation de celles-ci au moyen de certains lavages.

Comme exemple des premières dispositions, on peut citer la papeterie de MM. Lacroix, à Saint-Cybard, près Angoulême. L'appareil nettoyeur y est, comme à l'ordinaire, contenu dans une chambre bien close; mais afin d'éviter qu'on pénètre dans cette chambre pour en retirer les chiffons propres, ainsi que cela se pratique dans la plupart des fabriques, les chiffons sont, au fur et à mesure, ramenés hors de la chambre au moyen d'une toile sans fin qui les reçoit à la sortie du blutoir. Une semblable précaution dispense, à la rigueur, d'adapter un ventilateur au blutoir, pourvu, d'ailleurs, que la chambre soit fermée d'une manière hermétique. Toutefois, dans l'intérêt même du travail, il est préférable d'exercer une ventilation artificielle qui contribue au nettoyage des chiffons.

Dans la seconde classe des procédés, c'est-à-dire de ceux qui tendent à prévenir les dégagements, il faut citer les moyens employés par MM. Godin, à Huy (Belgique) et par M. Paul Breton, au Pont-de-Claix (Isère). Chez les premiers, les chiffons triés sont mis à digérer dans des cuves pleines d'eau claire, où on les abandonne un jour ou deux selon la qualité. On les passe ensuite sous une sorte de machine effilocheuse, travaillant dans un lait de chaux qui retient les impuretés. On termine par le lessivage à la chaux,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui se pratique dans la plupart des établissements. Chez M. Breton, on commence, avant toute autre opération, par laver les chiffons particulièrement sales et grossiers, comme ceux d'Afrique. En conséquence, on les fait bouillir avec de la chaux mélangée d'un peu de soude, la soude agissant ici comme intermédiaire pour faciliter la formation des savons calcaires et se régénérant indéfiniment; puis on les rince dans une roue pendant cinquante à soixante minutes et on les fait sécher; c'est seulement après cela qu'on les envoie au triage.

Quelques autres détails insalubres se rattachent au maniement des chiffons. Le démontage des tas, surtout, détermine plusieurs inconvénients, tels que poussière, émanations malsaines, insectes, etc. En vue de les prévenir, M. Breton a soin de faire arroser les tas, au fur et à mesure de leur formation, avec une solution de chlorure de chaux à raison d'un demi-litre environ par mètre carré de surface pour une épaisseur de $0^{m},30$. Il n'en résulte aucune humidité dans la masse et l'hygiène y gagne beaucoup. Les chiffons sont ensuite passés dans une machine à vanner munie d'un ventilateur et, de là, ils vont au triage. (*Traité d'assainissement industriel,* par M. Ch. de Freycinet.) (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 12 *janvier* 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

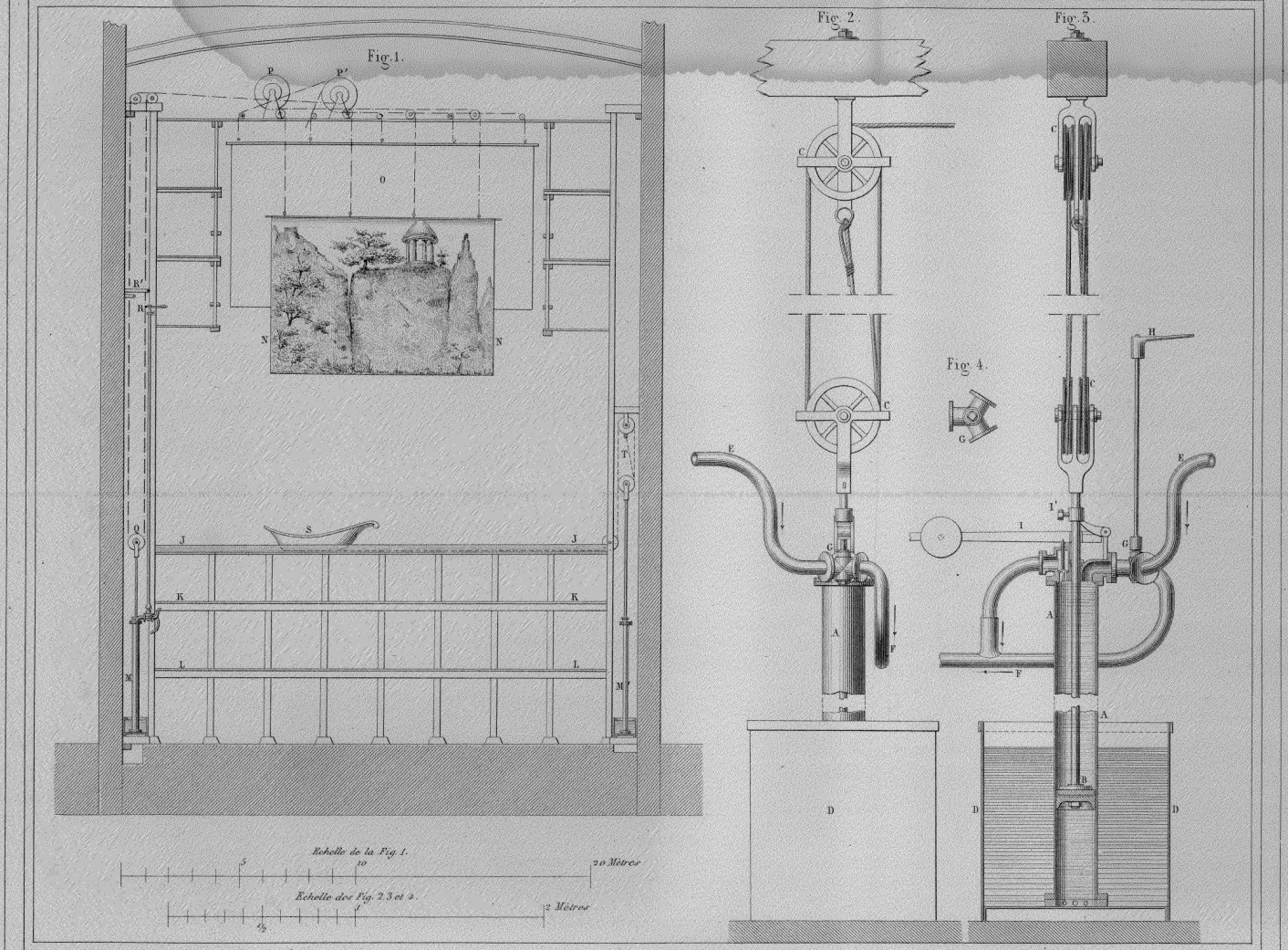
Nécrologie. — M. le *Président* annonce la perte douloureuse que la Société a faite la veille, par la mort soudaine de M. *Combes*, secrétaire du Conseil pour les arts mécaniques. (Voir plus haut, p. 22.)

En présence d'un pareil malheur, M. le *Président* croit devoir proposer d'ajourner la séance au vendredi 19 janvier.

Le Conseil, s'associant à la pensée de M. le *Président* et voulant rendre hommage à la mémoire du collègue vénéré qu'il vient de perdre, adopte, à l'unanimité, l'ajournement proposé; en conséquence, la séance est immédiatement levée.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lemoureux, r. Lacépède 38 Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

APPAREIL HYDRAULIQUE POUR LA MANŒUVRE DES RIDEAUX DU THÉATRE DE LA GAIETÉ, PAR M. QUÉRUEL

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Février 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MACHINES A VAPEUR.

RAPPORT *fait par* M. TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* MACHINE LOCOMOBILE *de* M. MOLARD, *mécanicien, à Lunéville* (*Meurthe*).

Messieurs, de toutes les dispositions de machines à vapeur rotatives que l'on renouvelle chaque jour, celle de la machine à disque est sans contredit l'une des plus intéressantes et des plus ingénieuses.

D'abord utilisée en Belgique, où elle a eu un médiocre succès, elle était devenue, en Angleterre, entre les mains de M. Rennie, l'objet d'une fabrication importante. Elle a été installée par lui à bord de plusieurs bateaux, où la singularité de son mode de fonctionnement n'a sans doute pas été étrangère à son succès passager.

Rien n'est plus curieux, en effet, que de voir fonctionner la machine à disque, qui se distingue de toutes les autres, d'ailleurs, par une grande simplicité apparente dans le mode de transmission.

Que l'on se figure deux cônes de même angle à la base, ayant le même axe horizontal, et qui seraient opposés par le sommet; si, sans modifier la position de l'un par rapport à l'autre, on supprimait pour chacun d'eux la partie comprise dans le voisinage du sommet commun, on comprend qu'une règle ou un plan pourrait s'appliquer exactement sur la double paroi conique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont elle formerait un des plans tangents, suivant une génératrice commune aux deux cônes.

Ce contact du plan tangent, dans toute la longueur d'une génératrice, est celui qui remplit le même office que la garniture ordinaire du piston de la machine à vapeur. Seulement le plan tangent pourra, par un simple mouvement de rotation autour des différentes perpendiculaires menées par le sommet à l'axe des cônes et sans aucun frottement sur leur paroi, être amené successivement dans toutes les positions nécessaires pour que le contact ait lieu successivement suivant toutes les génératrices des deux cônes.

C'est ce plan tangent, matérialisé sous forme d'un disque d'une certaine épaisseur, qui doit faire l'office du piston de la machine à vapeur. A cet effet, les bases des deux cônes sont reliées entre elles par une portion de paroi sphérique, formant une véritable boîte, dont les fonds, au lieu d'être plans, présenteraient chacun une grande protubérance conique en regard l'une de l'autre.

La cavité ménagée entre les deux cônes est elle-même disposée en forme de sphère creuse, dans laquelle peut tourner une sphère pleine ou rotule faisant la jonction entre les deux ailes du plan tangent ou disque qui forme la partie principale de l'appareil.

Si ces premières indications ont été comprises, on voit que le disque, formé de ses deux ailes assemblées sur la sphère centrale, peut occuper à l'entour des cônes toutes les positions de tangence, en séparant, dans chacune de ces positions, la boîte en deux compartiments distincts qui doivent former respectivement les deux chambres de vapeur de la machine.

La boîte est percée de deux orifices opposés, ouverts simultanément pour l'entrée ou pour la sortie, dans les deux compartiments; si l'un de ces orifices communique avec la vapeur d'une chaudière, si l'autre débouche à l'air libre, la pression même de la vapeur déterminera le balancement du disque, qui viendra de la sorte se placer successivement de manière à changer le rôle des deux chambres dans lesquelles le jeu des pressions développera son travail moteur.

Il faut, toutefois, faire remarquer que, pour l'utilisation du travail de la vapeur, il est nécessaire qu'elle soit introduite dans une capacité qui puisse s'agrandir successivement, soit pendant la période de la pleine pression, soit pendant la période de détente. Il n'en saurait être ainsi dans aucun des deux espaces en lesquels l'arête de contact du disque sépare la boîte de la machine, et, à cet effet, il existe une autre cloison fixe qui maintient la vapeur dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'espace compris entre elle et le disque, espace qui tend ainsi à s'agrandir par l'action même de la pression de la vapeur sur le disque mobile dont l'arête de contact se déplace sous cette action.

Pour permettre le balancement du disque malgré l'existence de la cloison fixe, on comprend, d'ailleurs, qu'il soit indispensable de pratiquer dans ce disque une rainure dont les lèvres sont taillées en biseau et de garnir cette rainure d'une articulation à charnière.

Afin de transmettre le travail moteur à l'arbre, la sphère centrale du disque est munie d'un appendice perpendiculaire au plan des disques et décrivant lui-même un cône concentrique pendant le fonctionnement de la machine. Cet appendice correspond ainsi à la position de la sphère centrale qui est située vers le centre, en deçà de la ligne de contact, et il fait, par sa rotation conique, tourner la manivelle qui entraîne, dans son mouvement de rotation, l'arbre moteur, dirigé suivant l'axe commun à toutes les surfaces coniques. Cette singulière disposition ne se manifeste, d'ailleurs, au dehors, que par la rotation de l'arbre principal et celle de la poulie motrice qui est calée sur cet arbre.

Telle était la disposition originale de M. Guibal; tel était, dans ses traits principaux, le mode de construction adopté par M. Rennie ; tel est encore le mode de fonctionnement des organes de la machine de M. Molard.

Dans les unes comme dans les autres, on évite le frottement sur la surface des cônes, mais on n'évite ni celui de la rotule centrale dans son logement sphérique, ni celui de l'extrémité des palettes contre les parois sphériques de la boîte. Somme toute, on diminue peu les frottements et l'on augmente la facilité des fuites de vapeur le long des arêtes de contact qui devraient, sans aucune garniture, empêcher toute communication entre les deux compartiments de la boîte. La rainure elle-même ne saurait être, sous ce rapport, sans inconvénient.

M. Molard n'a pas obvié à ces défauts, mais il a cependant apporté, dans plusieurs parties de la machine, des améliorations notables.

Malgré ces améliorations, le problème des machines rotatives n'en reste pas moins un problème tout à fait secondaire, et il est maintenant bien démontré que, fût-il résolu de la manière la plus complète, sa solution ne saurait fournir qu'une amélioration limitée à une partie des 10 ou 15 pour 100 du travail développé sur le piston, qui sont la mesure de la perte résultant des résistances passives provenant du mouvement des organes de transmission.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a, d'ailleurs, d'autres causes de désavantages, bien connues aussi, qui, dans l'état actuel des choses, laissent la solution sans intérêt bien réel.

Dans la machine de M. Molard, les palettes sont munies, au contact de la boîte, de garnitures convenables. La vapeur circule, avant de parvenir à l'orifice d'admission, dans des capacités formant enveloppes de vapeur tout autour de la boîte principale; ces capacités sont, toutefois, un peu grandes, et il en est de même de l'espace dit nuisible, compris entre les organes de distribution et les compartiments qui remplacent ici le cylindre.

La distribution se fait à l'aide d'une plaque d'obturation qui se déplace circulairement devant deux fenêtres; cette disposition est nouvelle en ce que la position de la plaque se modifie suivant que le fonctionnement de la machine est trop rapide ou trop lent. A cet effet, la poulie motrice est armée, à l'intérieur, de deux joues en fer, respectivement solidaires avec la plaque d'obturation et non avec la plaque portant les fenêtres d'admission. Ces joues sont maintenues dans leurs positions respectives par un ressort à boudin réglé de façon à maintenir, pour une vitesse donnée de la machine, l'ouverture convenable des orifices. Si le mouvement s'accélère, les joues tendent à glisser l'une devant l'autre, en vertu d'un excès de force centrifuge qui fait céder le ressort, et l'orifice se ferme automatiquement. Il s'ouvrirait, au contraire, en cas de ralentissement anormal, par suite de la prépondérance momentanée qui déterminerait alors l'action du ressort antagoniste.

Cette disposition ingénieuse manque un peu, dans l'exécution, de la sensibilité nécessaire; l'ouverture et la fermeture sont trop brusques; mais l'expérience conduira sans doute à rendre ces organes parfaitement efficaces, et le groupement des pièces principales de ce régulateur, dans l'intérieur de la poulie motrice, simplifie encore, sous ce point de vue, l'apparence de la machine.

Ce caractère de simplicité est surtout ce qui frappe dans la locomobile de M. Molard. La machine à disque est placée tout entière sur le dos d'une petite chaudière tubulaire à corps cylindrique. L'arbre moteur est dirigé dans le sens de l'axe de la chaudière; la poulie motrice semble seule tourner, et l'ensemble, monté sur quatre petites roues, constitue certainement la disposition la moins encombrante que l'on puisse rencontrer. L'emploi de la pompe alimentaire est, d'ailleurs, évité au moyen d'un injecteur placé sur le côté de la chaudière. Tout l'appareil ne pèse pas plus de 1 000 kilog.

Nous avons profité de l'occasion qui nous était offerte d'étudier une ma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chine à disque, pour faire une expérience de consommation sur la petite locomobile de M. Molard.

Le relevé des expériences du 30 octobre 1866 suffit pour établir que :

1° La machine a fonctionné à raison de 183 tours 25 par minute.

2° Le travail moteur, mesuré avec un bon frein de Prony, s'est élevé à 3,68 chevaux-vapeur.

3° On a consommé $8^{k},084$ de bonne houille par force de cheval et par heure.

4° Cette consommation aurait été notablement moindre si le diamètre des tubes, réduit par les bagues d'assemblage à $0^{m},04$, avait été un peu plus grand. Ces tubes se sont plusieurs fois enfumés pendant le travail, de manière à exiger un nettoyage immédiat.

5° La vaporisation constatée de $5^{k},04$ d'eau seulement par kilogramme de houille indique clairement qu'en réduisant outre mesure les dimensions des tubes de la chaudière on a nui à son rendement. La surface de chauffe n'était pas cependant inférieure à 5 mètres carrés.

Quoique les résultats économiques de cet essai soient loin d'être favorables, il faut cependant reconnaître, Messieurs, que, par sa simplicité extrême, par la facilité de son fonctionnement, la machine locomobile que M. Molard a présentée à votre appréciation se recommande, dans une certaine mesure, pour des applications accidentelles, dans lesquelles on aurait besoin d'une force de quelques chevaux seulement, distribués par un arbre de rotation rapide, dans les conditions où une certaine augmentation dans la dépense de consommation se trouverait compensée par une réduction de quelque importance dans les frais d'installation ou de transport.

Nous ne pensons pas, d'ailleurs, que le chiffre de la consommation constatée diminue d'une manière notable, comme l'espère le constructeur, par l'usage prolongé de la machine.

Nous croyons, au contraire, que ce chiffre diffère assez peu de celui de la consommation ordinaire des machines à disque, pour qu'on doive attribuer l'excès de consommation relative aux dispositions défavorables de la chaudière, par rapport à l'emploi de la houille.

M. Molard s'occupe avec succès de la construction de plusieurs autres machines de son invention : il a établi à Lunéville un atelier de machines agricoles qui ne manque pas d'importance; et vous profiterez, Messieurs, de cette occasion qui vous est offerte de témoigner votre bienveillant intérêt à un atelier créé loin de Paris, en remerciant M. Molard de sa communication, en don-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nant votre approbation au présent rapport, et en ordonnant son insertion dans votre *Bulletin* avec les figures qui feront utilement connaître, avec les nouvelles améliorations qui y ont été apportées par M. Molard, une disposition très-ingénieuse et non encore publiée.

Signé TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *novembre* 1866 (1).

EXPÉRIENCE FAITE SUR LA MACHINE DE M. MOLARD A L'EXPOSITION DE 1867.

La locomobile de M. Molard a été, postérieurement au rapport qui précède, installée au Champ de Mars pendant la durée de l'Exposition universelle de 1867, et nous avons profité de cette circonstance pour la soumettre à un nouvel essai, en employant cette fois, comme combustible, du coke qui brûlerait sans fumée et, par conséquent, sans amener l'engorgement des tubes, comme dans les essais à la houille.

Les conditions de la distribution avaient, d'ailleurs, été modifiées depuis la première expérience : M. Molard avait réduit la longueur des orifices d'admission et augmenté ainsi la période de détente.

Le frein avait un levier de $0^{m},72$, chargé d'un poids de 18 kilog., ce qui a permis d'estimer le travail par tour à 81.430 kilogrammètres.

L'expérience faite le 14 juin 1867 a été prolongée dans des conditions parfaitement régulières depuis $12^{h},4'$ jusqu'à $4^{h},40'$, c'est-à-dire pendant $4^{h},31',30''$ en tenant compte d'un petit arrêt nécessité par un léger grippement.

On a dépensé pendant toute la durée de l'expérience 65 kilog. de coke et 544 litres d'eau, ce qui porte la vaporisation par kilogramme de combustible au chiffre élevé de $8^{k},52$.

Le nombre total des tours de la machine a été 54,050, ce qui revient à $199^{tours},08$ par minute ou à $3^{tours},318$ par seconde.

La machine a donc développé un travail de $81,430^{km} \times 3,318$ par seconde ou de 3,603 chevaux-vapeur.

La consommation de coke par cheval et par heure s'est ainsi abaissée à 65 : (3 chevaux 603×4 h. 525) $= 4$ kilog.; la consommation d'eau ressortant dans les mêmes conditions à 34 kilog.

---

(1) C'est par des raisons indépendantes de la volonté de l'auteur que la publication de ce rapport a été retardée jusqu'ici.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Malgré cette grande dépense d'eau par cheval, si ces résultats étaient obtenus dans la pratique journalière, la locomobile à disque de M. Molard pourrait rendre d'utiles services dans plus d'une application temporaire.

(T.)

LÉGENDE DE LA PLANCHE 463 REPRÉSENTANT LA MACHINE A VAPEUR ROTATIVE DE M. MOLARD.

Fig. 1. Section longitudinale du corps de la machine.
Fig. 2. Vue de bout.
Fig. 3. Vue du régulateur et de la poulie motrice.
Fig. 4. Section transversale suivant la ligne XY de la figure 3.
A, enveloppe.
B, piston.
C, rotule dudit piston.
D, arbre du piston.
E, rondelles de serrage.
F, cloison.
G, introduction de vapeur.
H, échappement.
I, plateau-manivelle.
J, arbre moteur.
K, régulateur et poulie motrice.
L, arbre du régulateur.
M, disque du régulateur.
N, secteurs à force centrifuge du régulateur.
O, passages de la vapeur de l'autre côté du piston.
P, chaudière sur laquelle est montée la machine.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HOMBERG, *au nom du comité des arts économiques, sur un* CALIBRE PLASTIQUE *de* M. REIGEL, *carrossier, avenue d'Eylau,* 16, *à Paris.*

Messieurs, M. Reigel, carrossier et dessinateur de voitures, a soumis à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

votre examen un instrument de son invention, auquel il donne le nom de *calibre plastique*. Cet appareil doit, d'après l'inventeur, remplacer avantageusement le nombre illimité des calibres en bois, nécessaires aux dessinateurs pour tracer les courbes variées qu'exigent certaines industries, particulièrement la carrosserie.

Le calibre plastique de M. Reigel consiste dans un grand ressort d'acier portant, sur l'une de ses faces, des appendices en cuivre, glissant les uns contre les autres au moyen de coulisses que des vis de pression permettent d'assujettir, de manière à faire prendre invariablement au ressort d'acier toutes les courbes voulues.

Lorsqu'au moyen des vis de pression on a donné au ressort la forme contournée du dessin, ce même instrument peut servir de calibre pour tracer sur place, vérifier et rectifier l'exécution de la pièce à construire.

L'invention de M. Reigel a paru fort ingénieuse à votre comité; toutefois l'usage de son appareil ne lui a pas semblé devoir être très-commode. M. Reigel, qui se sert, nous a-t-il dit, de son instrument depuis plusieurs années, nous a cependant assuré qu'il lui rend d'utiles services et abrége beaucoup son travail ; mais votre comité pense qu'une pratique assez longue serait sans doute nécessaire à tout autre dessinateur pour en retirer les mêmes avantages.

Si cet instrument était perfectionné de telle sorte que l'on pût, sans aucun effort, lui donner des courbures diverses et qu'il restât indifférent dans toutes ces positions, avant que les vis de pression ne fussent serrées pour lui donner de la fixité, son emploi deviendrait facile, et il pourrait rendre de grands services pour les dessins industriels, qui n'exigent ni angles vifs, ni courbes d'un très-petit rayon.

Ce perfectionnement paraissant devoir être réalisable, et l'idée d'un calibre mobile se prêtant à toutes les combinaisons des courbes planes et remplaçant pour le dessinateur la multitude des calibres dont il a besoin, étant ingénieuse et féconde, votre comité vous propose, Messieurs, de remercier M. Reigel de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*.

Signé HOMBERG, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *janvier* 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

EXPÉRIENCES SUR LA TRACTION DE DIVERSES COURROIES EN CUIR, CAOUTCHOUC ET GUTTA-PERCHA, PAR M. TRESCA,

Membre du Conseil.

Les courroies en cuir étaient exclusivement employées dans les transmissions mécaniques, il y a quelques années à peine, mais on a cherché à y substituer, depuis lors, d'autres modes de fabrication, fondés en partie sur l'emploi du caoutchouc et de la gutta-percha, avec ou sans interposition d'un tissu destiné à augmenter leur résistance et à assurer la permanence de leurs dimensions transversales.

Ces deux substances pouvant être façonnées au laminoir en bandes de longueur indéfinie, avec des épaisseurs et des largeurs arbitraires, leur emploi présente, sous ce rapport, des facilités que celui du cuir, qui doit être pris seulement sur le dos de l'animal, en bandes de largeur et de longueur restreintes, ne peut comporter.

Il nous a, en conséquence, paru que des expériences faites avec soin, et d'une manière comparative, sur les trois substances, présenteraient quelque intérêt, et nous avons compris dans la même série les courroies en caoutchouc doublées de toile. Les tissus anglais appropriés à cet usage, différant un peu des nôtres, nous avons dû, d'ailleurs, opérer distinctement sur les uns et sur les autres.

Le tissu français est une grosse toile de coton, de 45 duites au décimètre, comprenant 110 fils de chaîne pour la même largeur. Il pèse $0^k,981$ par mètre, sur une largeur de $1^m,03$.

La chaîne est formée de 3 fils tordus ensemble, ainsi que la trame.

Le tissu anglais ressemble beaucoup au précédent. Il compte 52 duites par décimètre, et 85 fils de chaîne, mais les fils sont de composition différente, savoir 6 fils tordus pour la trame et 7 pour la chaîne. Il pèse $1^k,086$ par mètre sur une largeur de $1^m,05$.

Ces tissus, qui ont, sous le rapport de l'épaisseur, une grande ressemblance avec les toiles à voiles, entrent dans la fabrication des courroies en plusieurs doubles, repliés les uns sur les autres, et comprenant entre eux le caoutchouc qui les relie et qui fait complétement corps avec eux. Dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

certains cas, on a pris soin de laisser une paroi de la toile apparente sur chacune des faces de la courroie, et c'est ce que nous avons désigné par tissu extérieur, encore bien que ces parois apparentes ne soient pas du tout exclusives de l'existence d'une ou de plusieurs épaisseurs de toile comprises dans celle de la courroie. Nous dirons que le tissu est intérieur, toutes les fois qu'il n'est apparent sur aucune face de la bande, qui est alors complétement lisse.

Mode d'expérimentation.

Pour éviter, autant que possible, la déformation des extrémités des courroies qui devaient être soumises, successivement, à des efforts considérables, nous avons fait construire des mâchoires en tôle de toute la largeur de la plus grande courroie ; ces mâchoires emprisonnaient, sur une certaine longueur, l'extrémité de la bande à essayer, et étaient réunies entre elles au moyen d'un nombre suffisant de boulons, assez serrés pour que le frottement dans les mâchoires surpassât la résistance propre de la pièce elle-même. Pour obtenir ce résultat, il a été nécessaire de strier les surfaces intérieures des plaques de tôle qui formaient ainsi sur la courroie en expérience des empreintes très-favorables à la solidarité de tous les éléments de l'assemblage.

Les efforts étaient produits à l'aide de la presse hydraulique, dont est muni le banc d'épreuve du Conservatoire des arts et métiers ; ils étaient, en outre, mesurés par la romaine mise en jeu par la mâchoire fixe, et qui était chargée d'un poids curseur et de rondelles en plus ou moins grand nombre, suspendues à l'extrémité du levier.

Les allongements étaient observés entre deux repères préalablement tracés à une petite distance de chaque mâchoire au moyen d'une mesure divisée, que l'on maintenait à chaque observation, en coïncidence avec l'un des repères par l'une de ses extrémités.

Dans le plus grand nombre de circonstances, on a pu se rendre compte, par le même moyen, de l'allongement permanent que conservait la longueur comprise entre les deux repères, après le déchargement.

Ces éléments principaux étant connus, on a calculé les allongements par mètre de longueur, et les charges correspondantes par millimètre carré de section, et représenté ensuite, par des diagrammes, la relation entre ces deux données. Nous verrons que, dans certains cas, il a été utile d'opérer de même par rapport aux sections variables de la pièce au moment où l'observation des charges était faite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Courroies en cuir.

Les autres matières employées à la fabrication des courroies devant être examinées en comparaison avec le cuir, nous nous occuperons d'abord des courroies ordinaires, en cuir parfaitement choisi, qui ont fourni les résultats consignés dans le tableau suivant.

CHARGES	**Courroie n° X.** $\omega = 5 \times 29 = 145^{mm\,q}$; L = 1m,70.			**Courroie n° VI.** $\omega = 5{,}5 \times 61 = 335^{mm\,q},5$; L = 2m,00.			**Courroie n° V.** $\omega = 5{,}5 \times 61 = 335^{mm\,q},5$; L = 2m,00.		
	CHARGES par millimètre carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES par millimètre carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES par millimètre carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
k.		millim.	millim.						
25	0,172	69	40,6						
50	0,343	115	67,6	0,150	77	38,5			
75	0,517	142	83,5						
100	0,690	191	112,3	0.299	152	76,0	0,299	52	26,0
125	0,862	213	125,3						
150	1,034	240	141,2	0,448	199	99,5	0,448	82	41,0
175	1,207	257	151,7						
200	1,379	280	164,7	0,597	237	118,5	0,597	110	55,0
225	1,552	300	176,5						
250	1,724	323	190,0	0,746	265	132,5	0,746	136	68,0
275	1,886	339	199,4						
300	2,069	367	215,9	0,896	294	147,0	0,896	162	81,0
325	2,241	377	221,7	0,970	306	153,0	0,970	172	86,0
350	2,414	397	233,5	1,045	319	159,5	1,045	184	92,0
375	2,586	412	248,8	1,120	331	165,5	1,120	194	97,0
400	2,758	Rupture.	»	1,194	344	172,0	1,194	206	103,0
425	»	»	»	1,269	356	178,0	1,269	216	108,0
450	»	»	»	1,344	366	183,0	1,344	228	114,0
475	»	»	»	1,418	376	188,0	1,418	239	119,5
500	»	»	»	1,493	391	Rupture à la couture.	1,493	250	125,0
550	»	»	»	»	»	»	1,642	273	136,5
575	»	»	»	»	»	»	1,717	282	142,0
600	»	»	»	»	»	»	1,792	290	145,0
625	»	»	»	»	»	»	1,866	300	150,0
650	»	»	»	»	»	»	1,941	311	155,5
675	»	»	»	»	»	»	2,016	321	160,5
700	»	»	»	»	»	»	2,090	322	161,0 Rupture à la clouure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La courroie n° 10, de très-bonne qualité, provenant de la fabrication de M. Paillard, a été prise pour type.

La courroie n° 6, de la même fabrication, a été particulièrement essayée au point de vue de la couture faite par une lanière au milieu.

La courroie n° 5, de la fabrication de M. Scellos, au point de vue de la clouure qui réunissait également deux bouts rapprochés.

Il résulte de ces expériences que la courroie type a rompu sous une charge de $2^k,758$ par millimètre carré de section primitive, qu'elle a donné lieu, jusqu'à cette limite, à des allongements croissant d'une manière un peu moins rapide que les charges, et qu'elle a pu s'allonger dans ces conditions jusqu'à 248,8 sur 1700 millimètres, soit de 0,15 de sa longueur primitive.

Les deux autres courroies se sont rompues respectivement à $1^k,493$ et $2^k,091$ par millimètre carré de leur section première, mais la rupture a eu lieu dans les joints auxquels on n'avait su donner la même résistance qu'au corps même de la pièce.

Courroie en gutta-percha.

Cette courroie était d'une très-belle fabrication, et, en apparence, très-homogène.

Sa section était mesurée par $\omega = 8,5 \times 140 = 1\,190^{mm.c.}$, mais à la suite d'un premier essai elle s'est trouvée réduite, par suite de l'allongement permanent, à $1\,190 \times \frac{2,00}{2,14} = 1\,112^{mm.c}$

La longueur comprise entre les repères était originairement de 2 mètres ; portée jusqu'à $2^m,528$, pendant la traction elle est revenue à $2^m,140$, et l'on a pu, à l'aide de nouveaux repères, opérer à nouveau sur une longueur libre de 2 mètres.

Voici les résultats successifs de ces deux essais.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Courroie n° XI en gutta-percha.

$\omega = 8{,}5 \times 140 = 1190$ millim. carrés. L = $2^m{,}00$.

CHARGES totales.	1er ESSAI.			2e ESSAI.		
	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
0	»	»	»	»	»	»
100	0,084	14	7,0	0,090	90	45,0
150	0,126	27	13,5	0,135	166	83,0
200	0,168	41	20,5	0,180	229	114,5
250	0,220	65	32,5	0,225	293	146,5
300	0,264	108	54,0	0,270	319	159,5
350	0,306	192	91,0	0,315	343	171,5
400	0,336	445	222,5	0,360	370	185,0
400	0,336	»	»	0,360	45	229,0
400	0,336	528	264,0	0,360	487	243,5

A la fin du premier essai, la courroie s'allongeait indéfiniment sous la charge de $0^k{,}336$ par millimètre carré; sous celle de 0,360 à la fin du second.

Les allongements croissent, d'ailleurs, beaucoup plus rapidement que les charges, même à partir d'une charge de 100 grammes par millimètre carré, et l'on peut dire, en conséquence, qu'elle est déjà excessive au point de vue de la non-déformation permanente de la courroie.

Quant à la pression finale que nous désignerons sous le nom de pression de fluidité, elle doit être estimée, d'après les résultats des deux essais, à 350 grammes par millimètre carré environ, ou à 35 atmosphères seulement. Sous cette pression, on peut au moins compter sur un allongement égal à la moitié de la longueur primitive, sans déchirure.

Courroie en caoutchouc.

Nous avons vu que, pour le cuir, les allongements dus aux charges successives diminuent à mesure que la tension augmente, tandis que le phé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nomène inverse se produit pour la gutta-percha, qu'il est possible d'amener à un véritable état de fluidité.

Courroie en caoutchouc n° XIV.

$\omega = 98 \times 5{,}5 = 539$ millim. carrés. L = 2 mètres.

1er ESSAI.				2e ESSAI.			
CHARGES mesurées.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGE-MENTS totaux.	ALLONGE-MENTS par mètre.	CHARGES mesurées.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGE-MENTS totaux.	ALLONGE-MENTS par mètre.
0	»	»	»	0	»	»	»
50	0,093	42	21	20	0,037	29	14,5
100	0,186	108	54	40	0,074	45	22,5
150	0,278	171	86	60	0,111	53	26,5
200	0,371	254	127	80	0,148	98	48,0
250	0,464	Rupture.		100	0,186	134	66,0
				120	0,223	172	86,0
				140	0,260	200	100,0
				160	0,299	231	115,5
				180	0,334	255	127,5
				200	0,371	277	138,5
				220	0,408	302	151,0
				240	0,445	324	162,0
				250	0,464	Rupture.	»

Les courroies en caoutchouc et toile se comportant comme le cuir, il nous parut nécessaire d'examiner ce qui adviendrait avec une courroie homogène de caoutchouc, afin de constater que l'homogénéité de la matière se traduit toujours par des effets analogues à ceux qui sont observés sur les métaux.

Nous avons, en conséquence, essayé une courroie en caoutchouc vulcanisé de 98 millimètres sur 5,5, de section transversale, et nous l'avons soumise aux efforts de traction, sur une longueur de 2 mètres.

Dès la première expérience, il a été facile de reconnaître que les allongements augmentaient plus rapidement que les charges, mais la rupture s'est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

produite dans une des attaches pour une tension de $0^k,464$ par millimètre carré de la section primitive.

Une deuxième expérience faite dans des conditions identiques, et sur une même longueur de 2 mètres, a démontré que les allongements étaient devenus plus considérables pour les mêmes charges; mais, comme nous l'avons reconnu par des expériences spéciales faites sur les métaux, la matière, par le fait du premier chargement, est devenue, en même temps, plus élastique, et les allongements sont restés proportionnels jusqu'à la rupture, qui s'est encore produite dans une des attaches.

Courroies en caoutchouc et tissu.

Nous avons opéré séparément sur les échantillons de la fabrication française et de la fabrication anglaise, avec tissu apparent ou non apparent, mais l'on verra que ces distinctions étaient pour ainsi dire inutiles, et que toutes les courroies mixtes se sont comportées presque identiquement de la même façon.

Courroie n° VII. Caoutchouc et quatre épaisseurs de tissu anglais intérieur.

Cette double expérience démontre nettement que la courroie ainsi construite conserve toute son élasticité jusqu'à la charge de $1^k,067$ par millimètre carré, et qu'elle est même très-peu altérée pour une charge double, puisqu'elle n'a conservé, pour cette dernière charge, qu'un allongement permanent de 21,5 millimètres par mètre.

Cependant les allongements partiels, pour des surcharges successives égales entre elles, vont constamment en diminuant, et elles auraient continué, sans doute, à suivre la même décroissance, si l'on avait pu élever davantage la tension, sans déterminer de rupture dans les points d'attache.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Courroie n° VII. Caoutchouc et tissu anglais intérieur.

$\omega = 50 \times 7{,}5 = 375$ millim. carrés. L = 2 mètres.

CHARGES totales.	1er ESSAI.			2e ESSAI.			OBSERVATIONS.
	CHARGES par mill. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES par mill. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	
0	»	»	»	»	»	»	
50	0,133	43	21,5	»	»	»	
100	0,267	92	46,0	»	»	»	
150	0,400	126	63,0	»	»	»	
200	0,533	157	78,5	»	»	»	
250	0,667	184	92,0	»	»	»	
300	0,800	206	103,0	»	»	»	
350	0,933	228	114,0	»	»	»	
400	1,067	248	124,0	1,067	258	129,0	
425*	»	»	»	1,133	267	133,5	* Rupture dans une des attaches. Revient à la longueur primitive.
450	»	»	»	1,200	274	137,0	
475	»	»	»	1,267	280	140,0	
500	»	»	»	1,333	288	144,0	
525	»	»	»	1,400	294	147,0	
550	»	»	»	1,467	302	151,0	
575	»	»	»	1,533	312	156,0	
600	»	»	»	1,600	319	159,5	
625	»	»	»	1,667	322	161,0	
650	»	»	»	1,733	329	164,5	
675	»	»	»	1,800	334	167,0	
700	»	»	»	1,867	339	169,5	
725	»	»	»	1,933	349	174,5	
750	»	»	»	2,000	353	176,5	
775	»	»	»	2,067	358	179,0	
800	»	»	»	2,133	364	182,0	** Rupture dans une des attaches. Longueur après le déchargement 2^m,043.
850	»	»	»	2,267	377	188,5	
875**	»	»	»	2,333	382	191,0	

Courroie n° IX en caoutchouc et deux épaisseurs de tissu anglais intérieur.

Cette courroie, dont la section est un peu plus grande que celle de la précédente, mais qui en diffère surtout par le rapport de ses deux dimensions transversales, s'est comportée exactement comme elle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La rupture a toutefois eu lieu entre les points de repère, ce qui permet de compter sur une résistance effective de $2^k,649$ par millimètre carré. L'allongement total s'élève alors à 219 millimètres par mètre, et cependant le retrait se fait régulièrement, lors du déchargement, puisque la longueur finale 2,046 entre les repères ne dénote qu'un allongement permanent de 23 millimètres par mètre.

Courroie n° IX. Caoutchouc et tissu anglais intérieur.

$\omega = 100 \times 4{,}25 = 425$ millim. carrés. L = 2 mètres.

CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
0k	»	»	»	425	1,000	248	124,0	775	1,824	362	181,0
50	0,118	30	15,0	450	1,059	257	128,5	800	1,882	369	184,5
100	0,235	71	35,5	475	1,118	267	133,5	825	1,941	374	187,0
125	0,294	87	43,5	500	1,176	278	139,0	850	2,000	381	190,5
150	0,353	108	54,0	525	1,235	286	143,0	875	2,059	387	193,5
175	0,412	122	61,0	550	1,294	295	147,5	900	2,118	391	195,5
200	0,470	139	69,5	575	1,353	304	152,0	925	2,177	395	197,5
225	0,529	151	75,5	600	1,412	313	156,5	950	2,236	401	200,5
250	0,588	162	81,0	625	1,471	320	160,0	975	2,295	406	203,0
275	0,647	177	88,5	650	1,530	327	163,5	1000	2,354	413	206,5
300	0,706	192	96,0	675	1,589	335	167,5	1050	2,472	423	211,5
325	0,765	204	102,0	700	1,647	343	171,5	1075	2,531	429	214,5
350	0,824	212	106,0	725	1,706	351	175,5	1100	2,590	436	218,0
375	0,883	224	112,0					1125	2,649	438	219,0
400	0,941	240	120,0	750	1,765	355	177,5	1150	»	»	»

Courroie n° I en caoutchouc et six épaisseurs de tissu anglais intérieur.

Dans les deux premières expériences, la rupture s'est produite dans les attaches, sous des charges de $0^k,952$ et $1^k,079$ par millimètre carré, sans allongement permanent. Dans la troisième expérience, la rupture a encore eu lieu dans une attache, mais seulement sous une charge de 2 kilogrammes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La longueur de $1^m,70$ entre les repères, avant cette expérience, a été portée, après le déchargement, à $1^m,725$, accusant ainsi un allongement permanent de 25 millimètres, ou de 14,7 millimètres par mètre.

Courroie n° I. Caoutchouc et tissu anglais intérieur.

$\omega = 150 \times 10.5 = 1575$ millim. carrés. L = 2 mètres.

CHARGES TOTALES.	1er ESSAI. L = $2^m,00$.			2e ESSAI. L = $2^m,00$.		3e ESSAI. L = $1^m,70$.		CHARGES TOTALES.	3e ESSAI (*suite*).		
	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.		CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
0k	»	»	»	»	»	»	»	1800	1,143	228,5	134,4
100	0,063	27	13,5	»	»	37,0	21,8	1900	1,206	235,0	138,2
200	0,127	50	25,0	»	»	69,0	45,9	2000	1,270	243,0	143,0
300	0,190	78	36,5	»	»	92,0	54,1	2100	1,353	248,5	146,2
400	0,254	95	47,5	»	»	110,0	64,7	2200	1,397	255,0	150,0
500	0,317	116	58,0	»	»	125,0	73,5	2300	1,460	261,0	153.5
600	0,381	135	67,5	»	»	138,0	81,2	2400	1,524	266,0	156,5
700	0,444	152	76,0	»	»	149,0	87,7	2500	1,587	272,5	160,3
800	0,508	170	85,0	»	»	160,0	94,1	2600	1,650	279,0	164,1
900	0,571	185	92,5	»	»	168,0	98,8	2700	1,714	284,5	167,4
1000	0,635	205	102,5	»	»	177,0	103,6	2800	1,777	289,0	170,0
1100	0,698	220	110,0	»	»	185,0	108,8	2900	1,841	295,0	173,5
1200	0,762	230	115,0	»	»	192,0	113,0	3000	1,904	299,5	175,9
1300	0,825	242	121,0	»	»	201,0	118,2	3100	1,968	304,0	178,8
1400	0,889	257	128,5	245	122,5	206,0	121,2	3150	2,000		
1500	0,952	267	133,5	250	125,0	212,0	124,7				
1600	1,016	»	»	262	131,0	218,5	128,5				
1700	1,079	»	»	269	134,5	228,5	134,4				

Courroie n° VIII en caoutchouc et deux épaisseurs de tissu français intérieur.

Les résultats sont, pour ainsi dire, identiques aux précédents, bien que la rupture ait eu lieu entre les repères, sous une charge de 2,143 kilogrammes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par millimètre carré. Les allongements suivent la même loi que précédemment, et sont représentés par des chiffres presque équivalents; la substitution d'un tissu à l'autre n'a aucunement modifié les propriétés élastiques de la matière.

Courroie n° VIII. Caoutchouc et tissu francais intérieur.

$\omega = 3{,}5 \times 100 = 350$ millim. carrés. L = 2 mètres.

CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
0k	»	»	»	425	1,215	259	129,5
50	0,143	64	32,0	450	1,286	267	133,5
100	0,286	111	55,0	475	1,358	275	137,5
150	0,429	151	75,5	500	1,429	282	142,0
175	0,500	162	81,0	525	1,500	289	144,5
200	0,571	173	86,5	550	1,572	297	148,5
225	0,643	186	93,0	575	1,643	303	151,5
250	0,714	200	100,0	600	1,715	309	154,5
275	0,786	206	103,0	625	1,786	314	157,0
300	0,857	218	109,0	650	1,858	321	160,5
325	0,929	226	113,0	675	1,929	327	163,5
350	1,000	238	119,0	700	2,000	334	167,0
375	1,072	245	122,5	725	2,072	339	169,5
400	1,143	253	126,5	750	2,143	347	173,5

Courroie n° IV en caoutchouc et trois épaisseurs de toile, tissu anglais apparent.

Les courroies en caoutchouc présentent un grave inconvénient sous le rapport du défaut d'adhérence ; elles sont trop lisses, et cet inconvénient peut être très-heureusement atténué en disposant le tissu interposé de manière qu'il soit apparent sur les deux faces extérieures. Les inégalités et la compressibilité des mailles lui donnent, sous ce rapport, un avantage marqué.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette disposition ne saurait, d'ailleurs, modifier les propriétés mécaniques de la courroie, et les expériences suivantes n'ont fait que confirmer cette déduction *à priori*.

La courroie n° IV, établie dans ces conditions, a cependant résisté jusqu'à une charge de $3^k,3$ par millimètre carré entre les repères, mais les allongements qu'elle a subis sont très-peu différents des précédents pour les mêmes charges.

Courroie n° IV. Caoutchouc et tissu anglais extérieur.

$\omega = 50 \times 5 = 250$ millim. carrés. L = 2 mètres.

CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
50^k	0,2	65	32,5	500	2,0	343	171,5
100	0,4	136	68,0	550	2,2	356	178,0
150	0,6	184	92,0	600	2,4	369	184,5
200	0,8	217	108,5	650	2,6	383	191,5
300	1,2	270	135,0	700	2,8	396	198,0
350	1,4	291	145,5	750	3,0	404	202,0
400	1,6	310	155,0	800	3,2	416	208,0
450	1,8	328	164,0	825	3,3	422	211,0

Courroie n° II en caoutchouc et six épaisseurs de toile, tissu anglais apparent.

Deux expériences ont été faites sur cette courroie, qui s'est d'abord rompue dans une attache, sous la charge de $1^k,482$ par millimètre carré, en conservant un allongement permanent de 13 millimètres par mètre, dont nous n'avons pas tenu compte dans le second essai. Celui-ci a pu être continué jusqu'à $2^k,037$, et a permis de constater un nouvel allongement permanent de 4 millimètres seulement, ou de $4 : 1,70 = 2,35$ millimètres par mètre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Caurroie n° II. Caoutchouc et tissu anglais apparent.

$\omega = 120 \times 9 = 1080$ millim. carrés.

1er ESSAI. L = 2m,00.				2e ESSAI. L = 1m,70.					
CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGE-MENTS totaux.	ALLONGE-MENTS par mètre.	ALLONGE-MENTS totaux.	ALLONGE-MENTS par mètre.	CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGE-MENTS totaux.	ALLONGE-MENTS par mètre.
100k	0,093	45	22,5	59	34,7	1800	1,667	260	151,2
200	0,185	83	41,5	95	55,9	1900	1,759	265	155,9
300	0,278	115	57,5	119	70,0	2000	1,852	270	158,8
400	0,370	144	72,0	138	81,2	2100	1,944	276	162,4
500	0,468	169	84,5	152	89,4	2200	2,037	282	165,9
600	0,556	189	94,5	165	97,1				
700	0,648	206	103,0	176	103,5				
800	0,741	224	112,0	186	109,4				
900	0,833	240	120,0	194	114,1				
1000	0,926	254	127,0	201	118,2				
1100	1,019	269	134,5	209	123,0				
1200	1,111	280	140,0	217	127,7				
1300	1,204	294	147,0	224	131,8				
1400	1,296	304	152,0	231	136,9				
1500	1,389	315	157,5	236	138,8				
1600	1,482	»	»	243	142,2				
1700	1,574	»	»	251	147,7				

Courroie n° III en caoutchouc et trois épaisseurs de toile, tissu français apparent.

Cette petite courroie s'est rompue entre les repères, sous une charge de 2k,3 par millimètre carré, en prenant des allongements un peu plus grands que les deux courroies précédentes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Courroie n° III. Caoutchouc et tissu français apparent.

$\omega = 50 \times 5 = 250$ millim. carrés. L = 2 mètres.

CHARGES totales.	CHARGES par millim. carré.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
50k	0,2	81	40,5
100	0,4	139	69,5
150	0,6	179	89,5
200	0,8	208	104,0
250	1,0	232	116,0
300	1,2	256	128,0
350	1,4	277	138,5
400	1,6	296	148,0
450	1,8	316	158,0
500	2,0	334	167,0
525	2,1	341	170,5
550	2,2	354	177,0
575	2,3		

Essais faits sur la toile seule.

Tissu anglais. — Pour mettre en évidence la part qu'il convient d'attribuer, dans la résistance totale, à la présence du tissu, on a plié en sept épaisseurs la largeur tout entière d'une pièce, absolument comme elle est repliée dans les courroies en caoutchouc et toile. On a ainsi formé une lanière de $0^m,15$ de largeur dont les différents plis ont été rendus solidaires par des coutures transversales faites de $0^m,20$ en $0^m,20$, et on a soumis cette lanière aux mêmes expériences que précédemment. Le tissu interposé dans la courroie n° 1 est absolument dans les mêmes conditions sous le rapport de la garniture en toile.

Deux expériences ont été faites successivement sur ce tissu ; les allongements dus à chaque nouvelle charge, d'abord très-grands, se sont successivement réduits, jusqu'aux dernières charges. Cette réduction successive des allongements doit, sans aucun doute, être attribuée à l'interposition des fils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ransversaux de la trame, qui, au delà d'une certaine limite, ne permettent plus aux fils longitudinaux de se redresser.

Bande de toile n° XII. Tissu anglais (1m,07).

L = 2 mètres.

1er ESSAI.			2e ESSAI.		2e ESSAI (*suite*).		
CHARGES totales.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES totales.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
100k	118	59,0			1800	270	135,0
200	173	86,5			1850	275	137,5
300	215	107,5			1900	280	140,0
400	245	122,5			1950	284	142,0
500	272	136,0			2000	287	143,5
600	296	148,0			2150	292	146,0
700	319	159,5					
800	340	170,6					
900	356	178,0					
1000	371	185,0					
1100	384	192,0					
1200	399	199,5					
1300	414	207,0					
1400	426	213,0					
1500	435	217,5	250	125,0			
1600	447	223,5	257	128,5			
1700	457	228,5	263	131,5			

Tissu français. — Les mêmes dispositions ont conduit à des résultats tout à fait analogues, mais les allongements ont toujours été moindres pour les mêmes charges. Le tissu était notablement plus résistant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bande de toile, n° XIII. Tissu français (1^{m},03).

L = 2 mètres.

CHARGES totales.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.	CHARGES totales.	ALLONGEMENTS totaux.	ALLONGEMENTS par mètre.
0^{k}	0	0	1300	320	160,0
150	100	50,0	1400	331	165,5
200	120	60,0	1500	342	171,0
300	153	76,5	1600	348	174,0
400	180	90,0	1700	356	178,0
500	201	100,5	1800	363	181,5
600	221	110,5	1900	371	185,5
700	239	119,5	2000	378	189,0
800	257	128,5	2100	386	193,0
900	276	138,0	2200	394	197,0
1000	282	141,0	2300	401	200,5
1100	296	148,0	2400	407	203,5
1200	307	153,5	2500		

Influence du tissu interposé.

Les tissus jouissent de la propriété de donner lieu à des allongements qui croissent moins rapidement que les charges, et ce caractère s'étant retrouvé dans les expériences faites sur les courroies en caoutchouc et tissu, il nous a paru convenable d'examiner de plus près la mesure de leur influence dans les propriétés élastiques des courroies où ils sont employés.

Pour la faire ressortir de la manière la plus complète, nous comparerons la courroie n° I, avec le tissu anglais qui entre dans sa composition, en faisant toutefois remarquer que cette courroie, d'une largeur de 0^{m},15, ne renferme que six épaisseurs de tissu au lieu de sept.

Pour chaque allongement constaté nous pouvons, avec les données numériques des expériences, isoler la part du tissu seul, ainsi que le montre l'exemple suivant : sous la charge de 500 kilog., la courroie n° I s'est allongée de 58 millimètres par mètre, et nous apprenons, par l'expérience n° XII, que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'on obtient, au moyen de 100 kilog., un allongement à peu près égal, 59 au lieu de 58, pour sept épaisseurs de tissu. En admettant qu'entre ces limites de 58 à 59 millimètres, et de six à sept épaisseurs, les allongements sont proportionnels aux charges, celle qui donnera pour six épaisseurs un allongement de 58 millimètres se calculera par le produit

$$100 \times \frac{58}{59} \times \frac{6}{7} = 84{,}2.$$

Dans la charge de 500 kilog., nécessaire pour déterminer ce même allongement dans la courroie mixte, le tissu entre donc pour 84ᵏ,2, ou pour 0,168.

Nous avons fait le même calcul pour les allongements respectifs les plus voisins les uns des autres, et nous en avons formé le tableau suivant :

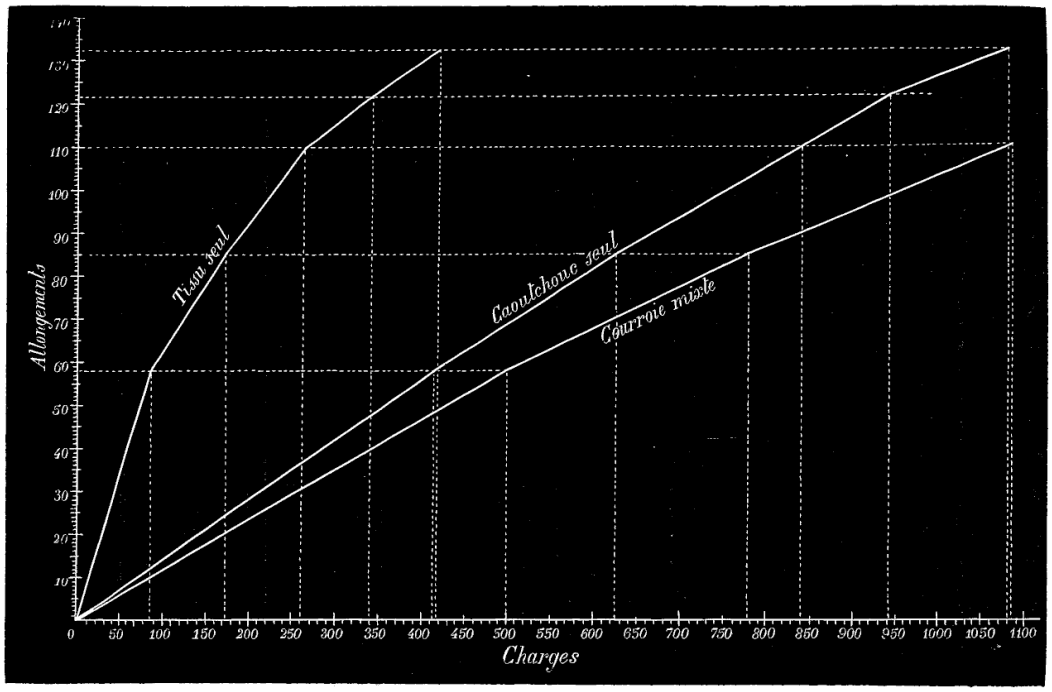
CHARGES totales. (1)	ALLONGEMENTS correspondants par mètre.	CHARGE supportée par les six épaisseurs de tissu (3).	RAPPORT entre 1 et 3.	CHARGE supportée par le caoutchouc seul.
500ᵏ	58,0	84,2	0,168	416ᵏ
800	85,0	174,5	0,218	626
1100	110,0	263,1	0,239	837
1300	121,0	340,6	0,262	959
1500	133,5	420,7	0,261	1079

La part de résistance venant du tissu s'élève successivement de 0,168 à 0,261 ; elle grandit naturellement avec les charges, par suite de la loi que nous avons reconnue par l'expérience.

Quant aux charges supportées par le caoutchouc, et qui sont calculées par différence, dans la dernière colonne du tableau, il est facile de montrer, par une représentation graphique, qu'elles sont très-exactement proportionnelles aux charges, conformément à ce que nous avions reconnu directement. Pour compléter la signification de ce tracé, nous avons rapporté, sur la figure, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

charges supportées par le tissu, et la courbe représentative tourne manifestement sa concavité vers l'axe sur lequel les efforts sont comptés. Les deux effets se superposent dans la courroie mixte, avec leurs caractères propres, en dotant, en définitive, cette courroie des propriétés caractéristiques des tissus.



Conclusions.

Pour tirer quelque conclusion des indications qui précèdent, nous avons réuni, dans un tableau spécial, tous les résultats relatifs aux allongements par mètre, croissant depuis 20 millimètres jusqu'à 200, en groupant ces résultats pour chaque matière, et pour chacun des allongements comparatifs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION des COURROIES.			CHARGES PAR MILLIMÈTRE CARRÉ correspondant aux allongements par mètre de 20 millim.	25 millim.	50 millim.	75 millim.	100 millim.	125 millim.	150 millim.	200 millim.	OBSERVATIONS.
											Kil.
Cuir.	X		»	»	0,21	0,38	0,62	0,86	1,19	1,89	Rupture à 2,76.
	VII		»	»	0,16	0,30	0,45	0,60	0,90	1,50	Rupture à 1,49.
	V	1	»	0,29	0,55	0,80	1,15	1,49	1,87	1,60	Rupture à 2,09.
		2	»	»	»	0,43	0,63	0,84	1,12	1,34	
Gutta-percha. . . .	XI	1	0,16	»	0,26	0,28	0,31	0,32	0,33	0,33	
		2	»	»	0,10	0,12	0,16	0,20	0,36	0,36	
		3	»	»	0,18	0,20	0,24	0,26	0,35	0,35	
Caoutchouc.	XIV	1	0,09	0,12	0,18	0,23	0,30	0,37	»	»	
		2	0,06	0,11	0,15	0,20	0,26	0,33	0,40	»	Kil. Rupture à 0,46.
		2	0,08	0,12	0,17	0,22	0,28	0,30	0,40	»	Rupture à 0,46.
Mixtes. . . .	VII	1	0,13	0,15	0,27	0,52	0,80	1,07	»	»	Rupture à 1,10.
		2	»	»	»	»	»	»	1,47	2,33	Rupture à 2,33.
	IX		0,18	0,17	0,34	0,52	0,75	1,00	1,35	2,22	Rupture à 2,65.
	I	1	0,10	0,12	0,26	0,44	0,63	0,88	»	»	Rupture à 0,952.
	I	2	»	»	»	»	»	0,95	1,25	»	Rupture à 1,08.
	I	3	0,06	0,12	0,19	0,31	0,63	0,95	1,39	»	Rupture à 1,00.
	VIII		»	»	0,25	0,42	0,71	1,10	1,64	»	Rupture à 2,14.
	IV		»	»	0,30	0,45	0,70	1,05	1,50	3,00	Rupture à 3,30.
	II	1	»	0,10	0,25	0,40	0,62	0,92	1,29	»	Rupture à 1,48.
	II	2	»	»	0,17	0,30	0,62	1,02	1,66	»	Rupture à 2,04.
	III	1	»	»	0,25	0,45	0,78	1,19	1,62	»	Rupture à 2,30.
	III	2	»	0,11	0,25	0,41	0,70	1,02	1,47	2,52	

1° On reconnaît, à l'inspection de ce tableau, que les courroies en cuir présentent les allongements les plus variables, ce qui tient, sans aucun doute, à ce qu'on est obligé de les soumettre, avant leur emploi, à des tensions préalables, afin d'éviter que le même effet ne se produise pendant leur fonctionnement ;

2° En moyenne le cuir s'allonge d'un dixième de sa longueur primitive, pour une charge de $0^k,77$ par millimètre carré, les courroies en caoutchouc et toile pour $0^k,70$, le caoutchouc pour $0^k,28$, la gutta-percha pour $0^k,25$;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit, à ce premier point de vue, que les courroies mixtes se rapprochent beaucoup des courroies en cuir ;

3° Mais un allongement double, qui est produit sur le cuir par une charge de $1^k,66$, exige $2^k,52$ par millimètre carré, avec le tissu de caoutchouc et toile ;

4° L'industrie a donc imité, avec avantage, la propriété que possède le cuir de donner lieu à des allongements qui croissent beaucoup moins rapidement que les charges ;

5° Cette propriété caractéristique et très-intéressante, au point de vue de l'usage, est certainement due, dans un cas comme dans l'autre, aux obstacles qui s'opposent au redressement des fibres longitudinales, savoir les fils de chaîne dans les tissus, les matières agglutinées dans les alvéoles pour les cuirs ;

6° Ces deux sortes de courroies peuvent être employées sous une charge habituelle de 1 kilogramme par millimètre carré ;

7° Les courroies en caoutchouc, sans tissu, et les courroies en gutta-percha, ne doivent pas être soumises à un effort supérieur à $0^{kil},25$ par millimètre carré ; à la température de 20°, la gutta-percha s'étire indéfiniment sous une charge de $0^k,35$, le caoutchouc se rompt à $0^k,40$;

8° La gutta-percha peut être employée, avec grand avantage, dans tous les cas où la transmission est sujette à être mouillée par de l'eau froide, mais il faut éviter avec soin de l'exposer aux rayons solaires ; au reste, les débris, qu'il est souvent difficile de soustraire à la convoitise des ouvriers, se moulent avec assez de facilité pour être employés, pour ainsi dire, indéfiniment ;

9° Le caoutchouc vulcanisé se détériore surtout par le défaut d'usage, et devient souvent très-cassant ; l'emploi du tissu rend son usage plus certain et plus prolongé ;

10° Enfin ce mode de fabrication se prête facilement à des dimensions que le cuir ne comporte pas, et c'est surtout pour les transmissions à grand effort qu'il convient de le réserver, en ne portant jamais la tension au delà de $0^k,50$ par millimètre carré.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREILS DE LEVAGE.

NOTE SUR DEUX GRUES A VAPEUR DE GRANDE HAUTEUR, EMPLOYÉES A DES TRAVAUX DE CHEMIN DE FER ET A LA CONSTRUCTION DE CERTAINS IMMEUBLES DE PARIS.

(*Planche* 464.)

Nous avons, à différentes reprises, donné, dans le *Bulletin,* la description de quelques appareils de levage employés, à Paris, à la construction de certains travaux publics ou privés (1); aujourd'hui nous publions deux grues de grande hauteur, établies l'une par M. Castor, l'habile constructeur auquel on doit de nombreux et importants travaux de chemins de fer, l'autre par M. Borde qui s'en est servi, à Paris, pour l'édification de plusieurs grands immeubles.

Grue de M. Castor.

Parmi les travaux d'art que présente la section de chemin de fer de Rouen à Amiens, on distingue le viaduc de Poix, de 240 mètres de longueur, qui franchit une vallée dépourvue de cours d'eau, au moyen de 12 arches à plein cintre de $16^{m},50$ d'ouverture. Cet ouvrage, qui se profile suivant une courbe de 1000 mètres de rayon, a $33^{m},50$ de hauteur dans la plus grande partie de son développement et 27 mètres dans la plus petite; il est construit presque tout en briques, sauf les cordons et les corniches pour lesquels on a employé la pierre de taille.

Chargé de l'établissement de cet important ouvrage, vers la fin de 1864, M. Castor fut conduit, en raison des circonstances particulières dans lesquelles on se trouvait placé, à organiser une installation spéciale pour le levage des matériaux. En effet, d'une part, le peu d'épaisseur des piles aux naissances (3 mètres) ne permettait pas de pratiquer des trous dans la maçonnerie pour recevoir des échafaudages, et, d'autre part, il importait, pour assurer simultanément, sur tous les points, l'avancement graduel des travaux, d'employer un nombre de maçons suffisant (2), sans qu'il y ait encombrement, et, par conséquent, de leur fournir en même temps et d'une manière régulière les matériaux nécessaires. Pour satisfaire à ces conditions, voici les dispositions qui ont été adoptées :

(1) Voy. *Bulletin* de 1860, 2e série, t. VII, p. 27.

(2) Il y en a eu, au maximum, 80 employant ensemble 80 à 100000 briques par jour.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux culées ont d'abord été reliées au moyen d'un pont de service, ayant 5 mètres de large sur 8 à 9 mètres de hauteur au point le plus bas de la vallée, et on y a établi deux voies de fer pour waggonnets et une voie pour grue roulante, embrassant les deux voies précédentes et représentant une largeur totale de $3^{m},60$. Les matériaux arrivaient directement sur ce point au moyen de plans inclinés, ou bien par un monte-charge vertical à vapeur qui les déposait au centre des chantiers où la répartition en était faite. Plus tard, quand les travaux, par suite de leur exhaussement, ne se sont plus trouvés à portée du pont, on a installé, pour le levage des matériaux, trois grues roulantes et tournantes de grande hauteur, capables de les apporter jusqu'à la partie supérieure de l'ouvrage et d'assurer tous les besoins du service sans aucune perte de temps.

Ces grands appareils, que commande la vapeur, sont d'une manœuvre très-facile; les services qu'ils rendent doivent, dans beaucoup de cas, les rendre préférables aux monte-charges ordinaires qui sont fixes, par exemple, dans celui des gros ouvrages en façade où leur facilité d'évolution permet de mettre en place la pierre de taille sans bardage.

C'est l'une de ces trois grues que représente de profil la figure 1 de la planche 464; elle se compose d'une grande chèvre qui n'a pas moins de 21 mètres de hauteur.

A, mâts jumeaux, en sapin, formant la chèvre; ils sont moisés et contreventés par des croix de Saint-André.

B, longrines au moyen desquelles la chèvre repose sur une plaque tournante C.

C, plaque tournante analogue à celles des chemins de fer.

D, haubans en fer maintenant la chèvre à la partie supérieure et au milieu, et venant s'amarrer aux extrémités d'arrière des longrines B.

E, chariot supportant la chèvre et la machine à vapeur; il est muni de manivelles et d'engrenages servant à le faire circuler sur les rails du pont de service.

F, crémaillère circulaire de grand diamètre, fixée sur la plate-forme du chariot et autour de laquelle on fait mouvoir la plaque tournante, et, par conséquent, la grue au moyen d'un pignon et d'une double manivelle.

Le moteur est une locomobile à vapeur de 4 à 5 chevaux installée à l'arrière des longrines B, de manière à équilibrer la charge et à maintenir le centre de gravité du système dans le cercle décrit par les galets de la plaque tournante. Avec ce moteur, le maximum de la charge qu'on peut élever est de 2 500 kilog.

Voici comment a fonctionné l'appareil au viaduc de Poix : des caisses placées sur les waggonnets de la voie de service allaient chercher les briques aux fours mêmes et, revenant au pied de la grue, étaient enlevées, sans aucun transbordement, jusqu'à la hauteur d'une petite plate-forme G fixée en haut de la chèvre, d'où les matériaux étaient portés directement aux chantiers; de cette manière on évitait les pertes de temps et les causes de détérioration.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons dit qu'on avait installé trois grues semblables à celle que nous venons de décrire. Voici quelle a été, pour chacune d'elles, la dépense d'organisation :

	Francs.
Charpente et ferrures du chariot.	900
Plaque tournante, chèvre, haubans, treuils, etc.	1 600
Locomobile.	3 000
Total.	5 500
Après emploi et démontage, le tout peut être estimé à. . . .	3 500
Reste à imputer, comme dépense, sur le prix de revient du travail.	2 000

Quant à la dépense journalière, elle a été de :

	Francs.
1 mécanicien.	6,00
1 aide pour la manœuvre.	4,50
250 kilog. de houille à 40 francs la tonne.	10,00
Graissage et entretien.	5,00
Total.	25,50

Avec cette dépense quotidienne, chaque grue a pu, en 1865 et 1866, élever, pendant 120 jours, 3000 mètres cubes environ de matériaux à une hauteur moyenne de 10 mètres. D'après cela, la dépréciation de l'appareil étant comptée, comme on vient de le voir, pour 2000 francs et sa dépense, pendant les 120 jours, pour $25,50 \times 120 = 3060$ francs, le prix de revient pour le levage de chaque mètre cube a été de $(2000 + 3060) : 3000 = 1^{f},68$.

Grue de M. Borde.

La grue de M. Borde, que représentent les figures 2, 3 et 4 de la même planche, a servi à l'édification du théâtre du Vaudeville et des grands immeubles au milieu desquels ce théâtre est enclavé, à l'entrée de la rue de la Chaussée-d'Antin. Comme la grue précédente, elle est supportée par un chariot roulant sur rails, qui se déplace à volonté le long de la maçonnerie à construire ; mais elle en diffère en ce qu'au lieu d'être montée sur une plaque tournante, elle est fixe et munie d'une bigue qui, pouvant osciller comme un grand levier, transporte la charge dans le plan vertical et l'amène, à pied d'œuvre, dans l'intérieur du bâtiment sur un point éloigné de la façade extérieure.

Fig. 2. Vue de profil de la grue.

Fig. 3. Vue de la partie supérieure de la bigue que la figure 2 ne peut représenter.

Fig. 4. Plan pris au niveau de la machine locomobile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sans nous étendre sur la description de cet appareil, que les figures expliquent suffisamment, nous dirons qu'il est muni de deux treuils, l'un H (fig. 2) pour le levage de la charge à la hauteur voulue le long de la bigue, l'autre H′ pour commander le mouvement de bascule de cette bigue.

I (fig. 2 et 3) est la bigue; c'est une grosse poutre cylindrique en tôle surmontée, suivant la direction de la génératrice supérieure du cylindre, d'une armature en fer destinée à contre-balancer la flexion que tend à produire la charge pendant qu'elle accomplit son mouvement de bascule.

J, pivot autour duquel bascule la bigue et qui permet à celle-ci de décrire, dans le plan vertical, un arc de cercle dont le rayon est égal à la distance comprise entre ce pivot et l'extrémité supérieure de la poutre.

K, câble du treuil H′ et de la bigue; il passe sur deux poulies, dont l'une est fixée à la charpente de la grue et l'autre à l'extrémité inférieure de la poutre I qu'elle suit dans tous ses mouvements.

(M.)

HUILES MINÉRALES.

DÉCRET CONCERNANT L'EMMAGASINAGE ET LA VENTE DES HUILES DE PÉTROLE, ESSENCES ET AUTRES HYDROCARBURES LIQUIDES SERVANT A L'ÉCLAIRAGE ET AU CHAUFFAGE.

Le Président de la République,

Sur le rapport du Ministre de l'agriculture et du commerce,

Vu les lois des 22 décembre 1789, janvier 1790 (section III, art. 2), et 16-24 août 1790 (titre XI, art. 3);

Vu le décret du 15 octobre 1810, l'ordonnance du 14 janvier 1815 et les décrets des 18 avril et 31 décembre 1866;

Vu les avis du comité consultatif des arts et manufactures;

La commission provisoire chargée de remplacer le conseil d'État, entendue,

Décrète :

Art. 1er. Le pétrole et ses dérivés, les huiles de schiste et de goudron, les essences et autres hydrocarbures liquides pour l'éclairage et le chauffage, la fabrication des couleurs et vernis, le dégraissage des étoffes, ou tout autre emploi, sont distingués en deux catégories, suivant leur degré d'inflammabilité.

La première catégorie comprend les substances très-inflammables, c'est-à-dire celles qui émettent, à une température inférieure à 35 degrés du thermomètre centigrade, des vapeurs susceptibles de prendre feu au contact d'une allumette enflammée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La seconde catégorie comprend les substances moins inflammables, c'est-à-dire celles qui n'émettent de vapeurs susceptibles de prendre feu au contact d'une allumette enflammée qu'à une température égale ou supérieure à 35 degrés.

Art. 2. Les usines pour le traitement de ces substances, les entrepôts et magasins de vente en gros et les dépôts pour la vente au détail ne peuvent être établis et exploités que sous les conditions prescrites par le présent décret.

Section première. — *Des usines.*

Art. 3. Les usines pour la fabrication, la distillation et le travail en grand des substances désignées à l'article 1er demeurent rangées dans la première classe des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, régis par le décret du 15 octobre 1810 et par l'ordonnance du 14 janvier 1815.

Section II. — *Des entrepôts et magasins de vente en gros.*

Art. 4. Les entrepôts ou magasins de substances désignés à l'article 1er, dans lesquels ces substances ne doivent subir aucune autre manipulation qu'un simple lavage à l'eau froide et des transvasements, sont rangés dans la première, la deuxième ou la troisième classe des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, suivant les quantités de liquides qu'ils sont destinés à contenir, savoir :

Dans la première classe, s'ils doivent contenir plus de 15000 litres de ces substances ;

Dans la deuxième classe, s'ils doivent en contenir de 7 500 à 15 000 litres ;

Dans la troisième classe, s'ils doivent en contenir moins de 7 500 litres.

Art. 5. Les entrepôts ou magasins spécifiés à l'article précédent, qui renferment des substances de la première catégorie, soit exclusivement, soit jointes à des substances de la deuxième catégorie, sont assujettis aux règles suivantes :

1° Le magasin sera établi dans une enceinte close par des murs en maçonnerie de $2^{m},50$ de hauteur au moins, ayant sur la voie publique une seule entrée, qui doit être garnie d'une porte pleine, solidement ferrée et fermant à clef.

Cette porte d'entrée sera fermée depuis la chute du jour jusqu'au matin. La clef en sera déposée, durant cet intervalle, entre les mains de l'exploitant du magasin ou d'un gardien délégué par lui. Durant le jour, l'entrée et la sortie des ouvriers et charretiers seront surveillées par un préposé.

2° L'enceinte ne devra renfermer d'autre logement habité durant la nuit que celui d'un portier-gardien et de sa famille.

Cette habitation elle-même aura son entrée particulière et sera isolée du reste de l'enceinte par un chemin de ronde de 2 mètres de largeur au moins, entouré d'un mur de $1^{m},20$ de hauteur au moins, sans aucune ouverture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° La plus petite distance de l'enceinte renfermant le magasin aux maisons d'habitation ou bâtiments quelconques appartenant à des tiers ne pourra être de moins de 100 mètres pour les magasins rangés dans la 1re classe, de 25 mètres pour ceux de la 2e, et de 2 mètres pour ceux de la 3e.

4° Le sol du magasin sera dallé, carrelé ou bétonné, avec pente et rigoles disposées de manière à amener les liquides qui seraient répandus accidentellement dans une ou plusieurs citernes étanches, ayant ensemble une capacité suffisante pour contenir la totalité des liquides emmagasinés.

Si le sol dallé du magasin est en contre-bas du sol environnant, la cuvette ainsi formée tiendra lieu, jusqu'à concurrence de sa capacité, des citernes prescrites au paragraphe précédent. Néanmoins, il sera construit, dans le cas même où la cuvette aurait à elle seule la capacité prescrite, un puisard de 3 mètres cubes au moins, où seraient amenés les liquides répandus accidentellement.

Les citernes et puisards devront être toujours maintenus en état de service.

5° Le magasin pourra être à découvert, en plein air. S'il est enfermé dans un bâtiment ou hangar, ce bâtiment ou hangar sera construit en matériaux incombustibles, non surmonté d'étages, bien éclairé par la lumière du jour et largement ventilé, avec des ouvertures ménagées dans la toiture.

6° Les liquides emmagasinés seront contenus soit dans des récipients en métal munis de couvercles mobiles, soit dans des fûts en bois, cerclés de fer, soit dans des touries en verre et en grès, protégées par un revêtement extérieur.

Les fûts et touries vides, ainsi que les débris d'emballage, seront placés hors du magasin proprement dit, en plein air.

7° Toutes les réceptions, manipulations et expéditions de liquides seront faites à la clarté du jour. Durant la nuit, l'entrée dans l'enceinte où est placé le magasin est absolument interdite.

Il est également interdit d'y allumer ou d'y apporter du feu, des lumières ou des allumettes et d'y fumer. Cette interdiction sera écrite en caractères très-apparents sur le parement extérieur du mur d'enceinte, du côté de la porte d'entrée.

Les préfets peuvent imposer, en outre, les conditions qui seraient exigées dans des cas spéciaux par l'intérêt de la sécurité publique.

Art. 6. Les préfets ou les sous-préfets peuvent autoriser des entrepôts ou magasins établis et exploités dans des conditions différentes de celles déterminées par l'article 5, lorsque ces conditions offrent des garanties au moins équivalentes pour la sécurité publique. Mais, dans ce cas, les arrêtés d'autorisation, avant d'être délivrés aux demandeurs, doivent être soumis à l'approbation du Ministre de l'agriculture et du commerce, qui prend l'avis du comité consultatif des arts et manufactures.

Art. 7. Les conditions d'établissement des entrepôts ou magasins dans lesquels les liquides inflammables ne subissent ni transvasement, ni manipulation d'aucune sorte,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou qui ne contiennent que des substances de la deuxième catégorie, sont réglées par les arrêtés d'autorisation.

SECTION III. — *De la vente au détail.*

Art. 8. Tout débitant de substances désignées à l'article 1[er] est tenu d'adresser au maire de la commune où est situé son établissement une déclaration contenant la désignation précise du local, des procédés de conservation et de livraison, des quantités de liquides inflammables auxquelles il entend limiter son approvisionnement, et de l'emplacement qui sera exclusivement affecté dans sa boutique aux récipients de ces liquides.

Art. 9. Après cette déclaration, le débitant peut exploiter son commerce, à la charge, par lui, de se conformer aux prescriptions suivantes :

1° Les liquides pour l'éclairage seront reçus, conservés dans la boutique et livrés aux acheteurs dans des vases ou récipients en métal dont la capacité sera de 5 litres au plus, exactement fermés au moyen de robinets ou de bouchons métalliques à vis.

Aucun transvasement desdits liquides ne sera opéré dans l'intérieur de la boutique, ni lors de la réception, ni lors de la livraison aux acheteurs.

2° Chaque vase métallique portera extérieurement une inscription en caractères lisibles, incorporée ou solidement attachée au vase, indiquant sa capacité et la nature du liquide contenu (essence ou huile minérale). Il devra satisfaire à la condition de pouvoir être employé comme burette par les consommateurs.

3° Les hydrocarbures non destinés à l'éclairage pourront être contenus dans des bouteilles ou flacons bien bouchés et d'une capacité qui ne dépassera pas 5 litres; mais le transvasement de ces liquides dans la boutique, soit lors de la réception, soit lors de la livraison aux acheteurs, est interdit.

4° Les vases pleins de liquides inflammables seront rangés dans des boîtes ou casiers à rebords, dans un emplacement spécial et séparé de celui qu'occupent les autres marchandises. Le fond et les rebords de ces boîtes ou casiers seront garnis de feuilles de métal, de manière à constituer une cuvette étanche destinée à retenir les parties de liquides qui viendraient à sortir accidentellement des récipients.

Art. 10. Il ne peut être dérogé aux règles précédentes, pour la conservation et la livraison des liquides sus-désignés, qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, qui arrête les conditions imposées au détaillant dans l'intérêt de la sécurité publique.

La demande d'autorisation est transmise par le maire avec ses observations au préfet, qui statue après avoir pris l'avis du conseil d'hygiène et de salubrité du département.

SECTION IV. — *Dispositions générales.*

Art. 11. Les entrepôts ou magasins de vente en gros et les dépôts pour la vente au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

détail, qui ont été précédemment autorisés ou déclarés, conformément au décret du 18 avril 1866, peuvent être maintenus dans les conditions qui ont été fixées, soit par ce décret, soit par les arrêtés spéciaux d'autorisation. L'exploitant ne peut y apporter aucune modification qu'à la charge de se conformer aux prescriptions du présent décret et, suivant les cas, d'obtenir une nouvelle autorisation ou de faire une déclaration nouvelle, comme il est dit à l'article 8.

Art. 12. En cas d'inobservation des conditions fixées par le présent décret ou par les arrêtés spéciaux d'autorisation, les entrepôts ou magasins de vente en gros peuvent être fermés et la vente au détail peut être interdite par décision du préfet du département, sans préjudice des peines encourues pour contravention aux règlements de police.

Art. 13. Le transport des substances désignées à l'article 1er en quantité excédant 5 litres doit être fait exclusivement, soit dans des vases en métal, étanches et hermétiquement clos, soit dans des fûts en bois, également étanches, cerclés en fer, soit dans des touries ou bonbonnes en verre ou en grès, protégées par un revêtement extérieur.

Art. 14. Les attributions conférées aux préfets des départements et aux maires par le présent décret sont exercées par le préfet de police dans l'étendue de son ressort.

Art. 15. Le décret du 18 avril 1866, relatif aux huiles minérales et autres hydrocarbures, est rapporté.

Le décret du 31 décembre 1866, relatif au classement des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, est réformé en ce qui concerne les entrepôts ou magasins d'hydrocarbures.

Art. 16. Le ministre de l'agriculture et du commerce est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Versailles, le 27 janvier 1872.

A. Thiers.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'agriculture et du commerce,

Victor Lefranc.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Industrie du sucre en Autriche. — Il existe actuellement, en Autriche, 230 fabriques de sucre de betteraves, dont 160 en Bohême, 49 en Moravie, 11 en Si-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lésie, 8 dans la Basse-Autriche, 6 en Gàlicie et 2 en Styrie. Si l'on ajoute à ce chiffre les 26 fabriques qui se trouvent en Hongrie, on arrive à un total de 262 fabriques, dont 7 sont exclusivement des raffineries.

Les 2/5 de ces établissements sont des entreprises fondées par actions. 10 fabriques nouvelles sont en voie de construction et le nombre s'en accroît tous les jours en Autriche, car, dans l'espace de deux ans, il a augmenté de 52 pour 100, tandis qu'en Hongrie il est resté stationnaire. (*Journal of the Society of arts.*) (M.)

EXPOSITIONS UNIVERSELLES.

PROGRAMME DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE QUI AURA LIEU A VIENNE (AUTRICHE) EN 1873. (*Suite.*)

PROGRAMMES SPÉCIAUX:

19e GROUPE.

Types d'habitation bourgeoise, ses dispositions intérieures, sa décoration, son ameublement.

Ce groupe est destiné à fournir une part à la solution d'une des questions sociales scientifiques les plus importantes.

Il ne s'agit pas ici d'exposer une collection d'objets ethnographiques. On ne veut pas montrer comment l'habitation bourgeoise se montre à nous, actuellement, dans les différents climats, mais, au contraire, comment elle peut et doit être arrangée le plus convenablement, en considération du climat, du lieu, des habitudes et des besoins nationaux.

L'habitation bourgeoise est certainement restée en arrière dans son développement chez la plupart des peuples. Les changements dans notre vie sociale, les moyens modernes de communication, mais encore davantage le renchérissement du prix du sol, ont rendu impossible, même dans de petites villes, l'existence de l'ancienne maison bourgeoise. Il est vrai qu'elle avait ses défauts. Le gaspillage de place et des matériaux, ainsi que la conformation et la division presque arbitraires, comptaient parmi les caractères de la maison bourgeoise d'autrefois; cependant ses bons côtés nous font regretter, quand même, sa disparition.

Sous l'influence des éléments qui gouvernent les relations modernes, nous voyons la calamité des maisons louées par étage à différentes familles se répandre de plus en plus, et, comme conséquence malheureusement inévitable de cette agglomération de beaucoup dans un petit espace et de la vie de famille devenue par là relâchée, se développer une suite d'influences préjudiciables à la santé et à la moralité. C'est pourquoi nous voyons partout faire des efforts pour rappeler à la vie la maison de famille sous des formes nouvelles, adaptées aux habitudes modernes.

L'Exposition offrira donc, d'un côté, une occasion aux architectes de toutes les nations civilisées, d'exposer la maison bourgeoise qui est la mieux adaptée au climat et aux habitudes de leur pays; d'un autre côté, l'occasion sera offerte aux visiteurs qui donnent leur attention à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette question de faire des comparaisons instructives et d'adopter ce qui pourrait aussi être convenable dans d'autres pays ayant d'autres coutumes.

Mais la maison ne fera pas seulement partie de cette exposition comme objet de construction, elle sera aussi dans le but indiqué, *complétement arrangée* et *meublée*.

Ces ameublement et arrangement de la maison seront *doublement* profitables.

Si les Expositions universelles précédentes n'ont pas aidé à répandre, autant qu'on aurait pu le désirer, les nouvelles inventions et dispositions destinées à la maison, la raison en est principalement parce qu'on exposait ces objets selon la matière, ou la manière de fabriquer, isolés et disséminés, mais non dans leurs véritables connexion et emploi. Ce groupe, au contraire, doit représenter les chambres d'habitation, la cuisine, la cave, etc., en ayant égard à tous les besoins du ménage bourgeois, et à toutes les dispositions éprouvées, comme un tout prêt à servir de suite, et offrir ainsi au visiteur un tableau qu'on ne peut obtenir aussi complet et aussi net d'aucune autre manière, et que l'imagination ne peut pas produire.

D'un autre côté, cette exposition spéciale fournira à des groupes entiers d'artisans un terrain convenable pour développer leurs capacités.

Les branches de l'industrie qui ont pour objet la décoration de l'intérieur des maisons étaient condamnées jusqu'ici, soit à décorer des pièces, qui étaient regardées par le plus grand nombre des visiteurs comme n'appartenant plus à l'Exposition, ou bien, par suite de l'agglomération d'objets de même nature, devaient renoncer à toute autre appréciation que celle des hommes de métier. Ici, au contraire, comme dans la vie réelle, le charpentier, le menuisier, l'ébéniste, le tapissier, le peintre en bâtiment, le potier, le stucateur, etc., pourront apparaître à côté l'un de l'autre, et non-seulement montrer leur habileté technique, mais aussi, et à un degré beaucoup plus élevé, leur goût, grâce au travail en commun.

Quiconque a présent à l'esprit qu'une maison, pour être habitable, demande avec le confortable l'élégance, et avec celle-là l'harmonie de toutes les parties, ne contestera pas qu'un tel travail en compagnie est désirable au point de vue du public comme au point de vue des artisans.

La maison d'habitation, conformément aux besoins du ménage bourgeois dans chaque pays, montrera :

1° Une division de l'espace, propre à joindre à la plus grande économie dans l'emploi de la surface de terrain, le plus grand confort possible dans la disposition, le groupement et la communication des pièces d'habitation, de travail, de ménage et de société.

2° Une solution de la disposition et de la décoration architecturales, comportant dans le même degré la commodité et le goût.

3° Des dispositions pour le chauffage, l'éclairage, la ventilation, etc., pour lesquelles on doit se régler sur la commodité de la maison, la santé des habitants et l'économie dans la disposition et l'entretien.

4° La disposition complète de la cuisine, de l'office, de la cave, des pièces pour se baigner, pour laver et sécher et des autres parties de la demeure, nécessaires pour la commodité et la propreté.

5° La capacité des professions et métiers de chaque pays dans la construction des maisons et dans leurs disposition et arrangement, ayant égard en même temps au goût et à une *fortune moyenne*.

Quoique, comme nous l'avons dit, les exigences et les habitudes de la *classe moyenne* doivent servir de règle pour la disposition dans la construction, la décoration architecturale, et l'arrangement intérieur, cependant une décoration plus riche de certaines pièces de réception et des salons n'est pas du tout exclue ; au contraire, l'art appliqué à l'industrie et l'art lui-même trouveront ici un champ productif ouvert pour qu'ils puissent y travailler.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

20e GROUPE.

Types d'habitation rurale, ses dispositions, ses ustensiles et son mobilier.

Toutes les classes de la société ne sont pas également accessibles au progrès, et l'assertion souvent avancée de l'attachement du paysan aux choses anciennes fait voir que la classe des petits cultivateurs est communément en arrière du progrès des autres classes. Ceci est bien moins le résultat d'une faculté intellectuelle inférieure que d'une cause extérieure, c'est-à-dire de l'éparpillement local des habitations, circonstance qui a fait échouer tant de tentatives de pousser les paysans dans la voie du progrès.

L'Exposition, ce levier si puissant de la civilisation et du bien-être des peuples, ne doit donc pas avoir lieu sans qu'on en tire avantage au profit des paysans et de leur progrès.

Il y a, pour cela, d'autant plus de motifs que, d'après toutes les expériences faites jusqu'ici, la classe des petits cultivateurs, malgré les nombreuses facilités que leur accordent les établissements de transport, forme une partie relativement minime des visiteurs des expositions. Au fond cette circonstance n'a rien qui doive surprendre, attendu que les Expositions universelles ont toujours été plus attrayantes pour les autres classes que pour celle des paysans. Les grandes expositions collectives de produits et de machines d'agriculture et d'exploitation forestière tendent ordinairement plutôt à décourager qu'à stimuler le simple cultivateur. C'est ce qui a suggéré l'idée de donner à l'Exposition universelle de 1873 un charme qui fût particulièrement propre à attirer la classe des cultivateurs et à exciter leur intérêt; voilà aussi un des motifs de la formation du groupe 20 : « L'habitation rurale, ses dispositions et son mobilier. »

Du reste, il y a aussi des raisons objectives à faire valoir pour ce groupe; ainsi, par exemple, la construction et la disposition, souvent très-peu convenables, des habitations rurales, et leur mobilier tout aussi incommode. Ce ne sont pas toujours les frais, mais bien plus souvent l'apathie et le manque de connaissance de ce qu'il y a de mieux, qui empêchent le progrès sous ce rapport-là. Souvent le petit propriétaire, à l'aide de quelques voisins, construit lui-même sa maison, assemble son mobilier, tandis que, dans bien des cas, il aurait obtenu, avec la même force ouvrière et avec les mêmes moyens, une habitation beaucoup plus salubre et plus commode, ainsi que des meubles mieux adaptés à son usage, si on lui en avait donné l'idée et s'il eût eu un exemple frappant sous les yeux.

L'Exposition universelle va fournir la meilleure occasion de mettre sous les yeux du public des exemples et des modèles de ce genre; aussi n'est-il pas douteux que cette partie de l'Exposition ne signale aux paysans leur propre avantage.

Ces points de vue montrent qu'il ne s'agit nullement d'exposer, soit en modèle, soit en nature, des maisons rurales garnies des dernières productions d'inventeurs peu pratiques, mais qu'il s'agit de mettre en vue ce qui a été éprouvé par la pratique, et ce qu'il y a de bon et d'utile, épars çà et là dans les divers pays.

Prenons un exemple entre une foule d'autres : le plancher d'une chambre de paysan. Quelle différence entre la couche d'argile insalubre et humide qu'on trouve dans telle habitation rurale, et qui ressemble à un pays monticuleux en miniature, et la surface imperméable, sèche et facile à nettoyer qui, dans tel autre pays, est produite presque avec les mêmes matériaux, sauf l'addition de quelques autres substances. Il en est de même de tout ce qui sert à fermer les ouvertures. Les fenêtres, les portes et les serrures de portes se fabriquent aujourd'hui à des prix qu'on peut appeler modiques, comparativement à ceux d'autrefois. Mais, tandis que l'achat en était jadis restreint à un cercle relativement petit, l'état actuel des établissements de transport permet au villageois, dans la plupart des cas, de préférer ce qui est solide et élégant à ce qui est grossier, quoique nullement bon marché.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On trouve encore, en Suède, des habitations de paysan à panneaux de cuir, ancien reste d'une coutume qui y était généralement répandue. L'Exposition de **1873** n'a évidemment pas pour mission de propager des coutumes exotiques semblables; toutefois elle peut exercer une influence utile sous bien des rapports. Par exemple, la sombre couche d'argile mélangée de suie, que l'on trouve encore souvent, peut certainement être remplacée par quelque chose de mieux. De même, le bahut bigarré garni de fer et fermé par une serrure à ressort forgée à froid ne saurait être regardé comme l'idéal d'une armoire commode. Encore combien de temps la provision de bois suffira-t-elle pour permettre au paysan de gaspiller les combustibles, comme il y est forcé aujourd'hui par les foyers ouverts et les gigantesques poêles?

21e GROUPE.

Industrie domestique nationale.

Au nombre des objets qui, en **1867**, excitèrent, à l'Exposition de Paris, un vif et puissant intérêt, se distinguaient surtout ces produits variés, dont on pourrait désigner l'espèce par l'expression générale : *Industrie domestique nationale.*

D'abord c'étaient des ouvrages de poterie de tout genre vernissés et non vernissés, ensuite des tissus et des ouvrages de broderie en forme de dentelle, principalement ceux qui concernent les costumes nationaux, puis des couvertures et autres objets semblables pour l'usage domestique, et enfin des objets de parure et des ustensiles et meubles divers.

Ces objets offraient, non-seulement un intérêt ethnographique, comme produits caractéristiques propres à tel peuple ou telle race, mais on y trouvait encore des motifs artistiques anciens et même des temps reculés, rappelant des périodes primitives de l'art, et conséquemment d'une haute importance sous le point de vue historique; on y découvrait surtout une quantité de formes pures et très-originales, des formes techniques héréditaires actuellement tombées en désuétude et perdues pour l'art moderne, de nombreux ornements colorés qui fixaient les regards autant par leur correction que par leur simplicité et leur étrangeté. Et si, d'une part, ces objets, par leurs qualités, captivèrent l'attention de l'artiste et trouvèrent un prompt débit, l'ami de l'industrie artistique moderne dut y apercevoir une source abondante de motifs, de principes et de formes dont on pourrait bien tirer parti pour compléter, vivifier et rafraîchir le goût moderne et ses productions.

Bien qu'en **1867** le plus grand nombre ne considérât ces objets que sous le point de vue ethnographique ou comme des raretés en fait de costumes, on ne peut, toutefois, méconnaître qu'ils n'aient déjà transmis certains motifs artistiques à l'industrie la plus moderne de nos jours.

Malgré cette importance, constatée à Paris, en **1867**, par l'empressement que mirent les amis des arts et les musées à acquérir ces objets, l'Exposition, ne les ayant considérés que sous le point de vue de l'art ou de leur application, en est nécessairement restée bornée, insuffisante et incomplète.

A l'Exposition de Paris, en **1867**, qui, du reste, sous ce rapport, était encore la plus riche, le point de vue ethnographique prévalait sur tout, de sorte que le plus grand nombre de ces objets se trouvaient réunis sur des mannequins habillés, ou disséminés dans divers pays ou nations, mêlés à des ouvrages modernes, et n'offrant ainsi aucune vue d'ensemble.

A l'Exposition internationale de Londres, en **1871**, ces genres d'objets figuraient à la vérité; mais, vu la nature de cette exposition, il ne s'y trouvait que des poteries et des tissus de laine, et encore ces deux articles, le second surtout, n'y étaient-ils représentés que d'une manière très-incomplète.

En conséquence de ce qui précède, nous pensons qu'une *exposition des produits de l'industrie*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

domestique nationale, entreprise avec connaissance de cause et une parfaite intelligence du but, formée d'après des points de vue corrects et rendue aussi complète que possible, pourrait encore être considérée dans une Exposition universelle comme une utile innovation, et offrir en soi un grand et vif intérêt.

Ces points de vue devraient d'abord être déterminés, et ensuite les groupes y relatifs et les places ou foyers de l'industrie domestique nationale tracés en traits généraux.

On a considéré et indiqué, comme des produits de l'industrie domestique nationale, le genre d'objets qu'il est ici question d'exposer, mais cette dénomination ne peut désigner exactement ni comprendre totalement tout ce qui entre dans les vues de cette exposition. A la vérité, la plupart des objets de ce genre sont confectionnés par le peuple même pour son propre usage domestique, et ici l'emploi de cette expression convient parfaitement. Mais il est d'autres objets qui, bien que n'étant pas fabriqués, n'en sont pas moins des produits de l'industrie, ayant le même but, et qui pourraient également appartenir à cette exposition, du moment où ils offriraient un caractère technique ou une forme originale, ou bien porteraient un cachet d'hérédité ou de spécialité, quant à leur origine et à leur usage. Citons comme exemple la parure des femmes des provinces hollandaises, laquelle diffère entièrement, sous le rapport technique et artistique, des formes à la mode, et se vend dans les magasins d'orfévrerie d'Utrecht et d'autres lieux, tandis que la même parure chez les femmes suédoises se confectionne dans les villages mêmes et dans la famille.

Si, d'une part, l'idée d'industrie domestique nationale gagne en extension, elle devra, d'autre part, se trouver restreinte par le but que cette exposition même se propose. Il ne peut entrer dans ses vues d'admettre indifféremment tout ce qui se présente, même les ouvrages les plus grossiers, — et naturellement il s'en trouve beaucoup de tels dans les productions du peuple,— mais un triage devra avoir lieu pour ne conserver que ce qui peut offrir un véritable intérêt. Cet intérêt ne doit évidemment concerner que l'art, soit l'art moderne dans ses applications à l'industrie artistique moderne, soit l'art historique. De cette manière, beaucoup d'objets se trouveront éliminés, mais beaucoup aussi seront accueillis, et ce triage ne fera que rehausser encore l'importance et l'attrait de cette exposition.

Ce point de vue de l'intérêt artistique qui doit présider à ce choix suppose naturellement le concours de forces artistiques intelligentes, qui dans chaque pays auront à rassembler, à choisir et à prendre les dispositions nécessaires à l'égard de ce dont ils pourront disposer.

Ce n'est qu'à de tels hommes qu'il sera donné de discerner le point d'intérêt, même dans les objets en apparence insignifiants, et de reconnaître, dans le travail brut, le bon, le beau et l'utile.

Quant aux objets à admettre dans cette exposition, on peut, en général, les classer comme suit :

1° Poteries ;

2° Tissus et ouvrages à l'aiguille (broderies) ;

3° Objets de parure en métal ;

4° Sculptures en bois et meubles, et ustensiles divers.

Pour ce qui concerne les poteries, on peut s'attendre à trouver dans les pays hongro-autrichiens une collection très-intéressante, si le choix en est confié à un œil artistement exercé, qui sache apprécier la forme et prendre en considération les réminiscences antiques. Il suffit de mentionner les cruches noires, rouges et jaunes à ornements rouges, ainsi que les vases diversement vernissés des contrées de la Theiss, des provinces danubiennes méridionales, de la Dalmatie, etc.

La Turquie pourra fournir une part ni moins caractéristique, ni moins intéressante ; témoin, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vases vernissés ou mats et à ornements dorés, dont le musée autrichien des beaux-arts appliqués à l'industrie, à Vienne, possède un nombre assez considérable.

La Grèce et les îles Ioniennes (faïences de Rhodes dites faïences persiques), la Roumanie, l'Asie Mineure, la Perse, méritent la même attention. L'Égypte pourrait envoyer ses petits vases en argile noire et rouge. Le reste de l'Afrique septentrionale, Tunis, Alger, le Maroc, pourrait aussi fournir un contingent considérable. On y trouve ces vases vernissés en blanc à ornements bleus, souvent d'une grande beauté, et qui, dans leur genre, peuvent servir de modèles. On dirigera aussi son attention sur les vases diversement colorés et à taches jaunes, ainsi que sur ceux en argile fine d'un brun rougeâtre, aux formes sarrasines, et que l'on rencontre aussi en Sicile.

En Portugal et en Espagne se trouvent des genres analogues de poteries rouges, à ornements gravés, de formes très-caractéristiques; à côté nous avons les carafes et vases réfrigérants en argile d'un jaune blanchâtre, peu solides, mais travaillés avec beaucoup d'art. Le peuple espagnol fait aussi usage de vases vernissés que l'on pourrait nommer majoliques espagnoles. Nous citerons encore, comme très-caractéristiques, les vases en usage dans les provinces basques et dans les Pyrénées.

L'Italie possède des séries entières de vases très-variés, en usage dans le peuple. Le musée autrichien des beaux-arts appliqués à l'industrie, à Vienne, en possède une excellente collection, recueillie en différents lieux, et qui est pleine de souvenirs remontant à l'antique fabrication de la poterie et aux majoliques du XVI^e^ siècle.

L'Allemagne peut aussi livrer de riches contingents en ce genre. Nous citerons comme preuve le musée allemand des beaux-arts appliqués à l'industrie à Berlin, où l'on voit une collection déjà commencée, qui témoigne d'un triage intelligent de tout ce qui est vraiment ancien, caractéristique et populaire, d'avec ce qui n'est que d'un usage domestique bas et commun, sans valeur sous le point de vue technique et de la forme. On peut aussi attendre un contingent de la Russie et des autres pays du nord. Le sud de la France et quelques provinces de la Hollande méritent également d'être pris en considération.

Les pays appartenant aux autres parties du monde peuvent de même offrir des choses intéressantes. Que l'on pense au Brésil, au Mexique, au Pérou. Même les poteries brutes des sauvages présentent des points de vue qui les rendent intéressantes sous le rapport de l'histoire de l'art, par les lumières qu'elles peuvent répandre sur les états primitifs de l'art.

L'exposition des objets de la seconde division, comprenant les tissus et broderies, promet de n'être ni moins riche, ni moins caractéristique. Beaucoup de costumes populaires y trouveront leur place. Mentionnons, pour ce qui concerne l'Autriche, les costumes des provinces méridionales du Danube, de la Dalmatie, etc., avec leurs charmantes broderies or et argent, sans oublier le contingent que pourront fournir les autres pays austro-hongrois. Il en est de même de la Roumélie, de la Turquie, de la Grèce, de l'Albanie, etc. Aux costumes populaires viendront se joindre des tapis de toutes ces contrées, ainsi que des couvertures en toile brodées, à dessins caractéristiques très-anciens. L'Italie, par exemple, peut exposer les mouchoirs rayés servant de coiffure aux Albanaises et maintes broderies originales. L'Espagne promet un riche contingent. Nous citerons, comme exemple, les couvertures (draperies) en couleur, rayées, que portent les hommes contre le mauvais temps, en guise de manteaux. L'Écosse peut envoyer ses plaids, mais seulement ceux qui sont encore effectivement et spécialement en usage chez ses clans. La Suède et la Norwége peuvent s'y montrer très-riches. Il y a des provinces, comme la Dalécarlie, où chaque localité a son propre modèle pour certains vêtements de femme. D'autres provinces, comme le Schonen et le Halland, fournissent des tissus de lin ornés d'une manière très-intéressante, et qui, tous, se confectionnent dans la maison du paysan et pour son propre usage. Ni l'industrie, ni le commerce ne s'en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

occupent. Dans d'autres lieux on voit des ouvrages en laine, des jaquettes et des bas de couleur à dessins, qui semblent remonter aux premiers temps historiques de la civilisation. On y trouve des couvertures à broderies appliquées et des bordures tissées aux vêtements de femme, lesquelles, par leurs dessins, rappellent tout à fait le moyen âge; bref, la Scandinavie peut, à elle seule, fournir une collection très-attrayante et instructive.

La Russie peut former une collection tout aussi riche et tout aussi intéressante ; un recueil d'ornements qui vient de paraître dans ce pays, et la richesse de l'exposition ethnographique qui a eu lieu, il y a quelques années, à Moscou, nous permettent de l'espérer.

La troisième division, comprenant les objets de parure, le cédera à peine en importance à la précédente; elle éveille également un vif intérêt, même pour l'industrie moderne. Rappelons, comme exemple, l'orfévre Castellani, de Rome, qui, pendant plusieurs années, tâcha en vain d'atteindre, même approximativement, à la délicatesse et à l'élégance du filigrane antique, et qui n'y parvint qu'après avoir fait venir des ouvriers d'un petit village des montagnes, où ils n'avaient fait jusque-là que des parures pour le peuple. Cette parure du peuple italien, variée selon les différents lieux et originale dans ses formes, fournira à ce groupe le contingent le plus considérable. Nous nous bornons à mentionner à l'appui la remarquable collection que possède le South-Kensington-Museum de Londres.

Après l'Italie, vient la Hollande, laquelle pourrait fournir le choix le plus intéressant en parures caractéristiques pour les femmes, en or et argent, confectionnées au métier; ce qui, du reste, n'ôte rien à leur spécialité quant à la forme, les ornements et l'usage.

Les pays du nord pourront également fournir leur contingent; les provinces suédoises et la Norwége avec leurs ouvrages ravissants en filigrane, les îles du Sleswich avec des produits de même nature. On obtiendra également une riche participation des provinces danubiennes et des contrées voisines de la Turquie, puis de l'Égypte jusqu'au Soudan, où partout existe encore l'usage du filigrane, négligé par l'art moderne jusque dans ces derniers temps.

Un examen des costumes nationaux, et surtout des parures propres aux peuples de la Russie et de plusieurs autres pays de l'Europe, ne resterait pas sans fruit pour le but que l'on se propose.

Parmi les meubles et objets divers devant faire partie de la quatrième division, on distinguera particulièrement les ouvrages tressés en osier et en paille (ce à quoi les nationalités non européennes pourraient contribuer pour la plus grande part), les nattes, les couvertures tressées, et particulièrement les meubles construits d'une manière particulière, à ornements divers, comme on en rencontre en maints endroits à l'usage du peuple. Beaucoup d'objets de cette nature n'ont pas encore paru aux expositions, parce qu'on les considérait comme trop insignifiants ; mais les amis des arts et les artistes sauraient les apprécier et en retirer probablement un plus grand profit, que de ces chaises du XVII^e^ et du XVIII^e^ siècle, dites de paysan, si recherchées par les amateurs de nos jours.

La Chine, le Japon, les Indes pourraient certainement fournir à ces quatre divisions un contingent considérable, en ne considérant que le caractère national. Il est vrai que l'industrie artistique de ces pays ne présente pas, sous ce rapport, un caractère aussi populaire que celle dont il a été question jusqu'ici; elle appartient à un haut degré de civilisation, et dans les Indes, surtout, elle s'adresse plutôt à la classe des riches. Elle vient ainsi se placer à côté de notre industrie moderne de luxe, sur laquelle, comme on sait, elle l'emporte en beaucoup de choses, tant sous le rapport artistique que sous le rapport technique.

L'industrie de ces pays, que nous désirons voir à l'Exposition largement représentée, ne devra être traitée que comme celle des pays les plus civilisés de l'Europe, c'est-à-dire d'une manière

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tout à fait individuelle, et ne donnera, par conséquent, à l'exposition de l'industrie domestique nationale, que ce qui s'adresse spécialement aux classes inférieures.

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE ET DES INVENTIONS.

(*Exposition additionnelle n^os^ 1 et 2.*)

Parmi les nombreux phénomènes qui caractérisent le XIX^e^ siècle, *le développement de l'industrie*, et, comme s'y rattachant intimement, *la série presque non interrompue des inventions*, sont les signes les plus marquants de cette époque.

Grâce au rapport fréquent et animé qui, à notre époque plus qu'à toute autre période de nos souvenirs, existe entre la science et la vie effective, la production matérielle en général et celle du domaine exclusif de l'industrie en particulier, témoignent d'une transformation qu'on peut appeler unique en grandeur et en portée, dans l'espace de quelques dizaines d'années.

Que pourrait-on, par exemple, opposer d'égal en importance à cette conversion du travail manuel en travail fabriqué, qui s'est opérée dans l'espace de quelques dizaines d'années, eu égard surtout aux conséquences nécessaires qui en découlent, tant sous le rapport économique et politique que sous le point de vue social? Que peut-on comparer à cette série de constructions gigantesques, à ces moteurs puissants qui percent ou franchissent les montagnes, à ces réunions d'océans, à ces transformations de déserts en contrées florissantes, etc. ?

Mais il n'est pas nécessaire de répéter ce qui déjà a été si souvent et si éloquemment décrit, et dépeint maintes fois si chaudement; il suffira, pour permettre d'apprécier, au point de vue de l'économie nationale, toute l'importance de notre siècle, de rappeler ici quelques faits :

Ce qui jadis, dans le domaine de l'activité industrielle, demandait des siècles pour se développer, nous le voyons se réaliser de nos jours dans l'espace de quelques dizaines d'années. L'Europe pourvoit une grande partie de l'Asie orientale et méridionale, ces anciens foyers de l'industrie humaine, d'articles manufacturés, et dont les matières premières lui viennent de ces mêmes contrées; et la partie technique de ses produits balance avec avantage les tissus à la main de la Perse et des Indes orientales.

A notre époque appartient l'idée de « fabrication en masse, » en rapport avec les moyens d'achat les plus minimes.

En moyenne, le bien-être progresse d'une manière satisfaisante. En même temps, et comme conséquence naturelle, les besoins augmentent et s'ennoblissent, l'hygiène publique s'améliore, et il est prouvé que, dans plusieurs États, la durée moyenne de la vie a augmenté.

Mais ce qui prévaut surtout par ses conséquences dans les rapports politiques et sociaux, c'est l'idée du « travail, » qui a gagné en estime dans la conscience publique. Le « travail » est devenu un titre de droit à la puissance et aux honneurs, et le respect qu'on lui porte est le criterium de la véritable éducation.

Ces brillants résultats n'ont, du reste, été obtenus que par un nombreux concours. Ici, produit du génie, une idée achevée surgit; là, une pensée se développe peu à peu, par un travail continu et avec la coopération d'hommes appartenant aux positions sociales les plus diverses. Connaissons-nous leurs noms? Ne nous sont-ils pas étrangers sous maints rapports, bien que le temps de leur activité vienne à peine de s'écouler ? Témoins d'un progrès incessant, nous avons, pour ainsi dire, perdu la faculté de reconnaître la part que prend l'individu dans cette grande œuvre du perfectionnement général. La tâche d'une Exposition universelle ne doit pas se borner à faire valoir ce que nous offre le présent actuel, mais elle doit aussi être juste envers les temps qui ne sont plus ,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et rappeler, à notre mémoire au moins, ces hommes aux efforts desquels nous sommes redevables de notre puissance productrice. Une Exposition universelle, étant, de sa nature, l'expression des intérêts communs à tous les peuples, doit comprendre en soi tout ce qui peut servir à constater cette solidarité de l'humanité. Et dans quel domaine pourrait mieux se manifester cette solidarité que dans celui des inventions, dans celui de la production industrielle?

La présente exposition additionnelle est le résultat de cette réflexion, à laquelle d'autres sont venues se joindre pour la compléter et la corroborer.

La mode et l'industrie sont aussi en étroite relation, et la mode elle-même, ce produit apparent du caprice, n'en obéit pas moins à la loi. L'intelligence consciente ou inconsciente de cette loi, permet à l'industrie d'imprimer à la mode certaines directions. La mode, à son tour, exerce, comme on sait, une influence très-marquée sur une grande partie des produits de l'industrie, qui n'ont souvent d'autre raison d'être que la mode elle-même.

Tout grand établissement industriel d'une existence de deux ou trois générations seulement serait à même de fournir des produits ou échantillons qui, pour la fabrique elle-même, n'ont plus qu'une valeur de souvenir, mais qui, au point de vue de l'histoire du goût, pourraient offrir un intérêt général.

Un autre motif qui a plaidé également en faveur de cette exposition spéciale, c'est le désir de faire ressortir le mérite que des hommes de la science ou de l'industrie se sont acquis, d'une part, en faisant entrer, pendant ladite période, dans le cercle de la production, des matières brutes ou auxiliaires inconnues jusque-là, et, d'autre part, en rehaussant l'effet des forces ouvrières, en imaginant une plus grande division du travail, en améliorant le mouvement industriel, en rendant l'administration plus conforme au but, etc. Dans l'un et l'autre cas, le résultat de ces efforts a été d'augmenter la fortune publique; en conséquence, le fait en lui-même, ou son utilité générale, mérite le souvenir de tous.

1. D'après son contenu, cette exposition additionnelle doit fournir des documents pour l'histoire de l'industrie et des inventions.

Ces deux objets sont si intimement liés et d'une dépendance réciproque si prononcée, qu'il paraît tout à fait impossible de les scinder.

Il paraîtrait aujourd'hui presque inconcevable d'écrire une histoire de l'industrie, sans y faire entrer les inventions qui s'y rapportent.

Anciennement, c'était la constitution des corps de métiers avec tous les usages et coutumes qu'elle y introduisait, qui formait le chapitre principal de tous les traités historiqnes concernant l'industrie. Avec le système des corporations, et sous le courant démocratique qui règne de nos jours, tombèrent toutes les constitutions et particularités plus ou moins singulières que les corporations amenaient avec elles dans la vie sociale.

Les curiosités ne trouvent plus de place, de nos jours, dans une histoire de l'industrie, qui, en revanche, devient plus profonde par la description des procédés, l'indication des matières brutes et auxiliaires, la mention des produits que l'on retire des déchets, etc. Mais ce qui lui prête surtout une importance incomparable, c'est la description des outils, des machines et des moteurs ; description qui marche parallèlement avec celle de la situation économique des ouvriers et de l'importance de la production.

Tandis que, autrefois, c'étaient les coutumes qui constituaient la partie principale des exposés historiques, ce sont, aujourd'hui, les relations économiques et les conséquences d'investigations scientifiques qui en résultent sous forme de découvertes et d'inventions, qui fournissent les sujets les plus importants.

Au contraire, toute histoire qui ne tient pas compte du développement industriel nous semble manquer de fil conducteur, et nous la considérons, pour le moins, comme étant incomplète.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Joignez à cela que la plupart des inventions n'obtiennent une valeur pratique qu'autant qu'elles s'unissent à l'industrie ; au moins, dans le plus grand nombre de cas, c'est cette dernière qui les active.

2. Quant à l'espace de temps sur lequel doit s'étendre cette exposition, il commence à l'époque de l'invention de la machine à vapeur, et comprend donc environ un siècle.

Cette extension est exigée par le principe même qui sert de base à cette exposition spéciale. N'est-ce donc pas sur la vapeur que repose l'industrie dans sa forme actuelle, n'est-elle pas le moteur de son développement, ou plutôt n'est-elle pas l'agent réel de la civilisation moderne?

3. La disposition locale des objets répondra, dans cette exposition additionnelle, au système général de classification.

4. Les divers numéros de l'exposition seront formés, dans chacun des groupes, du système général de classification :

a) Par des machines, des instruments ou mécanismes en nature, en modèles, en tableaux, ou par des descriptions de procédés représentant la marche progressive de l'amélioration ou du perfectionnement des moyens ou du mode de travail ;

b) Par des produits de l'industrie, qui rendent évidente l'influence réciproque exercée par la mode ou sur la mode ;

c) Par des rapports, par écrit, des résultats obtenus par certaines personnes, au moyen d'une meilleure économie, de l'introduction d'un système de travail plus convenable, etc. ;

d) Par les matières brutes ou auxiliaires en nature ou en échantillons, lesquelles, auparavant inconnues, sont, dans le courant du siècle, entrées dans l'industrie.

5. Les objets appartenant à un numéro seront munis de notes explicatives, comprenant les noms et un abrégé de la vie de ceux qui se sont acquis certains mérites dans l'une ou l'autre des directions indiquées au n° 4.

INSTRUMENTS DE CRÉMONE.

(*Exposition additionnelle n°* 3.)

La réputation et le nom des instruments de Crémone sont connus de tout le monde. Ils sont l'objet des vœux les plus ardents de la part des artistes, et des recherches les plus sérieuses de la part des connaisseurs. L'esprit de collection, à l'instar de ce qui se passe pour les tableaux et autres objets d'art, s'en est même déjà emparé. Mais combien sont encore imparfaites les connaissances que l'on possède sur l'origine et le développement de cette industrie, — ou plutôt, sous certains rapports, — de cet art industriel qui a donné ces produits si recherchés et si justement estimés, ainsi que sur les hommes à qui il doit ses perfectionnements.

Il y aurait déjà en soi de l'attrait et de l'utilité à rechercher la source d'un art qui non-seulement fleurit pendant trois siècles, mais continue encore à jouir d'une faveur toujours croissante, et à en poursuivre les développements dans toutes ses phases ; mais à l'intérêt historique viennent encore se rattacher des vues pratiques très-importantes.

L'art de la fabrication des violons de Crémone (et, sous ce nom, sont compris les ouvrages de tous les meilleurs maîtres italiens) a déjà cessé, depuis plus d'un siècle, de servir de règle. Après la mort des deux plus grands maîtres Stradivarius et Guarnerius, qui eut lieu dans les trente premières années du siècle dernier, la fabrication du violon marcha, à grands pas, vers sa décadence.

Entre-temps, cette industrie s'était aussi établie dans d'autres pays, et quelques maîtres observaient encore les règles que l'école de Crémone avait suivies dans la confection de ses produits ; mais, peu à peu, les saines maximes auxquelles les maîtres italiens s'étaient attachés dans les moindres nuances de détail et d'apparence, comme à une tradition sacrée, tombèrent en désuétude

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et, enfin, dans l'oubli. On crut pouvoir mieux faire, et l'on fabriqua des instruments imparfaits; ce qui, naturellement, ne fut pas d'abord remarqué, attendu qu'une des particularités des instruments à archets est de n'atteindre leur parfaite maturité qu'après une série d'années, et que, par conséquent, on ne peut les apprécier plus tôt à toute leur valeur. Le pire de ce zèle inconsidéré de progrès est qu'il se jeta aussi sur les vieux instruments bien fabriqués, qu'il s'imagina perfectionner en en prêlant le couverde, procédé qui gâta, pour toujours, une quantité des plus précieux instruments.

Comme, d'une part, il ne fut fabriqué, à de rares exceptions près, que des instruments incapables de développement, et que, d'autre part, on enleva, par ignorance, aux anciens leur supériorité, il en résulta une hcune dans la fabrication et un manque de produits; aussi la recherche de violons italiens bien conservés devint de plus en plus exclusive, au point que de nouveaux instruments, bien fabriques, du reste, et selon les règles de l'art, ne pouvaient plus trouver d'acheteurs.

Bientôt les vrais Crémones enchérirent considérablement; de riches amateurs accaparaient les plus beaux instruments pour les cabinets qu'ils créaient de cet article, devenu une rareté.

Quoi d'étonnant si, la construction de violons originaux n'offrant plus d'avenir, les facteurs d'instruments ont suivi le courant et tenté fortune en faisant des imitations

Aussi longtemps que l'imitation se borna aux points extérieurs (au vernis, à la forme du corps, aux *ff*, aux têtes, etc.), sans préjudicier à la construction intérieure et à la durée du bois, on n'est pas autorisé à leur en faire un reproche. Toutefois cette imitation a cela de nuisible qu'elle nourrit les préjugés du public acheteur, et peut très-facilement donner lieu à des erreurs, sinon en passant aux mains du premier acheteur, du moins en passant dans d'autres mains.

Pour remédier à un tel état de choses et ramener la fabrication des instruments à archet dans une voie normale, il faudrait éclairer le public intéressé sur les conditions qui donnent aux instruments de Crémone leur vraie valeur, ainsi que sur la méthode suivie par les anciens maîtres dans la confection de ces produits.

Les nombreuses recherches faites, jusqu'ici, à ce sujet, et notamment celles du physicien Savart, malgré toute la perspicacité qu'y a mise ce dernier, n'ont encore pu faire reconnaître par quelles *lois acoustiques* ce modèle de violon, découvert par la voie empirique, est précisément, et à l'exclusion de tout autre, celui qui répond le plus parfaitement aux exigences de l'art. La voie empirique ayant fait découvrir ce modèle non surpassé, et qui ne sera que difficilement surpassé, des Stradivarius et des Guarnerius, c'est encore elle qui doit ramener sur leurs traces.

Le maître intelligent qui a étudié ces instruments modèles dans toutes leurs parties essentielles, et sans négliger le bois dont ils sont construits, ainsi que la forme, connaît déjà les conditions nécessaires pour produire ce ton beau, noble et puissant qui les distingue; et il peut même, en toute modestie, espérer de construire des instruments aussi parfaits, pourvu qu'il ait à sa disposition du bois de même qualité.

Et si, maintenant, de nombreux exemples, constatés par des maîtres compétents, venaient publiquement frayer le chemin à cette conviction; s'il était prouvé que, pour donner aux contemporains et à la postérité des produits d'une égale supériorité, il n'y avait qu'à procéder exactement comme les maîtres italiens eux-mêmes, ne serait-ce pas concourir à remettre en honneur la construction présente du violon, à affranchir ses représentants de l'humiliation de devoir livrer leurs produits sous une forme étrangère pour en obtenir un prix en rapport avec leur valeur, et enfin obvier, d'une part, au manque, déjà sensible, d'instruments parfaits, et, d'autre part, à préserver de cette disette la génération future, qui, elle aussi, vu la nature particulière des instruments à archets, a des droits à la production de l'époque qui la précède.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un concours public de ce genre procurerait également l'occasion de poursuivre cette autre tâche déjà mentionnée, et bien autrement importante sous le point de vue scientifique, à savoir *le développement historique de la construction du violon en Italie.* Il est vrai que, grâce au zèle isolé de quelques maîtres et amateurs, l'on possède déjà des travaux préparatoires qui pourraient servir à jeter sur la question maintes lumières précieuses, et offrir maints points d'appui à des recherches ultérieures; mais ces données étant encore trop imparfaites, il est à désirer que d'autres données viennent s'y joindre pour les compléter.

Ce serait, sans contredit, un pas décisif dans cette direction que la réunion, dans un même lieu, d'un grand nombre des meilleurs et des plus caractéristiques instruments des anciens maîtres. Le jugement d'hommes experts parviendrait à établir le caractère distinctif des différentes écoles et des maîtres, les rapports des premières entre elles, ainsi que la marche du développement chez les derniers. Il constaterait surtout comment ce modèle du violon s'est transformé successivement et avec une étonnante conséquence, en passant par maintes modifications relatives au contour, aux voûtes, à la largeur des éclisses, à la forme des *ff*, etc., depuis les plus anciens produits connus d'un Pietro Dardelli et d'un Duiffoprugar, jusqu'aux créations parfaites d'un Stradivarius et d'un Giuseppe Guarnerius. Un tel rapprochement ne pourrait agir que d'une manière favorable sur la fixation définitive des principes qui président à la confection du violon. Un autre avantage qui en résulterait serait d'élargir la sphère des notions déjà connues relatives au temps et au lieu où chacun des maîtres développa son activité créatrice, car, à défaut d'autres données, le billet qui se trouve collé dans les instruments, pour autant qu'il soit authentique d'ailleurs, constitue à peu près la seule source certaine à cet égard.

Voici, maintenant, le programme de cette exposition :

1. L'exposition des instruments de Crémone forme une annexe de l'Exposition universelle.

2. Elle comprend le violon et les autres instruments appartenant à cette famille, tels que l'alto, le violoncelle et leurs variétés, ainsi que la contre-basse. Il serait aussi à désirer d'y voir exposer des parties distinctes et constitutives de ces instruments, mais d'une authenticité reconnue; par exemple, des crosses, des poutres de basse, des chevalets, des âmes, etc.

3. Vu la nécessité de se restreindre dans un champ limité, l'exposition ne comprendra que les maîtres italiens depuis les premiers temps où cet art apparaît, jusque vers la fin du XVIII^e^ siècle, environ depuis Pietro Dardelli et Gasparo Duiffoprugar, jusqu'à Lorenzo Storini. Mais, attendu l'intime rapport qui existait entre l'école du Tyrol du XVII^e^ siècle et celle de Crémone, l'exposition comprendra également Jacob Stainer, les deux Albani et Mathias Klotz.

4. L'admission à l'exposition dépend de la décision à prendre par une section de la commission impériale pour l'Exposition universelle, à laquelle seront invités à prendre part plusieurs vrais connaisseurs de divers pays. En principe, ne seront totalement exclus de l'exposition que les instruments non authentiques, c'est-à-dire d'origine non italienne (le Tyrol excepté), et ceux qui, bien qu'authentiques dans certaines parties, ont perdu, par des réparations, leur caractère original. Les œuvres, au contraire, dont l'origine italienne est constatée, mais le nom du maître inconnu, ou dont l'indication donnée par l'exposant paraîtra évidemment inexacte, seront classés dans la catégorie des «instruments douteux. »

5. Les instruments seront rangés sur des tables et sous des cases de verre, de sorte qu'on pourra les examiner sous toutes leurs faces. Les cassettes et étuis seront soigneusement conservés et serrés sous clef, dans des armoires spécialement adaptées aux tables sur lesquelles les instruments se trouveront exposés.

6. En attendant, on ne peut indiquer les dispositions à prendre que d'une manière générale, et les mesures définitives, à cet égard, ne seront arrêtées que lorsqu'on sera à même de jeter un coup d'œil d'ensemble sur le contingent assuré à l'exposition. Les décisions, à cet effet, seront prises

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par la section que cela concerne, d'accord avec les experts dont il est fait mention au § 4.

D'abord les violons et les altos seront séparés des violoncelles et des basses ; et, quant à l'arrangement ultérieur, il aura lieu, en partie, d'après les lieux de production, en partie d'après les écoles. La ville de Brescia, par exemple, avec ses anciens maîtres Peregrino Zanetto, Gasparo di Salo, Giov. Paolo-Magini, etc., qui, du reste, ne sont unis par aucun lien commun, pourra très-bien former un groupe à part. Au contraire, les noms d'Andreas Amati et d'Antoni Stradivarius pourront, à titre de créateurs d'écoles particulières, servir de centre de ralliement à beaucoup d'autres maîtres, bien que chacune de ces écoles ait étendu ses branches, de Crémone leur patrie originelle, sur une quantité d'autres villes, telles que Plaisance, Milan, Turin, Brescia, Mantoue, Vérone, Padoue, Venise, Trévise, Ferrare, Bologne, Lucques, Livourne, Florence, Pesaro, Rome et Naples.

7. La commission qui sera appelée à juger devra se composer de connaisseurs en instruments, et il serait à désirer que les exposants proposassent eux-mêmes des candidats, propositions qui, lors de l'élection, seront prises, autant que possible, en considération. Les membres de la section qui aura à prononcer l'admission des instruments à l'exposition feront aussi partie de cette commission. Le jugement à porter ne doit nullement avoir pour but d'établir un rang de mérite entre les instruments exposés, mais uniquement de faire ressortir, dans chacun d'eux, les qualités qui donnent aux instruments à archets leur véritable valeur, ou qui offrent de l'intérêt pour l'histoire de la fabrication du violon. En outre, la commission émettra, dans un résumé, ses vues sur les conditions que doivent posséder les bons instruments modernes, et se prononcera sur les principes à suivre, d'une part, pour ramener la fabrication du violon à la méthode des anciens maîtres italiens, et, d'autre part, pour dissiper les préjugés du public à l'égard des instruments nouveaux.

8. Les exposants sont invités à joindre à leurs instruments des notices explicatives et historiques, à faire connaître toutes les données qui les concernent et qui peuvent servir à jeter des lumières sur l'histoire du violon. Un rapport rédigé sur ces données, sur les travaux de la commission et sur les recherches antérieures faites jusqu'ici, sera publié par la voie de l'impression, et des illustrations y seront jointes, s'il y a lieu.

9. Les noms des exposants seront publiés au catalogue, si l'on ne demande pas expressément de les tenir secrets.

10. Les exposants sont libres de joindre à leurs instruments le prix pour lequel ils seraient disposés à les céder.

11. L'exposition durera au moins six semaines, et aura lieu dans le courant de l'été 1873.

Les mesures qui auront été prises, autant que faire se peut, de concert avec les intéressés, seront publiées ultérieurement.

C'est moins l'attrait de la nouveauté qui a dirigé la pensée de cette exposition, que le besoin de réunir, dans un même temps et sur un même point, un grand nombre d'instruments des anciens maîtres italiens, instruments qui se trouvent disséminés dans le monde entier, ou confinés dans des cabinets de collections, d'en former, pour ainsi dire, un tableau d'ensemble représentant, en général, la construction classique du violon, et, enfin, d'en déduire, autant dans l'intérêt de la confection moderne que dans celui de l'art, une règle sûre qui, à l'avenir, serve de boussole dans ces deux directions. Puisse cette pensée trouver, dans les sphères qu'elle intéresse, un accueil favorable et un appui efficace.

UTILISATION DES DÉCHETS.

(*Exposition additionnelle n°* 4.)

La consommation de savon, de papier, la quantité de lettres échangées, le nombre et l'usage fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des bibliothèques publiques, etc., ont été souvent considérés comme un moyen de désigner le degré actuel de civilisation d'un peuple.

On pourrait, avec la même raison, considérer l'utilisation des déchets dans l'industrie et l'économie domestique comme une mesure du degré de développement industriel. Il serait, en outre, presque impossible de trouver, dans l'industrie et dans l'agriculture, un exemple qui démontre aussi bien la force créatrice de la science et qui caractérise mieux le sentiment d'économie du peuple, que cette tendance de tout retenir dans le cercle de la production.

Nous voyons la masse de ce qui peut être utilisé s'augmenter d'une manière double par l'emploi de substances autrefois inutiles parce qu'on ne connaissait pas leurs qualités, mais encore plus par l'utilisation de substances qui, auparavant, considérées comme usées, paraissaient sans valeur, souvent gênantes, et même, dans beaucoup de cas, désagréables et onéreuses.

Afin de prouver seulement, dans quelques cas, la dernière assertion de l'utilisation croissante des déchets, en écartant des embarras, et en même temps en augmentant la richesse publique, prenons, par exemple, les résidus des fabriques de carbonate de soude. Aujourd'hui on extrait une grande partie du soufre qu'ils contiennent, et les derniers restes contenant de la chaux et du plâtre deviennent des matières précieuses pour l'agriculture.

Les solutions acides de manganèse des fabriques de chlorure de chaux sont devenues un nouvel objet de valeur, par suite d'un procédé chimique ingénieux.

Les scories qui s'amassent dans les hauts fourneaux, longtemps inutiles, sont employées aujourd'hui dans la verrerie, et deviennent, par un simple procédé physique, — qu'on appelle « basalter, » — une substance utile pour les constructions de bâtiments, de routes et chaussées.

Le goudron tiré du charbon de terre et du bois joue aujourd'hui un rôle considérable. Il suffit, sans parler d'une série de produits devenus importants, comme la benzine, la paraffine, la créosote, l'*acide carbolique*, l'*acide pyrocatéclin*, de rappeler les magnifiques couleurs d'aniline.

Des gaz et des vapeurs nuisibles, et même agissant mortellement, qui se dégagent dans les usines (acide sulfurique, arsenic, vapeurs de zinc, etc.), deviennent non-seulement inoffensifs, mais même très-utiles.

La graine de coton a acquis une plus grande importance depuis qu'on a appris à s'en servir pour préparer de l'huile; il en est de même pour les eaux savonneuses des lavoirs, buanderies et fabriques, depuis qu'on sait en extraire des acides gras.

Avant l'année **1851**, la glycérine des fabriques d'acide stéarique et de bougies, l'ammoniaque du gaz d'éclairage, étaient tout à fait perdues; depuis, ces produits sont devenus des objets très-importants de fabrication.

Les chiffons de laine, qui ne servaient autrefois qu'à fabriquer du *bleu de Prusse* et du mauvais papier, sont devenus, aujourd'hui, une matière première pour l'industrie textile, absolument comme les déchets de soie et de coton, et fournissent des étoffes d'habillement, ayant encore assez bonne apparence, abordables pour les petites bourses.

La vinasse qui se forme dans les distilleries de mélasse, et qu'on jetait autrefois, est devenue non moins utile par la potasse qu'on en obtient; le sang devient utile pour produire l'albumine, les déchets de liége pour fabriquer des tapis; les vieux clous des fers à cheval et d'autres ferrures pour la fabrication du fer tendre, malléable, des fusils de chasse; la sciure et les déchets de cuir, etc.

Comme nous le voyons, en jetant un coup d'œil rétrospectif au delà de quelques dizaines d'années, le cercle de ce qui est utile est bien élargi, et les moyens de satisfaire nos besoins sont bien augmentés!

Il suffit de mentionner encore une matière, bien souvent méprisée, parmi la quantité des augmentations de valeurs à obtenir de cette manière, les excréments humains. Ceux-ci sont, sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nul doute, considérés comme des déchets des plus rebutants, et cependant la Chine et le Japon doivent leur agriculture si florissante, en grande partie, à l'emploi de ces déchets, et un des plus grands chimistes de notre temps, le baron Liebig, leur attribue le pouvoir de conserver au sol de l'Europe, qui va au devant d'un épuisement inévitable, sa force de production.

En considération de cela, ne peut-on pas dire que c'est une des plus grandes absurdités que de dépenser des millions pour se débarrasser d'un objet qui nous rendrait riches à milliards si nous savions nous en servir ?

Qui pourrait nier que l'utilisation croissante des déchets, les nouvelles sources de richesses ainsi ouvertes, et, comme nous l'avons fait remarquer, l'emploi, rendu possible, de beaucoup de matières qui nous gênaient auparavant, prouvent l'influence profonde que la science prend sur la vie, et forcent même l'observateur superficiel à reconnaître le développement graduel de l'intelligence et du bien-être ? Qui pourrait nier que, en même temps qu'on considère comment l'utilisation des déchets se développe depuis un certain laps de temps, une nouvelle image de la civilisation se déroule devant nos yeux ?

Par conséquent, il est digne de l'homme de science et de l'industriel de représenter dans le cadre de l'Exposition internationale de **1873** l'utilisation nouvelle des déchets d'articles de commerce.

Afin de fixer les limites de cette exposition spéciale, dont la raison d'existence est dans son importance instructive, il est d'abord nécessaire de définir le mot *déchet* aussi exactement que possible.

L'industriel considère comme *déchets* les restes des matières premières et secondaires employées, et qui, dans le moment, n'ont dans le commerce aucune valeur comparée avec celle des produits.

L'étendue du mot « déchets, » et avec elle le cercle de ce qui devra être reçu ici, doivent encore être élargis, car ils comprennent aussi ce qui reste, après avoir employé quelque chose, et ce dont l'économie domestique cherche à se débarrasser, comme de quelque chose qui ne lui est plus utile.

1. Les objets qui doivent être considérés comme déchets, d'après cette définition, forment les points de départ de cette exposition.

2. Quant à la période que cette exposition doit comprendre, elle s'accorde avec les règlements pour les autres groupes et les autres expositions spéciales, et commence à l'année **1851**.

3. Conformément au système de classification de l'exposition générale, seront exposés dans cette exposition additionnelle : d'une part, les déchets qui se trouvent dans chaque groupe industriel; d'autre part, les produits qui ont été obtenus depuis l'année **1851**, soit tout à fait nouveaux, soit perfectionnés ou produits à meilleur marché.

4. Le seul numéro de cette exposition comprend tous les produits intermédiaires depuis le déchet jusqu'à la marchandise prête pour le marché.

5. Autant que possible, l'exposition sera formée des objets eux-mêmes; dans les cas où ceci paraîtrait impossible ou inadmissible, des représentations graphiques les remplaceront.

6. Aux objets de cette exposition devront être joints : le prix, les données statistiques de production, le nom de celui à qui on doit l'utilisation ou l'augmentation de l'utilisation, et toutes les données se rapportant à l'histoire de la réalisation de la valeur; enfin il est désirable qu'on expose des modèles, ou qu'on désigne les machines exposées dans l'Exposition générale, par l'emploi desquelles cette augmentation de valeur a été réalisée.

CONCOURS POUR LA COMPOSITION DES MÉDAILLES A DÉCERNER EN PRIX.

§ 1.

D'après le programme de l'Exposition universelle de **1873**, cinq différentes médailles seront dis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tribuées comme récompenses. Il y aura, pour leur composition, un concours général auquel les artistes de toutes les nations sont invités à prendre part.

§ 2.

Ces cinq médailles sont les suivantes :

a) Pour les *Beaux-Arts* la récompense consistera en une *médaille pour l'Art ;*

b) Les exposants qui ont déjà pris part à des Expositions universelles antérieures recevront, pour les progrès qui seront constatés dans leurs produits, depuis la dernière Exposition à laquelle ils ont pris part, la *médaille pour le Progrès ;*

c) Les exposants qui, pour la première fois, envoient leurs produits à une Exposition universelle recevront, en récompense des mérites qui seront reconnus, au point de vue de l'économie nationale, ou au point de vue technique, la *médaille de Mérite ;*

d) Tous les exposants dont les produits remplissent toutes les conditions du goût élevé, tant sous le rapport de la couleur que sous celui de la forme, auront, en outre, droit à la *médaille de bon Goût ;*

e) Les *coopérateurs* qui, selon les renseignements fournis par les exposants, ont une part notable des mérites de la production seront récompensés par la *médaille de Coopération.*

§ 3.

Toutes les médailles seront frappées en bronze.

§ 4.

Les cinq médailles sont de la même dimension, et du diamètre de 7 centimètres.

§ 5.

Les cinq médailles portent le portrait de Sa Majesté l'Empereur, entouré de cette inscription :

FRANZ JOSEPH I., KAISER VON OESTERREICH, KOENIG VON BOEHMEN, ETC., APOST. KOENIG VON UNGARN.

(François Joseph I, Empereur d'Autriche, Roi de Bohême, etc., Roi Apost. de Hongrie.)

§ 6.

Les revers sont décorés d'emblèmes ou de représentations artistiques se rapportant à la destination spéciale de chaque médaille ; l'invention en est laissée à l'artiste.

§ 7.

Ces emblèmes ou représentations artistiques sur les revers des médailles seront entourés des inscriptions suivantes :

a) Sur la médaille pour l'Art :

WELTAUSSTELLUNG 1873, WIEN. — FUR KUNST.

(Exposition universelle de Vienne, 1873. — Pour l'Art.)

b) Sur la médaille pour le Progrès :

WELTAUSSTELLUNG 1873, WIEN. — DEM FORTSCHRITTE.

(Exposition universelle de Vienne, 1873.— Au Progrès.)

c) Sur la médaille pour le Mérite :

WELTAUSSTELLUNG 1873, WIEN. — DEM VERDIENSTE.

(Exposition universelle de Vienne, 1873. — Au Mérite.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d) Sur la médaille pour le Goût :

WELTAUSSTELLUNG 1873, WIEN. — FUR GUTEN GESCHMACK.

(Exposition universelle de Vienne, 1873. — Pour le bon Goût.)

e) Sur la médaille du Coopérateur :

WELTAUSSTELLUNG 1873, WIEN. — DEM MITARBEITER.

(Exposition universelle de Vienne, 1873.— Au Coopérateur.)

§ 8.

Suivant les déterminations qui précèdent, le concours comprend six médailles. Chaque artiste est libre de les entreprendre toutes, ou de ne se charger que de quelques-unes ou même d'une seule.

§ 9.

Les modèles du concours doivent être exécutés en relief (en cire, en plâtre ou en soufre).

§ 10.

Ces modèles devront être envoyés, avant le 31 mars 1872, à la direction générale de l'Exposition universelle de 1873 (Vienne, Praterstrasse, 42). Chacun d'eux doit être accompagné du nom et de l'adresse de l'artiste.

§ 11.

Les modèles envoyés seront exposés publiquement pendant huit jours, à partir du 8 avril 1872, et ensuite soumis au jugement d'un Jury composé de douze membres. On fera connaître, plus tard, les noms des Membres composant le Jury.

§ 12.

Le Jury portera son jugement aussi bien sur la tête commune aux cinq médailles que sur le revers de chacune d'elles en particulier. Le modèle reconnu par le Jury, à la majorité absolue des voix, comme la solution la plus achevée de chacun des six concours proposés, obtiendra comme honoraire le prix de cinquante ducats autrichiens. Chacun des six modèles ayant remporté le prix (la face et les cinq revers) passe, en propriété et avec le droit de reproduction, à la direction générale de l'Exposition universelle.

§ 13.

Dans le cas de parité des voix du Jury, c'est le suffrage du président de la Commission impériale de l'Exposition qui décide.

§ 14.

Après la décision du Jury, tous les modèles, avec indication de ceux qui auront remporté les prix, resteront encore exposés publiquement pendant huit jours.

§ 15.

L'exécution des médailles sera l'objet d'une entente ultérieure entre le directeur général de l'Exposition universelle et les artistes couronnés ou d'autres.

§ 16.

La direction générale de l'Exposition universelle se réserve de traiter avec tel ou tel artiste tou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chant l'acquisition de l'un ou l'autre des modèles non couronnés, à l'effet de pouvoir, au cas échéant, en faire usage et le reproduire.

Le Président de la Commission impériale,
Archiduc RÉGNIER.

Le Directeur général,
Baron DE SCHWARZ-SENBORN.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 19 janvier 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — MM. *Festugière* frères, maîtres de forges, à Brousseval, près Vassy (Haute-Marne), présentent des observations au sujet du rapport sur les joints de tuyaux du système *Dussart.* (Arts mécaniques.)

M. *Gaffard* (Auguste), chimiste-manufacturier, à Aurillac, indique un procédé pour la conservation des œufs à l'état frais. (Arts économiques.)

M. *Pelte* (J. P.), aux Prés-Saint-Gervais (Seine), rue des Moines, maison *Glatigny*, demande une première annuité de brevet pour un perfectionnement important de la machine à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Rolland-Banès* (L.), rue Sainte-Adresse, 27, au Havre, présente des observations au sujet des expériences que la commission du prix de la Ferté-sous-Jouarre a faites pour l'enlèvement des poussières siliceuses des ateliers de taillage de la pierre meulière. (Arts mécaniques.)

M. *Jacquelin*, avenue Mac-Mahon, 95, demande le concours de la Société pour l'examen d'un système de moteur qu'il a inventé et qui emploie l'air dilaté. (Arts mécaniques.)

M. *Maurel* (F.), rue de la Chapelle, 17, demande à la Société de faire visiter l'outillage de sa fabrique d'objets divers en mica. (Arts mécaniques.)

M. *Prioux* (T.), avenue Saint-Ouen, 32, sollicite l'examen de la Société pour un compteur de marche, destiné aux voitures publiques de la ville de Paris. (Arts mécaniques.)

Un ouvrier ciseleur demande l'appui de la Société pour monter un établissement. (Commission des fonds.)

M. *Faucheux* (L.), distillateur, à Crisolles, par Guiscard (Oise), soumet à l'examen de la Société un four à potasse et à engrais. (Arts chimiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Deratte* (A.), rue de Flandre, 57, à Roubaix, rappelle l'appareil à soupape pour la conservation des boissons, qu'il a présenté à la Société le 8 juin 1870, et exprime le désir que cet appareil soit l'objet d'un rapport. (Arts économiques.)

M. le *Préfet* de la Seine annonce que la subvention accordée par la ville de Paris à la Société est inscrite au budget de 1871 et sera prochainement payée.

M. *Béringer* (J. L.), rue Simon-le-Franc, 17, à Paris, demande une annuité de brevet pour une turbine nouvelle. (Arts mécaniques.)

DONATION A LA SOCIÉTÉ. — M. le *Président* donne lecture d'une lettre de M. *de Valois*, gendre de M. *Fauler*, dans laquelle, au nom de M^me^ *de Valois* et au sien, il annonce à la Société l'envoi d'un don de 1000 fr. que M. *Fauler*, dans ses dernières instructions verbales, leur a déclaré vouloir faire à la Société.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Impôt sur le sel pour les produits chimiques.* — M. *Lamy* fait au Conseil un rapport, au nom des comités des arts chimiques et du commerce réunis, sur une lettre de M. *Kuhlmann*, président du syndicat des fabriques de produits chimiques, demandant le concours de la Société à l'appui de la réclamation que présente ce syndicat contre le droit de 10 francs par 100 kilog., qu'on propose de faire peser sur le sel destiné aux fabriques de produits chimiques. (Voir cahier de janvier 1872, p. 12.)

Parachute pour les mines. — M. *Haton* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un parachute pour puits de mines, qui a été présenté à la Société par M. *Jacquet aîné*, constructeur de machines, à Arras.

Le rapporteur propose d'approuver le système de ce parachute et d'ordonner l'insertion, au *Bulletin*, du rapport avec les dessins de l'appareil. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Instruments de précision. Niveaux. — M. *de la Gournerie* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les niveaux de diverses formes et les niveaux de pente, dits *clitographes,* que M. *Lefebvre*, constructeur d'instruments de précision, rue Saint-Antoine, 195, a présentés à la Société.

Le comité des arts économiques propose de remercier M. *Lefebvre* de sa communication, et d'insérer le rapport dans le *Bulletin* avec le dessin des principaux types de niveaux et clitographes.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Appareil à eau de Seltz. — Au nom du même comité, M. *Bouilhet* (H.) fait un rapport sur un appareil pour la préparation de l'eau de Seltz, fabriqué par M. *Maldiné*, rue Saint-Anastase, 12.

Le comité des arts économiques propose de remercier M. *Maldiné* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Chaudières à vapeur, flotteur avertisseur. — M. *Lecœuvre* fait, au nom du comité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des arts mécaniques, un rapport sur le flotteur avertisseur de M. *Gillet*, quai de Jemmapes, 248.

Le comité propose de remercier M. *Gillet* de sa communication et d'ordonner l'insertion du rapport dans le *Bulletin*, avec un dessin du flotteur avertisseur.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Membres adjoints. — M. *Cloez* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport pour demander que le Conseil autorise ce comité à proposer des candidats pour la nomination de deux membres adjoints.

Cette autorisation est accordée par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Viticulture. — Invasion du phylloxera.* — M. *Heuzé*, membre du comité d'agriculture, lit un mémoire sur le *phylloxera vastatrix,* sur les ravages qu'il a faits dans les vignobles du Midi et sur les moyens employés pour les combattre.

M. *de Lavergne*, président de la commission permanente des vignes de la Gironde, qui est présent à la séance, donne quelques renseignements sur cette région de la France relativement aux ravages exercés par le *phylloxera.*

M. *Marès*, correspondant du Conseil de la Société, donne aussi quelques détails sur la situation des vignobles du Languedoc.

M. le *Président* remercie MM. *de Lavergne* et *Marès* des intéressants détails qu'ils ont bien voulu donner à la Société sur la maladie qui ravage en ce moment les vignobles les plus importants de la France dans le Sud-Est et le Sud-Ouest, et il demande au comité d'agriculture d'examiner la proposition faite par M. *Heuzé,* de fonder un prix pour la recherche des moyens de propagation du *phylloxera* d'une souche de vigne à l'autre, et d'en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un rapport au Conseil. Il prie aussi M. *Heuzé* de vouloir bien remettre une copie de son mémoire, pour qu'il puisse être inséré dans le *Bulletin* de la Société. (Le mémoire de M. *Heuzé* et les communications de MM. *de Lavergne* et *Marès* paraîtront prochainement dans le *Bulletin.*)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Monier,* horticulteur-rocailleur, à Paris;

Toselli, ingénieur, à Paris.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bulletin de la Société d'Encouragement (Deuxième série) N° 230

Pl. 463.

Fig. 1.

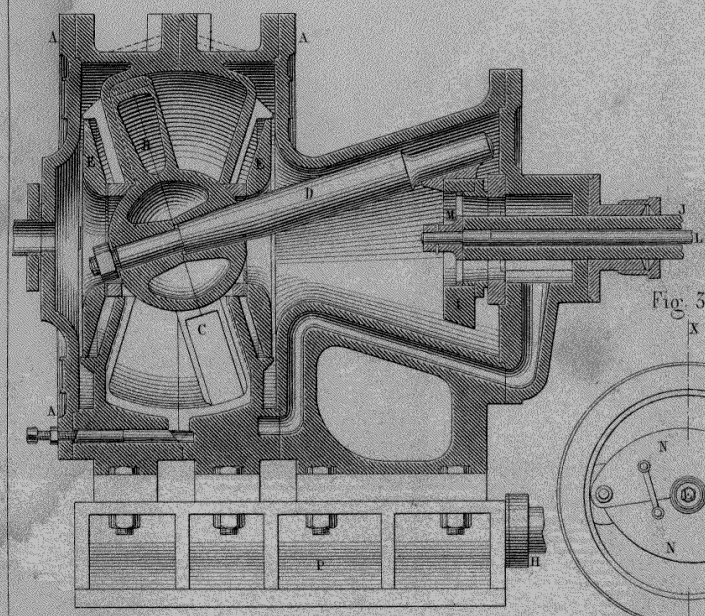


Fig. 2.

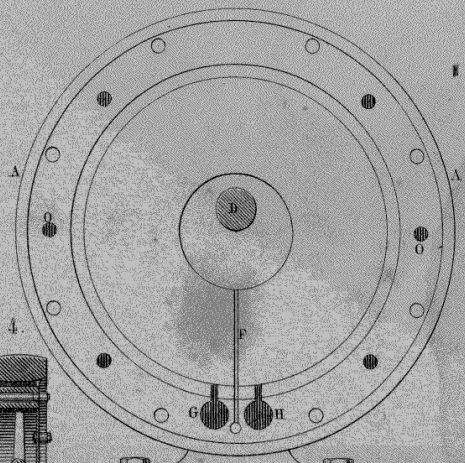


Fig. 3.

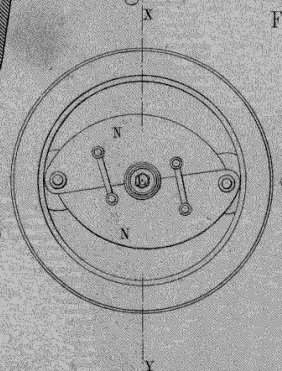
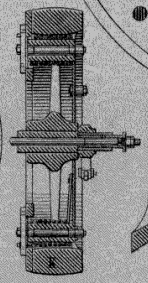


Fig. 4.



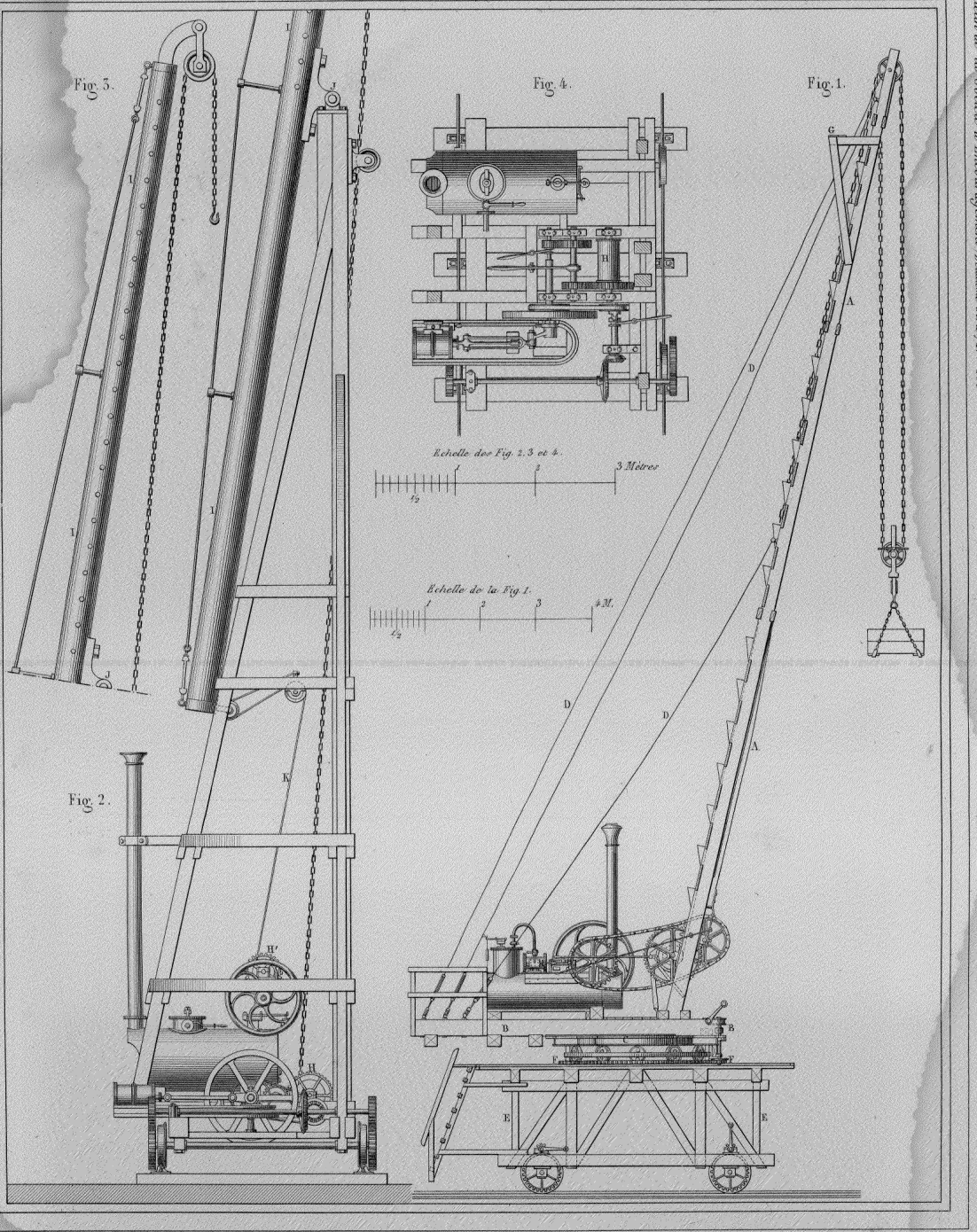


Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc

MACHINE A VAPEUR ROTATIVE, PAR M. MOLARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

GRUES A VAPEUR DE GRANDE HAUTEUR.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Mars 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BARRAL, *au nom du comité des arts chimiques, sur* DEUX MÉMOIRES DE M. SACC, *relatifs à l'action de l'acide nitrique et de la soude caustique sur les huiles non siccatives et les huiles siccatives.*

Messieurs, M. le docteur Sacc, professeur de chimie à l'Université de Neuchâtel, en Suisse, a adressé à la Société, au mois d'août 1870 et en mars 1871, deux Notes qui se complètent l'une par l'autre et dont l'objet définitif est de donner des moyens caractéristiques de distinguer les différentes huiles.

Dans la première note, il examine successivement les réactions que dans certaines circonstances l'acide nitrique donne lorsqu'il est mis en contact avec les huiles siccatives et les huiles non siccatives; dans la seconde, il étudie celles que produit la soude caustique.

Un assez grand nombre de chimistes se sont déjà occupés de recherches semblables. Mais le travail de M. Sacc se distingue de ceux de ses prédécesseurs par un plus grand nombre de rapprochements et des réactions plus nettes et mieux étudiées. Les huiles qu'il a successivement soumises

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'action des deux réactifs sont les suivantes : olive, colza, ricin, arachide, amandes douces, coton, baleine, sésame, pavot, lin, noix, chènevis, poissons.

Les expériences du docteur Sacc ont été refaites devant le rapporteur de votre comité des arts chimiques par le savant auteur, connu par des travaux précis qui donnaient à penser à l'avance que les faits annoncés par lui devaient avoir été bien observés.

M. Sacc conclut en ces termes pour les huiles non siccatives : « les différences les plus saillantes, en ce qui concerne l'action de l'acide nitrique, sont offertes par l'huile d'olive qui se change en suif, par l'huile d'amandes douces qui ne s'oxyde pas d'une manière sensible, par celle du ricin qui se change totalement en acide oxalique, et par celle du coton qui fournit une espèce de cire. »

Pour les huiles siccatives, les expériences de l'auteur constatent que « celles qui offrent les caractères les plus saillants sont l'huile de chènevis qui se change presque en entier en acide subérique, celle de noix qui produit une sorte de suif, et celle de poisson qui ne fournit pas d'acide subérique, mais bien un corps gras solide, ce qui la rapproche de l'huile de chènevis. Il y a, par contre, une ressemblance évidente entre les huiles de pavot et de lin. »

Des recherches faites par M. Sacc sur les réactions que fournit avec les diverses huiles la soude caustique, il conclut « que l'huile de ricin est la seule qui se solidifie immédiatement, que les huiles de coton et de noix restent limpides, que celles de colza, lin, amandes, pavot, sésame, arachide et baleine s'émulsionnent, tandis que celles d'olive, de chènevis et de poisson se prennent en une masse butyreuse. »

M. Sacc donne ensuite des renseignements sur le temps nécessaire pour former un savon qui fasse prise, et il indique la dureté, la couleur et les autres propriétés physiques des divers savons constitués.

Le comité des arts chimiques estime que le tableau des diverses réactions déterminées par le laborieux chimiste de l'Université de Neuchâtel sera intéressant à la fois pour les chimistes et pour les industriels, et qu'il serait utile qu'il fût placé sous leurs yeux.

En conséquence, il a l'honneur de vous proposer de remercier M. Sacc de ses communications et d'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport avec un extrait de ses deux Notes, extrait présentant un tableau complet des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réactions constatées et des caractères spécifiques que l'auteur pense en pouvoir déduire.

Signé J. A. BARRAL, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 *janvier* 1872.

---

1. — ACTION DE L'ACIDE NITRIQUE A 36 DEGRÉS BAUMÉ SUR LES HUILES GRASSES, ET LES HUILES SICCATIVES, PAR M. SACC, PROFESSEUR DE CHIMIE A L'UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL (SUISSE).

En faisant bouillir 85 grammes d'acide stéarique avec 680 grammes d'acide nitrique, pendant plusieurs jours, en cohobant constamment le produit distillé, jusqu'à ce que l'action devienne insensible, on a obtenu : 15 grammes d'acide succinique, et 32 grammes d'huile grasse; quelques gouttes d'une huile légère à odeur d'acide butyrique se trouvaient dans le récipient.

Toutes ces réactions ont déjà été observées par M. Chevreul, dans son immortel Mémoire sur les corps gras; aussi n'ai-je que glané dans le champ si riche moissonné depuis tant d'années par le doyen des chimistes.

En parlant de l'action de l'acide nitrique sur l'acide stéarique, ce savant illustre parle sans cesse de succin, d'odeur de succin, d'analogie de l'acide obtenu avec l'acide succinique, mais il ne va pas plus loin; car le trait saillant dans tous les travaux de M. Chevreul, c'est ce rigoureux et sévère amour de la vérité qui le fait constamment douter de lui; avant de se prononcer il veut être sûr.

Si M. Chevreul n'a pas découvert que l'acide nitrique bouilli dans un appareil distillatoire avec de l'acide stéarique change partiellement celui-ci en acide succinique, c'est uniquement parce qu'il a fait cristalliser dans l'alcool le produit de cette réaction, au lieu d'en séparer les éléments à l'aide d'un filtre mouillé avec de l'eau.

Comme l'action de l'acide nitrique sur l'acide stéarique est très-peu intense, et excessivement longue, tandis qu'elle est d'une violence extraordinaire avec l'huile de lin, nous avons pensé qu'en faisant agir de l'acide nitrique sur toutes les huiles grasses et siccatives que nous possédions, on arriverait peut-être à les différencier, et même à les analyser; car il était probable que l'acide oléique des huiles s'oxyderait avant leurs acides stéarique et margarique, et qu'on parviendrait ainsi à les séparer. Dans ce but, on a entrepris une série d'essais toujours faits de la même manière, dans les mêmes conditions, afin que leurs résultats fussent comparatifs; aussi ne décrirons-nous en détail que le premier.

Huiles grasses ou non siccatives. — On admet généralement que les huiles grasses diffèrent des huiles siccatives en ce qu'elles *s'acidifient, rancissent* à mesure qu'elles absorbent l'oxygène de l'air, tandis que, dans les mêmes circonstances, les huiles siccatives se *résinifient* et passent à l'état de masse solide et brillante. Cela est vrai,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais l'action de l'air est si lente, qu'il est difficile, en général, de trancher d'emblée la question de la nature d'une huile. Aussi était-il urgent de trouver un moyen rapide et sûr de les différencier; l'acide nitrique le fournit, car son action, très-forte déjà en général, sur les huiles grasses, est d'une telle violence sur les huiles siccatives, qu'il est presque impossible de la maîtriser.

I. *Huile d'olive.* — Dans une capsule en porcelaine, d'une capacité de 5 litres, on met
50 grammes huile d'olive et
400 — acide nitrique à 36 degrés Baumé.

On chauffe doucement, sur un feu de charbons, et on enlève, dès qu'il se dégage du mélange, quelques bulles de gaz; l'effervescence est assez vive; dès qu'elle est calmée, on reporte le mélange sur le feu et on le concentre de moitié en remuant sans cesse, puis on l'abandonne à lui-même. Au bout de vingt-quatre heures, on trouve au-dessus du liquide, très-légèrement coloré, un gâteau d'une substance blanche analogue au suif, douée de l'odeur de l'acide butyrique, et qui, lavée et fondue avec de l'eau distillée, pèse 52 grammes. Il ne se forme, en même temps que cette espèce de suif, ni acide oxalique, ni acide subérique.

II. *Huile de colza.* — 50 grammes de cette huile s'oxydent plus énergiquement que l'huile d'olive; le mélange se colore en orange. Après le refroidissement, on trouve quelque peu d'un corps gras sans consistance, bulleux et jaune clair, tandis que le liquide jaune clair placé au-dessous de lui contient en abondance des acides oxalique et subérique.

III. *Huile de ricin.* — 50 grammes de cette huile sont déjà attaqués à froid. L'oxydation est tumultueuse; l'huile disparaît en totalité, et on trouve dans la solution 12 grammes d'acide oxalique en gros cristaux très-purs.

IV. *Huile d'arachide.* — 50 grammes de ce corps s'oxydent si difficilement, que l'action ne commence qu'au moment où l'acide nitrique entre en ébullition; elle est alors très-vive. On obtient un gâteau de matière grasse, jaune, bulleuse et consistante, sans acides dans la solution.

V. *Huile d'amandes douces.* — 50 grammes de ce corps gras ne s'oxydent qu'à la température d'ébullition de l'acide nitrique, et encore n'est-ce que d'une façon insensible. Après refroidissement, une huile bulleuse, jaune paille, surnage un liquide incolore qui ne contient rien.

VI. *Huile de coton.* — 50 grammes de cette huile singulière, parce qu'elle est, de toutes, la plus difficile à saponifier, s'oxydent assez difficilement; mais, dès que l'action a commencé, elle devient très-violente. Après refroidissement, on trouve un gâteau jaune citron, bulleux, mais ferme, et d'apparence cireuse. La solution, jaune vif, contient un peu d'acide subérique, mais pas d'acide oxalique.

VII. *Acide oléique du suif.* — 50 grammes de ce liquide impur, tel que le livrent les fabriques d'acide stéarique, se sont lentement oxydés, et seulement alors que l'acide nitrique était en pleine ébullition. Après refroidissement, on trouve une couche d'huile jaune foncé surnageant une solution, de même couleur, exempte d'acides.

VIII. *Huile de baleine.* — 50 grammes de ce corps gras, doué de l'odeur si pénétrante qu'on lui connaît, se sont oxydés avec violence. Après le refroidissement, on trouve une couche d'huile jaune citron, bulleuse, qui surnage un liquide, de même couleur, exempt d'acides.

Toutes ces huiles sont très-faciles à reconnaître quand on les traite par l'acide nitrique; sauf l'acide oléique du suif, qu'il est difficile de distinguer d'avec l'huile de baleine, probablement parce qu'ils sont analogues. Les différences les plus saillantes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont offertes par l'huile d'olive qui se change en suif, par l'huile d'amandes douces qui ne s'oxyde pas d'une manière sensible, par celle de ricin qui se change totalement en acide oxalique et par celle du coton qui fournit une espèce de cire.

Huiles siccatives. — Ces huiles, moins nombreuses que les précédentes, se gonflent si extraordinairement quand on les oxyde par l'acide nitrique, qu'il faut opérer dans des capsules de 10 litres, et remuer constamment le mélange, sans quoi il déborde, se noircit par places, et est en partie projeté au dehors sous l'influence de petites détonations qui ont lieu dans la masse.

I. *Huile de sésame.* — 50 grammes de ce corps gras s'oxydent avec une incroyable violence, le mélange brunit, puis se décolore. Après le refroidissement, on obtient un gâteau de matière grasse orange, bulleuse, sans consistance, et un liquide jaune clair qui ne contient rien.

II. *Huile de pavot.* — 50 grammes de cette huile s'oxydent plus énergiquement encore que l'huile de sésame; le mélange noircit, puis se décolore. On trouve, après le refroidissement, un gâteau mou, bulleux, noirâtre, qui surnage un liquide brun foncé riche en acide subérique, et contenant aussi quelques aiguilles d'acide oxalique.

III. *Huile de lin.*— 50 grammes de cette huile s'oxydent avec violence et donnent, après refroidissement, un gâteau bulleux, mou, orange vif, tout plein d'acide subérique et un liquide orange clair, limpide, riche en acide subérique.

IV. *Huile de noix.* — 50 grammes de cette huile, après une oxydation des plus tumultueuses, laissent un gâteau jaune paille, de la consistance du suif surnageant un liquide de même couleur, au fond duquel on trouve beaucoup d'acide subérique et quelques petites aiguilles d'acide oxalique.

V. *Huile de chènevis.* — 50 grammes de ce corps s'oxydent avec autant de violence que les précédents; on obtient un gâteau jaune citron, mais dur, quoique bulleux. Dans le liquide, jaune verdâtre clair, il y a quelques aiguilles d'acide oxalique et une si grande quantité d'acide subérique que ce corps gras est la matière première qu'on devra utiliser pour le fabriquer en grand.

VI. *Huile de poisson.* — 50 grammes de cette huile, telle que le commerce la livre et qu'elle est employée par les selliers et les corroyeurs pour la préparation des cuirs, s'oxydent avec la dernière violence, au point que, quelque précaution qu'on prenne, une partie du mélange sort de la capsule. Après refroidissement, on trouve un gâteau jaune, bulleux, mais solide, surnageant un liquide, de même couleur, exempt d'acides.

Ces expériences prouvent que les différences existant entre les huiles siccatives sont aussi grandes que celles qui distinguent les huiles grasses. Celles de ces huiles qui offrent les caractères les plus saillants sont l'huile de chènevis qui se change presque en entier en acide subérique; celle de noix qui produit une sorte de suif, et celle de poisson qui ne fournit pas d'acide subérique, mais bien un corps gras solide, ce qui la rapproche de l'huile de chènevis. Il y a, par contre, une ressemblance évidente entre les huiles de pavot et de lin.

D'après ces données, il semble que l'acide subérique soit le produit d'une oxydation caractéristique des huiles siccatives; les huiles de colza et de coton feraient seules exception à cette règle puisqu'elles donnent de l'acide subérique, bien qu'on les range généralement parmi les huiles grasses, tandis que l'inverse s'appliquerait à celle de sésame

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on regarde comme une huile siccative. Il faudra donc qu'une étude approfondie de ces trois corps gras décide la question. Nous pouvons cependant dire déjà que des essais de saponification nous font regarder l'huile de coton comme formée d'une huile grasse analogue à celle d'amandes, et d'une huile siccative, tandis que nous regardons l'huile de sésame, décidément comme une huile grasse qu'il faudrait placer à côté de celle de colza. Il reste à savoir pourquoi l'huile de colza fournit de l'acide subérique.

2. — ACTION DE LA SOUDE CAUSTIQUE SUR LES HUILES GRASSES ET SICCATIVES, PAR LE MÊME.

I. *Huile de colza.* — On mêle, dans une capsule de porcelaine,
25 grammes soude caustique à 40 degrés Baumé, avec
75 — huile de colza. On remue le tout jusqu'à ce que l'émulsion soit complète, et on l'abandonne à lui-même dans une salle dont la température est de + 15 degrés C.

Au bout de vingt-quatre heures, la prise est complète ; le savon est jaune citron et encore mou ; le quatrième jour, il sue fortement, se détache de la capsule et pèse 96 grammes.

II. *Huile de lin.* — Afin d'éviter des répétitions, je me bornerai à dire que tous les essais ont été faits comme pour le n° I.

Cette huile se prend immédiatement en une masse butyreuse, qui est prise dès le lendemain. Le savon, jaune clair, a l'odeur désagréable de l'huile ; il est encore mou et gluant au bout de trois semaines.

III. *Huile d'amandes douces.* — Elle se prend en une émulsion blanche, de la consistance d'une crème épaisse, qui est butyreuse le lendemain et ne se solidifie qu'au vingtième jour en donnant un magnifique savon dur, blanc de lait.

IV. *Huile de coton.* — Cet étrange corps gras devient opalin, s'émulsionne lentement au fond de la capsule, tandis qu'une huile limpide et jaune surnage. Au bout de vingt-quatre heures l'émulsion est épaisse, elle se change, le troisième jour, en une masse granuleuse parsemée de veines d'huile ; au dixième jour elle est solide, sue, et se détache de la capsule au onzième. Le savon est jaune clair, presque dur, inodore et un peu gluant.

V. *Huile de pavot.* — Émulsion blanc jaunâtre, de consistance crémeuse, qui s'épaissit au bout de vingt-quatre heures. Au troisième jour, c'est une pâte épaisse qui sue, et jaunit sur les bords au dixième, puis se détache de la capsule au vingtième, en donnant un savon demi-solide, blanc, inodore et un peu gluant.

VI. *Huile d'olive.* — Elle se prend en une masse butyreuse jaune paille qui est complétement prise le lendemain, se durcit lentement, et donne, au vingtième jour, un savon inodore, dur, blanc et d'excellente qualité.

VII. *Huile de sésame.* — Donne une émulsion consistante, gris clair, qui s'épaissit de jour en jour, et donne, au vingtième, un savon assez dur, blanc, inodore et un peu gluant.

VIII. *Huile d'arachide.* — Donne une émulsion épaisse, jaune verdâtre clair, qui se prend en masse au troisième jour, et donne, dès le dix-huitième, un savon dur, inodore, blanc et d'excellente qualité.

IX. *Huile de ricin.* — Elle se fond aussitôt en une masse jaune verdâtre clair, presque solide, qui est complétement changée, au second jour, en un savon vert clair, inodore, dur et très-bon.

X. *Acide oléique du suif.* — Il se prend en une masse brun clair, en pâte épaisse, qui se prend lentement et ne se change qu'au dix-huitième jour en un savon assez dur, jaune clair, et doué de l'odeur désagréable et caractéristique du suif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

XI. *Huile de noix.* — Elle se prend en une consistance gélatineuse, mais reste transparente. Dès le second jour, elle s'épaissit, se trouble, sue et se détache de la capsule au onzième. C'est, au dix-huitième jour, un savon jaune clair, inodore, demi-solide et un peu gluant.

XII. *Huile de chènevis.* — Elle se prend en une masse pâteuse, orange, qui ne change pas, et constitue au vingtième jour un savon jaune clair, demi-solide et gluant.

XIII. *Huile de poisson.* — Elle se prend en une masse chocolat qui dégage une forte odeur de morue, et est complétement solide au second jour.

XIV. *Huile de baleine.* — Donne une émulsion, de couleur isabelle, qui s'épaissit au second jour, et constitue, le vingtième, un savon demi-solide, doué d'une désagréable odeur de poisson.

De ces recherches, il ressort :

Que l'huile de ricin est la seule qui se solidifie immédiatement ;

Que les huiles de coton et de noix restent limpides ;

Que celles de colza, lin, amandes, pavot, sésame, arachide et baleine s'émulsionnent, tandis que celles d'olive, d'acide oléique, de chènevis et de poisson se prennent en une masse butyreuse.

Le savon fait prise le premier jour pour l'huile de ricin ; le second, pour celle de poisson ; le quatrième, pour celle de colza ; le dixième, pour celle de coton ; le onzième, pour celle de noix ; du dix-huitième au vingtième, pour toutes les autres.

Le savon est blanc et dur pour les huiles d'amandes, d'olive et d'arachide ;

Blanc, demi-dur et gluant, pour celles de pavot et de sésame ;

Vert clair et dur pour celle de ricin ;

Jaune clair et demi-dur, pour l'huile de colza et l'acide oléique ;

Jaune clair, demi-dur et gluant, pour les huiles de lin, de coton, de noix et de chènevis ;

Isabelle et demi-dur, pour l'huile de baleine ; chocolat et dur, pour celle de poisson.

Ces recherches complètent celles que nous avons faites il y a quelques mois, et dans lesquelles nous avons cherché à distinguer les huiles en faisant agir sur elles l'acide nitrique. Cet acide, qui permet de séparer nettement certaines huiles les unes d'avec les autres, en confond d'autres analogues ; c'est pour les séparer que nous avons entrepris ce nouveau travail destiné à combler la lacune que le précédent avait laissée.

Il établit de la façon la plus nette que toutes les huiles siccatives donnent des savons gluants, tandis que ceux des huiles grasses ont le toucher gras et lisse.

L'huile de ricin est la seule qui se prenne en masse d'emblée.

Les autres s'empâtent plus ou moins vite, se solidifient dans plus ou moins de temps, donnent des savons blancs ou colorés, fournissant le moyen de reconnaître avec la plus grande facilité la nature des huiles.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PALIARD, *au nom du comité des arts économiques, sur les* PRODUITS EN CIMENT ET FER *présentés par* M. J. MONIER, *44, avenue Ulrich, à Paris.*

Messieurs, M. Monier a présenté à la Société divers produits en ciment et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fer que votre comité des arts économiques a examinés avec soin, et je viens, au nom de ce comité, vous rendre compte de cet examen.

M. Monier a eu l'idée d'établir des sortes de carcasses en fil de fer, maintenues par des tringles de fer formant bâti et de revêtir en ciment cette carcasse, de façon qu'elle fût enfermée complétement dans ce ciment.

Le fer n'étant pas en contact avec l'air est garanti de l'oxydation, et le ciment peut être coulé en feuilles minces qui ont une grande résistance, et auxquelles on peut donner toutes sortes de formes et qu'on peut employer pour un grand nombre d'usages.

M. Monier fabrique ainsi, depuis plusieurs années déjà, des réservoirs, des bassins qui, d'après sa déclaration, résisteraient à la gelée et qui sont d'un prix peu élevé. Il fabrique aussi des conduites d'eau, des fontaines, des vasques, des auges, etc.

Enfin M. Monier établit, avec ce système et par l'application de moules, des vases ou des caisses à fleurs, des vasques, etc., dont les faces extérieures sont décorées d'ornements et dont le prix est très-peu élevé.

Cet inventeur emploie le ciment de Portland, qui, par ses qualités bien connues, se prête parfaitement à ces productions; mais, aujourd'hui qu'à Paris la confection et l'emploi de ciments blancs ont fait de très-grands progrès, on pourrait assurément remplacer le ciment de Portland par d'autre ciment blanc tout aussi résistant et obtenir ainsi des vases, des vasques, des caisses de jardin ayant une véritable valeur artistique, un aspect agréable et ne coûtant qu'un prix modique.

L'emploi de carcasses et de grillages en fer formant l'âme de dalles en ciment ou en plâtre n'est pas positivement nouveau ; le plafond de la salle du théâtre de l'Opéra-Comique est fait de cette façon, et nous avons nous-même employé ce mode de construction dans diverses circonstances; mais son application aux réservoirs, aux bassins, aux conduites d'eau, aux objets de jardinage, tels que vases, vasques, etc., est une idée heureuse dont M. Monier a le mérite.

Votre comité vous propose donc d'adresser à M. Monier des remercîments pour sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé PALIARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 février 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. HUZARD, *au nom du comité d'agriculture, sur un imprimé intitulé :* NOTE SUR LE RÔLE ÉCONOMIQUE DES ASSOCIATIONS PASTORALES DANS LES HAUTES VALLÉES DES PYRÉNÉES, *par* M. CALVET, *garde général des forêts.*

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen du comité d'agriculture un imprimé intitulé : *Note sur le rôle économique des associations pastorales dans les hautes vallées des Pyrénées,* par M. Calvet, garde général des forêts en mission dans les Pyrénées.

Le comité a pensé qu'il serait utile de vous en rendre un compte sommaire.

Cette note contient les premières pages d'une publication qui a pour but de justifier, au Conseil général des Hautes-Pyrénées, une demande de subvention en faveur d'une association pauvre qui tend à se former en fruitière. Si ces premières pages recevaient l'approbation de la Société, l'auteur se ferait de cette approbation un titre pour obtenir plus aisément du Conseil général des moyens matériels d'action.

On voit, par ces mots, que l'ouvrage n'est pas complet; on voit aussi le but de l'auteur. Si on ne peut juger à fond la publication, puisqu'elle est incomplète, on ne peut disconvenir, après avoir lu ces premières pages, qu'elles promettent un ouvrage utile, et que l'auteur a bien raison de chercher à provoquer la formation des fruitières dans les hautes vallées des Pyrénées.

Dans un premier chapitre, l'auteur compare la situation des familles dans les régions pastorales des Pyrénées à la situation des familles dans les régions des Alpes et du Jura; il fait voir combien la situation des premières est inférieure, sous le rapport du bien-être, à la situation des secondes. Une statistique du docteur Larricq estime la valeur de la nourriture d'une famille de la vallée de Bedous, dans les Basses-Pyrénées, famille composée du père, de la mère et de trois enfants, à 1f,21 par jour; aussi l'émigration est-elle assez générale dans les hautes vallées. La commune d'Ascou, composée de 157 feux, a perdu, depuis 1864, 147 habitants. Ce sont les plus intelligents, les plus actifs qui émigrent, et l'émigration s'accentue de plus en plus, tant la lutte pour la vie est dure dans le pays.

L'auteur constate que, cependant, sous le rapport des productions natu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

relles, les hautes localités des Pyrénées sont aussi bien partagées que les localités similaires dans les Alpes; la végétation forestière y est tout aussi belle et les pâtures aussi fertiles; mais l'habitant des Pyrénées ne sait pas tirer un aussi bon parti de ces productions; il ne sait pas former ces associations qui emploient, d'une manière si avantageuse, le laitage en le transformant en fromages d'exportation.

Il pose, ensuite, implicitement la question de savoir s'il n'est pas du ressort de l'industrie humaine de réaliser un certain progrès, et comme dans les hautes vallées les conditions physiques du milieu n'admettent que peu de sols arables, comme les pâtures naturelles sont la source principale des moyens d'existence des habitants, c'est cette source qu'il faut rendre plus productive en donnant plus d'importance au gros bétail.

Dans un second chapitre, l'auteur s'efforce de faire comprendre que c'est dans les associations pastorales que le progrès est possible.

Il montre d'abord combien l'état de la possession du sol est mauvais. La plus grande étendue du sol est communale, la minime partie est privée. Le sol communal comprend les forêts et les pâtures. Les pâtures nourrissent le bétail en commun; il résulte de cet état de choses que chacun envoie sur la pâture, dans la saison, plus de bêtes qu'il ne devrait; que le nombre de têtes est plus considérable qu'il ne faudrait pour un bon aménagement de ces pâtures; que l'herbe est consommée trop rapidement, ensuite que sa consommation de tous les instants, à mesure quelle repousse, nuit à la vigueur des plantes; que la pâture est bien moins productive, et que le bétail est bientôt insuffisamment nourri, qu'il est obligé de quitter la pâture plutôt qu'il ne devrait le faire si l'aménagement était calculé. D'un autre côté, la propriété privée étant beaucoup trop minime pour que l'habitant puisse récolter de quoi nourrir son bétail pendant les deux tiers de l'année, il vend une partie de ce bétail, sauf à en racheter l'année suivante; mais le plus fâcheux de cet état de choses, c'est que le bétail qui a repris un peu d'état au commencement de l'estivage perd rapidement cette amélioration; c'est que, insuffisamment nourri à l'étable pendant l'hivernage, il donne une quantité de lait minime, à peine suffisante pour fournir le beurre, le fromage et le lait nécessaires à la famille.

C'est cet état économique qu'il faut faire cesser pour que les pâturages produisent toute l'herbe qu'ils peuvent donner; et comme l'herbe ne peut pas être exportée, comme elle doit être consommée sur place, c'est dans le bétail qu'il faut chercher son emploi le plus productif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'élevage du cheval et de la chèvre n'est point fructueux; il ne s'y trouve que comme exception très-rare. L'élevage des bêtes à laine est moins avantageux que celui des bêtes bovines; il ne fournit pas à la famille une alimentation journalière comme en fournit le lait des vaches; c'est donc dans celles-ci qu'on doit chercher d'abord la machine la plus propre à la transformation de l'herbe, et c'est dans un aménagement plus judicieux des pâtures communales qu'il faut chercher l'augmentation de la nourriture des animaux et, par suite, une production plus grande du lait.

L'auteur s'occupe ensuite de la consommation du lait.

La vente au litre se fait en été et sur quelques points seulement. Elle est insignifiante.

La consommation par les veaux est le moyen le plus usité; mais, selon l'auteur, l'élevage du veau, soit comme veau de boucherie, soit comme veau de labour, est la principale cause de la misère de l'habitant; c'est ce qu'il s'efforce de démontrer par des calculs et des considérations qu'il serait trop long de rapporter ici, mais qu'il base sur des données économiques et statistiques.

L'auteur arrive ainsi aux avantages que la transformation industrielle du lait par l'association doit amener. Pour démontrer ces avantages, il rapporte d'abord ce qui existe dans le département du Doubs sous le rapport du nombre de vaches et la quantité de fromage façon Gruyère produite; puis, au moyen de tableaux, il compare, dans leurs produits, ce département et celui du Jura aux trois départements de l'Ariége, des Basses et des Hautes-Pyrénées, et aussi, en particulier, les arrondissements de Pontarlier dans le Doubs et celui de Poligny dans le Jura, aux arrondissements d'Argelès et de Bagnères dans les Hautes-Pyrénées; et il fait voir combien les premiers sont supérieurs en produits aux seconds. Ainsi, d'après des renseignements qui n'émanent point, il est vrai, de sources officielles, mais qu'il croit assez exacts, il écrit, dans un tableau comparatif, que, tandis que la vache laitière, dans l'arrondissement de Pontarlier (Doubs), donne annuellement 1 487 litres de lait, et dans l'arrondissement de Poligny (Jura) 1 379, la vache laitière, dans l'arrondissement d'Argelès (Hautes-Pyrénées), n'en donne que 463 litres, et dans l'arrondissement de Bagnères que 360 litres. Si, pour les départements de l'est, on ajoute le surplus de la valeur du lait converti en fromages exportables, on se rend compte de la supériorité du bien-être des habitants dans les départements de l'est, et cela par le fait d'une meilleure entente dans l'estivage, dans l'hygiène meilleure des animaux qui en est la suite, et qui donne une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quantité de lait bien autrement abondante, et enfin dans la fabrication du lait en fromages.

Aussi l'auteur termine-t-il ce second chapitre par cette formule : « Le progrès économique des hautes vallées pyrénéennes gît essentiellement dans la mise en valeur du lait de vache par l'association. »

Après l'énoncé de la formule qui termine le chapitre deuxième, l'auteur devait naturellement passer aux moyens de créer ces associations. Le chapitre troisième est consacré à l'exposé de ces moyens, et il les cherche dans les exemples donnés par les fruitières du Doubs; le premier paragraphe de ce chapitre a pour titre : *Ce qu'est la fruitière dans le Doubs*.

Mais je suis forcé de m'arrêter, l'imprimé ne va pas plus loin.

D'après ce qui précède, on voit que l'auteur a écrit dans un but éminemment utile. J'ajoute que les données consignées dans ces premières pages du mémoire, étant, en beaucoup de points, extraites de statistiques officielles, et fondées sur des faits notoires, inspirent la confiance. Je termine en disant que quiconque s'est occupé des fruitières de la Suisse et de celles de l'est de la France, et surtout quiconque a vu les résultats économiques des associations culturales de la Lombardie partagera le désir de l'auteur de voir des fruitières s'établir dans les régions montagneuses de nos départements pyrénéens.

Le comité propose de remercier M. Calvet de son intéressante communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Signé HUZARD, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *février* 1872.

VITICULTURE.

LE PHYLLOXERA VASTATRIX DANS LA RÉGION DE L'OLIVIER, PAR M. HEUZÉ,

Membre du Conseil (1).

La nouvelle maladie qui occasionne tant de désastres dans les vignobles de la région de l'olivier est connue depuis 1863. C'est à cette époque, en effet, qu'elle a été signalée pour la première fois dans les vignes de Pujaut

(1) Mémoire lu dans la séance du 19 janvier 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et de Roquemaure et dans celles de Villeneuve-les-Avignon, communes situées sur la rive droite du Rhône et dans lesquelles elle s'est répandue, les années suivantes, avec une rapidité inouïe, en exerçant des ravages incalculables.

Cette maladie, que l'on appelait alors *pourriture des racines* ou *pourridie*, avait-elle pris naissance dans le département du Gard? Avait-elle été propagée par des vignes américaines importées, il y a vingt ans environ, dans la grande pépinière de Tarascon? Ces deux questions n'ont pu, jusqu'à ce jour, être résolues.

Quoi qu'il en soit, le mal franchit le Rhône et se développa avec une grande intensité, en 1864 et 1865, dans le département de Vaucluse, mais plus particulièrement dans les communes de Sorgues, Camaret, Sainte-Cécile et Châteauneuf-du-Pape.

Ce terrible fléau s'est montré, ensuite, en 1866, dans les territoires de Saint-Remy, Graveson et Saint-Martin-de-Crau; en 1868, dans ceux de Tarascon, Sénas et Cadarache; en 1869, dans les communes d'Arles, d'Orgon et de Miramas (Bouches-du-Rhône). Pendant cette dernière année, il a envahi la plaine du Vaunage et la commune de Langlade (Gard); dans cette dernière commune, il a fait périr des ceps qui avaient 100 et même 150 ans d'existence. En 1870, il s'est montré dans le territoire de Manduel et dans la plaine du Vistre (Gard), et il a été aussi observé pour la première fois dans les communes de Lunel, Lansargues, Saint-Jean-de-Cucules et de Gilles-du-Pesc (Hérault). En 1871, il a pénétré dans les communes de Mauguio, Cadenet, Boisteron, Lattes et Vendargues (Hérault). Enfin, la même année, on l'a signalé sur la rive gauche du Rhône jusqu'aux portes de Valence (Drôme) et sur quelques points dans le département du Var.

De ces faits, il résulte que le fléau, après avoir franchi plusieurs fois le Rhône, se dirige en ce moment dans le Bas-Languedoc, sur deux lignes à peu près parallèles. La première semble avoir son point de départ à Saint-Rémy ou dans le *Trébon* du territoire d'Arles; elle se dirige au sud de Nîmes, vers Cette, en traversant les territoires de Lunel, Lansargues, Mauguio et Lattes. La seconde part de Gigondas (Vaucluse), pour se diriger au nord de Nîmes, vers Béziers, en traversant les territoires de Châteauneuf-du-Pape et de Roquemaure, la plaine du Vaunage et la commune des Mattels (Hérault).

A quelle cause doit-on attribuer cette infection qui préoccupe si vivement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les viticulteurs du Bas-Languedoc et qui a fait périr tant de vignes depu huit années dans les arrondissements d'Orange, d'Arles et d'Uzès?

Pour quelques esprits, cette maladie serait due à un affaiblissement, à une étisie ou à une altération primordiale de la vigne, occasionnée, selon les uns, par l'influence persistante de la sécheresse qu'on observe dans la région méridionale depuis six à sept années; suivant les autres, par les cultures incomplètes, sous le rapport des engrais minéraux, auxquelles la vigne est soumise dans la Provence, le Comtat et une partie du Bas-Languedoc.

Pour d'autres observateurs, la maladie actuelle est bien produite par un puceron spécial. Ainsi, pour MM. Planchon, Gaston Bazille, Lichtenstein, Vialla et Golfin, l'état morbide de la vigne n'a pas encore été démontré, et un insecte inconnu en France jusque dans ces dernières années est bien la cause unique, la cause active et immédiate du mal.

C'est du 15 au 17 juillet 1868 que MM. Planchon, Gustave Bazille et Sahut, membres de la Société d'agriculture de l'Hérault, ont découvert cet insecte dans les vignes de la Crau-de-Saint-Remy (Bouches-du-Rhône). Cet insecte, qui n'était autre qu'un petit puceron vivant sur les racines de la vigne, a été nommé tout d'abord *puceron des racines;* mais bientôt, par ses beaux travaux, M. Planchon a démontré qu'il était analogue à l'aphidien appelé *Phylloxera*, puceron qui a causé il y a quelques années, de si grands ravages dans les vignobles de la vallée du Mississipi et la plaine du Missouri. Cet insecte, suivant le savant professeur, existe aussi, depuis plusieurs années, en Angleterre et en Irlande dans les serres à raisin. Il a été signalé, en effet, pour la première fois en 1863, par le professeur Westwood, sur des vignes à raisin de table à Hammersmith, près Londres.

Les viticulteurs qui n'ont pas suivi en France le *Phylloxera* dans sa propagation ou son envahissement ne peuvent se rendre un compte bien exact de la gravité du mal qu'il occasionne dans la région de l'olivier. Dans diverses localités, il a détruit en totalité de nombreux vignobles; dans d'autres, il a mis la vigne tout à fait en péril.

Les caractères du *Phylloxera* ont été étudiés, définis et décrits avec beaucoup de soin et de patience par MM. Planchon et Lichtenstein. Mais si partout, jusqu'à ce jour, cet insecte a présenté les mêmes caractères, il faut reconnaître que ses mœurs sont moins bien connues. Aussi, est-il des points obscurs et contradictoires que le temps seul permettra de bien élucider.

Le *Phylloxera vastatrix*, c'est ainsi que ce puceron a été nommé par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Planchon, appartient à l'ordre des Hémiptères et au sous-ordre des Homoptères. Il est ovipare, et jusqu'à ce jour on a pu l'observer sous trois états différents (voy. planche 465) :

1° *A l'état jeune*, il ressemble à un très-petit pou; il est ovale et jaune légèrement verdâtre; son corselet est lisse. On le distingue assez difficilement à l'œil nu, surtout lorsqu'il est isolé.

2° *A l'état de nymphe*, il est plus gros, plus allongé, plus pointu à son extrémité postérieure et d'un jaune plus vif; il présente supérieurement trois séries de points longitudinaux très-apparents. Ces points n'existent pas sur les jeunes sujets. A cet état, le *Phylloxera* a environ trois quarts de millimètre de longueur.

3° *A l'état d'insecte parfait*, il est ailé. Les femelles comme les mâles ont quatre ailes. Les ailes supérieures sont beaucoup plus longues que les ailes inférieures. Ces insectes adultes sont d'une petitesse qui les soustrait à tous les regards quand ils volent à l'air libre : ils n'ont qu'un millimètre environ de longueur. Leur vol, il est vrai, est très-faible, mais le vent peut les transporter à des distances considérables.

Les femelles commencent à pondre en mars ou en avril.

Le mâle se distingue de la femelle par une nervation très-accentuée, et qui lui permet un vol plus puissant (1).

Le *Phylloxera vastatrix* a deux existences : l'une que l'on doit appeler *vie souterraine*, l'autre qu'il faut désigner sous les noms de *vie aérienne*.

Suivant les hypothèses de M. Planchon, les insectes ailés se laisseraient emporter au loin par le vent pendant les mois d'août et de septembre, et chaque femelle tombée sur la feuille d'une vigne y déposerait 2 à 3 œufs.

Après l'éclosion de ces œufs, chaque puceron piquerait avec son bec ou son suçoir un point d'une jeune feuille. Cette piqûre y déterminerait très-promptement une boursouflure, et c'est dans la cavité de cette petite galle que l'insecte se logerait pour grossir et pondre ses œufs. Le corps de cet insecte se déforme, et il ne tarderait pas à prendre une couleur comme tous les *Phylloxera* qui meurent naturellement ou qu'on asphyxie en les maintenant dans l'eau pendant plusieurs jours.

---

(1) M. le docteur Signoret révoque encore en doute l'existence du *Phylloxera* mâle. M. Riley, qui a emporté, à Saint-Louis (Missouri), les tubes dans lesquels MM. Planchon et Lichtenstein avaient conservé ceux qu'ils ont trouvés, vient d'en publier une figure dans le nouveau travail qu'il a fait imprimer, le mois dernier, en Amérique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les œufs, par leur éclosion, produiraient les insectes qui, en descendant sur le tronc ou en pénétrant dans le sol avant la chute des feuilles, deviendraient les suceurs des racines.

Jusqu'à ce jour, dans la région de l'olivier, on n'a rencontré qu'un très-petit nombre de galles. Il n'en est pas de même dans le Bordelais. Les vignes que le *Phylloxera* attaque depuis plusieurs années en présentent un assez grand nombre (1). Suivant les observations faites par M. Planchon, chaque galle contiendrait jusqu'à 200 œufs.

Mais le *Phylloxera* ne se propage pas seulement par le concours des insectes ailés. A côté de *la reproduction aérienne* se place *la reproduction souterraine*. Ainsi, pendant le printemps et l'été, selon les remarques faites par MM. Planchon et Lichtenstein, les insectes non ailés et vivant sur les racines donneraient naissance à des séries de générations voraces qui se répandraient d'une souche à l'autre, de proche en proche. En trois générations, le nombre des pucerons provenant des œufs contenus dans une seule galle pourrait atteindre huit millions!

Le vent joue un rôle puissant dans la dissémination, à grande distance, de corps légers. Il est incontestable, d'un autre côté, que les aphidiens, à cause de leurs ailes, de leur légèreté et de leur petitesse, peuvent être transportés par l'air agité. Aussi, est-ce ainsi très-certainement que le *Phylloxera*, cet infiniment petit, cet hémiptère invisible dans l'air, a franchi deux fois le Rhône et la Durance, ainsi que les grands canaux et les roubines ou fossés remplis d'eau qui sillonnent la Crau et le territoire de Tarascon, d'Arles et de Saint-Remy.

Mais s'il est facile, à l'aide d'hypothèses rationnelles, d'expliquer comment le *Phylloxera* attaque les vignes souvent à de grandes distances les unes des autres, parce que le vent est le principal et peut-être l'unique agent de dispersion, on ignore encore comment cet aphidien se répand de proche en proche d'une souche à l'autre. Jusqu'à ce jour, personne n'a vu de *Phylloxera* hors de terre, et c'est toujours sur les racines qu'on l'a observé. Dans les circon-

---

(1) L'existence d'un certain nombre de galles sur les feuilles de vignes attaquées par le *Phylloxera*, dans le Bordelais, permet d'admettre deux espèces distinctes : l'une qui serait bien le *Phylloxera vastatrix* et l'autre à laquelle M. Signoret a donné le nom de *Phylloxera vitifolii*. Cette dernière espèce, d'après M. Signoret, aurait une forme qui rappellerait exactement celle d'un aérostat; de plus, ses antennes et ses pattes seraient très-courtes; elle proviendrait de feuilles gallifères recueillies par M. Laliman, de Bordeaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

stances actuelles, on admet dubitativement que les pucerons circulent souterrainement le long des racines ou en suivant les fissures que présente la couche arable ou à l'aide des interstices qu'on observe entre les graviers, les cailloux ou les molécules constituantes de la couche arable, quand celle-ci a été labourée ou divisée par les instruments à bras ou aratoires.

Quoi qu'il en soit, la vigne attaquée par le *Phylloxera* présente trois phases ou trois périodes bien caractérisées :

Première période. — Quand le *Phylloxera* attaque une vigne pour la première fois, l'observateur le plus sagace n'observe extérieurement aucun signe susceptible de révéler la présence de cet insecte sur les racines.

Tous les ceps ont une végétation normale : leurs sarments sont longs et vigoureux, leurs feuilles sont nombreuses, amples et d'un vert intense; leurs grappes sont plus ou moins nombreuses et développées selon les années et la manière d'être des cépages.

Si on arrache alors un des ceps, on constate, sur les radicelles du chevelu, des renflements plus ou moins globuleux ou allongés dans les plis desquels on constate toujours la présence du *Phylloxera*. Ces *renflements si caractéristiques sont blanchâtres*, mais ils brunissent ou noircissent quand ils restent exposés à l'action de l'air. Ils se développent à la suite des piqûres faites par les insectes.

A l'œil nu ou à l'aide d'une loupe, on remarque que les *Phylloxera* situés sur ces nodosités ou les parties hypertrophiées et sur les racines encore saines ont une couleur jaune pâle ou jaune-verdâtre, et que souvent, sur les racines déjà anciennes, ces insectes sont accompagnés d'un assez grand nombre d'œufs de couleur jaune-grisâtre. Ces œufs adhèrent aux écorces à l'aide d'une légère viscosité.

A la fin de l'année, le chevelu des ceps ainsi attaqués est en partie désorganisé, les radicelles se divisent aisément par la simple pression des doigts, et on remarque déjà, sur les racines plus âgées, des nodosités causées par les piqûres des pucerons.

Durant l'hiver le *Phylloxera* ne meurt pas; après avoir implanté sa trompe dans l'écorce, il reste stationnaire ou comme engourdi sur les racines de la vigne.

Pendant cette période, suivant l'expression si judicieuse de l'honorable M. Planchon, le mal est à *l'état latent*, puisque nul signe extérieur ne révèle son existence ou son intensité.

Deuxième période. — Pendant la deuxième période de l'envahissement,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les ceps présentent extérieurement des caractères qui permettent de bien apprécier les dommages causés par le *Phylloxera*.

Au centre de la partie attaquée ou sur laquelle les pucerons exercent leurs ravages, on constate aisément *le foyer d'attaque,* véritable *tache d'huile de forme variable*, suivant l'expression pittoresque de M. Gaston Bazille. Les ceps qu'on y observe ont une végétation languissante : les sarments sont courts, les feuilles n'ont plus l'ampleur et la belle couleur verte qui les caractérisent ordinairement quand elles végètent sur des vignes saines ou non altérées ; enfin, les grappes, s'il en existe, sont petites, peu nombreuses et parviennent difficilement à maturité.

Le *Phylloxera* est peu abondant sur ces ceps à végétation très-appauvrie, parce qu'il les a abandonnés en grande partie à la fin de l'hiver, époque où cesse son sommeil léthargique, pour se diriger sur les vignes saines qui circonscrivent la surface sur laquelle l'invasion a commencé l'année précédente. Cependant souvent on distingue encore çà et là, sur les anciennes racines, des groupes plus ou moins étendus de pucerons; ces réunions y forment des taches jaunes un peu verdâtres.

La plupart des racines des ceps envahis l'année précédente sont brunes ou noirâtres et comme pourries, et les écorces de plusieurs vieilles racines se détachent déjà aisément. De plus, on remarque, sur les jeunes radicelles, des nodosités ayant l'aspect de véritables chapelets, et on constate aussi que la séve n'y circule que très-difficilement.

La zone qui enveloppe ou limite ce *foyer central* est plus ou moins régulière, plus ou moins étendue, selon la rapidité avec laquelle le *Phylloxera* s'est propagé. Les ceps qu'on y rencontre offrent aussi extérieurement les signes d'une végétation normale. Pour y constater la présence du puceron, on est encore contraint de découvrir une partie des racines, de mettre à nu le chevelu et d'examiner les radicelles et les nodosités blanchâtres.

Troisième période. — Le mal pendant la troisième année est plus saisissant encore.

Les souches du centre ou qui occupent le foyer d'invasion sont mortes ou mourantes, et ces ceps sont noirâtres, comme s'ils avaient été détruits par le feu. Si leurs racines ne sont pas complétement pourries ou presque complétement atrophiées, on y observe très-peu de radicelles susceptibles d'entretenir la vie.

C'est pourquoi les ceps sur lesquels la végétation se manifeste encore présentent, pendant le printemps et l'été, des pousses très-chétives et des feuilles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remarquables par leur faible dimension et une coloration tout à fait anormale.

Les souches mortes présentent rarement des pucerons : celles qui végètent encore ont aussi des racines très-altérées ; mais on remarque souvent des insectes dans les fissures que présente leur épiderme, surtout quand elles sont développées et anciennes.

Les vignes de la zone qui, l'année précédente, renfermait les ceps sur lesquels le *Phylloxera* était à l'état latent, sont vraiment malades. Elles présentent extérieurement et intérieurement les signes caractéristiques qu'on observait la même année sur les vignes qui constituaient alors le foyer d'invasion.

Cette *seconde zone*, ayant aussi une étendue plus ou moins grande et plus ou moins régulière, est limitée par une ceinture de ceps déjà malades par suite de l'infection qui s'étend de proche en proche. Cette *troisième zone* comprend des vignes qui ont une végétation luxuriante, c'est-à-dire des sarments longs et vigoureux, un feuillage développé et d'un vert intense, des grappes nombreuses, bien développées et dont les raisins arriveront à parfaite maturité, mais qui sont compromises, parce qu'on observe, sur leurs radicelles, des nodosités blanchâtres et des *Phylloxera*.

Des faits que je viens d'exposer très-brièvement, on doit conclure :

1° Que *les centres d'attaque* constituent des points très-circonscrits, des taches très-peu étendues, mais qui s'agrandissent à mesure que le mal s'accroît ;

2° Que les vignes envahies par le *Phylloxera* présentent des degrés différents d'altération, suivant qu'il s'est écoulé un temps plus considérable entre l'apparition du fléau et le moment où on l'observe ;

3° Que cet aphidien se multiplie avec une prodigieuse facilité, qu'il continue à vivre aux dépens des souches, et qu'après avoir épuisé leurs racines il s'en éloigne pour s'attaquer aux racines des souches saines ;

4° Que les pucerons sont d'autant plus nombreux sur les racines des ceps qu'ils s'éloignent davantage du premier foyer ;

5° Que les ceps attaqués par ces insectes périssent ordinairement pendant la troisième ou la quatrième année qui suit le moment où le *Phylloxera* s'est montré pour la première fois dans le vignoble ;

6° Enfin, que les parties extérieures des ceps attaqués meurent plus tôt généralement que les parties situées à l'intérieur du sol.

Les esprits les plus observateurs, ceux pour qui le *Phylloxera* est l'agent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

unique et spécial du mal, ne méconnaissent pas l'influence que les milieux : la nature et les propriétés physiques du sol et du sous-sol, la manière d'être de la température, etc., etc., peuvent exercer sur l'existence de cet insecte et sur sa propagation plus ou moins rapide et désastreuse ; mais tous refusent d'admettre qu'il existe des causes qui soient de nature à affaiblir la vigne et à favoriser la multiplication du puceron.

Jusqu'à ce jour, il n'a pas été prouvé que les grandes chaleurs, les sécheresses extrêmes de 1869 et surtout de 1870, que les froids excessifs qui firent périr, l'hiver dernier, un grand nombre de vieilles souches dans le Bas-Languedoc, que la neige qui a duré en 1870 plus d'un mois à la surface du sol dans les départements du Gard et de l'Hérault, etc., aient favorisé ou nui à la propagation du *Phylloxera*. Les pluies continuelles survenues cette année, pendant les mois de janvier et de février, dans le Bas-Languedoc et la Provence ont-elles fait périr un grand nombre de ces insectes? Il faut attendre les mois de juin et de juillet pour pouvoir élucider cette question.

Quoi qu'on en dise, la nature de la couche arable a été sans influence sur cet insecte, puisque jusqu'à ce moment il a sévi avec la même intensité et la même rapidité dans les vignobles situés sur des sols silico-argileux reposant sur des sous-sols imperméables ou établis sur des terrains argilo-calcaires ou calcaires-argileux à sous-sols plus ou moins perméables.

Si la nature de la couche arable est sans influence sur l'existence et la propagation du *Phylloxera*, on est porté à croire cependant que la fraîcheur du sol et du sous-sol, en rendant la sève plus liquide ou plus abondante, soit à la fin de l'hiver, soit au commencement de l'automne, peut bien exercer une certaine action sur la multiplication de l'insecte, en la rendant plus hâtive ou plus tardive ou plus rapide. Ainsi, c'est principalement sur les vignes situées dans des terrains un peu bas, appartenant autrefois à la classe des terrains humides ou marécageux ou sur des sols inclinés à sous-sols argileux et peu perméables, que le *Phylloxera* a établi ses premiers foyers d'invasion à Sorriech (Hérault), à Campujet et à Pujaut (Gard), dans le Trébon d'Arles (Bouches-du-Rhône), etc.

Mais peut-on conclure de ces faits que les vignes occupant des *terrains mouilleux* ou des sols toujours humides soient les premières que le *Phylloxera* attaque ou détruise ? Evidemment non ! Lorsque cet insecte apparaît pour la première fois dans un territoire, il se développe tantôt sur des vignes situées dans les parties basses et fraîches, tantôt au milieu des plaines où la terre est saine et très-profonde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les vignes bien cultivées, celles qui sont situées sur des terres riches, saines et profondes ou sur des alluvions de première qualité, sont celles qui ont lutté jusqu'à ce moment le plus victorieusement contre le parasite, qui se sont défendues le plus énergiquement contre le mal.

Par contre, les vignes dont la culture laisse beaucoup à désirer, celles établies suivant la nouvelle méthode sur des terres peu profondes, sur des sols maigres et caillouteux, sur des garigues nouvellement défrichées, sont celles qui sont le plus promptement détruites ou qui résistent le moins longtemps aux attaques de l'insecte.

Les engrais ont parfois des effets singuliers sur les vignes très-attaquées, puis abandonnées par le puceron. Ainsi, appliqueés dans une forte proportion à des vignes qui ne sont pas encore mortes, ces matières fertilisantes surexcitent leur vitalité et font naître un nouveau chevelu qui ne tarde pas à être attaqué par le *Phylloxera*.

Quoi qu'il en soit, il est incontestable que les vieilles souches, celles qui ont des racines très-longues et profondément enterrées, se défendent mieux que les jeunes *plantiers* ou les vignes de 4 à 6 ans, surtout lorsque ces vignes occupent des terres d'une fertilité très-secondaire.

Les cépages, par leur nature, leur manière d'être ou leur vitalité, sont restés sans aucune influence sur le développement du fléau. Dans le Bas-Languedoc, le *Phylloxera* a attaqué indistinctement l'aramon, le piquepoule, le mourastel, le grenache, le terret bourret, etc.

Les fortes chaleurs, celles surtout des mois de juillet et août, favorisent les progrès du mal. Le *Phylloxera*, pendant cette saison presque tropicale, doit se propager par l'intermédiaire des insectes ailés. Cette propagation aérienne, d'après les remarques faites par MM. Corançon et d'Ombres, de Nîmes, peut être contrariée par des obstacles naturels. Ainsi, ces observateurs ont constaté que ces élégants petits moucherons se sont répandus bien moins rapidement dans les territoires où la propriété est divisée, où les héritages sont séparés les uns des autres par des fossés surmontés de haies vives, que dans les pays de plaines.

Dès le début du fléau, on s'est vivement préoccupé des moyens de détruire le *Phylloxera*. Les procédés expérimentés sont nombreux. Aussi, se décourage-t-on promptement lorsqu'on constate l'insuccès ou l'inefficacité des nombreux moyens curatifs expérimentés.

Les substances mises en pratique dans des conditions diverses et avec une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grande prudence sont au nombre de trente, savoir : 1° les engrais salins; 2° l'acide phénique ; 3° l'arsénite de soude ; 4° l'acide arsénieux; 5° le sulfure de calcium ; 6° l'huile lourde du gaz ; 7° l'eau pure ; 8° le coaltar ou goudron de houille ; 9° l'ammoniaque liquide; 10° la chaux en poudre ; 11° la fleur de soufre ; 12° l'huile de pétrole ; 13° le savon noir; 14° la naphtaline ; 15° une décoction de staphisaigre; 16° les cendres de bois; 17° les cendrailles de chaux hydraulique ; 18° la chaux des usines à gaz; 19° le sous-acétate de cuivre ou verdet; 20° les eaux ammoniacales du gaz ; 21° le sulfate de fer; 22° le pyrite de cuivre ; 23° le brou de noix ; 24° le sel marin ; 25° l'urine de vache ; 26° le jus de tabac ; 27° le polysulfure de calcium; 28° l'acide carbonique ; 29° la moutarde en poudre ; 30° le chlorure de chaux.

Tous ces moyens n'ont pas présenté de grandes difficultés dans leur application, mais leurs effets ont été souvent désastreux, en ce qu'ils ont fait périr les ceps sur lesquels ils avaient été appliqués.

Les procédés qui ont donné jusqu'à présent les meilleurs résultats sont le polysulfure de calcium et l'acide carbonique. Le *polysulfure* ou *bisulfure de calcium* est dissous dans l'eau, dans la proportion de 10 à 12 pour 100. *L'acide carbolique* ou *acide phénique impur* est aussi mêlé à l'eau dans le rapport de 1 pour 100, suivant les expériences de M. Planchon, l'acide carbolique ne tue pas la vigne quand on l'applique à la dose de 3 pour 100.

Ces deux agents insecticides sont employés à la dose de 20 à 25 litres pour chaque cep, après avoir découvert une partie des racines. Leurs effets ont été satisfaisants, en ce qu'ils ont fait périr beaucoup d'insectes, mais ils n'ont pas empêché le *Phylloxera* de se propager et de continuer ses ravages. C'est pourquoi M. Gaston Bazille disait, l'an dernier, « de remèdes vraiment efficaces, des cas de guérison sûrement constatés, nous n'en connaissons pas ! »

La destruction du *Phylloxera* est difficile, parce que cet insecte pénètre dans la couche arable jusqu'à $0^m,60$, $0^m,80$ et même 1 mètre et $1^m,50$ de profondeur. Mais il ne suffit pas de trouver un insecticide; pour être efficace, il faut que cette substance pénètre tout le sol et arrive jusqu'aux racines avec toutes ses propriétés délétères pour les pucerons, sans altérer l'organisme ou la vitalité de la vigne.

Au début du mal, M. Anez, à Tarascon, avait proposé de détruire le plus tôt possible les vignes attaquées. Ce conseil aurait pu alors avoir d'heureuses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conséquences. Aujourd'hui, on se contente de demander la destruction *des centres d'attaque* ou *des fogers d'invasion récente*. Les résultats obtenus çà et là sont tels, qu'on regrette que ce moyen, à la fois curatif et préventif, n'ait pas été mis en pratique, il y a quatre ou cinq ans, dans les départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et du Gard.

Les adversaires de ce moyen décisif ne cessent de dire qu'on ne doit pas arracher les vignes envahies et qu'il faut savoir attendre. Ils ajoutent : lorsque *l'oïdium* débuta dans les vignes du Bas-Languedoc, on révoqua en doute l'efficacité de la fleur de soufre, mais nul viticulteur ne fit arracher les vignes malades. Le temps nous a éclairés, nous avons lutté contre le mal et nous l'avons vaincu victorieusement.

Cet historique est vrai, mais les agriculteurs qui parlent ainsi oublient que l'*oïdium* n'a jamais fait périr les vignes sur lesquelles il s'est développé. Le *Phylloxera* débute non-seulement d'une manière occulte, mais en quelques années seulement, il tue la plupart des ceps qu'il attaque.

L'arrachage est une mesure inefficace comme *moyen palliatif*, quand le mal s'est développé, lorsque le vignoble est complétement infesté. Il n'en est pas de même s'il est pratiqué au début de l'infection ou quand une vigne vient d'être envahie. Alors, il permet de circonscrire le fléau, *d'enrayer le mal*, de prévenir de nombreuses éclosions, de détruire un germe de ruine. Comme on agit alors sur une petite surface, on s'impose une faible dépense, surtout si le mal s'est développé au centre d'un vignoble important.

C'est dans le but de détruire les foyers d'invasion, lorsqu'ils apparaissent dans un territoire vinicole, qu'on a organisé des *comités de défense contre le Phylloxera* dans quelques communes des départements de l'Hérault et du Gard. Ces associations, dont l'idée première revient à M. Mourret, de Tarascon, l'une des victimes du fléau (1), ont pour ressource financière une sorte d'impôt s'élevant à 0f,50 ou 1 franc par hectare, que les propriétaires de vignes s'engagent librement à verser entre les mains du trésorier.

A l'aide de ces sacrifices volontaires, chaque comité de défense solde les dépenses occasionnées par les fossés de ceinture ou de circonvallation, le défoncement du sol, l'arrachage et l'incinération des souches et des racines,

(1) M. Mourret avait des vignes d'une grande beauté ; leurs sarments présentaient souvent de 3 à 4 mètres de longueur ; ces vignes sont aujourd'hui presque complétement détruites. Les mêmes faits ont lieu malheureusement sur la propriété que M. Raspail possède à Gigondas (Vaucluse).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et l'indemnité à accorder, s'il y a lieu, au propriétaire de la vigne dans laquelle le foyer d'invasion s'est développé.

Pour qu'une telle opération soit réellement efficace, il faut, avant de l'exécuter, bien circonscrire le mal, en examinant très-attentivement les ceps les uns après les autres et comprendre dans le périmètre une ou deux lignes ou rangées de vignes saines. En agissant ainsi, comme on le dit vulgairement : *on fait la part du feu!* avec la presque certitude de détruire ou, ce qui est plus rationnel, d'enrayer le mal à son début.

Lorsqu'on agit promptement, c'est-à-dire aussitôt que le fléau s'est déclaré ou qu'il a été signalé, on opère sur une petite surface, parce que *les centres d'attaque* couvrent toujours au début une faible étendue; alors, les dépenses totales qu'il faut solder n'excèdent pas les ressources dont peut disposer un comité bien organisé.

Les comités de défense n'opèrent pas toujours comme ils le désirent. Quelquefois ces associations ne peuvent vaincre, par la persuasion, la prière et l'argent, les propriétaires qui ont des ceps sur lesquels le *Phylloxera* vient d'apparaître. C'est par suite d'un refus formellement exprimé que la Société d'agriculture de l'Hérault n'a pu, en 1870, détruire complétement un foyer qu'elle venait de constater dans la commune de Lansargues. Les quelques ceps attaqués qu'elle n'a pu faire arracher ont permis au *Phylloxera* de continuer ses ravages dans la vigne voisine du foyer qu'elle a détruit.

Cette résistance a conduit quelques viticulteurs à demander qu'une loi prescrivît l'arrachage et l'incinération des ceps récemment atteints, de manière à prévenir la marche envahissante du fléau. L'utilité d'une telle loi n'est pas justifiée, parce que son application pourrait occasionner, dans certains cas, des récriminations très-vives ou des soulèvements populaires.

Ce moyen héroïque d'arrêter le *Phylloxera* dans son développement recevrait l'approbation de tous, si les ceps récemment attaqués perdaient promptement la végétation luxuriante qui les caractérise et qui persiste pendant toute la première année, c'est-à-dire tant que le mal est à *l'état latent.* Il est incontestable que c'est sans difficulté aucune, qu'on dira aux propriétaires éclairés qu'ils doivent autoriser le comité de défense à arracher le foyer qui s'est développé dans leurs vignobles; mais parviendra-t-on à convaincre un vigneron peu intelligent que le fléau sévit dans sa vigne, quand les ceps présenteront des pampres vigoureux et des grappes nombreuses et développées? Evidemment non ! Et puis, si une telle loi existait, qui oserait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en faire l'application dans des contrées où les esprits s'exaltent aisément et sont souvent disposés à la vengeance ?

La Société d'agriculture de l'Hérault, sous les inspirations de son secrétaire perpétuel, M. Marès, et de son président, M. G. Bazille, ne cesse de s'occuper de la marche du mal et de prendre toutes les mesures qui peuvent le rendre moins désastreux. Prévoyant, en 1870, que le *Phylloxera* envahirait, l'année suivante, le département de l'Hérault, elle conduisit la plupart des instituteurs de l'arrondissement de Montpellier dans le département du Gard, et elle leur donna à chacun une petite loupe. Elle avait pour but, en organisant une telle excursion, de faire connaître à ces instituteurs les caractères du *Phylloxera* et l'aspect que présentent les vignes sur lesquelles il sévit. Cette excursion a porté ses fruits. La plupart des foyers d'invasion qui se sont développés, en 1871, dans le département de l'Hérault ont été signalés par les instituteurs qui avaient répondu à l'appel de la Société d'agriculture.

M. Faucon, propriétaire, à Graveson (Bouches-du-Rhône), n'admet pas qu'on puisse espérer sauver les vignes attaquées par le *Phylloxera* à l'aide des insecticides. Il espère régénérer son vignoble qui était menacé d'une ruine totale, il y a deux ans, en opérant des submersions complètes de quarante à cinquante jours pendant l'hiver, en exécutant des arrosages copieux pendant l'été, et en soumettant la vigne à un mode spécial de taille. Les résultats obtenus par M. Faucon sont très-remarquables, mais il faut attendre encore avant de porter un jugement définitif sur ces expériences qui, il faut le reconnaître, sont faites avec un soin digne des plus grands éloges.

J'ai dit que le *Phylloxera* avait causé de grands dommages dans les vignobles en Amérique. M. Planchon ayant reconnu que cet insecte vit principalement sur les feuilles de la vigne, dans les vignobles bordelais, alors qu'il existe toujours sur les racines de cet arbrisseau dans le Bas-Languedoc, la Provence et le Comtat, pria, l'an dernier, M. Riley, de Saint-Louis, dans le Missouri, de vouloir bien venir en France pour y étudier cet insecte et lui faire connaître s'il est identique au *Phylloxera* d'Amérique. Ce savant entomologiste s'empressa de répondre à l'appel que lui faisait l'honorable professeur de la Faculté des sciences de Montpellier, et il franchit par la voie la plus rapide l'énorme distance qui sépare le Bas-Languedoc du Missouri. Après avoir reconnu que le *Phylloxera d'Europe* était complétement identique au *Phylloxera d'Amérique*, il constata avec étonnement que le même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

insecte vivait en France sur les racines, alors qu'il l'avait trouvé seulement sur les feuilles dans le Missouri.

Ce fait avait trop d'importance pour que M. Riley, aussitôt après son retour dans sa patrie, n'examinât pas les racines des vignes américaines qu'on avait jusqu'à ce jour négligé d'observer. Une étude attentive lui permit de reconnaître que le *Phylloxera* attaque à divers degrés les différents cépages américains, tantôt sur les racines, tantôt sur les feuilles seulement, tantôt sur les feuilles et les racines. Des remarques semblables avaient été faites par M. Laliman, dans la collection de cépages américains qu'il possède près de Bordeaux. Enfin M. Riley a pu constater que, si tous les essais de nos vignes européennes (VITIS VINIFERA), en Amérique, ont échoué sans qu'on ait jamais su pourquoi jusqu'à ce jour, c'est que ces mêmes vignes sont attaquées aux racines et non aux feuilles par le *Phylloxera* et qu'elles y meurent très-vite.

La propriété que possèdent certains cépages américains de résister à cet insecte a conduit MM. Laliman et Gaston Bazille à penser qu'on pourrait peut-être préserver nos principaux cépages en les greffant sur les cépages américains plus ou moins réfractaires à l'infection.

C'est dans le but de seconder les viticulteurs de l'Hérault dans cette louable tentative que l'administration de l'agriculture a fait venir d'Amérique, ces jours derniers, un grand nombre de plants du cépage appelé *concord grape*. Cette variété du VITIS LABRUSCA, espèce américaine à feuilles cotonneuses, est presque complétement réfractaire au *Phylloxera*, suivant les observations de M. Riley.

En attendant que ces utiles expériences aient dit leur dernier mot, les viticulteurs du Bas-Languedoc se doivent à eux-mêmes de prendre toutes les mesures voulues pour arrêter le *Phylloxera* dans son développement.

Le Gouvernement s'est ému des immenses désastres causés par cette nouvelle maladie dans les vignobles des départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et du Gard; il n'a pas hésité un seul instant à proposer un prix de 20 000 francs en faveur de l'auteur d'un procédé susceptible de combattre ce nouveau fléau. Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

Mais il ne suffit pas, par des expériences pratiques, de chercher un moyen de détruire le *Phylloxera*, il importe aussi de poursuivre, de multiplier les observations, afin de pouvoir préciser comment cet insecte passe d'un cep à un autre, alors que tous les pieds sont espacés, en tous sens, de $1^{m},50$ à 2 mètres. On n'ignore plus aujourd'hui les caractères du *Phylloxera*, parce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que cet insecte a été étudié et bien décrit par MM. Planchon et Litchtenstein; mais on connaît encore bien peu de chose de ses mœurs. On sait seulement que l'insecte hiverne à l'état jeune, qu'il sommeille pendant plusieurs semaines et qu'il est à l'œuvre de bonne heure; on sait encore qu'il ne peut supporter longtemps ni l'action de l'air ni l'action directe du soleil, et qu'il périt quand il reste plongé dans l'eau pendant quinze à vingt jours. C'est donc aux Sociétés savantes, et surtout à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, qu'il appartient de provoquer des études plus complètes et de récompenser les savants qui auront la patience et le savoir pour les mener à bonne fin. De telles observations auront certainement pour conséquence de hâter la découverte du moyen qui permettra de sauver d'une ruine complète l'une des principales richesses agricoles de la France. On ne peut oublier que c'est après la publication des belles études d'Audouin sur la pyrale de la vigne que Raclet a doté la Bourgogne d'un procédé qui a permis de combattre victorieusement cet insecte si redoutable.

En ce moment, le mal s'étend, et de nouveaux foyers d'invasion sont signalés, chaque mois, dans les départements du Gard et de l'Hérault. Toutefois, comme le fléau a mis cinq à six années à se répandre dans le département du Gard, où les vignes sont bien mieux cultivées que dans l'arrondissement d'Orange, on est en droit d'espérer que le *Phylloxera* se propagera plus lentement encore dans les arrondissements de Montpellier et de Béziers, où la vigne est douée d'une vitalité très-remarquable, vigueur qui lui permet de donner dans les terrains d'alluvion jusqu'à 400 hectolitres de vin par hectare !

OBSERVATIONS DE MM. DE LAVERGNE ET H. MARÈS SUR LE MÊME SUJET (1).

M. DE LAVERGNE. — « La situation grave que vient de dépeindre M. Heuzé, avec toute l'autorité qu'on lui connaît, n'est pas sans préoccuper les viticulteurs du Bordelais où la vigne est loin, comme on va le voir, d'être à l'abri du fléau.

« Dans le Bordelais, le puceron des racines existait presque à la même époque où

---

(1) M. de Lavergne est vice-président de la Société d'agriculture de Bordeaux, et M. H. Marès, membre correspondant de la Société d'encouragement, est secrétaire perpétuel de la Société d'agriculture de l'Hérault.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on constatait sa présence dans le Sud-Est, et, d'après les indications du propriétaire des vignes attaquées, il semble qu'il y existait déjà vers 1866 ; mais il a, jusqu'ici, présenté des irrégularités, des caractères particuliers dont il n'est pas inutile de rendre compte.

« Le tableau que vient de faire M. Heuzé des ravages causés par le *Phylloxera* est des plus attristants, mais je me permettrai de dire que le caractère d'enseignement que présente sa communication est peut-être un peu trop accusé. Quant à nous, nous l'avouons, nous n'oserions pas être aussi affirmatifs relativement à l'ensemble des observations que nous avons faites. Ainsi, par exemple, pour parler du *Phylloxera* ailé, je suis forcé de dire que nous ne pouvons presque le voir nulle part. Quand nous extrayons les racines, nous ne le trouvons pas ; il nous est, il est vrai, arrivé une fois, dans nos nombreuses expériences, de l'apercevoir dans un tube où nous avions enfermé une racine, mais il y avait doute, et nous nous sommes demandé si nous n'avions pas enfermé un insecte ailé d'une autre espèce. M. Planchon est très-affirmatif dans son opinion, mais chez nous, où les observations sont déjà assez avancées, nous ne saurions préciser d'une manière aussi positive qu'on le fait à Montpellier et dans la région du Sud-Est. Sur ce point, il importe donc de se mettre d'accord, et peut-être y arrivera-t-on dans la suite des observations qui se continuent.

« Quant au mode de propagation du puceron, il y a là encore un point à élucider. Dans le Bordelais, il semblerait que, dans les terrains où le puceron est apparu, il n'a pas trouvé de suite le milieu qui lui convient. Ainsi, dans ces terrains-là, il n'a pas mis moins de cinq à six ans pour se propager à une distance de 1 ou 2 kilomètres seulement. Dans les paluds, dans les terrains d'alluvion, il a procédé très-lentement ; la preuve en est que les vignes sur lesquelles il avait tout d'abord été observé, sur une étendue de 20 hectares, n'ont dû être tout à fait sacrifiées que l'année dernière, et encore un quart des souches subsistent, qui ont fourni, à cette époque, une récolte. Il n'y a donc environ que 15 hectares sur 20 que le *Phylloxera* a réellement détruits dans l'espace de quatre ou cinq ans, dans les vignobles dont nous venons de parler.

« Aujourd'hui, la marche du fléau est bien différente. Le *Phylloxera* arrive sur les hauteurs, dans un autre sol où il avance rapidement. Il ne procède pas d'une manière continue, de telle sorte que tout disparaisse devant lui sans exception ; mais il s'établit de distance en distance, et la ligne sur laquelle on peut aujourd'hui l'observer n'aurait pas moins de 8 à 10 kilomètres d'étendue. Telle est la situation.

« Dans les terrains primitivement attaqués, on remarque partout de larges fossés, ordinairement remplis d'eau de mer. On pensait que, en les entourant ainsi, le puceron ne franchirait pas ces barrières. Précaution inutile ! le puceron les a franchies et s'est propagé plus loin, chez les grands comme chez les petits propriétaires, dont beaucoup ont été réduits à arracher leurs vignes.

« Et maintenant comment le *Phylloxera* se propage-t-il ? comment s'étend-il de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proche en proche ? Quand il est seulement dans une parcelle de terrain, on comprend bien que les souches en ligne ayant leurs racines entremêlées, le puceron puisse facilement passer d'une souche à l'autre. Mais, quand il y a des fossés pleins d'eau qui séparent une vigne infestée d'une autre vigne qui ne l'est pas encore, comment le *Phylloxera* pénètre-t-il dans cette dernière ? C'est là ce qui nous déroute, car nous ne trouvons aucune indication. Un instant, nous avions cru avoir trouvé dans l'air le mode de propagation. Nous avions découvert des galles sur les feuilles de quelques cépages, et, dans ces galles, des pucerons que nous supposions être des *Phylloxera*. Mais, depuis qu'on a fait des observations suivies, on a trouvé des différences, et le doute est revenu. Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'il n'est pas un seul cépage européen qui présente de ces galles sur ses feuilles ; il n'y a qu'un cépage américain qui soit dans ce cas, et nous l'avons constaté sur bien des points, si bien qu'on peut réellement se demander s'il n'y a pas deux pucerons différents, l'un vivant sur la feuille et l'autre sur la racine.

« On a dit que le *Phylloxera* vivait de la séve de la vigne. A cet égard, nous avons enfermé le puceron sur des racines, dans des tubes où nous l'avons tenu ainsi pendant trois ou quatre mois, et au bout de ce temps nous avons constaté que, pendant que les racines étaient complétement desséchées, le puceron trouvait encore à y vivre. Nous avons alors découpé le bois en lames minces et nous y avons trouvé des perforations nombreuses, accusant d'une manière indubitable la soustraction de particules de matière solide. Telle est la réponse que nous faisons. On dit que l'insecte n'a pas de mandibules. Excrète-t-il alors un liquide qui dissout la substance solide dont il peut se nourrir? C'est ce qu'on ne saurait dire, mais il est démontré que, lorsqu'il n'y a plus rien dans la racine, l'insecte y vit encore ; il y pullule même d'une manière remarquable, et ce qu'il y a de curieux, c'est que, si l'on ajoute une racine fraîche à côté de celle qui est desséchée, il n'y arrive pas immédiatement, ainsi que j'en ai fait moi-même l'expérience.

« On a dit également que le *Phylloxera* a une existence très-fragile ; que la lumière, une température élevée, le font périr facilement. Qu'on en juge! Il reste noyé, parfaitement noyé pendant douze et quatorze jours ; on le croit mort, il est en quelque sorte boursouflé ; puis, quand on le sort de l'eau, il se dépouille tout à coup de l'enveloppe dont il était en quelque sorte revêtu au milieu du liquide, et le voilà bientôt aussi vivace qu'auparavant.

« En résumé, on est tellement dérouté dans l'étude de cet insecte, que jusqu'ici il semble très-difficile d'enseigner à son égard quelque chose de bien précis. Sans doute, on doit être très-reconnaissant envers M. Planchon pour les études persévérantes auxquelles il s'est livré et se livre encore, mais je ne puis m'empêcher d'avouer que sur plusieurs points je suis en désaccord avec lui. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. MARÈS. — Messieurs, je vais essayer d'apporter quelques documents à la communication que M. Heuzé a faite, et qui est, en effet, une peinture de l'état des vignes envahies par la maladie, dans le Sud-Est. Mais, sur divers points, je crois qu'il ne faut pas être trop affirmatif. Ainsi l'histoire du puceron présente encore de nombreuses lacunes, et les dégâts causés par la maladie, s'ils sont très-grands, dans les vignobles d'Orange, d'Avignon, d'Arles, de Roquemaure, etc., sont encore insignifiants dans l'Hérault, tout en inspirant cependant des craintes très-vives. Nous sommes en face d'un fléau nouveau, cela n'est que trop vrai, et nous n'avons pas encore les moyens de lutter contre ce mal. Quelles que soient les causes qu'on veuille lui attribuer, elles ne sont pas encore étudiées d'une manière suffisante. L'étude du Phylloxera lui-même n'est pas encore assez complète pour qu'on ait pu en éclaircir certains points importants. Ainsi les questions de reproduction de cet insecte sont de celles qui laissent le plus à désirer. On ne le connaît encore qu'à l'état de femelle, qu'il soit aptère sur les racines, ou ailé lorsqu'il vit dans l'air. On ignore encore quand et dans quelles circonstances se font les premiers accouplements, desquels dérivent ensuite les insectes femelles, dont les séries successives naissent fécondées. Les feuilles de vigne sur lesquelles on trouve les galles produites par les Phylloxera ailés sont tellement rares dans les vignobles du Sud-Est les plus ravagés, qu'on se demande si la propagation de l'insecte a réellement lieu par ce moyen. J'ai fait, chaque année, depuis 1868, de nombreuses excursions dans les pays les plus attaqués, comme dans la Crau d'Arles et sur la rive gauche du Rhône, et je puis dire que je n'y ai jamais vu de feuilles avec des galles ; je n'en ai encore trouvé nulle part. M. Planchon lui-même, qui a spécialement traité cette question, n'a que très-rarement trouvé de ces galles. Je ne connais encore que lui, dans le Sud-Est, qui ait trouvé des feuilles de vignes avec des galles phylloxériennes. Mais, si on ne les rencontre pas sur les vignes européennes, elles sont, au contraire, communes sur les cépages américains. Quant à la reproduction du puceron sur les racines, elle n'explique pas comment l'insecte peut se transporter à de grandes distances, et faire des invasions dont les effets sont des plus rapides. La marche foudroyante du Phylloxera ne peut guère s'expliquer que par sa propagation à l'état ailé, qui est elle-même si peu connue, car on n'a encore trouvé aucun Phylloxera ailé à l'état libre. Ainsi, sur les plateaux de Pujaut, dans les terrains de cailloux roulés des environs d'Orange, d'Avignon, de Carpentras, dans la Crau d'Arles, il se jette sur des vignes de plusieurs hectares et les détruit la même année. Parfois la progression est beaucoup plus lente ; elle dure plusieurs années, et la marche du fléau éprouve des temps d'arrêt. Ainsi, à ne considérer que le côté entomologique de la question, on voit combien il reste de lacunes à combler, et quelles ressources pourrait donner, pour attaquer l'insecte, une connaissance plus approfondie de ses mœurs et de ses moyens de reproduction.

Si on considère le mal lui-même dans sa marche et dans son action, on sera frappé de le voir partir à une époque indéterminée (1865 ou 1866) des plateaux de Pu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jaut, au-dessus de Roquemaure, sur la rive droite du Rhône, suivre une marche irrégulière, puis tout d'un coup, en **1868**, à la suite d'une sécheresse excessive et de très-grands froids, faire une irruption foudroyante dans la plupart des terrains subalpins de la rive gauche du fleuve, dont le sol est formé de cailloux roulés et de couches d'argile entremêlés. Les vignes de la Crau, dont le sol est analogue, sont traitées de même, ainsi que les terrains paludéens tourbeux plus ou moins infiltrés, les vallons des Alpines, etc. En **1869** et **1870**, l'invasion se continue dans les mêmes localités, et la plupart des vignes y périssent.

Les alluvions de cailloux roulés, si développées dans la vallée du Rhône, sont, pour la plupart, des terrains vagues couverts de bois de chêne vert, sols maigres et arides, peu profonds et généralement mal cultivés, dans lesquels le système radiculaire de la vigne est peu développé; aussi l'arbuste y succombe-t-il très-vite. Les vignes en sol plus profond, plus cultivé, plus frais, plus ameubli résistent plus longtemps, mais elles succombent aussi. Cependant on en voit qui ne sont pas attaquées, quoiqu'elles soient à proximité des centres d'infection ; par exemple, celles de la pointe de la Camargue, entre Arles et Saint-Gilles. On trouve des parcelles dont le sol est salé, comme chez M. Faucon, à Graveson, qui forment comme des îlots verts au milieu de celles qui sont mourantes. Si on considère la vigne dans ses diverses stations et ses variétés, on reconnaît que les treilles échappent à l'invasion; qu'il en est de même des vignes sauvages (désignées sous le nom de *Lambrusques*) qui croissent dans les haies, les fossés, les terrains vagues, tandis que les vignes cultivées sont atteintes, et que leurs variétés succombent les unes après les autres.

A mesure que le mal s'est étendu vers l'Ouest, gagnant le Gard et l'Hérault, en **1869** et **1870**, puis en **1871**, il a procédé par sauts et par bonds, attaquant çà et là des points peu étendus, et sans produire les grandes invasions suivies des immenses destructions qui ont signalé sa marche sur la rive gauche du Rhône. Arrivé dans le vignoble oriental de l'Hérault, à Lunel et à Manguio, dans un milieu où la culture est intensive, où le sol est généralement meilleur, sa marche devient plus lente et ne s'étend qu'à des points encore sans importance. Ainsi, à Lunel-Viel, localité où il a été vu pour la première fois dans l'Hérault, en juin **1870**, on l'a trouvé dans un sol de plaine de bonne qualité, sur un point mouilleux, occupant environ **60** souches sur lesquelles il était apparent, et **60** autres à peu près sur lesquelles il ne l'était pas.

Des renseignements recueillis il résulte que, depuis **1868**, le propriétaire a vu cet endroit de sa vigne avec quelques ceps jaunes et débilités; il ne s'en est pas ému, il a bien fumé, bien soufré, bien cultivé, et, à la troisième année, le mal est encore insignifiant. Depuis, la parcelle de vigne a été arrachée, par précaution. On trouve néanmoins le Phylloxera dans celles qui l'environnent, mais jusqu'à présent aucune n'a succombé. Le point le plus atteint dans l'Hérault est le domaine de Coulondres, chez M. de Girard, dans la commune de Saint-Gély-du-Fesc. Le sol d'abord envahi est une couche d'argile infiltrée d'eaux de sources. Tout autour de ce point **10** hectares sont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

atteints ; on en a arraché un, mais sans empêcher le mal de se répandre. M. de Girard m'a assuré avoir vu le Phylloxera chez lui dès 1869. A cette époque, il y avait déjà, au Triadou, près de Coulondres, des vignes attaquées, ce qui fait remonter l'invasion à 1868. A Redessan, dans le Gard, l'invasion a commencé dans un fond d'étang, à sous-sol imperméable, en 1868. Depuis, ainsi qu'au Triadou, à Coulondres, à Lunel, le mal a progressé, sans être combattu, mais lentement et sans invasion foudroyante, sur de grandes surfaces, comme sur la rive gauche du Rhône et dans la Crau. Le point attaqué le plus avancé vers l'Ouest est dans la commune de Fabrègues, à 12 kilomètres au delà de Montpellier ; mais il est probable qu'il y en a d'autres qui s'étendent peut-être jusqu'à la vallée de l'Hérault et au delà, car on ne reconnaît guère les points d'attaque que plusieurs mois, et même une année après, quand le mal ne procède pas par grandes invasions brusques et soudaines. Aussi peut-on dire que, jusqu'à présent, le mal disséminé dans l'Hérault est insignifiant en lui-même, qu'il s'y développe lentement, qu'il y trouve des résistances dans le sol et la perfection de la culture, mais qu'il y inspire des inquiétudes d'autant plus graves, qu'on a sous les yeux les désastres des départements de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, et qu'on ne connaît aucun moyen certain et bien efficace de combattre la maladie.

Telle est la situation. Si on passe à l'examen des moyens d'arrêter les ravages de la maladie, il faut, dans leur ensemble, reconnaître qu'ils n'ont point réussi ; mais ce n'est pas une raison pour condamner, sans un examen nouveau, ce qui a été essayé jusqu'à présent. Il est possible qu'on ait eu plus d'une fois le moyen entre les mains, et qu'on l'ait méconnu. Si généralement on a échoué en cherchant à détruire le Phylloxera par des toxiques qui doivent aller le chercher au sein de la terre, à toutes les profondeurs, si les polysulfures de chaux et l'eau phéniquée, tout en détruisant une partie des insectes, ont été sans résultat pratique, dès qu'il a fallu en étendre l'usage, à cause des difficultés de leur emploi et de leur prix élevé, ce n'est point, cependant, une raison pour abandonner les recherches dans cette direction: combinées avec les moyens culturaux les mieux appropriés ou des engrais de nature septique, elles pourraient donner de bons résultats.

La vigne ne succombe pas toujours aux attaques du Phylloxera, surtout si on la met dans les conditions où elle peut réagir. Ainsi on trouve des Phylloxera dans les parcelles salées des vignes de M. Faucon, et elles y végètent vigoureusement. Le même propriétaire a imaginé d'inonder ses vignes malades depuis plusieurs années, et, après être tombées dans un état d'étisie voisin de la mort, elles ont repris de la vigueur et paraissent devoir se rétablir ; le Phylloxera gêné par l'eau y reparaît, mais la vigne a réagi et a pu végéter. Enfin la manière dont les vignes résistent au mal, selon les terrains où elles sont plantées, permet de concevoir que les cultures, les engrais, les soins particuliers, en modifiant les milieux, puissent amener des résultats fructueux. On peut se demander si on ne pourrait pas utilement chercher à modifier la vigne elle-même et à la rendre inattaquable par les insectes, ainsi qu'on l'a d'ailleurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proposé, au moyen d'incisions pratiquées au collet de l'arbuste, avant le mouvement ascensionnel de la séve, et dans lesquelles on introduirait soit du soufre, soit des sulfures; si on ne pourrait pas atteindre le même but par d'autres moyens.

Enfin l'observation démontre que les vignes sauvages, venues de semis irréguliers dans les haies, les bois, les terrains vagues et incultes, ne sont point attaquées, et que plusieurs cépages américains transportés au milieu des vignes cultivées résistent à l'infection. Pourquoi ne pas chercher dans nos variétés sauvages, de même que dans celles qui sont cultivées, si certaines d'entre elles ne résisteraient pas comme les variétés américaines reconnues indemnes? Si on ne peut directement détruire l'ennemi que l'on combat, ne peut-on pas modifier le milieu qu'il habite et la plante elle-même, de manière à s'opposer à sa multiplication?

Il ne faut rien négliger pour lutter contre un fléau qui s'annonce d'une manière aussi dangereuse, et qu'on trouve aujourd'hui des environs de Valence jusqu'à la Méditerranée, et des vignobles de Bandol, dans le Var, jusqu'à ceux de Montpellier, dans l'Hérault; mais il ne faut pas perdre l'espoir d'en triompher. Tout au contraire, chaque fois que la science et la pratique ont saisi corps à corps des fléaux, d'abord inconnus, qui faisaient le désespoir de l'agriculture, elles en sont venues à bout, et les résultats obtenus sont devenus le point de départ de progrès et de perfectionnements nouveaux. Pour les vers à soie, l'étude de la muscardine par Bassi en est un exemple ; celle de la pébrine ou maladie des corpuscules, par les membres de l'Académie des sciences, les savants italiens, et finalement par M. Pasteur, en est un deuxième exemple plus frappant encore. Pour la vigne, l'étude de la pyrale par Audouin, plus récemment celle de l'oïdium et des propriétés du soufre ont été suivies d'un plein succès. Je suis convaincu qu'il en sera de même après une étude plus approfondie du Phylloxera et de la maladie qui le caractérise. Que des efforts incessants soient faits dans ce but. Remercions ceux qui se sont voués à ces utiles études, et demandons que toutes les forces de la science soient dirigées dans le même sens.

Je finirai en disant quelques mots de l'arrachage de la vigne, question importante que M. Heuzé a traitée dans son mémoire, comme moyen prophylactique de combattre l'invasion de la maladie.

L'arrachage, d'abord préconisé comme un moyen efficace, a été ensuite abandonné. Les reproches qu'on lui fait, avec raison, sont de constituer une dépense très-considérable, si on veut l'exécuter avec soin, en défonçant le sol à 50 centimètres au moins, en extirpant et en brûlant les souches et les racines. Cette dépense varie de 5 000 à 10 000 francs par hectare suivant les terrains, et dans certains sols rocheux elle n'est pas praticable.

De plus, l'arrachage laisse toujours des racines et des Phylloxera dans le sol ; il ne détruit donc pas radicalement l'agent actif de la maladie, tout en ruinant certainement le propriétaire, s'il est pratiqué sur une grande échelle. On voit, en effet, le Phylloxera envahir de nouveau les vignes situées autour de celles qui ont été arrachées. Enfin, la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maladie ne pouvant être ordinairement constatée à son début, mais seulement quand elle a étiolé un certain nombre de souches, l'arrachage ne peut s'appliquer qu'à un mal déjà déclaré dont il peut enrayer l'activité, mais qu'il ne peut anéantir. En outre, il est inapplicable pour combattre les invasions foudroyantes, qui sont les plus dangereuses. Il n'est donc qu'un palliatif, et non un moyen sûr de détruire le mal. C'est pour ce motif que les sociétés d'agriculture les plus éclairées et les plus intéressées, comme celle de l'Hérault, en ont repoussé l'emploi rendu obligatoire par une mesure législative. Néanmoins, dans certains cas, quand la maladie n'a encore atteint que des points peu étendus et peu multipliés, l'arrachage peut prévenir ou retarder de grandes invasions; il a ainsi son degré d'utilité, mais c'est à chaque propriétaire à juger de l'opportunité de son application.

Le Gouvernement, en instituant un prix de 20 000 francs (1) pour celui qui trouvera un moyen efficace et pratique de combattre la maladie, a formé, dans les départements envahis par elle, des commissions auxquelles il renvoie les communications très-nombreuses qui lui sont adressées. Il serait à désirer qu'on mît à leur disposition des moyens d'expérimenter. On ne peut se figurer combien le prix proposé a excité l'imagination des inventeurs de tout genre. Un des meilleurs moyens de tirer quelque utilité des propositions qui arrivent, tous les jours, au Ministère serait de les faire publier à mesure, dans les journaux des départements viticoles exposés à l'invasion de la maladie, en en laissant la responsabilité à leurs auteurs.

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

FOUR DE FUSION POUR LE TRAITEMENT DES MINERAIS DE FER PAR LE SYSTÈME DE M. PONSARD.

Dans une notice de M. Gruner insérée au *Bulletin* de 1871 (2) et ayant pour titre : *Sur quelques procédés nouveaux de fabrication de fonte, fer et acier, etc.*, on se rappelle qu'il a été question d'essais tentés par M. Ponsard, ancien directeur des usines de Follonica et de Piombino, pour réduire les minerais de fer au réverbère même et les transformer en fonte ou en acier. Aujourd'hui nous compléterons les détails donnés par M. Gruner par le dessin du four employé dans cette méthode, et que représente la planche 466.

Fig. 1. Section longitudinale.

Fig. 2. Section transversale suivant la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 3. Autre section transversale suivant la ligne III, IV de la figure 1.

(1) Voy. *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 151.

(2) Voy. *Id.*, *id.*, p. 209.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 4. Section horizontale partielle suivant la ligne V, VI de la figure 1.

Le four dont se sert M. Ponsard est un four Siemens, légèrement modifié.

A, est un réverbère, avec bassin central destiné à recevoir les matières fondues (fig. 1 et 3).

B, sole formée d'un mélange battu de graphite et d'argile réfractaire.

C, tubes-creusets verticaux, réunis en deux groupes et traversant la voûte du réverbère ; ils sont ouverts par le haut et munis, dans le bas, d'un orifice pour l'écoulement des matières fondues.

D, plates-formes établies au-dessus du réverbère, de chaque côté des batteries de tubes, pour le service du chargement.

Le minerai, convenablement broyé et mélangé aux fondants ainsi qu'au charbon nécessaires aux réactions, est chargé dans les tubes. Sous l'action de la haute température, le mélange s'échauffe rapidement; l'oxygène du minerai se dégage, la réduction s'opère et la carburation ainsi que la fusion du métal ont lieu de la même manière que dans un haut fourneau, avec cette différence que la fusion est obtenue à l'abri du contact du combustible servant à développer la chaleur.

A mesure que le minerai fond et que les charges s'abaissent dans les tubes-creusets, on en ajoute de nouvelles, de manière à obtenir une fusion continue.

Suivant M. Ponsard, les avantages réalisés par sa méthode sont les suivants :

1° Suppression des machines soufflantes et accessoires, des ouvriers qui les conduisent et de l'entretien considérable et coûteux qu'elles exigent;

2° Suppression des appareils à air chaud ;

3° Diminution importante dans les frais d'établissement;

4° Séparation du combustible agent chimique, du combustible agent calorifique, ce qui permet d'employer, pour produire la température nécessaire, un combustible quelconque au lieu des combustibles de choix qu'exige le haut fourneau; par suite, diminution notable dans la dépense de combustible et amélioration des produits;

5° Possibilité d'établir des usines métallurgiques pour ainsi dire volantes, permettant de traiter sur place des amas de minerai de trop peu d'importance pour comporter les frais d'installation d'un haut fourneau ;

6° Possibilité d'obtenir, avec un même minerai, des fontes plus ou moins carburées et même d'un affinage très-avancé ;

7° Possibilité d'obtenir économiquement, par une composition convenable des lits de fusion, des fontes spéciales, indispensables dans la fabrication de l'acier, soit sur sole, soit à l'aide du procédé Bessemer.

Disons, en terminant, que la méthode de M. Ponsard n'est pas encore sortie de la période des essais, et qu'on ne pourra se prononcer à son égard qu'après des expériences de quelque durée. Quoi qu'il en soit, dit M. Grüner dans sa notice, là où le coke et le charbon manquent et lorsque les minerais sont riches, fusibles et réductibles, le procédé ne paraît pas impossible, si, d'ailleurs, on a à sa disposition des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tourbes, des lignites, des houilles sèches ou même des déchets de bois; ces combustibles inférieurs ne peuvent être employés dans les hauts fourneaux, tandis qu'ils peuvent alimenter les fours Siemens à l'aide d'un gazogène. (M.)

ARTS CHIMIQUES.

SUR LA COMBUSTION DU CARBONE PAR L'OXYGÈNE, PAR M. DUMAS.

« Dans deux Mémoires récemment communiqués à l'Académie, M. Dubrunfaut, à qui les applications de la chimie doivent trop de découvertes sérieuses et profitables pour qu'on puisse laisser ses opinions inaperçues, établit les quatre propositions suivantes : 1° l'acide carbonique n'est pas décomposé par le carbone, sans le concours de la vapeur d'eau ; 2° le carbone n'est pas brûlé par l'oxygène sans l'intervention de cette même vapeur ; 3° dans 1 mètre cube de gaz, réputé pur et sec, il y a 5 grammes d'eau, c'est-à-dire 5 milligrammes par litre ; 4° cette eau existe dans ces gaz supposés secs, sous une forme que la science est impuissante à définir; elle n'a pas de tension appréciable.

« Je laisse de côté, pour le moment, la première de ces propositions. J'examinerai plus tard ce qu'il faut penser de cette impossibilité, attribuée au carbone, de décomposer l'acide carbonique sec à une haute température.

« Je veux seulement examiner aujourd'hui s'il est vrai que le charbon ne brûle dans l'oxygène, supposé sec, qu'avec le concours de l'eau.

« Parmi les variétés connues de charbon, le graphite étant celle qui brûle le plus difficilement, sa combustion mérite la préférence pour la discussion de la question soulevée par M. Dubrunfaut.

« Du graphite naturel, choisi avec soin, a été soumis à l'action de la potasse en fusion, pour le débarrasser de toute matière siliceuse. Lavé ensuite à grande eau, il a été soumis, à plusieurs reprises, à l'action de l'acide chlorhydrique faible et bouillant, jusqu'à ce que la liqueur filtrée fût susceptible de s'évaporer sans résidu sensible. Le graphite avait été recueilli dans un entonnoir garni d'une bourre d'amiante ; on l'a retiré lorsqu'il était presque sec, et on l'a introduit dans un tube de verre, en le pressant, portions par portions, entre les deux bouts plans de deux baguettes de verre, de manière à lui donner la forme de petits cylindres de 6 à 7 centimètres de long et de 1 centimètre de diamètre. Le graphite, après ces traitements, pouvait être considéré comme à peu près pur. Cependant, on l'a placé dans une nacelle de porcelaine, et l'on a introduit celle-ci dans un tube également en porcelaine, à travers lequel on a dirigé un courant de chlore desséché par son passage à travers des vases remplis de ponce en grains, imprégnée d'acide sulfurique récemment bouilli. La température du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tube de porcelaine ayant été portée au rouge presque blanc, et un courant de chlore lent, mais continu, l'ayant parcouru pendant douze heures, on est autorisé à penser que le graphite devait avoir perdu non-seulement les traces de fer, d'alumine ou de silice qu'il aurait pu contenir, mais aussi toute trace d'eau. Car, si le fer, l'aluminium et le silicium sont, en pareil cas, emportés à l'état de chlorures, il est facile de comprendre que l'eau, en présence du charbon, qui peut former de l'oxyde de carbone avec son oxygène et du chlore, si disposé à convertir son hydrogène en acide chlorhydrique, ne saurait résister, alors même qu'une chaleur rouge intense serait incapable de l'expulser des pores du graphite et de la chasser sous forme de vapeur.

« La nacelle, encore incandescente, a été retirée du tube de porcelaine. Le cylindre de graphite a été versé dans une autre nacelle en platine chauffée au rouge, et le tout a été introduit dans un tube de verre qu'on a fermé immédiatement par une calotte munie d'un robinet. On a fait le vide dans ce petit appareil et on l'a porté sur la balance. Après refroidissement complet et l'équilibre étant devenu stable, on a retiré la nacelle de platine avec le graphite, et l'on a introduit le tout dans le tube de porcelaine où devait s'opérer la combustion au moyen de l'oxygène.

« Le gaz oxygène était fourni par un flacon à déplacement. Il était dirigé dans des condenseurs à potasse, destinés à le priver des moindres traces d'acide carbonique, suivis de condenseurs à acide sulfurique, destinés à le débarrasser de toute l'eau appréciable que son passage à travers le dernier condenseur plein de fragments menus de potasse récemment fondue aurait pu y laisser encore. Un témoin A, renfermant de la pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique, précédait le tube à combustion et devait servir à constater l'état hygrométrique du gaz, au moment où il y pénétrait.

« On a fait passer dans l'appareil, lentement, plus de 50 litres de gaz oxygène. Le témoin A, l'expérience terminée, n'ayant pas varié de poids, *l'oxygène était sec.*

« Le tube en porcelaine où s'opérait la combustion du graphite était suivi d'un autre tube renfermant de l'oxyde de cuivre, destiné à convertir en acide carbonique les moindres traces de l'oxyde de carbone qu'une combustion imparfaite aurait pu produire. Ce tube était chauffé au rouge naissant. Il était suivi d'un témoin B contenant de la ponce imprégnée d'acide sulfurique, destinée à arrêter l'eau dont le gaz aurait pu se charger en passant. Venaient ensuite les condenseurs à potasse, chargés de recevoir l'acide carbonique provenant de la combustion.

« Dans ces sortes d'expériences, l'oxyde de cuivre, quelque soin qu'on ait pris dans la disposition ou le maniement de l'appareil, abandonne toujours un peu d'eau hygrométrique; il en est de même des quatre jointures en caoutchouc qui lient entre eux le tube de porcelaine et le tube à oxyde de cuivre et ceux-ci au reste de l'appareil. On trouve habituellement que le témoin destiné à retenir cette eau a augmenté de poids de quelques milligrammes.

« Dans l'expérience qui nous occupe, cette augmentation avait été de 7 milligrammes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ainsi desséchés, les gaz traversent les condenseurs à potasse liquide, où l'acide carbonique s'arrête ; les condenseurs à potasse solide, et les condenseurs à acide sulfurique qui retiennent l'eau empruntée à la potasse liquide ; enfin, un dernier témoin C, contenant de la pierre ponce imprégnée d'acide sulfurique.

« Ce dernier témoin avait gagné 1 milligramme. *L'excès d'oxygène était sec.*

« Ainsi, le premier et le dernier témoin n'avaient pas varié de poids, car on peut considérer une variation de 1 milligramme comme insignifiante.

« A l'égard du témoin B, j'ai toujours admis que la surcharge qu'il éprouve généralement était due aux causes très-naturelles indiquées plus haut, et j'examinerai plus loin s'il y a lieu de modifier cette opinion.

« L'expérience avait donné les résultats suivants :

	Grammes.
Poids de la nacelle de platine et du graphite avant la combustion.	9,688
Poids de la nacelle après la combustion, y compris 0,02 de cendres blanches consistant en filaments d'asbeste mêlés au graphite.	2,6245
Acide carbonique obtenu.	25,873
Graphite réel brûlé.	7,0635
Oxygène consommé.	18,8095

« *Tout le charbon avait brûlé.*

« En tenant compte des circonstances de température et de pression, qui avaient varié pendant la durée de l'expérience de 9°,6 à 6°,9 et de 0^m,767 à 0^m,764, on peut voir qu'il avait été produit, en nombres ronds, 13 litres d'acide carbonique, représentant un volume égal d'oxygène, c'est-à-dire 13 litres.

« En supposant, ce qui ne sera admis par aucun des chimistes ou des physiciens qui ont eu l'occasion d'effectuer de telles manipulations, que les tubes et les jointures n'eussent rien fourni au témoin B, les 0^m,007 qu'il avait gagnés en poids ne pourraient pas représenter du moins l'eau existant, selon M. Dubrunfaut, dans ces 13 litres de gaz oxygène convertis en acide carbonique, et qu'il estime à 65 milligrammes.

« Si ce n'est pas là que se trouvent ces 65 milligrammes d'eau, *changeant d'état*, ils auraient été arrêtés avec l'acide carbonique, au moment de la condensation de ce gaz par la potasse. Le poids de celui-ci s'en serait trouvé augmenté de 65 milligrammes, qu'il faudrait soustraire en conséquence du poids apparent de l'acide carbonique obtenu.

« En cherchant, d'après le poids du graphite brûlé 7^{gr},0635 et de l'oxygène exigé pour sa combustion 18^{gr},8095, quel est le poids de l'équivalent du carbone, on trouve 6^{gr},008, c'est-à-dire l'équivalent qui résulte de toutes les expériences et de toutes les vérifications effectuées depuis trente ans, par l'étude des rapports du carbone à l'oxygène, ou par ceux du carbone avec les autres substances élémentaires. *L'acide carbonique formé était donc sec.*

« Supposons, en effet, que les 65 milligrammes d'eau qui auraient été contenus dans les 13 litres de gaz absorbés aient été comptés comme acide carbonique, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on réduise le poids de celui-ci d'une quantité égale, on aura obtenu seulement 25gr,808 d'acide carbonique, constitués par 7gr,0635 de graphite et 18gr,7445 d'oxygène. L'équivalent du carbone remontera alors à 6,031, *chiffre incompatible* avec toutes les expériences effectuées en vue de déterminer ce nombre, l'un des plus nécessaires à connaître exactement parmi les données fondamentales de la chimie de précision.

« Dans l'expérience que je viens de décrire, on a fait usage, comme matière absorbante et desséchante, de l'acide sulfurique concentré et récemment bouilli. On avait pour cela un motif : les expériences précédentes qu'on avait en vue de contrôler avaient été effectuées dans ces conditions.

« J'ai fait voir depuis longtemps :

« 1° Que le chlorure de calcium est un dessiccant insuffisant et imparfait ;

« 2° Que la potasse fondue et pétrie avec de la chaux vive constitue un dessiccant poreux d'une grande efficacité ;

« 3° Que l'acide sulfurique concentré imbibé dans la terre ponce donne des résultats toujours satisfaisants ;

« 4° Que l'acide phosphorique anhydre constitue le dessiccant le plus absolu que nous connaissions.

« Toutes les fois que l'acide phosphorique anhydre peut être employé, il n'y a pas lieu d'hésiter à lui donner la préférence. Cependant, sa préparation et son maniement sont difficiles, et le rendent bien moins commode que l'acide sulfurique.

« Mais il ne faut jamais négliger de mettre la masse et la surface des dessiccants en rapport, soit avec le volume des gaz, soit avec la quantité d'eau qu'il s'agit de condenser, de telle sorte que les gaz rencontrent, à la sortie des appareils, des dessiccants absolument intacts et n'ayant rien absorbé qui ait pu affaiblir leur action. Il n'est pas moins nécessaire que la marche des gaz soit très-lente, et que leur contact avec les dessiccants très-divisés soit convenablement prolongé.

« Les gaz desséchés par ces procédés sont-ils absolument privés d'eau ? Je me garderai de l'affirmer, si l'on entend parler de quantités inappréciables à nos sens et à nos instruments. Il n'y a rien d'absolu dans le monde matériel, sans doute ; mais, sans multiplier davantage les preuves que je pourrais réunir à l'appui de ma conclusion, je me crois autorisé à répéter que les expériences propres à faire connaître l'existence de l'eau dans les gaz réputés secs n'en accusent pas des quantités appréciables, soit à la balance, soit au moyen des réactions propres à l'eau considérée en masse, soit au moyen de celles qui caractérisent ses éléments : hydrogène et oxygène. »

REMARQUES DE M. CHEVREUL SUR LE MÊME SUJET.

« C'est avec une véritable satisfaction que je viens d'entendre le Mémoire de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Dumas. Il lui appartenait, plus qu'à personne, de revenir sur un sujet qu'il avait traité autrefois si heureusement avec son élève, M. Stas. En effet, l'histoire de la science n'oubliera jamais que ce travail fixa définitivement le poids de l'atome de carbone à 75, celui de l'oxygène étant représenté par 100.

« Or l'importance de cette détermination n'est-elle pas incontestable, lorsque nous voyons le rôle du carbone dans la nature minérale, et surtout dans la nature organique?

« Dans la première, le carbone oxygéné, l'acide carbonique existe à l'état salin dans tous les terrains ; le sous-carbonate de chaux forme des montagnes et de vastes plateaux : l'acide carbonique uni à l'eau est un puissant agent de la nature; il compte encore parmi les principes de l'atmosphère. A l'état de diamant, le carbone représente la valeur la plus chère des produits naturels.

« Dans la nature organique, le carbone se présente, comme élément des êtres organisés sous deux aspects différents :

« 1° *Sous l'aspect des corps qui ont vécu* et dont les débris forment des terrains entiers où, s'il n'est pas libre de toute combinaison, il prédomine dans des composés où il est uni à l'hydrogène et souvent à de faibles quantités d'oxygène et d'azote;

« 2° *Sous l'aspect des corps vivants*, son importance devient immense, *suprême*, si cette expression est permise.

« Effectivement, avant tout, c'est à la fixation du carbone dans l'intérieur de la plante qne se trouve le *premier fait connu* d'un composé saturé d'oxygène, l'acide carbonique, qui, sous l'influence solaire et de certains corps avec lesquels il se trouve en contact, abandonne son oxygène, lequel, se dégageant dans l'atmosphère, remplace celui qui disparaît incessamment à la surface de la terre et des eaux, et présente ainsi aux animaux une atmosphère convenable et indispensable à leur existence. Le carbone de l'acide carbonique se fixe dans la plante, en s'unissant en même temps à cinq corps au plus pour constituer les principes immédiats des êtres vivants qui sont avec excès de combustible. Les animaux, du moins les animaux supérieurs, étant incapables d'organiser la matière brute, ne vivraient pas s'ils ne trouvaient immédiatement ou médiatement leurs aliments dans les plantes. Enfin, les principes immédiats des êtres vivants, les plus nombreux, comme les plus variés dans leurs propriétés, renferment le carbone dans des proportions plus ou moins fortes.

« Si l'on considère les progrès de la chimie organique, en tenant compte de l'influence exercée par l'analyse élémentaire des principes immédiats qui constituent les plantes et les animaux, on sentira les inconvénients des propositions rappelées par M. Dumas au commencement de son Mémoire, puisqu'elles portent la perturbation dans des parties des sciences physico-chimiques que des savants qui les cultivent avec le plus de succès regardent comme hors de toute contestation. Que ces propositions eussent été énoncées par un inconnu, elles auraient passé inaperçues sans doute; mais émises à deux reprises par M. Dubrunfaut, dont un Mémoire extrêmement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remarquable sur la théorie du *maltage* fut avec raison couronné par la Société centrale d'agriculture en 1823, elles constituaient un fait assez grave à mon sens pour qu'une autorité comme celle de notre secrétaire perpétuel en fît un examen sérieux comme celui dont l'Académie vient d'entendre la lecture, et c'est au nom de la science que je l'en remercie.

« Tout en reconnaissant le premier que la méthode aussi bien que la logique la plus sévère n'ont jamais fait faire une grande découverte, une *découverte vraiment originale,* je ne puis séparer cependant la méthode de la véritable science, surtout quand elle est expérimentale.

« Quel est le fondement de toute science du domaine de la philosophie naturelle? c'est la DÉMONSTRATION *de ses propositions*, qui seule donne le caractère positif propre à distinguer la science de l'hypothèse.

« Quelle est la conséquence de la méthode? c'est la liberté des recherches.

« Mais cette liberté n'est point absolue ; elle impose à celui qui en profite le devoir de démontrer ce qu'il croit *erroné*, et ne lui permet pas de jeter des doutes, sans les appuyer d'aucune preuve sur ce qu'on admet généralement comme vrai.

« Le doute sur un sujet du ressort de la science expérimentale ne doit être qu'un état passager dans l'esprit du savant qui l'a conçu; son devoir lui impose donc la tâche de rechercher s'il est fondé ou non ; car le doute permanent en toutes choses est la négation du progrès.

« Comment appliquer cette manière de voir à la recherche de la vérité dans les sciences du domaine de la philosophie expérimentale?

« D'une manière fort simple :

« Donner des *faits précis,* soit qu'ils résultent de la seule observation ou de l'observation et de l'expérience ;

« Et, si ces *faits précis* donnent lieu à une interprétation théorique, la méthode exige que l'interprétation *soit démontrée vraie* par des observations, et des expériences quand elles sont possibles.

« Voilà, à mon sens, comment les savants donnent des *résultats positifs* à la science qu'ils cultivent.

« Mais leurs publications doivent-elles être bornées à ces *résultats positifs?*

« Je ne le pense pas.

« Il est de l'essence de l'esprit humain et de sa curiosité pour connaître ce qui est caché que, après une découverte faite, il s'élance au delà de la ligne où la certitude finit, animé du désir de voir des objets qui, jusque-là, lui avaient été cachés. Mais, s'il fait part en public de ces nouvelles vues, il les donnera comme des probabilités, comme de simples conjectures et avec l'intention formelle de les distinguer explicitement de ce qu'il considère comme démontré.

« Avant de publier quoi que ce soit sur un sujet fondamental dont l'exactitude est reconnue du monde savant, tout homme sérieux, alliant le respect de sa personne à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celui du public, doit avoir la certitude de l'erreur qu'il croit devoir relever, et, en outre, en apprécier rigoureusement l'importance, car rien ne nuit plus à l'esprit du savant, dans l'esprit du véritable juge, que l'exagération de remarques qui, sans manquer de justesse, sont, en définitive, minutieuses, surtout quand on a égard au temps où les travaux objets de la critique furent exécutés ; il y a plus, c'est qu'en tenant compte des temps et de l'état des instruments de précision dont on pouvait disposer à une époque déjà ancienne, une réflexion approfondie peut même changer équitablement la critique en éloge, surtout si un examen réfléchi conduit à reconnaître que, dans plus d'un travail contemporain réputé exact, l'exactitude, en réalité, est le résultat d'erreurs compensées. En définitive, on ne saurait trop se pénétrer de cette vérité, c'est que, dans les recherches élevées et originales, les instruments de précision ne sont jamais supérieurs à l'intelligence et à la rectitude de l'esprit du savant.

« En exposant l'ensemble de ces idées à l'Académie, c'est lui donner la raison des sentiments sympathiques avec lesquels j'ai accueilli la communication de M. Dumas, dans l'intérêt de la véritable science ! »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Le tunnel du mont Cenis. — Voici, sur le tunnel du mont Cenis dont nous avons annoncé en son temps l'ouverture (1), quelques détails puisés à des sources officielles.

On sait combien étaient rigoureux les calculs établis par les ingénieurs dans leurs projets, puisque la longueur du tunnel n'a dépassé que de **1 226** mètres celle que la triangulation avait fournie avant l'exécution des travaux. Cette différence tient à la nécessité dans laquelle on s'est trouvé, par suite des exigences de la ventilation et du service, d'avoir des amorces curvilignes à l'entrée de chacune des extrémités du tunnel. Ces amorces ont du côté du sud **757^{m},07** de longueur, et du côté du nord **453^{m},70**, si bien que le développement total du tunnel est de **13 446^{m},32**.

En procédant de Modane à Bardonnèche, voici quelles sont les différentes natures de roches qu'on a eu à traverser successivement : schiste sablonneux mélangé de mica, quartzite, calcaire dolomitique et, finalement, schiste calcaire cristallin alternant avec schiste argileux.

(1) Voir *Bulletin* de **1871**, **2^{e}** série, t. XVIII, p. **175**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'entrerons pas dans le détail des appareils à forer les trous de mine, non plus que dans celui des machines ingénieuses à air comprimé dont on a fait usage dans l'exécution de ce gigantesque travail; ils ont été décrits, il y a quelques années, dans le *Bulletin* et nous y renvoyons le lecteur (1). Disons seulement qu'ils ont été sans cesse l'objet de perfectionnements de la part des ingénieurs et surtout du regretté M. Sommelier, qu'une mort prématurée a empêché d'assister à la réalisation de son œuvre. Grâce à ces perfectionnements, le travail de perforation, à dater de 1863, a progressé d'année en année d'une manière surprenante, ainsi que le prouvent les chiffres suivants :

Années.	Mètres d'avancement.
1857.	38,08
1858.	459,52
1859.	369,10
1860.	343,30
1861.	193,00
1862.	243,00
1863.	802,00
1864.	1 087,85
1865.	1 223,70
1866.	1 024,99
1867.	1 512,11
1868.	1 320,15
1869.	1 431,45
1870.	1 635,30

Le chiffre de l'année 1870 ne concerne que l'avancement des premiers mois; à partir de ce moment, on approchait à grands pas de la fin et le travail était incessant.

Un percement d'une étendue aussi inusitée a coûté nécessairement une somme considérable; mais, lorsque l'on considère la nouveauté et surtout l'importance de cette entreprise grandiose, cette somme semble bien inférieure à celle que les calculs de l'imagination pouvaient chiffrer au début.

Aux termes de la convention internationale passée entre le Gouvernement français et le Gouvernement italien, la France devait contribuer à la dépense du souterrain pour moitié, c'est-à-dire depuis l'entrée du côté de Modane jusqu'au milieu. Suivant forfait, elle devait payer une somme de 19 millions de francs. Ce prix supposait une exécution de travaux devant durer vingt-cinq ans, à partir du 1er janvier 1862; mais, si ce terme était ramené à une limite de quinze années, le trésor italien devait toucher une prime de 500 000 fr. par année d'abréviation; au-dessous de quinze ans, la prime devait être

(1) Voir *Bulletin* de 1863, 2e série, t. X, p. 98.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 600 000 fr. Or on a vu avec quel rare bonheur l'entreprise a été conduite, puisqu'on a pu devancer l'achèvement des travaux d'un nombre d'années tel que la part contributive de la France se trouve, aux termes de la convention, augmentée d'une manière notable à l'avantage du trésor italien.

D'après les derniers calculs, l'ensemble des travaux doit coûter la somme de 75 000 000 francs. (*Journal of the Society of arts.*)

Navire-atelier pour la réparation d'une flotte en pleine mer. — La Compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée construit, en ce moment, sur ses vastes chantiers de la Seyne (Var), pour le compte du Gouvernement autrichien, un navire, le *Cyclop,* aménagé comme un atelier pour servir aux réparations d'une flotte en pleine mer.

Le *Cyclop* est un bâtiment en fer à vapeur. Il a 70 mètres de longueur à la flottaison, 9 mètres de largeur au fort, $6^{m},50$ de creux sur quille et 5 mètres de tirant d'eau moyen. La coque est d'une solidité exceptionnelle non-seulement par les échantillons renforcés de ses matériaux, mais encore par le système bien entendu de ses liaisons et de ses dispositions intérieures. Elle n'est pas moins remarquable au point de vue de la sécurité, garantie par des cloisons étanches qui la divisent en plusieurs compartiments transversaux, par ses tubes de sondage qui, du pont supérieur, descendent jusqu'à fond de cale, par ses ponts tout en fer pour les ateliers, enfin par ses vastes cales à eau et ses puissantes pompes d'épuisement.

Bien qu'essentiellement à vapeur, ce navire n'en a pas moins une mâture complète, type trois-mâts-barque, pouvant porter une surface de voilure de près de 1 200 mètres carrés.

La machine à hélice, en acier fondu, est de 250 chevaux nominaux, capable de réaliser sur les pistons une force de 1 000 chevaux de 75 kilogrammètres et d'imprimer au navire une vitesse de onze nœuds ou milles marins français.

Dans ces conditions, le *Cyclop* peut, par sa solidité, résister à l'ébranlement continu d'un atelier mécanique en complet fonctionnement, et notamment aux chocs d'un marteau-pilon du poids de 1 000 kilog.

Par sa vitesse, il peut suivre constamment, de très-près, les bâtiments de combat et, par ses installations, il offre à une flotte non-seulement les ressources de son outillage et de sa main-d'œuvre, mais encore celles d'un approvisionnement complet de toutes matières nécessaires à l'entretien et à la réparation des machines. Toutefois cet approvisionnement, qui représente une grande partie de la charge en poids, ne nuit en rien à l'importance du volume, qui est suffisant pour aménager de nombreux outils et pour réaliser de bonnes conditions de navigabilité. En effet, quand en pleine mer cet approvisionnement sera épuisé, on y suppléera, sans avoir recours au lest, par des soutes étanches qu'on remplira d'eau et qu'on videra à volonté au moyen d'une pompe à vapeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme les réparations à la mer ne doivent presque jamais se faire par le remplacement de la pièce avariée, mais bien par sa consolidation au moyen de pièces de fer ou de tôle, on a dû installer de grands feux de forgerons et de chaudronniers, une soufflerie énergique, un mouton puissant, des machines à cisailler, à poinçonner, etc. On a même prévu le cas où on aurait besoin de couler des pièces de fonte ou de bronze, et on a établi, à cet effet, une fonderie capable de produire des pièces de quelques centaines de kilogrammes.

A cet outillage principal on a joint un atelier d'ajustage, dont les outils bien choisis peuvent, au besoin, attaquer des pièces de grandes dimensions.

On se fera, d'ailleurs, une idée exacte de cette installation mécanique considérable par l'énumération suivante : une machine avec chaudière auxiliaire pour pomper l'eau des soutes à lest; une machine motrice des ateliers avec condenseur; une grande grue à vapeur de $2^{m},80$ de volée, pouvant soulever de 7 à 8 tonnes; une machine à raboter, un grand tour, un tour moyen à fileter, trois petits tours, un alésoir universel, une machine à parer, trois machines à percer, un marteau-pilon de 1 000 kilog., un ventilateur, une cisaille-poinçon, neuf forges volantes; six potences et accessoires d'atelier, transmissions de mouvement; une fonderie, cabestans, grue, fourneau, etc.; divers petits outils de toute sorte, meules, etc., etc.

Pour compléter cette installation, il restait à munir le navire d'un moyen facile de transporter et d'embarquer les grosses pièces. Dans ce but, on l'a doté d'un grand chaland en fer et, avec ce chaland, d'un canot à vapeur pour la remorque. Chaland, canot et pièces s'embarquent et se débarquent sans difficulté au moyen de la grue disposée, à cet effet, sur l'un des côtés du navire.

Ajoutons que, bien que destiné à être un atelier mécanique, le *Cyclop* n'en possède pas moins des aménagements confortables en ébénisterie pour son état-major, ainsi que des logements spacieux pour son équipage et ses ouvriers. (*Bulletin du comité des Forges.*)

Extraction de l'albumine du sang. — A Pesth, en Hongrie, et dans le nord de l'Allemagne, on traite sur une grande échelle le sang des animaux pour en extraire l'albumine; cette matière est fournie par le sérum qui se sépare du sang lorsqu'il se coagule. La meilleure qualité d'albumine obtenue de cette manière est transparente et soluble dans l'eau; on s'en sert pour le mordançage des indiennes. A Pesth, on fait sécher le sang dans des cuves plates en fer, en l'exposant à l'air à une température de 100 à 112 degrés Fahr. (38 à 45 degrés C.). Avec 3 000 livres (1 360 kilog.) de sang, on en obtient environ 110 ($49^{k},80$) d'albumine au prix de 29 dollars ($156^{f},60$). Pour obtenir la même quantité avec des œufs, il n'en faudrait pas moins de 16 200, ce qui reviendrait à 96 dollars ($518^{f},40$); il est vrai que, malgré son prix élevé, l'albumine d'œufs est toujours préférable dans l'industrie de la teinture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La qualité inférieure d'albumine du sang est de couleur sombre, mais presque entièrement soluble dans l'eau ; on l'emploie largement dans les raffineries de sucre. (*Journal of the Society of arts.*) (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

Séance du 26 *janvier* 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce au Conseil la perte regrettable qu'il vient de faire par la mort de deux de ses membres honoraires : M. *Avril,* inspecteur général des ponts et chaussées en retraite et ancien censeur de la Société, et M. le docteur *Herpin,* qui avait été longtemps membre assidu et laborieux du comité des arts économiques, et qui est mort à Nice, où sa santé l'obligeait de séjourner pendant tous les hivers.

Le *Président* est certain d'être l'interprète des sentiments du Conseil entier, en exprimant le sentiment douloureux qu'il éprouve à la nouvelle de la perte de ces deux regrettés collaborateurs.

CORRESPONDANCE. — M. *Martrou*, à Leuc, près Carcassonne, présente un appareil pour assurer la manœuvre des disques de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Crépin* (Jules), rue Saint-Vincent-Montmartre, n° 8, à Paris, demande une annuité de brevet pour un perfectionnement de la fermeture des croisées. (Arts économiques.)

M. *Capitaine*, joaillier, rue Sainte-Anne, 53, donne communication à la Société des divers outils qu'il a inventés pour sa profession et qui sont maintenant en usage, depuis plusieurs années, dans les ateliers de joaillerie. Ce sont : le chasse-pierre à réservoir pour démonter les diamants, le boulet-coussin pour mouvementer les pièces de bijouterie et de joaillerie, une machine à roder et des tubes sans assemblage, un atelier portatif du mouleur, etc., etc. (Renvoyé au comité des arts économiques et à la commission des beaux-arts.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Frein pour chemins de fer.* — M. *Baude* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le frein de M. *Stilmant* pour enrayer les trains de chemin de fer.

Il propose de remercier l'inventeur de son intéressante communication, et de faire insérer dans le *Bulletin* le rapport, ainsi que les dessins qui l'accompagnent.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Roue de brouette en fer. — M. *Baude* lit, au nom du même comité, un rapport sur les roues de brouette en fer que M. *Marché* a présentées à la Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité propose de faire insérer au *Bulletin* le rapport avec un dessin de la roue.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Gabarit plastique. — M. *Homberg* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur un gabarit ou calibre plastique que M. *Reigel,* carrossier, avenue d'Eylau, 16, à Paris, a présenté à l'examen de la Société.

Le comité propose de remercier l'inventeur de la communication qu'il a faite, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. cahier de février 1872, p. 55.)

Huiles non siccatives et siccatives. — M. *Barral* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur un mémoire présenté par M. le docteur *Sacc,* professeur à l'Université de Neuchâtel (Suisse), contenant des expériences sur l'action que l'acide nitrique et la soude caustique exercent sur les huiles non siccatives et siccatives.

Le comité propose de remercier M. *Sacc* de son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, avec un tableau extrait des deux notes de M. *Sacc.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 105.)

COMMUNICATIONS. — *Filature du chanvre, du lin et de la soie; ses progrès.* — M. *Alcan* présente à la Société un tableau résumé des progrès réalisés en France dans la filature du chanvre, du lin et de la soie. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

M. le *Président,* en remerciant M. *Alcan* de l'intéressante communication qu'il vient de faire, et en le priant de remettre à une autre séance ce qu'il peut avoir à dire sur la filature de la soie, signale à la Société une fabrique pour la préparation du lin et du chanvre, qu'il a vue au Bas-Meudon en 1823, et qui donnait des produits d'un éclat et d'une beauté considérables, comparables à la soie, par un traitement par la chaux et le chlorure de soude. Cette fabrique n'a pas pu se soutenir, parce que les déchets étaient si grands, que les prix de revient étaient loin d'être rémunérateurs.

Produit des chemins de fer pour l'État. — M. *Baude,* vice-président de la Société, donne communication, au Conseil, d'un tableau dans lequel sont résumées les recettes que l'État a perçues, en 1870, sur les chemins de fer. (Cette communication sera insérée au *Bulletin.*

Fourneau à gaz pour petit atelier. — M. *Debray* présente à la Société, de la part de M. *Wiesneg,* place de la Sorbonne, à Paris, les perfectionnements que cet artiste a apportés au fourneau à gaz de M. *Perrot.*

Il a réduit beaucoup les dimensions de l'appareil. Le gaz passe d'abord dans un réservoir horizontal qu'il traverse en aspirant l'air atmosphérique par trois orifices; et leur ouverture est réglée, à volonté, par une petite plaque tournante. De là le gaz est conduit sous le creuset par six tubes partant du réservoir, dirigés non pas sur le centre de l'appareil, mais d'une manière excentrique, pour donner à la flamme un mouvement rotatoire autour du creuset qui est léché par elle dans toutes ses parties. Le creu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

set est surmonté d'un dôme, et les gaz de la combustion, avant de se rendre dans la cheminée, circulent entre l'enveloppe intérieure en terre réfractaire qui est placée autour du creuset, et l'enveloppe extérieure de l'appareil, laquelle n'a pas plus de 25 centimètres de diamètre.

M. *Wiesneg*, par cette installation ingénieuse du fourneau, a pu donner ainsi les moyens de fondre 500 grammes de cuivre, de fonte ou d'autres métaux plus fusibles dans un espace très-limité et à peu de frais, car l'appareil entier ne coûte que 70 fr., et peut faire partie de l'outillage d'un grand nombre de petites industries où il est déjà très-recherché. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Affinage de l'or. — M. *Debray* donne connaissance, à la Société, d'un procédé pour l'affinage de l'or, qui a rendu dernièrement des services importants dans une circonstance particulière où se trouvaient les Hôtels des monnaies de France et d'Angleterre.

L'or venant de l'Australie est ordinairement mélangé de divers métaux. L'affinage ordinaire suffit, en général, pour le purifier; mais il est arrivé dernièrement que de l'or presque pur ne fournissait, après avoir été convenablement traité, que des monnaies cassantes, friables comme une brique mal cuite. Les opérations antérieures ne donnaient aucun avertissement; la fonte, le laminage, le découpage en flans se passaient comme à l'ordinaire, et le flan était ductile, solide et sonore; mais, après le coup de balancier, la pièce produite était friable et désagrégée. Les recherches faites à cette occasion ont montré que cette singulière propriété tenait à une très-petite quantité (souvent moins d'un millième) de divers métaux, parmi lesquels le plomb paraît être celui qui a le plus d'action. Les quantités de cet alliage étaient, d'ailleurs, considérables; en Angleterre, 23000 kilog. d'or avaient été rejetés déjà comme impropres à la fabrication des monnaies; la banque de France en possédait pour 25 millions de francs, et les frais pour soumettre cette masse à un affinage régulier auraient été très-élevés.

C'est alors qu'on a pensé, en Angleterre, à faire passer un courant de chlore gazeux sur le métal fondu et recouvert d'une couche de borax comme à l'ordinaire. Le chlorure d'or ne pouvant pas se former à cette haute température, à laquelle il se décomposerait au contraire, les autres métaux sont chlorurés et en peu d'instants l'affinage est complet. Les parcelles de chlorure d'argent qui pourraient s'y trouver ne sont pas perdues, parce que ce chlorure se dissout dans le borax qui sert de couverte à l'or fondu.

Après quelques observations de M. *Peligot*, qui indique les métaux contenus dans cet or fragile, et qui fait connaître l'origine probable du plomb qui est en majeure partie cause de ces inconvénients, M. le *Président* remercie M. *Debray* des intéressants détails qu'il vient de donner, et le prie d'en faire l'objet d'une note qui sera insérée au *Bulletin*.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

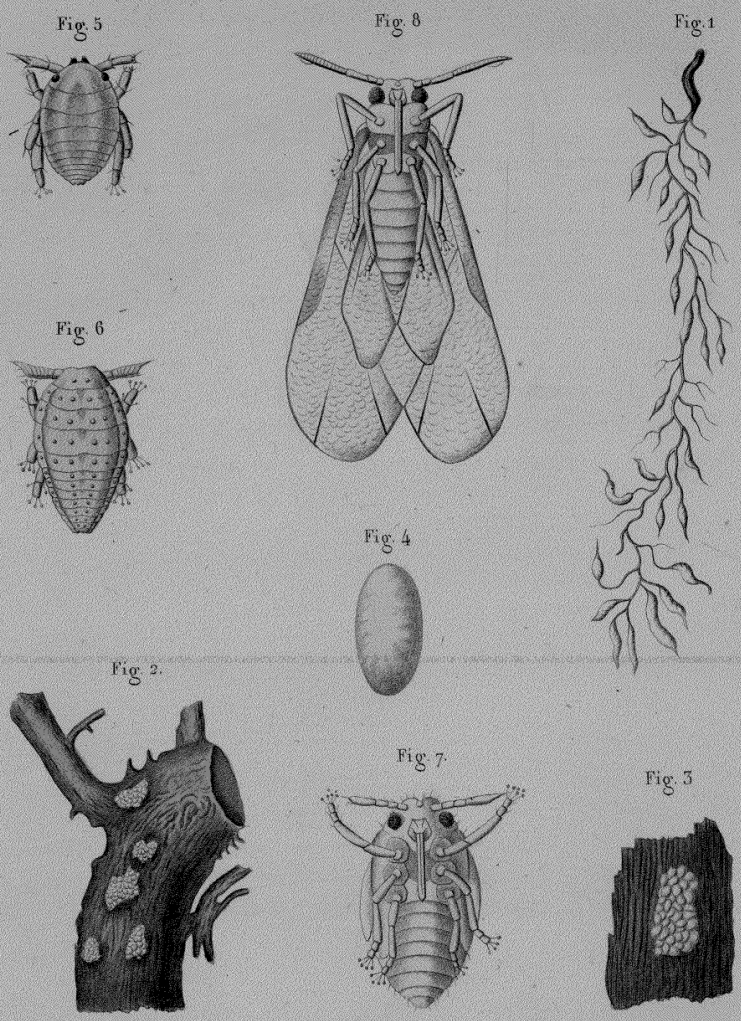


Fig. 1 Radicelles malades avec nodosités — Fig. 2 Fragment de racine avec groupe de Phylloxera — Fig. 3 Groupe de Phylloxera grossi — Fig. 4 Œuf de Phylloxera grossi — Fig. 5 Jeune des racines, grossi — Fig. 6 Adulte des racines, grossi — Fig. 7 Nymphe grossie — Fig. 8 Insecte ailé vu en dessous et grossi.

Imp. Lamoureux Rue Lacépède, 38. Paris. *Lagesse sc.*

PHYLLOXERA VASTATRIX DE LA RÉGION DE L'OLIVIER

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

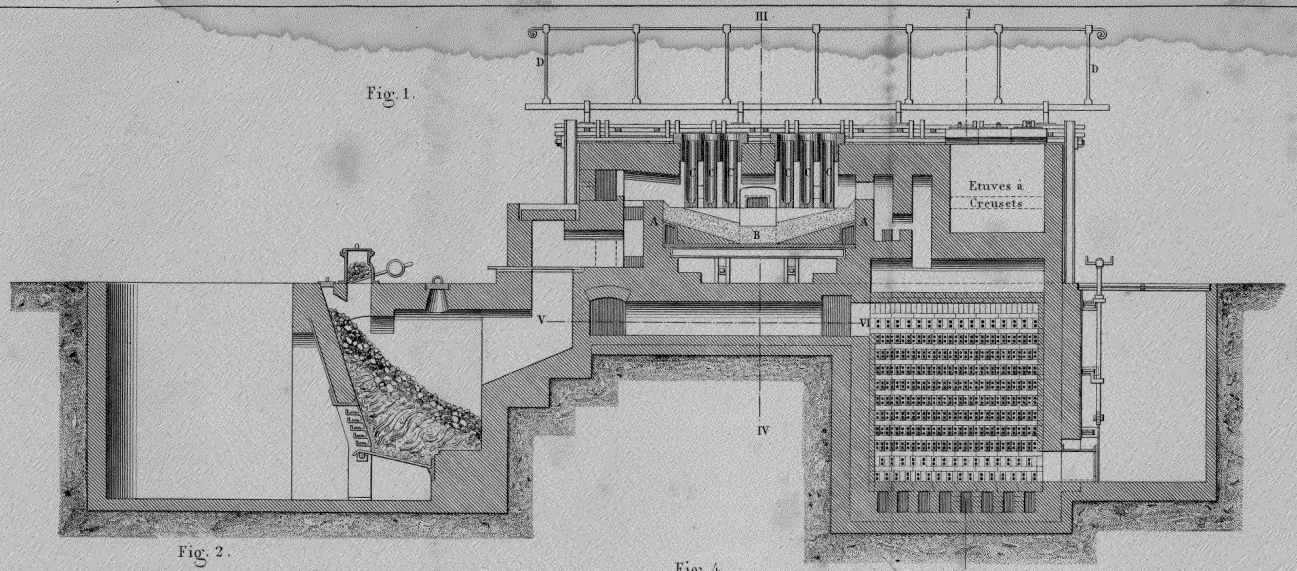


Fig. 2.

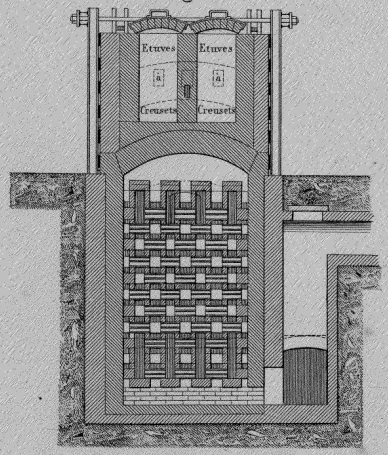


Fig. 4.

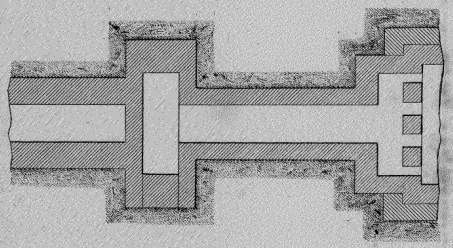
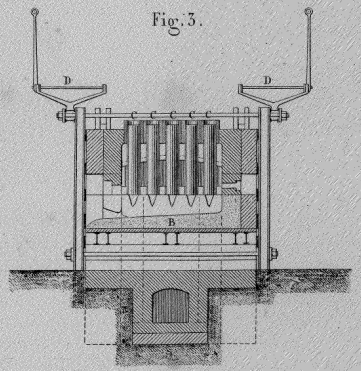
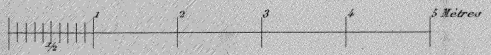


Fig. 3.





Imp. Lamoureux, r. Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

FOUR DE FUSION POUR LE TRAITEMENT DES MINERAIS DE FER, PAR M. PONSARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Avril 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ART DES MINES.

RAPPORT *fait par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* PARACHUTE DE MINES *présenté par* M. JACQUET aîné, *constructeur de machines, à Arras.*

Messieurs, M. Jacquet aîné, constructeur de machines, à Arras, a présenté à la Société un parachute de mines dont il est l'inventeur, destiné, comme son nom l'indique, à maintenir la cage d'extraction suspendue dans le puits, en cas de rupture du câble.

1. — Tout appareil de ce genre se caractérise immédiatement par deux points essentiels : en premier lieu, l'organe d'accrochage, replié sur lui-même en temps ordinaire, et se développant seulement au moment de la rupture, pour faire prise avec le cuvelage du puits; en second lieu, le déclanchement spontané destiné à le mouvoir, et qui, en repos relatif pour la manœuvre normale, entre subitement en action par le seul fait de la rupture du câble.

L'organe d'accrochage peut être, comme dans le parachute Buttgenbach, un verrou qui s'engage dans des échelons fixes, un serrage à frottement comme dans le parachute Salva, ou des griffes comme dans le parachute Fontaine. L'appareil qui vous est aujourd'hui soumis est un parachute à griffes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, le déclanchement peut fonctionner, soit par la pesanteur à l'aide d'excentriques comme dans le parachute Herpin, ou de coins comme dans le système Fourdrinier, soit par un ressort comme dans le parachute Fontaine. L'appareil de M. Jacquet aîné est un parachute à ressort.

On voit donc que, parmi les systèmes antérieurs, celui dont il se rapproche le plus est le parachute Fontaine, qui est, comme lui, à griffes et à ressort. Il s'en distingue, toutefois, sous l'un et l'autre de ces deux rapports, par des perfectionnements qui ont leur importance et qui doivent être particulièrement l'objet de notre attention. Mais il faut, avant tout, pour cela, faire connaître en peu de mots le dispositif adopté par M. Jacquet.

2. — Le câble s'adapte directement à une anse, surmontant une tige centrale. Celle-ci soutient la cage par la face inférieure de son toit au moyen du ressort dont j'ai parlé. La flexion que détermine le poids fera donc émerger la tige au-dessus du toit d'une certaine longueur, qui y rentrera, au contraire, subitement si cette tension vient à être supprimée par la rupture du câble. Deux petites bielles s'articulant aux côtés de la tige centrale commandent des leviers embranchés à angle droit sur deux arbres horizontaux placés sous le toit de la cage. Le mouvement de rentrée spontanée de la tige à l'intérieur déterminera pour ces arbres une rotation d'un certain angle. Or ils portent encore, à leurs extrémités, d'autres leviers embranchés comme les premiers à angle droit et munis de griffes. Ces leviers sont au nombre de deux par arbre, quatre en tout, répartis en deux paires, dont chacune serre sur ses deux faces opposées une longrine verticale régnant sur toute la hauteur du puits. Dans l'état de tension normale du ressort, les griffes se trouvent écartées des longrines; à l'instant de la rupture, elles se rapprochent et les deux pièces de bois se trouvent saisies sous leur étreinte.

3. — Les différences les plus essentielles qui distinguent ce dispositif de celui de M. Fontaine sont les suivantes :

Le ressort employé par ce dernier est en hélice, et disposé dans des boîtes centrales suivant l'axe. Il ne commande pas directement, ou, si l'on veut, géométriquement les bras du parachute, qui forment un **V** renversé et articulé. On peut même pendant la marche normale, tandis que le ressort garde sa tension constante, prendre les pièces à la main et les écarter à volonté. Ce qui déterminera spontanément cet écartement, au moment de la rupture, est l'abaissement subit du sommet du **V** par la détente du ressort. Ce point se trouve par là plus rapproché qu'auparavant d'une traverse horizontale sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

extrémités de laquelle reposent les bras, forcés dès lors de dessiner un angle plus ouvert. Mais ces bras peuvent ensuite, en raison de leur indépendance du ressort, rester écartés pendant que celui-ci se comprime de nouveau. Cette nouvelle compression est en effet inévitable, attendu que la détente a été en quelque sorte instantanée, tandis que la chute de la cage sur une hauteur égale à l'allongement, qui s'opère d'après les lois de la pesanteur, prend plus de temps. Les griffes sont donc déjà arc-boutées sur le cuvelage, lorsque la charge vient leur donner un énorme coup en comprimant le ressort dont une extrémité est arrêtée avec la tête du **V**, tandis que l'autre suit le mouvement. Après quoi, le système reste suspendu sur les griffes et le cuvelage, comme il l'était auparavant sur le câble et les bobines, mais toujours par l'intermédiaire du ressort qui ne reste comprimé que justement parce qu'il transmet le poids sur les appuis.

Dans le parachute Jacquet, au contraire, il y a connexion directe et géométrique entre le ressort et les griffes, par le jeu des bielles, arbres et leviers que j'ai décrit. Si le ressort est bandé, les griffes sont écartées; si les griffes sont en prise, le ressort est détendu nécessairement. Il n'est pas besoin d'autre explication pour montrer que, quand la cage sera suspendue au cuvelage par le serrage des griffes, le ressort sera débandé et, par conséquent, ne portera plus rien. La précision de cet assemblage arrêtera la cage avant qu'elle ait pu acquérir une vitesse notable. De plus, la prise des griffes s'opérant progressivement, l'arrêt pourra être précédé, si cette vitesse est encore trop considérable, par un certain arrachage des fibres sur une faible hauteur qui fera l'effet d'un frein et modérera la dureté de l'arrêt. Il y a lieu, en même temps, de recommander un graissage soigné des articulations pour qu'aucun obstacle ne gêne leur jeu, au moment toujours imprévu de la détente du ressort.

4. — Il découle de ces considérations deux avantages importants. D'une part, le ressort ne subit dans le parachute Jacquet aucun des deux chocs qui ont lieu dans le système Fontaine, celui de la charge comme un coup de massue et le choc plus prolongé du câble qui s'amoncelle sur le toit de la cage. En effet, le ressort restait, dans le système Fontaine, l'intermédiaire obligé de la transmission des forces énormes qui sont en jeu. Ici, au contraire, il n'est que l'agent de la mise en train du jeu des griffes et des liaisons solides qui les réunissent à la cage; absolument comme dans le parachute Buttgenbach, cité plus haut, dans lequel le ressort, bandé en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps ordinaire, se détend lors de la rupture, en poussant des verrous qui sont ensuite chargés seuls de porter la charge sans le secours du ressort.

Le second avantage consiste en ce que le ressort Fontaine, s'il est calculé pour la marche normale pendant laquelle il porte uniquement la cage, les waggons et la houille, sera insuffisant pour supporter, en outre, le câble qui peut s'amonceler sur le toit presque en entier ; ou bien, s'il est calculé pour l'ensemble de ces deux poids, il se trouvera dans des conditions moins favorables que celui de M. Jacquet, qui n'est chargé, en temps ordinaire, que du premier de ces poids et a cessé ses fonctions lorsque le câble vient s'y ajouter. D'ailleurs, M. Jacquet substitue au type du ressort à boudin celui qui est ordinairement employé à la suspension des véhicules, qu'il considère comme plus favorable pour la résistance.

5. — Un autre perfectionnement, distinct des précédents, concerne le mode d'action des griffes. Elles agissent dans le système Fontaine, de dedans en dehors, sur les pièces du cuvelage, de sorte que, si celles-ci ne sont pas solidement appuyées contre un terrain plein et résistant, elles sont exposées à fléchir et à rendre la prise insuffisante. M. Jacquet, au contraire, fait saisir chaque longrine sur ses deux faces opposées, entre deux griffes qui constituent une véritable mâchoire d'une grande puissance, car ses bras de leviers sont fort courts.

6. — Le brevet de M. Jacquet est actuellement périmé. Plusieurs témoignages honorables ont été déjà accordés à son appareil : une mention honorable à l'Exposition de 1855, un second prix à l'Exposition de Londres en 1862, une médaille au concours régional d'Arras en 1862.

Un certain nombre de parachutes de ce système sont installés à Lens, à Bezenet, etc. De nombreux accidents ont été déjà évités et la vie des hommes sauvegardée à plusieurs reprises. D'après les relations qui en ont été dressées, le glissement de la cage aurait été chaque fois très-court, et celle-ci se serait trouvée déjà fixée sur les guides avant la chute du câble sur son toit. Cette circonstance, démonstrative de l'efficacité du système, a, du reste, pour effet de rendre le choc du câble encore plus intense, et oblige à établir avec une grande solidité ce toit, qui préserve, en même temps que les hommes, tout le mécanisme placé sous sa face inférieure.

7. — Votre comité, Messieurs, a pensé que le parachute de mines de M. Jacquet aîné, d'Arras, présente les caractères d'un appareil bien combiné en vue des nécessités si graves de son emploi. Il vous propose donc d'ac-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

corder à ce système votre approbation, en ordonnant l'insertion, dans le *Bulletin* de la Société, du présent rapport avec les dessins à l'appui.

Signé HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 19 *janvier* 1872.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 467 REPRÉSENTANT LE PARACHUTE DE MINES DE M. JACQUET AÎNÉ.

Fig. 1. Section longitudinale de la cage, munie du parachute.

Fig. 2. Section taansversale.

Fig. 3. Vue partielle de bout.

Fig. 4. Vue partielle en dessus.

A, cage en fer, à claire-voie, divisée en deux étages et destinée à recevoir alternativement des waggons pleins et vides.

B, B, longrines verticales, régnant dans toute la hauteur du puits de chaque côté de la cage, à laquelle elles servent de guides.

C, doubles pattes, embrassant les guides B et servant à assurer la verticalité du mouvement de translation de la cage; il y a, de chaque côté, deux doubles pattes semblables fixées au toit et à la base de cette cage.

D, tige verticale, munie, à son extrémité supérieure, d'une anse à laquelle s'attache le câble de suspension; cette tige, qui traverse le toit de la cage suivant l'axe par une ouverture dans laquelle elle peut jouer librement, supporte l'appareil au moyen d'un ressort E, disposé comme un ressort de voiture suspendue.

E, ressort, à plusieurs lames, fixé, par son milieu, dans l'étrier qui forme la partie inférieure de la tige D; les extrémités de ce ressort, qui sont libres et qui buttent contre le dessous du toit de la cage, sont munies de petits galets qui leur permettent de glisser plus facilement quand le ressort est mis en tension ou qu'il revient à sa position initiale.

F, collier dans lequel passe librement la tige D, et servant à assurer la verticalité du mouvement d'ascension ou de descente de cette tige résultant de la tension ou de la distension du ressort; ce collier est maintenu sur le toit de la cage au moyen de deux jambes boulonnées F'.

G, G, bielles s'articulant, d'une part, sur la tige D en dehors de la cage et, d'autre part, sous le toit de celle-ci, aux petits leviers H, H.

H, H (fig. 2), petits leviers, en forme de manivelles, reliés aux bielles G et embranchés à angle droit sur les deux arbres I, I, dont ils commandent le mouvement de rotation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

I, I, arbres horizontaux, placés sous le toit de la cage parallèlement à son grand axe, et pouvant tourner dans les collets qui les retiennent, en produisant le serrage ou le desserrage des griffes J, suivant le sens de leur rotation.

J, J, leviers à griffes, calés, en dehors de la cage, à chaque extrémité des arbres I, et destinés à serrer les guides B par leurs faces opposées.

Les leviers H et les griffes J sont disposés sur les arbres I, de manière à produire les résultats suivants :

1° Quand la cage est suspendue au câble, la charge déterminant la tension du ressort, la tige est à son maximum de sortie au-dessus du toit, et, en se relevant, elle a produit l'écartement des griffes J, par l'intermédiaire des bielles G, des leviers H et des arbres I; la position des pièces est indiquée en ponctué sur la figure 3.

2° Quand le câble vient à se rompre, le ressort, reprenant sa courbure initiale, fait redescendre la tige, et, par un mouvement inverse de toutes les pièces intermédiaires, rapproche les griffes J et les met instantanément en prise sur les guides B.

K, rails disposés, à chaque étage de la cage, pour l'entrée et la sortie des waggons.

L, barrières mobiles, placées à chaque étage et de chaque côté de la cage, pour empêcher les waggons de sortir pendant l'ascension et la descente.

(M.)

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DEBRAY, *au nom du comité des arts chimiques, sur un Mémoire traitant de la* DIFFUSION DE LA VAPEUR DU MERCURE *et de ses applications par* M. MERGET, *à Lyon.*

Messieurs, M. Merget, professeur de physique à la Faculté des sciences de Lyon, a publié récemment un mémoire important sur la diffusion de la vapeur de mercure. Ce mémoire contenant un certain nombre de faits qui intéressent l'industrie, votre comité des arts chimiques m'a chargé de l'examiner et d'en rendre compte au Conseil.

Le mercure émet des vapeurs aux températures ordinaires. Quoique leur tension soit trop faible pour être directement mesurée, du moins au-dessous de 100 degrés, on peut, néanmoins, mettre en évidence leur existence dans une atmosphère qui a le contact du mercure par des méthodes variées.

Faraday a montré, par exemple, que, lorsqu'on introduit une goutte de mercure dans un flacon dont la température est de 20 ou 25 degrés et qu'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fixe une feuille d'or au bouchon, cette feuille blanchit par l'amalgamation au bout de quelques jours. A 0 degré, les parties de la feuille qui sont très-près du mercure éprouvent seules l'action de ce métal. A —7 degrés, la vaporisation paraît nulle, l'or reste intact.

John Davy, ayant placé dans une armoire une cuve à mercure au-dessus de laquelle se trouvait, à 2 pieds de distance environ, un flacon d'iode dont le bouchon fermait mal, trouva, après un certain temps, que la partie supérieure de l'ouverture du flacon, tout autour du bouchon, était tapissée de cristaux, rouge cinabre, d'iodure de mercure. La température de l'armoire pendant ce laps de temps n'avait pas dépassé 13 degrés C.

L'argent, convenablement préparé, peut aussi fournir un réactif sensible du mercure. On se souvient, en effet, du rôle important que la vapeur du mercure légèrement chauffé jouait dans la production des images daguerriennes, obtenues, comme on le sait, par l'action successive de la lumière et de la vapeur mercurielle sur une couche extrêmement mince d'iodure d'argent qui recouvrait une plaque de ce métal.

Enfin, le soufre utriculaire que M. Brame obtient par la condensation de la vapeur du soufre sur des corps froids et qui possède la propriété de rester plus ou moins longtemps liquide à la température ordinaire peut aussi servir de réactif à la vapeur mercurielle contenue dans l'air, car il se combine directement avec elle en donnant naissance à un sulfure noir de mercure facile à reconnaître.

A défaut de ces diverses réactions, l'action toxique exercée par la vapeur mercurielle sur les animaux et les végétaux que l'on fait séjourner dans une atmosphère limitée au-dessus du mercure suffirait pour démontrer la production de cette vapeur aux températures ordinaires.

On rapporte souvent, à ce sujet, un fait qui s'est produit au commencement du siècle à bord d'un vaisseau espagnol qui, entre autres marchandises, portait du mercure dans des sacs de cuir. Un de ces sacs s'étant rompu pendant le trajet, le mercure se répandit dans le bâtiment, et tout l'équipage fut atteint d'une forte salivation avant d'arriver à destination.

En ce qui concerne les végétaux, M. Boussingault nous a montré que les feuilles des plantes qu'on place sous une cloche contenant du mercure noircissent d'abord et meurent ensuite, par suite de l'action de la vapeur mercurielle qui pénètre dans leurs parties vertes.

Nous savions donc, antérieurement aux recherches de M. Merget, que le mercure se vaporise sensiblement aux températures ordinaires; mais, d'après

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'expérience de Faraday, on admettait généralement que cette vaporisation cessait de se produire au-dessous de — 7 degrés C.

M. Merget, guidé par des considérations théoriques que je n'ai pas à indiquer ici, a été conduit à mettre en doute, non pas l'expérience de Faraday, mais la légitimité de la conclusion qu'on en avait tirée. Il peut se faire, en effet, que la lame d'or ne soit pas un réactif snffisamment sensible pour déceler, dans une atmosphère, la quantité de mercure extrêmement petite que la vaporisation à basse température peut y émettre et qu'on pourrait, cependant, y constater à l'aide d'un réactif plus impressionnable.

M. Merget a fait voir que les solutions salines des métaux précieux remplissent parfaitement cette condition d'extrême sensibilité. Étendues sur du papier ordinaire après addition de substances hygrométriques qui retardent leur dessiccation, ces solutions sont réduites par la vapeur de mercure. Le métal réduit recouvre le papier et lui communique des teintes de plus en plus foncées qui aboutissent définitivement au noir, mais avec des tons variables suivant la nature des métaux et assez nettement caractéristiques pour chacun d'eux.

Les solutions dont il s'est plus particulièrement servi sont : les chlorures solubles d'or, de platine, de palladium et d'iridium, et l'azotate d'argent ammoniacal en dissolution, aussi concentré que possible. Avec ces réactifs, il devient facile de constater que le mercure, même solidifié par un froid de — 40 degrés, émet encore des vapeurs appréciables; que les vapeurs mercurielles ont, comme tous les gaz connus, la propriété d'être condensées par un certain nombre de corps dépourvus de toute action chimique sur elles, tels que le charbon et le platine, et de traverser avec une extrême facilité les corps poreux tels que le bois, la porcelaine dégourdie, etc. Il est facile de voir les applications qu'on peut tirer de ces faits importants.

Les sels de platine, et surtout d'iridium, peuvent servir à la façon de l'encre pour tracer, sur le papier, le linge ou tout autre corps incapable de les réduire, des caractères ou des figures qui, soumises à l'action des vapeurs mercurielles, deviendront noires par suite de la réduction du métal et constitueront des empreintes inattaquables à la plupart des agents chimiques les plus énergiques.

On trouvera donc ainsi, dans l'emploi combiné de ces sels et du mercure, un moyen facile d'obtenir des encres indélébiles pour écrire ou dessiner sur le papier, le linge et le bois, dont le tissu est bien plus altérable que le platine ou l'iridium.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au lieu d'employer les solutions de sels de métaux précieux, comme encres d'écritures ou de dessin, M. Merget les étend aussi en couches minces sur du papier ordinaire et les expose ensuite aux vapeurs émises par les traits de caractères ou de dessins préalablement mercurisés, et arrive ainsi à résoudre, dans des conditions nouvelles, le problème important de l'impression photographique sans lumière.

« Il suffit, pour cela, dit M. Merget, d'exposer un positif sur verre, ou « même sur papier quand il est convenablement préparé, aux vapeurs de « mercure que l'argent réduit peut condenser avec une très-grande énergie, « et qu'il abandonne ensuite lorsqu'on presse le cliché sur une feuille de « papier sensibilisé avec la solution d'un sel quelconque des métaux pré- « cieux.

« Les épreuves ainsi imprimées, quand elles proviennent d'un sel d'argent, « se virent et se fixent par les procédés employés en photographie; quand « elles proviennent d'un sel d'or, de palladium, de platine et d'iridium, le « virage se trouvant naturellement supprimé, le fixage s'obtient par un simple « lavage à l'eau ordinaire. »

Il importe de remarquer que les épreuves obtenues avec des sels autres que celui d'argent ont sur les épreuves photographiques ordinaires l'avantage essentiel d'être absolument inaltérables à la lumière et aux divers agents atmosphériques. Les photographies à l'argent ont malheureusement l'inconvénient de pâlir avec le temps et de disparaître à la longue; il est donc bien à désirer, dans l'intérêt de la conservation de ces épreuves, que le procédé de M. Merget entre bientôt dans la pratique usuelle. Ses premiers essais ont fourni des spécimens que la Société a eus récemment sous ses yeux, qui sont assez parfaits pour permettre d'espérer que son procédé aura bientôt sa place parmi ceux que les photographes exploitent journellement.

Le travail de M. Merget nous intéresse encore à un autre point de vue. Il est clair que, grâce à la sensibilité de son réactif, l'étude des questions relatives à l'hygiène des professions où l'on emploie le mercure et ses amalgames peut être reprise et poussée à un degré de précision vraiment inespéré (1).

(1) On sait que dans les localités où l'on exploite le mercure, à Almaden par exemple, les ouvriers éprouvent tous les accidents dus à l'intoxication mercurielle. Les réactifs de M. Merget permettent évidemment d'étudier, mieux qu'on n'a pu le faire jusqu'à ce jour, les conditions d'une exacte condensation du mercure dans les appareils où elle s'effectue. Il est possible que le rendement du métal ne s'en trouve pas augmenté, mais l'intérêt des ouvriers attachés à ce travail exige impérieusement que cette question soit reprise.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On pouvait croire, par exemple, que l'étamage des glaces dans un local spacieux et largement aéré était sans danger pour les ouvriers qui n'y séjournent, d'ailleurs, que quelques heures par jour. M. Merget démontre avec son réactif que l'atmosphère de ces locaux, même dans les conditions favorables indiquées ci-dessus, contient toujours du mercure; que les ouvriers, qui n'y travaillent cependant que quatre heures par jour, ont leur peau, leur barbe, leurs cheveux et tous leurs vêtements imprégnés de mercure condensé; de sorte que, même en dehors de l'atelier, ils restent encore sous l'influence de ce métal si dangereux. Les précautions ordinairement prises sont donc, en réalité, insuffisantes. Pour combattre les effets des vapeurs mercurielles, M. Merget avait d'abord essayé d'employer le soufre, qui possède, comme l'a démontré M. Boussingault, la propriété d'annihiler l'action des vapeurs mercurielles sur les parties vertes des plantes, lorsqu'on le met à côté du mercure, dans une atmosphère limitée, où s'opère la végétation. Mais le soufre ne paraît pas être un contre-poison aussi puissant pour les animaux que pour les végétaux. Des oiseaux et des cabiais placés dans les conditions précédentes et soumis, par conséquent, à l'action simultanée du soufre et du mercure n'ont pas tardé à périr.

Le chlore a mieux réussi à M. Merget; mais si l'on remarque que cet agent peut, s'il est en léger excès sur la vapeur mercurielle, donner naissance au sublimé corrosif, l'un des agents toxiques les plus énergiques parmi ceux que nous connaissons, on voit avec quelle circonspection il conviendrait d'employer un pareil antidote. Le moyen de détruire la vapeur de mercure dans les atmosphères qui en contiennent est donc encore, sinon à trouver, tout au moins à régler dans son emploi. Mais, grâce aux recherches de M. Merget, c'est évidemment là un problème facilement abordable et dont on peut, par conséquent, espérer une prompte solution.

Le travail de M. Merget mérite donc d'être connu de tous ceux qui s'intéressent au progrès de la science appliquée. Aussi votre comité des arts chimiques vous demande, comme témoignage du vif intérêt que lui ont inspiré ces recherches, de remercier M. Merget de son importante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé DEBRAY, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *mars* 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLECTRO-MÉTALLURGIE.

RAPPORT *fait par* M. LAMY, *au nom du comité des arts chimiques, sur l'industrie du* NICKELAGE *et sur l'introduction, en France, de cette industrie par* M. GAIFFE, *rue Saint-André-des-Arts,* 40, *à Paris.*

Messieurs, parmi les métaux que leur rareté ou leur nouveauté n'avait pas permis encore d'utiliser directement dans l'industrie, on peut citer le nickel. Bien que sa découverte remonte à plus d'un siècle, ce métal, à cause de son prix élevé, n'a été employé, jusque dans ces dernières années, que pour former des alliages, dont les principaux sont connus sous les noms de *maillechort*, d'*argentan* et d'*alfénide*. Cependant sa belle couleur blanche, semblable à celle du platine (1), sa dureté, sa ténacité supérieures à celles du fer et son inaltérabilité très-grande, relativement à celle de ce dernier, constituent un ensemble de qualités précieuses qu'il était désirable de voir utilisées directement dans l'industrie et les arts. Les travaux de divers savants, notamment de MM. Becquerel, Böttger et Jacobi ont démontré, il y a déjà trente ans, la possibilité de mettre à profit ces importantes propriétés, comme on l'a fait pour la couleur et l'inaltérabilité de l'or et de l'argent, en recouvrant par voie électro-chimique certains métaux usuels d'une couche continue et adhérente de nickel. Dès 1841, de Ruolz avait breveté le nickelage en même temps que d'autres dépôts métalliques; mais les procédés, qui reçurent un commencement d'exécution dans l'usine de MM. Christofle et comp., furent abandonnés par suite de diverses circonstances, et particulièrement à cause des soins que réclamaient alors la dorure et l'argenture. En réalité, c'est seulement depuis trois ans que le dépôt galvanique du nickel est entré définitivement dans le domaine de la pratique pour devenir une industrie courante.

Le nickelage a été créé aux États-Unis par M. Isaac Adams, de Boston, au commencement de l'année 1869, et ses progrès ont été assez rapides pour que la Société *Nickel Platin Company* ait aujourd'hui concédé le droit d'exploitation à plus de trente usines qui sont en pleine voie de prospérité.

Le procédé de M. J. Adams a été introduit, en France, à la fin de 1869, par

(1) Avec reflets jaunâtres, tandis que le platine a des reflets bleuâtres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Gaiffe, habile constructeur d'appareils électro-médicaux, à Paris, et, dès cette époque, M. Gaiffe a présenté à la Société plusieurs spécimens de sa fabrication.

Après avoir constaté tout particulièrement la résistance à l'oxydation, dans l'air humide et les laboratoires de chimie, des objets nickelés soumis à son examen, votre comité est allé visiter l'atelier de M. Gaiffe et a pu se convaincre de l'importance réelle de l'industrie naissante.

Jusqu'à ce jour, le dépôt galvanique de nickel s'applique surtout aux objets de sellerie, de serrurerie, d'arquebuserie, de chirurgie et, en général, à tous les objets en fer facilement oxydables au contact des mains ou de l'air humides, ou en cuivre, non moins altérables, quand ils sont exposés aux vapeurs salines de la mer.

Le sel de nickel employé pour former les bains électro-chimiques est le sulfate double de nickel et d'ammoniaque parfaitement neutre. Les dépôts s'effectuent facilement, sûrement, et tout le travail est fait dans des conditions d'économie qui semblent devoir assurer le succès de l'application nouvelle. En effet, le prix de revient du dépôt de 1 gramme de nickel, couvrant suffisamment un décimètre carré, n'est que de 10 centimes.

En conséquence, prenant en considération les résultats pratiques déjà obtenus et l'utilité qui peut résulter, pour la France, de l'extension donnée à l'industrie du nickelage, votre comité vous propose de remercier M. Gaiffe de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé LAMY, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *mars* 1872.

ARTS MÉCANIQUES.

ÉTUDE SUR LA TORSION PROLONGÉE AU DELA DE LA LIMITE D'ÉLASTICITÉ, PAR M. TRESCA,

Membre du Conseil.

Dans la plupart des essais auxquels nous nous sommes livré sur la résistance des matériaux, l'emploi d'une presse hydraulique nous a été d'un grand secours, surtout à partir du moment où cette presse a été munie d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

manomètre à piston différentiel et à air libre, dont la tare avait pu être faite, par comparaison avec des charges directes, de manière à éliminer toute incertitude relativement aux résistances passives de l'appareil.

M. Clair a construit, dans des conditions identiques avec les nôtres, plusieurs presses destinées à des expériences analogues, et qui sont maintenant employées d'une manière suivie pour déterminer les résistances à la rupture des matériaux de construction dans quelques pays étrangers. Il a eu récemment l'idée de compléter cette disposition en rendant ces appareils propres à l'exécution des expériences de torsion.

Les bancs de torsion employés pour les pièces de grandes dimensions sont de véritables treuils dans lesquels la pièce en expérience, fixée par une de ses extrémités, remplace en quelque sorte l'arbre du treuil et se trouve soumise à des torsions très-grandes. Dans les ateliers du chemin de fer du Nord, M. Alquié a tiré un excellent parti de cette disposition habituelle pour tordre et détordre les rails des diverses provenances, de manière à reconnaître ceux qui, sous ce rapport, présentaient la plus grande uniformité dans leur contexture et qui résistaient le mieux à tout décollage des fibres longitudinales.

Mais les appareils analogues, si utiles à ce point de vue, ne permettent pas, par suite du nombre des rouages qu'ils comportent, de mesurer les moments de torsion, et cette donnée, sur laquelle bien peu d'expériences ont été faites, serait de nature à combler l'insuffisance de nos connaissances acquises sur ce mode de déformation des matériaux.

Le procédé de M. Clair permet à chaque instant, et pour des solides de dimensions déjà grandes, de déterminer simultanément le moment des forces extérieures et l'angle de torsion correspondant; il offre, en outre, l'avantage d'agir d'une manière presque continue, sans provoquer de secousses nuisibles à la régularité du phénomène.

Nous décrirons d'une manière spéciale cet appareil ; qu'il nous suffise, en ce moment, d'en indiquer le principe. Le piston ordinaire de la presse est fileté à l'intérieur comme un écrou à plusieurs filets et à pas rapide, et disposé pour recevoir une vis dont la tête prend la place du plateau ordinaire de la presse. Au centre de cette tête se trouve une mâchoire dans laquelle s'encastre l'embase carrée de la pièce verticale que l'on veut essayer, et qui, à la partie supérieure, est de même encastrée dans une mâchoire semblable, invariablement fixée au sommier de la presse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons qu'au commencement de l'expérience la vis de la mâchoire inférieure ne soit pas à bout de course, il est évident que le piston de la presse devant se relever sous l'action de la pompe d'injection, alors que la distance entre les deux mâchoires est invariablement fixée par la longueur fixe de la pièce qui les réunit, il faudra que la vis tourne dans son écrou, ce qui ne pourra se réaliser qu'en imprimant une torsion à la pièce. La mesure de l'angle de torsion se fera facilement par la lecture de la division d'un cadran perpendiculaire à l'axe de la pièce; il n'est pas nécessaire d'insister sur ce point, mais l'évaluation du moment de torsion présentait des difficultés plus grandes.

Il serait, en effet, impossible de la déduire, directement et avec une exactitude suffisante, de la pression manométrique de l'eau dans l'intérieur du corps de presse, les frottements du cuir, et surtout ceux de la vis, devant nécessairement exercer une influence très-notable. Aussi, avant de recommander cet appareil pour l'étude des phénomènes de torsion, a-t-il été nécessaire de faire des expériences spéciales pour reconnaître l'influence de ces résistances passives.

A cet effet, la presse a été couchée horizontalement, et l'on a opposé au moment développé par la pression de l'eau, pour faire tourner le piston, celui d'un levier chargé de poids et lui faisant, dans chaque position, équilibre. Cet équilibre correspondait à la position horizontale de ce levier, vérifié à chaque observation par un niveau à bulle d'air adapté au levier lui-même. L'observation simultanée de la pression accusée par le manomètre et du moment résistant, dû au poids dont le levier était chargé et à son poids propre, a permis de former une table de tous les moments correspondant à chacune des pressions. Dans cette étude préparatoire le levier était formé d'une lame de fer de $0^m,01$ d'épaisseur et de $0^m,05$ de largeur, placée sur champ. Son poids équivalait à une charge de 4 kilog. placée à l'extrémité, c'est-à-dire à un mètre du centre de rotation. La chape et le plateau destinés à porter les poids additionnels comptaient pour 8 kilogrammes, en telle sorte que le levier sans charge équivalait par lui-même à un moment représenté par le nombre 12. Dans les trois séries d'expériences qui ont été faites, on a opéré successivement de la même façon pour des charges différentes au levier; toutes ces charges sont inscrites dans le tableau suivant, en tenant compte de la charge primitive de 12 kilog. due au levier lui-même. La deuxième expérience a été faite en déchargeant :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Charges du levier.	Hauteurs de la colonne de mercure.		
	1.	2.	3.
12	0,110	0,143	0,145
17	0,162	0,196	»
22	0,256	0,248	»
27	0,315	0,300	»
32	0,365	0,352	0,368
37	0,415	0,406	»
42	0,467	0,455	»
47	0.518	0,506	»
52	0,575	0,562	0,565
57	0,623	0,610	»
62	0,685	0,662	»
67	0,732	0,710	»
72	0,780	0,770	0,780
77	0,835	0,815	»
82	0,885	0,872	0,884
87	0.944	0,927	»
92	1,000	»	»

Ces trois séries de déterminations sont sensiblement représentées (fig. 1) par trois lignes parallèles, et la ligne droite moyenne qui en exprime l'ensemble

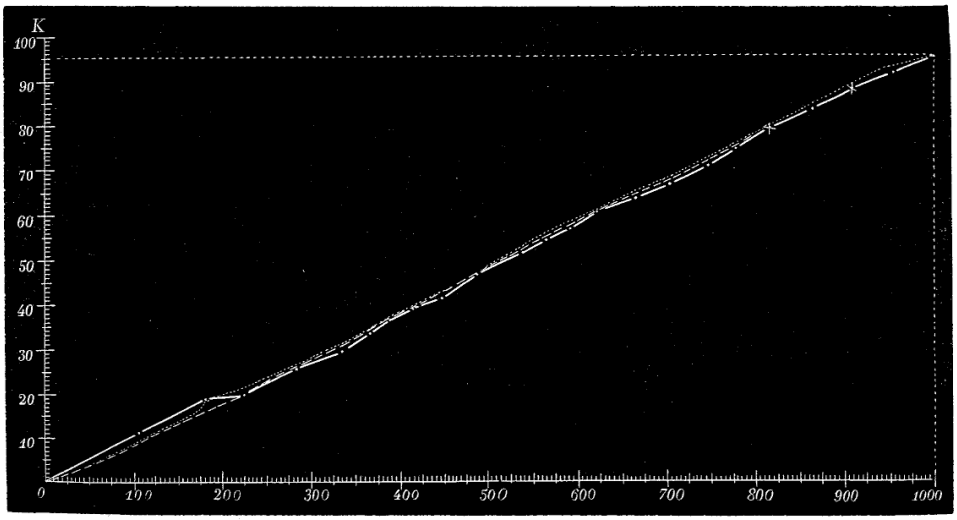


Fig. 1.

montre que la tare de l'instrument doit être considérée comme répondant à une charge de 92 kilog. pour une colonne de mercure de 1 mètre, soit à une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

colonne de mercure de $0^m,01087$ par kilog. Les résultats nous ont paru assez concordants pour adopter définitivement ce chiffre, qui nous servira dans les expériences dont nous avons maintenant à rendre compte.

Quant à la facilité de la manœuvre, elle n'a rien laissé à désirer.

Bien que la détermination directe qui vient d'être indiquée ait complétement éliminé l'influence du frottement, il n'est pas inutile de chercher à nous rendre approximativement compte de leur intensité.

La presse était à un seul piston $S = 35^{c2},25$; la tare précédemment faite de notre manomètre nous a appris qu'une colonne de mercure de $0^m,01$ correspond à une pression de 350,2 kilog. pour une section totale de piston égale à 181,5 centimètres carrés. Pour la colonne de 1 mètre de mercure au manomètre, l'effort total Q sera donc donné par la relation

$$Q = 350,2 \times 100 \times \frac{35,25}{181,5} = 6800 \text{ kilog.}$$

Pour comparer cet effort exercé par l'eau sur le piston à l'effort déterminé sur les filets de la vis, il faut d'abord faire remarquer que le pas de la vis est $h = 0^m,145$, et que le moment Pp, qui tend à produire la torsion, serait, abstraction faite des frottements, donné par la relation

$$Pp = \frac{Q\,h}{2\,\pi} = 156,78.$$

Cette valeur du moment développé est en disproportion considérable avec celui qui a été déterminé directement et qui, pour la même indication, s'élève seulement à 92.

En introduisant dans les équations du problème le frottement de la vis dans son écrou, celui du collet supérieur de cette vis sur l'obstacle fixe qui l'empêche de s'élever, enfin celui des oreilles du piston contre les colonnes de la presse, on est conduit à considérer la réaction S de l'obstacle fixe contre la vis, la réaction T des colonnes contre les oreilles du piston; en désignant par f le coefficient commun du frottement de la vis dans son écrou et sur son collet; enfin par f' le coefficient correspondant pour le frottement contre les colonnes, on arrive facilement à la formule suivante :

$$Pp = \frac{Q\,r\,(\text{tang } i - f)\,(t + ff') - f'r'\,Q\,[t\,(1 + f\,\text{tang } i) + f'r\,(\text{tang } i - f]}{t\,(1 + f\,\text{tang } i) + f'r\,(\text{tang } i - f)}.$$

Dans cette formule r' indique, au point de vue du frottement, le rayon moyen du collet, et t la distance des colonnes à l'axe de la vis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut faire dans cette formule $f = 0{,}10$, $f' = 0{,}20$, pour réduire le moment $P\,p$ à 104,7, ce qui est encore supérieur au moment 92 de l'observation directe.

Ces coefficients de frottement sont déjà très-grands, mais ils conduisent à $S = 6607$ kilog. et à $T = 965$ kilog. ; il ne faudrait pas s'étonner que les colonnes éprouvassent sous ce dernier effort une flexion notable ; cette flexion aurait évidemment pour conséquence d'augmenter beaucoup la pression latérale qu'elles ont à supporter; il est, d'ailleurs, fort possible que les enduits soient en partie expulsés, au collet, sous un effort de 6000 kilog. Ces observations présentées, il ne nous reste plus qu'à énumérer en elles-mêmes les expériences de torsion qui ont été faites avec l'appareil replacé verticalement dans les conditions suivantes :

Numéros des expériences.	Diamètre de la pièce.	Longueur de la partie tournée à ce diamètre.
	Mètre.	Mètre.
1 et 6	0,029	0,20
2	0,025	0,20
3	0,025	0,20
4	0,021	0,10
5	0,015	0,10

Le fer, de bonne qualité, s'est tordu avec une parfaite régularité, et s'est couvert, dans toute la longueur de la partie tournée, de nombreuses stries en hélice, qui lui donnent absolument l'apparence d'un cordage formé de filaments distincts (fig. 6). A l'intérieur le métal n'est pas désagrégé, quoique la torsion ait de beaucoup dépassé les limites ordinaires, mais nous verrons que chacune des files de molécules, primitivement parallèles à l'axe, s'est aussi contournée, comme celles de la surface, suivant des hélices de noyau moindre.

Nous inscrivons dans le tableau suivant l'ensemble des résultats observés en mettant en regard des déviations angulaires les indications manométriques observées pour chacun des échantillons. Nous avons, toutefois, rapporté à la longueur constante de 1 mètre les déviations angulaires qui n'ont été réellement observées que sur une longueur de $0^m{,}20$ et de $0^m{,}10$, de manière que ces déviations expriment, suivant sa définition ordinaire, l'angle de torsion.

Toutes les observations n'ont pu être faites pour les mêmes angles de torsion, mais au moyen d'un diagramme pour chaque expérience on a pu déter-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

miner par interpolation les chiffres nécessaires pour compléter les diverses colonnes du tableau suivant :

Désignation des échantillons.

ANGLES de torsion θ.	1 (n° 26). $d=0,029$; $l=0,20$.	6 (n° 25). $d=0,029$; $l=0,20$.	2 (n° 23). $d=0,025$; $l=0,20$.	3 (n° 24). $d=0,025$; $l=0,20$.	4 (n° 20). $d=0,021$; $l=0,10$.	5 (n° 17). $d=0,015$; $l=0,10$.
(Observations faites sur l'échelle du manomètre à piston différentiel.)						
5°	30	30	15	15	»	»
10	»	72	»	»	14	10
15	»	»	34	»	»	»
20	»	89	41	45	26	»
25	74	89,5	44	»	»	»
50	74	90	48	54	»	»
75	78	»	49	56	28	»
100	81	94	51	57	28	»
125	84	96,5	53	59	»	»
150	87	100	55	61	»	»
175	90	103	56	64	»	»
200	93	106	58	66	»	»
225	95	109	59	67	»	»
250	95	112	61	68	31,5	14
300	100	116	64	70	33	»
350	»	»	66	74	34	»
400	»	»	70	76	»	»
450	»	»	72	76	36	»
500	»	»	74	78	37	15,5
600	»	»	81	81	39	»
700	»	»	90	85	41	»
800	»	»	91	88	42,5	»
900	»	»	93	92	43,5	»
1000	»	»	94	94	44,5	18
1100	»	»	97	97	45,5	»
1200	»	»	99	99	47	»
1300	»	»	100	100	48,5	19
1400	»	»	»	»	49	20
1500	»	»	»	»	50,5	20,5
2000	»	»	»	»	60,5	22,5
2500	»	»	»	»	66,5	23,3
3000	»	»	»	»	68,5	23,8
3500	»	»	»	»	70	24,3
4000	»	»	»	»	72,5	25,5
4500	»	»	»	»	75	26,5
5000	»	»	»	»	75,5	27,0
5500	»	»	»	»	»	26,75
6000	»	»	»	»	»	27,70
6500	»	»	»	»	»	28

En prenant pour abscisses les angles de torsion et pour ordonnées les efforts proportionnels aux indications manométriques, dont l'unité représente un moment égal à 0,92, on trouve pour les cinq expériences des courbes représentatives qui s'éloignent d'abord de l'axe des moments sous un angle aigu ; cet angle change brusquement à peu de distance de l'origine, et les courbes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se confondent dès lors très-sensiblement avec des lignes droites très-peu inclinées par rapport à l'axe sur lequel les angles de torsion sont comptés.

L'inclinaison de la tangente à chacune de ces courbes, à l'origine, permet de calculer les valeurs du coefficient de torsion, pour chaque expérience.

Si, d'après les notations ordinaires, nous nous servons de la formule $Pp = G\theta I_o$, dans laquelle θ est l'angle de torsion, I_o le moment d'inertie

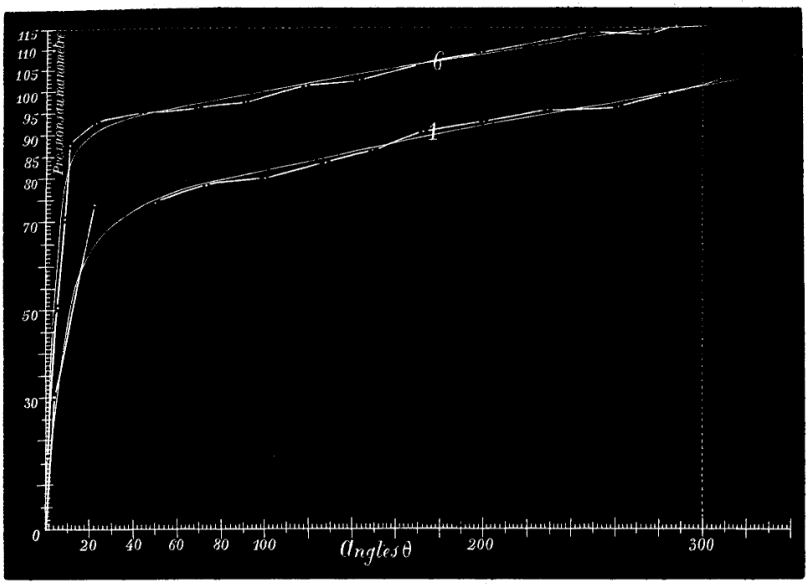


Fig. 2. — Expériences 1 et 6.

polaire de la section, et G le coefficient spécifique de la matière, on en tire, pour la période d'élasticité parfaite,

$$G = \frac{Pp}{\theta I_o}.$$

ce qui nous permettra de calculer G dans chaque cas.

Voici, d'abord, les valeurs calculées des moments d'inertie polaire I_o pour les quatre diamètres différents :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1 et 6.	D = 0m,029	$I_o = \frac{1}{2}\pi r^4$ = 0,0000000694
2 et 3.	0m,025	0,0000000384
4..	0m,021	0,0000000191
5..	0m,015	0,0000000050

Pour en déduire la valeur de G par le calcul, nous considérerons seulement les premières déterminations de chaque expérience, en ne considérant les

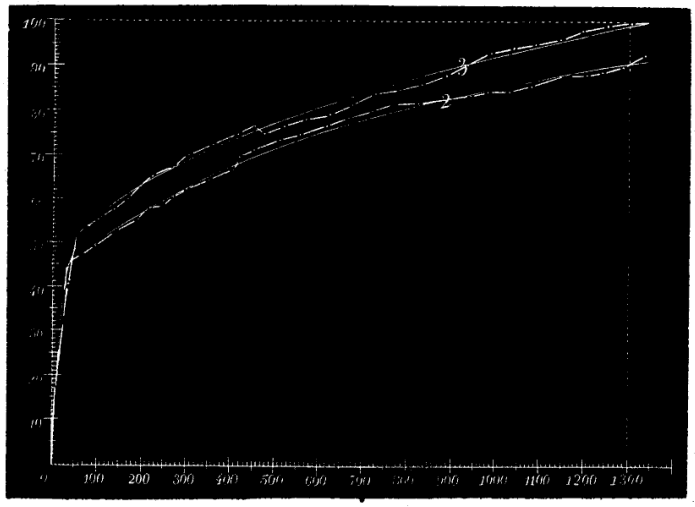


Fig. 3. — Expériences 2 et 3.

angles et les moments de torsion qu'à partir de la première observation numérique, ainsi que cela est indiqué par les chiffres suivants :

NUMÉROS des EXPÉRIENCES.	ANGLES de torsion θ.	$\frac{\theta}{360}$.	$2\pi\frac{\theta}{360}$.	MOMENT correspondant Pp.	MOMENT d'inertie POLAIRE.	VALEUR de $G = \frac{Pp}{\theta I_o}$.	VALEUR de tang $i = 2\pi r\frac{\theta}{360}$.
1. Échant. (26).	5	0.0138	0.865	30 × 0.92 = 27.60	0.000 000 0694	4.58 × 10⁹	0.0125
6. — (25)..	5	0.0138	0.865	30 × 0.92 = 27.60	694	4.58 × 10⁹	0.0125
2. — (23).	5	0.0138	0.865	15 × 0.92 = 13.80	384	4.15 × 10⁹	0.0108
3. — (24).	5	0.0138	0.865	15 × 0.92 = 13.80	384	4.15 × 10⁹	0.0108
4. — (20).	10	0.0278	1.730	14 × 0.92 = 12 88	191	2.43 × 10⁹	0.0182
5. — (17).	10	0.0278	1.730	10 × 0.92 = 9.20	50	0.65 × 10⁹	0.0130

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La valeur limite généralement admise étant $\theta r = 0{,}0023$, on voit que, même pour une torsion de 1° seulement, l'élasticité doit être déjà altérée. C'est ce qui explique la petitesse des valeurs de G, qui varient pour la même section, comme le rapport $P\,p : \theta$ qui, d'après la seule inspection des courbes, diminue avec une grande rapidité dès les premières observations.

Il résulte de cette indication que l'appareil employé est fort peu propre à la détermination du coefficient de torsion, à moins de l'approprier à des tiges beaucoup plus grosses et beaucoup plus longues. Aussi aurions-nous abandonné toutes ces expériences si elles ne nous avaient permis d'examiner sous un tout autre point de vue le phénomène de la torsion, en ce qui concerne surtout les dernières observations des expériences 4 et 5.

Si dans les dernières lectures la pression manométrique était restée rigoureusement constante, on devrait en conclure qu'à partir d'un certain moment la résistance à la torsion ne varie plus, ce qui permettrait de désigner, par un coefficient k par mètre carré, l'effort moléculaire développé par la résistance

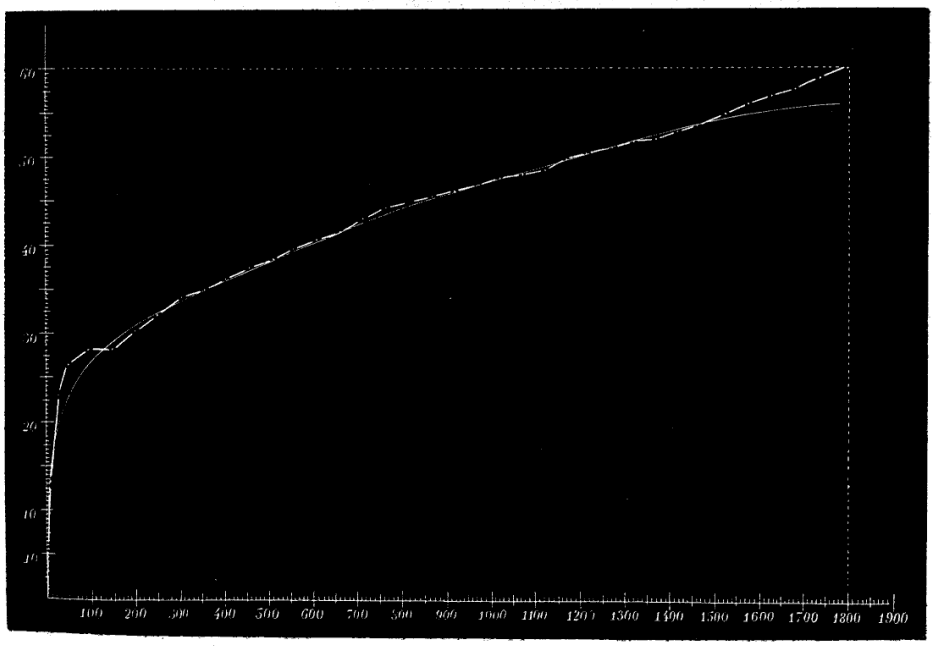


Fig. 4. — Expérience n° 4.

à la rotation dans ces conditions extrêmes. L'effort moléculaire développé sur un élément annulaire de rayon ρ, pour lequel $d\omega = 2\pi\rho\,d\rho$ serait alors

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$k\,d\,\omega = k \times 2\,\pi\,\rho\,d\,\rho$, et son moment $2\,k\,\pi\,\rho^2\,d\,\rho$. En intégrant depuis $\rho = o$ jusqu'à $\rho = r$, on devrait donc avoir $\mathrm{P}\,p = 2\,k\,\pi\,\frac{r^3}{3} = \frac{2}{3}\,k\,\pi\,r^3$, et, par suite, $k = \frac{3\,\mathrm{P}\,p}{2\,\pi\,r^3}$.

Ce mode de calcul, qui repose sur des hypothèses déjà proposées par nous dans d'autres circonstances, conduit à des résultats vraiment curieux.

On voit d'abord que k ne dépendrait plus de la valeur de l'angle de torsion; ce coefficient ne représenterait que la résistance finale, et il serait dès lors naturel de supposer que cette résistance doit être la même pour la torsion et pour les autres modes de déformation, s'il arrivait que toute la section du

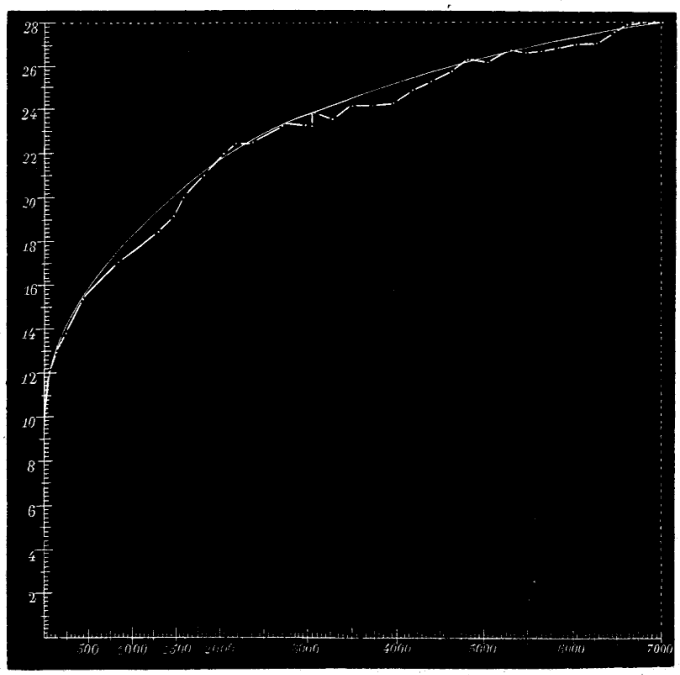


Fig. 5. — Expérience n° 5.

solide fût également intéressée dans la résistance. Nous reviendrons un peu plus loin sur cette condition.

Voici, d'ailleurs, les résultats du calcul qui vient d'être indiqué :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Numéros des expériences.	Moment des forces extérieures à la fin de l'expérience, P p	Valeurs de $\frac{2}{3}\pi r^3$.	Valeurs calculées de k.
1.	$100 \times 0{,}92 = 92$	0,000006388	$14{,}4 \times 10^6$
2.	$100 \times 0{,}92 = 92$	0,000003906	$23{,}2 \times 10^6$
3.	$100 \times 0{,}92 = 92$	0,000003906	$23{,}2 \times 10^6$
4.	$75 \times 0{,}92 = 69$	0,000002315	$29{,}8 \times 10^6$
5.	$27 \times 0{,}92 = 24{,}84$	0,000000839	$29{,}6 \times 10^6$

On remarquera que les valeurs de k, ainsi obtenues, sont beaucoup plus petites que celles de G, et c'est ce qui résulte immédiatement de la simple comparaison entre les deux formules

$$G = \frac{P p}{2\pi \frac{\theta}{360} I_0} = \frac{P p}{2\pi \frac{\theta}{360} \times \frac{1}{2}\pi r^4} ; \quad k = \frac{3 P p}{2\pi r^3},$$

qui donnent immédiatement,

$$k = G \frac{3 P p}{2\pi r^3} \times \pi \frac{\frac{\theta}{360} \times \pi r^4}{P p} = G \times \frac{3}{4}\left(2\pi \frac{\theta}{360} r\right).$$

Les trois premières expériences n'ont pu être continuées assez loin, par suite de l'insuffisance de la presse, qu'il eût été dangereux de faire fonctionner sous une pression plus élevée, mais les deux dernières conduisent presque identiquement à une valeur de $k = 29^k,7 \times 10^6$, qui se rapproche beaucoup du coefficient de rupture du fer dans d'autres conditions.

Il y aurait grand intérêt à continuer ces déterminations sur des échantillons d'un plus fort calibre, et nul appareil ne s'y prête aussi facilement que celui de M. Clair.

La question pourrait, d'ailleurs, être envisagée d'une manière plus précise en appliquant aux différents anneaux cylindriques la formule spéciale appropriée à l'état moléculaire de chacun d'eux.

Formule complète de la torsion.

La formule $P p = G \theta I_0$ suppose que θr n'est nulle part assez grand pour que l'élasticité soit altérée (on admet généralement, pour cette limite, $\theta r = 0{,}0023$).

Cette formule comprend l'ensemble des réactions élastiques ; elle exprime que la réaction moléculaire en chaque point est proportionnelle à l'inclinaison

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une génératrice transformée en hélice par rapport à la génératrice primitive ($F = G\theta r$). Celle que nous avons proposée suppose, au contraire, qu'en tous les points la matière est dans un état particulier de tension, dans lequel la période d'élasticité imparfaite est elle-même franchie. Il n'en saurait être ainsi dans le voisinage de l'axe, car, si grand que soit θ, on peut toujours concevoir pour r une valeur assez petite pour que l'on ait encore $\theta r < 0{,}0023$.

Entre ces deux extrêmes, il est possible de trouver une relation qui s'applique tout à la fois aux deux zones extrêmes, pour lesquelles les formules précédentes sont toujours applicables et à toute zone intermédiaire.

Dans le cas de l'élasticité parfaite, la force F est représentée par $G\theta r$. Dans le cas d'une déformation suffisante, elle est représentée par une constante k; dans toute la partie intermédiaire on pourra toujours la représenter, pour un élément annulaire de rayon ρ, par $f(\theta\rho)$, et son moment pour l'anneau entier sera $2\pi\rho\, d\rho \times f(\theta\rho) \times \rho = 2\pi\rho^2\, d\rho\, f(\theta r)$.

Soit $\theta\rho = \alpha$, à la limite d'élasticité et $\theta\rho = \zeta$ à la limite inférieure de la résistance permanente, la zone extrême s'étendra depuis $\rho = r$ jusqu'à $\rho = \frac{\zeta}{\theta}$, la zone intermédiaire depuis $\rho = \frac{\zeta}{\theta}$ jusqu'à $\rho = \frac{\alpha}{\theta}$, et enfin la zone élastique depuis cette dernière limite jusqu'à $\rho = 0$.

En faisant la somme des moments dans les trois zones, on trouve immédiatement,

$$Pp = \frac{2\pi k}{3}\left(r^3 - \frac{\zeta^3}{\theta^3}\right) + \int_{\rho=\frac{\alpha}{\theta}}^{\rho=\frac{\zeta}{\theta}} 2\pi\rho^2\, d\rho \times f(\theta\rho) + \frac{\pi G}{2}\,\frac{\alpha^4}{\zeta^3}.$$

Le dernier terme provient de

$$\int_{\rho=0}^{\rho=\frac{\alpha}{\theta}} 2\pi\rho^2\, d\rho \times G\theta r = \frac{\pi G\theta}{2}\,\frac{\alpha^4}{\theta^4} = \frac{\pi G\alpha^4}{2\theta^3},$$

et, en désignant $\theta\rho$ par x, l'intégrale intermédiaire peut se mettre sous la forme :

$$\frac{2\pi}{\zeta^3}\int_{\alpha}^{\zeta} x^2 f(x)\, dx = \frac{2\pi}{\zeta^3} F(\alpha, \zeta).$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

θ étant, quant à l'intégration, une quantité que F $(\alpha, \mathcal{C})$ ne renferme plus. Cette fonction peut, dès lors, être considérée comme une constante absolue, et en faisant

$$k' = \frac{2\pi k \mathcal{C}^3}{3} - 2\pi \mathrm{F}(\alpha, \mathcal{C}) - \frac{\pi \mathrm{G} \alpha^4}{2},$$

on trouve, par simple substitution,

$$\mathrm{P}p = \frac{2}{3}\pi k r^3 - \frac{k'}{\theta^3},$$

d'où

$$k' = \theta^3 \left(\frac{2}{3}\pi k r^3 - \mathrm{P}p \right).$$

Si les expériences étaient faites avec une précision suffisante, ce nouveau coefficient k' devrait être constant pour toutes les torsions d'une même matière et jusqu'à la désagrégation.

Cette formule étant tout à fait générale, les expériences faites devront concorder avec elle, toutes les fois que les coefficients k et k' seront connus avec certitude. A l'inverse la relation entre les deux coefficients constants k et k' permet de les calculer l'un et l'autre au moyen des dernières données de chacune des expériences. On essayera successivement diverses valeurs de k très-rapprochées de celle qui est généralement admise, et l'on s'arrêtera à celle qui rendra toutes les valeurs de k' très-peu différentes les unes des autres. Cette recherche fait voir que k' varie beaucoup pour une très-petite variation dans la valeur de k.

Nous avons d'abord essayé la valeur $k = 29{,}7 \times 10^6$, qui résulte de la précédente formule pour les expériences 4 et 5, dans lesquelles la torsion a été réellement prolongée jusqu'à la limite de fluidité, mais le calcul nous a fourni pour k' des valeurs correspondantes trop différentes entre elles. La valeur $k = 29{,}4$, assez peu différente de la précédente, a donné pour k' des chiffres très-concordants pour l'expérience n° 5, mais présentant plus de différences, quant à l'expérience n° 4. Afin d'obtenir pour k' une évaluation convenable pour les deux essais, nous avons dû prendre $k = 28{,}81$, ce qui conduit aux résultats suivants pour les dernières observations, dans lesquelles on approche de l'état de fluidité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Expérience n° 4.	$k = 28.81.$		$\frac{2}{3} k \pi r^3 = 69.8507.$
θ	Pp	$Pp - \frac{2}{3} k \pi r^3$	k'
5.0×10^3	69.46	0.3907	25.9650×10^4
4.5×10^3	69.00	0.8507	41.2144×10^4
4.0×10^3	66.70	3.1507	107.1640×10^4
		Moyenne.	58.1145×10^4

Expérience n° 5.	$k = 28.81.$		$\frac{2}{3} k \pi r^3 = 25.4558.$
5.0×10^3	24.84	0.6158	40.9247×10^4
4.5×10^3	24.38	1.0758	52.1151×10^4
4.0×10^3	23.46	1.9958	67.9098×10^4
3.5×10^3	22.36	3.0958	70.5687×10^4
		Moyenne.	57.8796×10^4
		Valeur définitive de k'.	58×10^4

Les nombres qui ont le mieux réussi sont dès lors $k = 28{,}81 \times 10^6$; $k' = 58 \times 10^4$, ce qui donne à fort peu près $k' = \frac{1}{50} k$. Si ces deux coefficients étaient déterminés par des expériences plus nombreuses et faites avec tout le soin que comporterait ce but spécial, on y trouverait sans doute le moyen d'en déduire les valeurs limites α et ϵ d'élasticité et de fluidité qui ne sont connues encore que par voie d'appréciation, plus ou moins contestable.

Déformations déterminées par la torsion.—En rabotant suivant un plan diamétral une des tiges tordues, et en l'oxydant, nous y avons développé facilement des courbes qui se détachent les unes des autres par les nuances que prennent les parties plus ou moins oxydées, et qui sont la reproduction fidèle de la courbe $x = \frac{d}{\sin \theta y}$, qui forme l'intersection d'un plan méridien avec l'hélicoïde formé par la torsion d'un plan parallèle au plan diamétral, et séparé de lui par une distance d.

Chacune de ces courbes théoriques a pour assymptotes les deux parallèles A B et C D à l'axe BC, et ces droites elles-mêmes correspondent à la même équation en y faisant $d = o$.

Bien que la similitude soit complète entre les courbes théoriques et celles de l'échantillon, nous devons faire remarquer que la droite B C se trouve rem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

placée sur les échantillons par des lignes un peu inclinées telles que B′ C′, par rapport à l'axe (fig. 6).

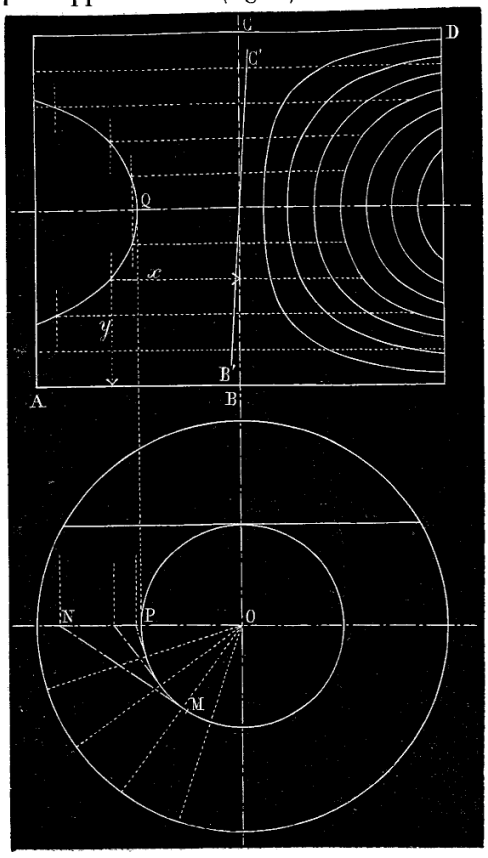


Fig. 6.

Si nous considérons un point du plan diamétral situé sur le cylindre de rayon d, et si ce point est situé à une hauteur y, il est clair que, pour une rotation θ par mètre, il aura tourné de θy, et que sa nouvelle position par rapport à l'axe Ox sera représentée par la relation $x \sin \theta y = d$, d'où $x = \frac{d}{\sin \theta y}$.

Les points définis par cette équation seront précisément ceux qui viendront se placer dans le plan diamétral, pour un angle de torsion θ, et cette équation représente, par conséquent, la courbe que nous cherchons.

Pour la construire par points, on remarquera qu'en désignant par h la demi-longueur du pas on a nécessairement $\frac{\theta}{1} = \frac{\pi}{h}$, ce qui permet d'écrire $x = \frac{d}{\sin \frac{\pi y}{h}}$ ou $\frac{\pi y}{h} = \text{arc sin } \frac{d}{x}$, forme sous laquelle le calcul des ordonnées y devient fort simple.

La courbe se trace, d'ailleurs, très-facilement par le moyen graphique suivant. Ayant décrit la circonférence de rayon d, il suffit d'y mener une tangente MN en un point quelconque M; cette tangente vient couper le diamètre ON en N, et le point N est la projection horizontale du point cherché, pour lequel la hauteur y est donnée par la relation $\frac{y}{h} = \frac{\text{POM}}{\pi}$, par rapport

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

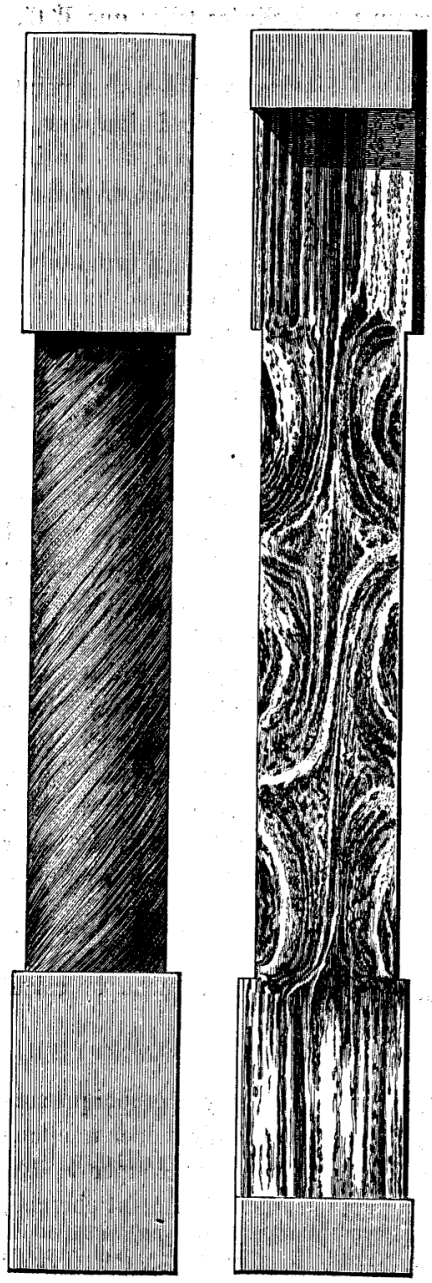


Fig. 7. Fig. 8.

à l'horizontale qui passe par le sommet Q de la courbe.

En fait, les figures déterminées par l'oxydation, et qui sont, dans la coupe (fig. 7), la représentation des faces de joint des différentes mises employées à la fabrication du fer, ne sont pas rigoureusement des plans, ce qui explique les petites différences observées entre la courbe théorique et les courbes réelles. De nouvelles expériences faites sur des échantillons d'un plus grand diamètre et préparés sous les yeux de l'expérimentateur, lors du forgeage, seraient sans doute nécessaires pour porter une conclusion définitive sur l'identité des deux représentations; mais ce qu'elles nous apprennent dès à présent, c'est que la torsion peut être prolongée, avec de bon fer, jusqu'à dix tours complets, sans que les déplacements géométriques cessent de s'effectuer suivant les règles admises, jusqu'ici, pour la seule période d'élasticité.

Conclusions.

1° Quoique ces expériences aient été prolongées au delà des limites habituelles, le coefficient k de fluidité ne paraît avoir atteint sa valeur finale que dans les deux dernières expériences, pour lesquelles la torsion était déjà tellement pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

longée que toutes les résistances moléculaires étaient devenues égales entre elles.

2° Il est possible de représenter les phénomènes de la torsion par une formule qui tienne compte à la fois du développement des actions moléculaires dans trois zones distinctes, les deux zones extrêmes correspondant respectivement aux limites d'élasticité et de fluidité, ce qui nous a permis de considérer, dans ces phénomènes, un troisième coefficient k', qui caractérise la déformation de la zone intermédiaire.

3° L'appareil de M. Clair, très-favorable pour l'étude de ces circonstances extrêmes, n'est pas aussi bien disposé pour la détermination des coefficients de torsion, pour lesquels il convient, au contraire, de ne dépasser sur aucun point la limite d'élasticité de la matière; il conviendrait seulement pour des solides de grandes sections et de grandes longueurs, et nous l'engageons à modifier en ce sens les mâchoires et le sommier dont il s'est servi jusqu'à présent.

4° On verra avec intérêt les échantillons tordus qui ont été rabotés suivant l'axe, avant d'être oxydés, et qui montrent d'un bout à l'autre comment les feuillets de soudure se déforment bien au delà de la limite d'élasticité, en obéissant aux conditions géométriques sur lesquelles la théorie de la torsion est fondée.

5° Les belles nappes que forment ces courbes permettent d'assister à tous les détails des déformations produites par la torsion, et la superposition régulière des surfaces hélicoïdes qu'elles représentent semble indiquer que l'on pourrait tirer un excellent parti de leur enchevêtrement, pour rendre les fibres du fer plus solidaires en soumettant les barres auxquelles on aurait à demander une qualité exceptionnelle à une torsion énergique, avant de procéder au dernier laminage.

ARTS TEXTILES.

SUR LES PROGRÈS RÉALISÉS EN FRANCE DANS LE TRAVAIL DU CHANVRE, DU LIN ET DE LA SOIE, PAR M. M. ALCAN,

Membre du Conseil (1).

« Pour faire saisir l'importance des faits dont je désire, Messieurs, entre-

(1) Communication faite dans la séance du 26 janvier 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tenir la Société, il est nécessaire de comparer quelques chiffres empruntés, d'une part, aux travaux de l'un de nos anciens présidents, Chaptal, de l'autre aux documents les plus récents. L'ouvrage de Chaptal remonte à 1814 ou 1815.

« Afin d'obtenir des résultats exacts, j'ai basé les appréciations qui vont suivre sur les poids des matières premières ramenées à un même état d'épuration. J'indique cette marche, parce que mes chiffres ne concordent pas toujours avec les données prises aux statistiques officielles. Les différences résultent du mode de confection des tableaux dressés par l'Administration, qui ne se préoccupe pas assez de l'état des marchandises apportées sur les marchés.

« La laine, par exemple, est offerte tantôt en suint, tantôt à des périodes de lavage variables. Il m'a donc fallu ramener toutes les matières à un point de comparaison aussi uniforme que possible, en prenant pour base la laine dégraissée à fond et lavée, la soie en grége, le chanvre, le lin, etc., en filasse.

« Enfin, le *commerce spécial*, c'est-à-dire le mouvement réellement applicable à la production française, a été seul pris en considération.

« En 1812, la France consommait de 7 à 8 millions de laine lavée à fond. En 1869, cette consommation s'était élevée à 64 millions, c'est-à-dire que l'augmentation était de 700 à 800 pour 100.

« Le coton transformé passait de 10 à 12 millions de kilogrammes en 1812, à 90 millions dans la dernière période. L'augmentation est encore ici dans le même rapport.

« La soie se chiffrait par 1 million de kilogrammes en 1812, et 3 millions de kilogrammes dans les dernières années.

« Enfin, pour le chanvre et le lin, on trouve 80 millions de kilogrammes en 1812, et 240 millions en 1869.

« Ainsi donc, pendant que les industries de la laine et du coton s'étaient développées dans la proportion de 800 à 900 pour 100, les industries de la soie, du chanvre et du lin n'avaient que triplé.

« Il y a là un écart qui a sa signification, et sur lequel je reviendrai; mais, auparavant, je dois dire un mot de la puissance manufacturière de l'Angleterre dans la même direction.

« Actuellement l'industrie cotonnière, en Angleterre, est environ six fois plus importante que celle de la France. L'industrie des laines est à peu près aussi considérable en France qu'en Angleterre. Le travail de la soie présente, en France, un chiffre double de celui afférent à l'Angleterre; ainsi, la France

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est arrivée à produire normalement pour 600 à 700 millions de soieries, tandis que l'Angleterre en fabrique seulement pour 330 à 340 millions, non compris le chiffre énorme des transactions sur les fils de soie exotiques que l'industrie du continent achète sur les marchés du Royaume-Uni, et surtout à Londres.

« Pour le chanvre et le lin, l'Angleterre a une importance double de la France, c'est-à-dire qu'elle consomme automatiquement une quantité de matières premières double de celle utilisée en France.

« Pourquoi les industries cotonnières et lainières se sont-elles développées d'une façon aussi remarquable dans toutes les contrées, tandis que celles de la soie, du chanvre et du lin ont beaucoup moins progressé en France comme à l'étranger? Cette anomalie apparente tient à des causes qu'il est utile de rechercher pour apprécier la nature et la valeur des progrès dont j'ai à entretenir la Société. Si l'on compare la dépense nécessaire à la production d'un numéro pris pour type en chanvre, en coton ou en laine, laissant de côté la soie, qui forme une industrie toute différente, on obtient des chiffres remarquables sous le rapport du prix de la broche et des frais de transformation. Pour établir une filature de coton, par exemple, il en coûte, avec les bâtiments, les moteurs, clef en main, environ 50 francs par broche. Pour les laines, la même unité revient à 60 francs. Pour le chanvre et le lin, il faut dépenser, en moyenne, 160 francs. De même, pour la force motrice, lorsqu'il s'agit de filer sur une longueur identique l'unité de poids, un cheval kilogrammétrique fait mouvoir 120 broches en coton, 140 broches en laine, 25 à 50 broches en chanvre ou en lin.

« S'agit-il du personnel? On compte, dans la filature du coton, 5 à 6 personnes, hommes et femmes, par mille broches. Dans la laine, il faut 10 à 12 personnes pour le même nombre d'éléments; le chanvre et le lin nécessitent l'intervention de 60 à 70 personnes. Enfin, si l'on réunit toutes les dépenses, il en coûte moyennement, en France (car en Angleterre c'est un peu moins cher), 14 francs par an pour une broche coton mise en mouvement avec tous les accessoires; pour les laines, c'est 35 francs par an; pour le chanvre et le lin, 67 francs.

« Ces écarts se produisent-ils parce que le lin et le chanvre sont rebelles à la filature? Il est impossible de l'admettre, car tout le monde sait que ces matières travaillées à la main donnent des fils d'une finesse excessive. Les fils de lin pour dentelles ont parfois jusqu'à 800 et 1000 kilomètres par kilogramme. Les machines à filer peuvent atteindre à une finesse de 200 kilo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètres au kilogramme; mais ce titre est tout à fait exceptionnel, et ne peut se produire commercialement, c'est à peine si les filateurs les plus habiles de l'Irlande arrivent à fournir des fils du n° 100.

« Pour les autres matières, au contraire, les machines donnent des fils d'une finesse et d'une perfection que la main ne peut égaler. L'outillage du coton et de la laine fournit des numéros de 600 kilomètres au kilogramme.

« L'anomalie sur laquelle nous insistons a frappé les hommes compétents; des efforts considérables ont été tentés pour modifier la matière, et la rendre moins rebelle aux machines. On a d'abord eu l'idée, à plusieurs époques, de transformer la substance première en cellulose pure, c'est-à-dire d'en faire une espèce de coton. Les dernières tentatives de ce genre n'étaient pas aussi nouvelles qu'on voulait le faire supposer. Nous en trouvons la preuve dans les dates successives des essais destinés à rendre le chanvre et le lin plus filables, tant à la main que mécaniquement. Ainsi, la première tentative de cotonisation du chanvre et du lin que j'aie relevée remonte à 1774; elle est due à lady Morgan. La même idée fut reprise, en 1775, en Suède, par le baron Meiding. En 1799, Berthollet fit des expériences fameuses. Depuis ces essais, qui ont été publiés à plusieurs reprises, il n'était plus question de la cotonisation, lorsqu'en 1851 le chevalier Claussen imagina son *flax-coton*. Le public crut d'abord à la solution d'un grand problème, mais l'examen sérieux du procédé et des applications pratiques démontra bientôt qu'il n'y avait ni avantage économique, ni progrès technique à attendre de l'emploi du flax-coton. Cela n'empêcha pas, lors de la crise américaine, de reprendre ces expériences et de tenter la cotonisation de toutes espèces de matières végétales.

« Un Américain, Jonathan Knolès, baptisa le produit d'un nom nouveau; il l'appela *fibrilia*. Le fibrilia, toutefois, pas plus que le flax-coton ne donna un résultat pratique. Les personnes qui s'occupent spécialement de ces questions avaient prédit l'insuccès, par suite de l'état hétérogène dans lequel le produit était obtenu et de son prix de revient relativement élevé. Les vaisseaux, les fibres des différentes parties de la plante qui les fournissent, variant de volume, la désagrégation complète effectuée par les divers systèmes de cotonisation met la masse des organes élémentaires en liberté d'une façon absolue; cette masse se compose alors de filaments variables de grosseur et généralement très-courts. Les traitements pour trier, classer et transformer des substances dans cet état deviennent fort onéreux. Si l'on compte le prix de la fibre brute et le coût des transformations, l'on arrive,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour une matière de beaucoup inférieure, à un prix plus élevé que celui de la substance qu'elle est appelée à suppléer. Quoi qu'il en soit, on voit que depuis fort longtemps cette question de la transformation du chanvre et du lin a préoccupé les chimistes, les savants et les industriels.

« On sait, en outre, que jusqu'en 1810 il était impossible de filer le lin mécaniquement. Philippe de Girard, le premier, parvint à travailler le chanvre et le lin dans les limites de finesse indiquées précédemment.

« Quelques mots suffiront pour faire comprendre les perfectionnements importants imaginés par Philippe de Girard. L'un des organes le plus remarquable de la filature mécanique, celui qui remplace les doigts de la fileuse, est basé sur deux ou un plus grand nombre de paires de cylindres à mouvements différents ou progressivement accélérés.

« Je suppose deux paires de cylindres A et B. Le cylindre inférieur de chaque paire a un mouvement de rotation continue, direct; le cylindre supérieur, adhérent au premier par une pression convenable, se trouve entraîné en sens contraire. B (seconde paire) fournit un développement plus grand que A (1).

« Si donc la matière chemine de A en B et si les cylindres B ont une vitesse double à la circonférence de celle des cylindres A, le ruban formé de filaments sera étiré dans le même rapport. L'allongement résultera du glissement des petites fibres qui, au commencement de l'opération, sont superposées carrément, puis s'échelonnent par suite du mouvement différentiel des cylindres entre lesquels on les force à cheminer.

« Le premier inventeur de ce système avait eu le tort de disposer les organes autour d'une machine ronde, sur laquelle il était difficile de régler les pièces avec précision. Ce fut seulement plus tard que les cylindres furent placés suivant un rectangle ou deux lignes parallèles. Le principe, d'ailleurs, n'a d'efficacité que par un bon réglage, c'est-à-dire en établissant ces organes, toujours les mêmes pour les divers systèmes de filature, en raison des volumes des fibres élémentaires. Si l'écartement des cylindres est insuffisant, les filaments engagés par les deux bouts se brisent;

(1) Jusqu'en 1774, comme l'a si bien fait remarquer le général Poncelet, personne n'avait songé au moyen de substituer aux doigts une action mécanique. Le fuseau n'était autre chose que les broches actuelles. C'est un nommé Paul Louis, qui, vers cette époque, imagina en Angleterre le système des cylindres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si, au contraire, la distance est trop considérable, les fibres ne sont plus convenablement menées; la matière s'enchevêtre et donne des produits irréguliers.

« Quand il s'est agi du coton, avec des filaments de 12 à 25 millimètres, le rapprochement entre les axes des cylindres fut réglé comme il vient d'être dit, et, dès les premiers essais, les machines marchèrent comme par enchantement. Les doigts de la fileuse se trouvèrent efficacement remplacés; on chercha, par conséquent, à appliquer les moyens nouveaux à toutes les filatures. Les fibres du chanvre et du lin ayant de 15 à 20 et même 25 centimètres de longueur, il fallait écarter les cylindres de cette quantité et même un peu plus, pour éviter les ruptures; mais alors il devenait impossible de faire cheminer régulièrement toutes ces fibres sur un aussi long parcours. La filature mécanique de ces matières ne fit, par cette raison, aucun progrès jusqu'à ce que de Girard imagina d'interposer entre les deux paires de cylindres des aiguilles (que les Anglais ont appelées *gills*), d'une construction particulière et montées sur une chaîne sans fin, de manière que les fibres fussent maintenues parallèlement entre elles de la paire de cylindres d'entrée jusqu'à celle de la sortie.

« De Girard eut, en outre, l'idée d'immerger le lin dans l'eau avant de le soumettre à la filature, afin de le débarrasser, au moins partiellement, de la quantité de gomme dont la filasse la mieux préparée reste chargée. Une fois ces deux moyens trouvés, la filature ordinaire du chanvre et du lin devenait pratique. Aussi emploie-t-on toujours le système de P. de Girard. Seulement, au lieu de transporter les mèches dans l'eau, comme le faisait l'inventeur, on a, sur le métier, un baquet ou plutôt une auge dans laquelle passe la préparation. L'idée fondamentale de P. de Girard consiste donc dans les moyens de guider les mèches de préparation régulièrement au moyen de ces étais qui cheminent avec la matière, et qui, aujourd'hui, sont portés par des mécanismes fort ingénieux, puis dans ce qu'on appelle la filature à la décomposition, par l'intervention de l'eau chaude.

« Malgré ces progrès considérables, les seuls qui aient permis de filer mécaniquement la matière, les résultats sont encore très-limités, comme nous l'avons vu, et cela parce que l'on soumet aux machines une filasse extrêmement chargée de gomme, 25 à 30 pour 100 au minimum. Cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

substance gommeuse nécessite, d'ailleurs, une épuration ultérieure, désignée sous le nom de *crémage*. Il faut, sur toutes les machines, des pressions considérables pour étirer et tordre le fil.

« Si nous nous sommes bien fait comprendre, on remarquera que, pendant toute la série des préparations, on doit s'efforcer de maintenir le parallélisme et les distances des organes en raison des longueurs des filaments. Sur les métiers à filer, au contraire, les *gills* disparaissent forcément, les cylindres d'étirage sont rapprochés, et il faut, d'une part, faire intervenir le liquide destiné à amollir la matière enrobante de l'autre avoir recours à des pressions excessives sur les cylindres.

« Ces inconvénients ont déterminé le Conseil de la Société d'encouragement à proposer un programme de prix, qui a stimulé le zèle d'un ancien élève de l'École polytechnique, M. Cornut, filateur aux environs de Saint-Quentin. Cet industriel a poursuivi des recherches, qui seraient plus avancées encore sans les cruels événements de la guerre; mais déjà ces travaux ont prouvé la vérité des quelques considérations présentées tout à l'heure, en donnant des résultats fort remarquables.

« Voici en quoi consiste le principe du procédé : M. Cornut prépare la matière et fait rouir la filasse par des moyens chimiques, ou bien il opère un second traitement sur la filasse, rouie comme d'ordinaire, avant de la livrer aux machines. L'action des alcalis n'est pas nouvelle, mais ce qui est nouveau, c'est la limite et la mesure d'application. Les uns ont été trop loin dans leurs expériences; les autres ont été obligés d'employer des moyens mécaniques compliqués, pour conserver la matière dans l'état où elle doit demeurer. Il est de la plus haute importance de ne pas emmêler les filaments, car toute espèce de dommage, sous ce rapport, correspond à des déchets et à des pertes d'argent considérables. M. Cornut a imaginé un moyen très-simple pour éviter les inconvénients signalés et pour pouvoir appliquer ses moyens à différentes périodes du travail.

« Afin de donner un aperçu de la valeur du procédé, j'indiquerai les résultats obtenus. Jusqu'à présent on ne pouvait employer les chanvres ordinaires de France pour des fils dépassant les numéros 10 à 14, au plus.

« Je mets sous les yeux de la Société des fils du numéro 30, obtenus avec ces mêmes chanvres par la nouvelle méthode; je présente également des fils du numéro 80 produits avec des lins qui, dans la filature ordinaire, ne per-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettent pas de dépasser le numéro 40. Ce numéro 80 a été filé sans exiger plus de force motrice que le numéro 40 dans le travail habituel, et sans réduire la production.

« La Société remarquera également qu'on ne peut adresser à ces produits le reproche justement fait à toutes les tentatives du même genre, qui modifiaient l'apparence naturelle des fibres; la seule différence à noter consiste dans une supériorité telle en faveur des résultats du nouveau procédé que l'œil le moins exercé peut la constater à la moindre inspection.

« Une autre conséquence non moins intéressante est celle-ci : il fallait, jusqu'à ce jour, des machines monstrueuses de volume, de poids et de force. Or, j'ai vu transformer de la matière ainsi préparée sur les machines d'une filature de laine. M. Cornut est donc parvenu à modifier, d'une façon considérable, les spécialités des filatures laissant particulièrement à désirer. Il recule les limites de la filature mécanique du chanvre et du lin, tout en diminuant le prix de l'outillage et la dépense de la force motrice.

« J'ai pensé qu'il y avait là un progrès digne de l'attention et des sympathies de la Société, qui a toujours attaché un grand intérêt à ce qui touche à l'une de nos plus anciennes industries, directement en rapport avec l'agriculture. » (*La suite prochainement.*)

STATISTIQUE FINANCIÈRE.

NOTE SUR LES PERCEPTIONS PRÉLEVÉES AU PROFIT DE L'ÉTAT SUR LES CHEMINS DE FER, PAR M. BAUDE,

Membre du Conseil (1).

« Nous sommes à une époque où les passions que soulèvent les questions d'économie politique sont presque aussi vives que celles de la politique elle-même. Il nous semble donc utile de faire connaître les vérités que peuvent apporter des chiffres qui tendent à prouver que certaines entreprises, qu'on

(1) Communication faite dans la séance du 26 janvier 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

taxe de privilégiées, ne sont pas si absorbantes que certains esprits chagrins voudraient le faire croire.

« Nous mettons donc sous vos yeux un tableau des recettes perçues par l'État et des profits qu'il réalise sur les entreprises des chemins de fer, qui sont représentées par les six grandes compagnies :

« De Paris à Lyon et à la Méditerranée,

« D'Orléans et ses embranchements,

« Du Nord,

« De l'Ouest,

« De l'Est,

« Du Midi.

« Les chiffres que nous donnons ne sont pas imaginaires; ce ne sont pas même des moyennes, puisqu'il s'agit seulement de l'année 1870, de néfaste mémoire. Les recettes perçues résultent de livres de la comptabilité des compagnies; ce sont les impôts sur les places de voyageurs, les contributions foncières, les abonnements pour timbres d'actions et d'obligations, les droits de mutation des titres, les récépissés des lettres de voiture, les frais de contrôle, etc., etc.

« Les économies réalisées par l'État ne sont pas évaluées arbitrairement. Ainsi, par exemple, le service de l'Administration des postes est gratuit; on l'impose au prix d'un abonnement inférieur à celui que la poste anglaise, qui n'a pas la gratuité, paye aux compagnies d'outre-Manche. Le transport des militaires, qui s'effectue au quart ou à la moitié du tarif, est rétabli au taux du cahier des charges. Il en est de même de la gratuité des transports pour les lignes télégraphiques, etc., etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BUDGET DES RECETTES PERÇUES PAR L'ÉTAT

Soit en payements directs, soit en économies réalisées sur les chemins de fer pendant l'exercice **1870.**

NATURE DES PROFITS PARTICULIERS DE L'ÉTAT.	LYON-MÉDITERRANÉE.	ORLÉANS.	NORD.	OUEST.	EST.	MIDI.	TOTAUX.
1° RECETTES PERÇUES.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
1° Impôt du dixième sur les voyageurs et les transports à grande vitesse	11 399 715 »	6 258 409,09	4 210 889,23	5 363 881,97	3 993 747,39	2 410 191,17	33 636 833,85
2° Contributions foncières et patentes	835 045 »	555 432,14	312 752,83	472 650,11	343 988,23	192 841,86	2 712 710,17
3° Licences, estampilles, plomb de douane, etc.	84 417 »	15 402,30	80 063,50	13 560,20	51 649,30	11 079,95	256 172,25
4° Abonnement pour le timbre des Actions et Obligations	1 876 893 »	861 835,17	354 887,74	770 139,60	729 730,80	493 834,55	5 087 320,86
5° Impôt sur les valeurs mobilières et droits de mutation sur les Titres	2 221 611 »	1 130 504,90	756 065,16	889 033,15	948 682,49	682 355,45	6 628 252,15
6° Timbre des Récépissés et des Lettres de voiture	1 315 000 »	800 000 »	614 435 »	654 182 »	587 820 »	353 230,80	4 324 667,80
7° Timbres-poste pour les Lettres d'avis aux destinataires	183 279 »	20 000 »	10 157 »	55 000 »	94 471 »	32 000 »	394 907 »
8° Droits de douane perçus sur les houilles et cokes consommés par les Compagnies, et sur diverses matières employées pour le service (acier, fer, fonte, etc.)	» »	124 190 »	110 209 »	207 368,25	277 936,80	62 569,97	782 274,02
9° Frais de contrôle et de surveillance	605 198 »	486 350 »	197 845 »	302 345,20	352 260 »	426 661,63	2 370 659,83
RECETTES TOTALES	18 521 158 »	10 252 123,60	6 647 304,46	8 728 160,48	7 380 286,01	4 664 765,38	56 193 797,93
2° ÉCONOMIES RÉALISÉES.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
1° Administration des postes	7 484 078 »	4 300 000 »	2 130 127 »	2 700 000 »	2 730 375 »	2 657 698,50	22 002 278,50
2° Transport des Militaires et Marins	36 506 618 »	30 461 960 »	3 369 771,75	13 928 800 »	18 085 469,52	6 387 114,21	108 739 733,48
3° Transports de la Guerre, économie sur les prix du Commerce	1 420 104 »	2 221 817,50	678 816,08	556 200 »	2 929 077 »	624 600 »	8 430 614,58
4° Transports de l'Administration des finances (tabacs, poudre, papier timbré, etc.), économie sur les prix du Commerce	1 023 747 »	150 000 »	121 845 »	105 200 »	174 547 »	161 500 »	1 736 839 »
5° Transport des Prisonniers	400 674 »	105 000 »	56 218,40	145 500 »	96 529,21	63 500 »	867 421,61
6° Transport gratuit des Agents des Contributions indirectes et des Douanes	130 000 »	50 000 »	90 215 »	40 000 »	62 100 »	18 935 »	391 250 »
7° Administration des Lignes télégraphiques (personnel et matériel)	637 000 »	500 000 »	117 326,40	100 000 »	448 717,97	289 302,74	2 092 347,11
ÉCONOMIES TOTALES	47 602 221 »	37 788 777,50	6 564 319,63	17 575 700 »	24 526 815,70	10 202 650,45	144 260 484,28
PROFITS DE L'ÉTAT (Recettes et Économies)	66 123 379 »	48 040 901,10	13 211 624,09	26 303 860,40	31 907 101,71	14 867 415,83	200 454 282,21
Longueur moyenne exploitée	4 331 kil.	3 750 kil.	1 186 kil.	2 036 kil.	2 916 kil.	1 864 kil.	16 083 kil.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
Recettes perçues par kilomètre	4 276 »	2 733,90	5 604,81	4 286,91	2 530,99	2 502,56	3 493,92
Économies réalisées par kilomètre	10 991 »	10 077 »	5 534,84	8 632,46	8 411,11	5 473,52	8 969,74
TOTAL DES PROFITS DE L'ÉTAT PAR KILOMÈTRE	15 267 »	12 810,90	11 139,65	12 919,37	10 942,10	7 976,08	12 463,66

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Nous ferons suivre ce tableau de très-courtes observations.

« On voit que la somme que retire l'État de l'exploitation des 16 083 kilomètres a été, en 1870, de 200 450 000 francs en nombre rond, et que les recettes perçues ou réalisées en économie par l'État sont de 12 400 francs par kilomètre.

« Ces chemins de fer ont été construits avec un capital d'actions et d'obligations garanties, émis par les compagnies. L'État a favorisé l'établissement des lignes peu productives au moyen de subventions de diverses natures, ou en cession de constructions commencées ou entreprises à ses frais.

« Le capital fourni par les compagnies est de 6 500 000 000 de francs dont 1 465 830 000 sont en actions.

« Les sommes engagées par l'État, dans la construction du réseau, approchent de. . . . . 1 300 000 000 fr.

« Le tableau indique que le bénéfice par l'État est de. 200 544 282 fr.

« L'État par ses mesures fiscales, et je ne prends pas ce mot dans un mauvais sens (nous devons les bénir aujourd'hui), retire de son argent engagé un intérêt de 15,5 pour 100. Pour rester dans le vrai, il faut ajouter que cet intérêt sera diminué avec les réductions des transports de la guerre, si développés en 1870.

« On peut être curieux de savoir de quelle manière est rémunéré, à son tour, le capital engagé par les compagnies. En 1870, les produits nets de l'exploitation ont été de. . . . . 386 000 000 fr.

« C'est donc un intérêt de 5,95 pour 100 affecté au capital d'émission que nous avons annoncé plus haut.

« Voulez-vous distinguer la portion des produits nets revenant aux actionnaires? Il est de. . . . . 113 250 000 fr.

soit de 56 pour 100 seulement des profits dont l'État est entré en jouissance.

« Nous ne ferons pas d'autres réflexions; en pareille matière rien n'est plus éloquent que des chiffres vérifiés et relevés avec des méthodes uniformes. Il en résulte, ce nous semble, que l'État n'a pas une trop mauvaise part dans la répartition de la richesse publique créée par les chemins de fer ; mais, en développant le système des concessions, il faut le ménager, surtout dans les temps de détresse publique, et ne pas l'imaginer, comme ce personnage des *Fâcheux* de Molière, qui veut transformer toutes les côtes en ports de mer. Si on additionnait les propositions qui sont faites pour construire aujourd'hui des chemins de fer, on rentrerait vraiment dans le projet de Caritidès. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

SUR LE FER CRISTALLISÉ OU BRULÉ, PAR M. H. CARON.

« On a établi sur les propriétés du fer beaucoup de théories dont plusieurs sont fondées sur des observations imparfaites, qu'on accepte sans les vérifier; cette manière de procéder arrête souvent les progrès de la métallurgie, en détournant de la véritable voie du perfectionnement. J'espère être utile en rectifiant quelques-unes de ces idées trop légèrement admises.

« Un des préjugés les plus enracinés est le suivant : lorsqu'une barre de fer de bonne qualité, nerveuse et résistante, a été portée au blanc soudant et qu'on la laisse refroidir à l'air, sans la marteler, on obtient un métal fragile à chaud comme à froid, dont la cassure présente une cristallisation en lames très-développées. On dit alors que le fer est *brûlé,* et il est généralement admis que le métal a absorbé de l'oxygène. Karsten lui-même, dans son excellent *Traité de métallurgie,* suppose que le fer, en cet état, pourrait bien avoir été transformé en un oxyde inférieur, de composition inconnue. Nous vivons encore aujourd'hui sur cette hypothèse.

« J'ai cru devoir recourir d'abord à l'analyse directe, afin de préciser la cause matérielle de ce phénomène; malgré tous mes soins, je n'ai pu rien découvrir de concluant dans cette voie. Le fer, avant comme après le surchauffage, contient toujours de l'oxygène, du carbone, du sicilium (1), etc., etc., mais les proportions, très-faibles d'ailleurs, de ces corps étrangers n'ont jamais été assez différentes, du bon fer au fer brûlé, pour que mes analyses m'aient permis d'en tirer des conclusions certaines. J'ai eu recours alors à des expériences directes, dont je viens exposer les résultats.

« Une barre de fer de Franche-Comté, dont la qualité et les propriétés nerveuses (à la cassure) avaient été préalablement vérifiées par tous les moyens en usage, a été coupée en plusieurs morceaux. Les uns ont été chauffés au blanc soudant, dans un feu de forge ordinaire; d'autres, placés dans un tube de porcelaine, ont subi (approximativement) la même température dans un courant soit d'azote, soit d'hydrogène. Après un refroidissement semblable, tous les morceaux, sans exception, ont présenté, dans leur cassure, l'aspect cristallin du *fer brûlé.* Forgés au rouge ou cassés à froid, ils avaient sensiblement les mêmes propriétés et les mêmes défauts; chauffés au blanc soudant, ils ont, également et à peu près, repris leurs qualités primitives. Le fer dit *brûlé,* s'obtenant à volonté dans des atmosphères oxydantes, inertes ou réductrices, je crois que l'on peut admettre que la détérioration du métal n'est pas due à l'absorp-

(1) Bien entendu, je ne parle que du fer contenant ces substances, car il existe des fers complétement purs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'un gaz particulier, mais simplement à l'action de la chaleur qui a modifié sa constitution moléculaire.

« On prétend aussi que les vibrations rendent le fer cristallin et cassant. Je ne m'étendrai pas sur ce sujet ; les expériences faites sur les chemins de fer, et notamment celles de feu M. de Sénarmont et de M. Le Chatelier, ont démontré que les ruptures d'essieux peuvent toujours s'expliquer, soit par la mauvaise forme des pièces, soit par la mauvaise qualité du fer avant sa mise en service.

« Il existe encore un autre préjugé plus accrédité, s'il est possible, mais qui ne semble guère mieux justifié. *Sous l'influence du froid de nos hivers, le fer deviendrait cristallin et cassant.* L'origine de cette opinion vient, comme pour les autres, de l'aspect cristallin des barres de fer, essieux ou autres, qui se brisent dans ces conditions de température. Qu'il y ait en hiver plus d'essieux cassés qu'en été, que les membres des hommes et des animaux se brisent plus facilement, c'est incontestable ; mais la cause de ces accidents peut très-bien être, pour les uns comme pour les autres, la dureté plus grande du sol, la roideur des articulations, et, en définitive, le choc plus rude subi par les parties exposées. Il n'y a, dans tout cela, rien qui autorise à supposer que la cristallisation constatée dans les pièces brisées soit la conséquence d'un abaissement de la température. D'ailleurs, pour être juste, il faudrait admettre et prouver qu'une barre de fer cristallisée à — 20 degrés, par exemple, redevient nerveuse à + 20 degrés.

« En dehors de ces raisonnements, qui suffiraient peut-être pour se rendre compte de l'action du froid sur le fer, j'ai fait les expériences suivantes :

« Plusieurs morceaux de cette barre de bon fer dont j'ai parlé plus haut ont été exposés, pendant plus de quatre mois, dans l'usine frigorifique de M. Ch. Tellier, à Auteuil, à des températures variant de zéro à — 18 degrés ; d'autres sont restés à l'air pendant les grands froids de l'hiver dernier, c'est-à-dire à 20 degrés environ au-dessous de zéro. J'ai essayé de casser ces barres dans des conditions différentes, soit quand elles étaient froides, soit quand elles étaient revenues à plusieurs degrés au-dessus de zéro. Tous les échantillons se sont comportés, sous le rapport de la résistance, comme la barre originaire, et n'étaient nullement cristallisés.

« Je ferai remarquer, cependant, que mes expériences n'ont jamais porté que sur le bon fer ; il en est autrement pour le mauvais, et je ne puis nier que la fragilité de ce métal mal travaillé soit augmentée sensiblement par le froid.

« Ce que je viens d'exposer peut se résumer ainsi : toutes les fois que, sous l'influence d'un effort, une barre de fer vient à se briser et que sa cassure est cristalline, on peut être convaincu que cette structure préexistait ; elle provenait généralement d'un vice de fabrication, mais elle n'était due ni au travail ni au froid qu'avait supportés la pièce depuis sa fabrication.

« Si l'on veut bien admettre ce que je crois avoir démontré, on reconnaîtra qu'une grande industrie, obligée de se fournir de nombreuses pièces de forge semblables, ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut avoir une véritable sécurité, en essayant à outrance 4 à 5 pour 100 de ces pièces. En effet, comment espérer que le forgeage aura toujours été le même, ainsi que les températures initiales et finales? Sans compter les négligences apportées dans la fabrication! Il peut donc arriver, même en employant des matières de bonne qualité, que les fers essayés ne représentent pas la moyenne de la résistance de la totalité des barres.

« Ces expériences et ces considérations m'ont amené à étudier les moyens les plus pratiques de révivifier le fer ou l'acier, détériorés par des opérations mal faites, et à essayer de ramener les pièces bien ou mal forgées à un même état, aussi voisin que possible du maximum de résistance.

« On emploie depuis longtemps, dans ce but, le recuit pour le fer, la trempe suivie du recuit pour l'acier; mais ces moyens laissent beaucoup à désirer dans leur mode d'application. Ils sont aujourd'hui coûteux, incertains, souvent insuffisants et, par cela même, peu utilisés, surtout pour les grosses pièces qui en ont le plus besoin. J'ai pensé que des recherches à cet égard pourraient être utiles et intéressantes. Je les ai commencées; malheureusement des réformes économiques, dont l'appréciation m'est interdite, ont arrêté mes expériences déjà avancées. Si l'Académie daignait s'intéresser à mes travaux, je pourrais, je l'espère, compléter prochainement cette communication. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Importance actuelle de l'usine sidérurgique de Krupp, à Essen (Allemagne). — On sait la réputation dont jouit l'acier Krupp; mais ce qu'on connaît peut-être moins, c'est le développement considérable qu'a pris l'usine d'Essen où se fabrique cet acier. Voici, à cet égard, quelques renseignements qui permettront d'en juger. Le matériel comprend :

514 fours de fusion et fours à chauffer; 169 forges; 249 fours à puddler et à réchauffer; 245 fours à coke; 120 foyers de différentes natures; 340 tours; 119 machines à raboter; 65 machines à fraiser; 114 machines à percer; 90 étaux limeurs; 120 machines diverses et 56 marteaux-pilons.

Ce matériel est mis en œuvre par une force de 8 377 chevaux, produite par 150 chaudières et 256 machines à vapeur. Parmi ces dernières il en est une de 1 000 chevaux, trois de 800, une de 500, une de 160, trois de 150, une de 120, trois de 100; les 243 autres sont d'une force inférieure à 100 chevaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les marteaux-pilons, il y en a un de 30 000 kilog., un de 20 000, un de 7 500, un de 7 000, deux de 5 500 et trois de 5 000.

Le nombre d'ouvriers employés dans ce vaste établissement dépasse 7 000. (*Bulletin du comité des Forges.*)

Moyen de bien nettoyer les vases qui ont contenu du pétrole. — Lavez une première fois, avec un lait de chaux, le récipient qui a contenu l'huile minérale ; ce lait de chaux forme une émulsion avec le pétrole adhérent aux parois et en enlève ainsi toutes les traces. En répétant l'opération une seconde fois et en ajoutant une petite quantité de chlorure de chaux, on supprime l'odeur si complétement qu'on peut mettre, sans aucun inconvénient, de la bière dans le vase ainsi nettoyé et purifié. En faisant l'opération à chaud, le nettoyage s'opère plus rapidement. (*Dingler's polytechnisches Journal.*) (M.)

Notes sur la falsification de la fuchsine, par M. Ungerer et par M. Joly. — M. Ungerer rapporte que, dernièrement, on l'a chargé d'analyser un échantillon de fuchsine auquel était jointe la mention qu'il était insoluble dans l'alcool. Cette prétendue fuchsine n'était que du sucre candi blanc, grossièrement pilé, teint, à sa surface, avec une dissolution concentrée de vraie fuchsine, et qui, à la première vue, semblait réellement être de telle substance. Ce produit falsifié paraît provenir d'une fabrique d'Allemagne.

M. Joly, attaché à l'Université de Bruxelles, vient de signaler la même fraude sur plusieurs couleurs rouge d'aniline, de fuchsine, de rubine, etc. Il a reconnu que certains échantillons contenaient jusqu'à 50 pour 100 de sucre. (V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

Séance du 9 février 1872.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Leroy*, directeur de la soudière de Chauny (Aisne), demande qu'une médaille de contre-maître soit accordée à un contre-maître de l'atelier des sels de soude de cette usine. (Commission spéciale.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* accuse réception de la délibération du Conseil de la Société d'encouragement, qui lui a été adressée le 22 janvier dernier, relativement à la réclamation formée par les industriels, contre la taxe de 10 francs par 100 kilog., qui est proposée sur le sel destiné aux fabriques de soude.

M. *Renaux* (F.), entrepreneur de plomberie, rue Amelot, 135, à Paris, présente

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à la Société un appareil siphoïde contre les émanations des conduites de décharge, et un appareil hydraulique à double effet alternatif, pour lieux d'aisances. (Arts économiques.)

M^me^ *la baronne de Montseignat*, rue de la Barrière, à Rodez (Aveyron), demande si les graines de ver à soie qu'elle voulait présenter au concours ouvert par la Société, et dont l'envoi a été retardé par les fortes gelées du mois de décembre, pourraient être admises encore, malgré leur expédition tardive.

Il sera répondu à M^me^ *de Montseignat* que le concours est clos depuis le 1^er^ janvier dernier, mais que la Société a toujours accueilli, sans limite d'aucun délai, toutes les améliorations et les perfectionnements industriels qui lui sont présentés.

M. *Dexant* signale à la Société les avantages qu'il croit reconnaître dans un signal d'alarme, pour trains de chemins de fer, qu'il a inventé et fait breveter. (Arts mécaniques.)

M. *Coutelier* (E. J. V.), manufacturier, boulevard Richard-Lenoir, 74, à Paris, propose l'adoption d'un système de couvertures pour bâtiment, formées de pièces métalliques indépendantes. (Arts économiques.)

M. *Claudet*, rue de Cîteaux, 3, à Paris, demande l'appui de la Société pour faire adopter un système de mouvement parallèle, applicable aux étaux et autres parties de l'outillage des ateliers. (Arts mécaniques.)

M. *Bablon* (V.), rue du Roi-de-Sicile, 40, à Paris, présente un régulateur à débit invariable, pour bec de gaz. (Arts économiques.)

M. *Granier* (Emile), ingénieur civil, rue Saint-Lazare, 46, soumet à l'examen de la Société un petit appareil pour mesurer la température à laquelle une huile de pétrole donnée doit s'enflammer. Une mèche allumée, à l'entrée d'une capacité qui contient un peu de pétrole et qui admet l'accès facile de l'air, détermine, par conductibilité, la vaporisation du liquide et la formation d'un mélange explosif. Ce mélange s'échauffe, prend feu et produit une petite détonation autour de la mèche, tandis qu'un thermomètre plongé dans cet espace fait connaître la température qui a déterminé l'explosion. (Arts économiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Moulages en fer et ciment.* — M. *Paliard* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les vases et constructions moulés en fer et ciment de M. *Monier*, jardinier-rocailleur, avenue Ulrich, 44.

Il propose de remercier M. *Monier* de la communication qu'il a faite, et d'insérer le rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil. (Voy. cahier de mars 1872, p. 111.)

Gaffe de sauvetage. — M. *de Freminville* présente, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur une gaffe de sauvetage de M. *Legrand* (J.), fabricant de produits chimiques, au Havre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité des arts mécaniques propose l'insertion du rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Télégraphie autographique.* — M. *Lissajous* présente, au nom de l'inventeur, un télégraphe autographique de M. *Meyer,* qui est, en ce moment, employé avec un plein succès sur la ligne de Paris à Lyon.

Cet appareil se compose essentiellement de deux parties : d'une part, des mécanismes d'horlogerie à mouvement continu, placés aux stations d'arrivée et de départ, et dont la fonction est d'établir, entre les mouvements des appareils d'expédition et de réception, un synchronisme rigoureux, qui est nécessaire pour que les traits de la dépêche ne soient pas déformés; d'autre part, des appareils de départ et d'arrivée nécessaires pour la transmission.

Le mouvement d'horlogerie, mû par un poids, est modéré par un pendule conique très-lourd, qui porte sur la même tige une masse réglante, commandée par un petit treuil placé au-dessus du point de suspension, et au moyen de laquelle on peut régler à volonté la puissance de cet organe. L'impulsion est donnée au pendule conique par une fourchette tournante, qui emboîte une tige en prolongement de l'axe de la suspension et au-dessous de la boule. Comme des révolutions d'amplitude plus ou moins grande seraient de durée différente, on a suspendu la boule du balancier à un ressort à boudin, dont la puissance et la forme sont telles, que le pendule, dont la longueur se règle ainsi automatiquement, conserve des révolutions de même durée. Enfin, à chaque arrêt de la transmission, les deux appareils se remettent d'eux-mêmes au même point, ce qui empêche que les très-petites erreurs de synchronisme ne puissent s'accumuler et ne brouillent les dépêches.

Le mécanisme du départ pour la transmission se compose d'un cylindre isolant, sur lequel est enroulé le papier métallisé qui porte la dépêche écrite avec une encre non conductrice. La surface de cette dépêche est frottée continuellement par un pinceau de fils métalliques qui est en communication avec le pôle positif de la pile de ligne, et en même temps par une pointe métallique, isolée relativement à ce pinceau, mais en communication permanente avec la terre pendant le mouvement de rotation du cylindre. On voit, par là, que le courant passe par la surface métallique du papier et, par conséquent, est interrompu sur la ligne, toutes les fois que la pointe est sur le métal, et qu'il est, au contraire, fermé sur la dépêche et dès lors lancé sur la ligne, quand la pointe se trouve placée sur un caractère écrit avec l'encre non conductrice. Ce système fournit donc une émission subite sur la ligne dès que la pointe touche l'écriture, et une interruption en ce sens quand elle retombe sur le papier métallisé. Cette pointe avance d'ailleurs de 1/4 de millimètre à chaque tour du cylindre.

Le mécanisme de réception se compose d'un mouvement d'horlogerie dont la vitesse est réglée par un pendule isochrone avec l'horloge du départ, et qui entraîne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

continuellement une bande de papier en lui faisant faire un pli vif sur l'arête aiguë d'un petit châssis léger. Devant cette arête tourne d'un mouvement continu, mû par le même moteur, un cylindre portant une forte nervure spirale, laquelle n'a qu'une seule spire, pour la longueur entière du cylindre, et se charge d'encre en s'appuyant contre un tampon d'encrage. Si on maintient l'arête du châssis, chargée du papier, en contact avec la nervure, celle-ci y tracera, en se déroulant, une ligne droite transversale de toute la largeur du papier; si ce châssis, qui est à bascule, ne fait que toucher en un point la nervure et s'en éloigne immédiatement après, la feuille de papier recevra une marque, un point noir, et le reste de la ligne transversale demeurera en blanc.

Le courant électrique détermine ce mouvement du châssis, quand la station du départ le lance sur la ligne au passage de la pointe sur un des caractères isolants de la dépêche. Ce courant, à son arrivée, établit la fonction à l'aide d'un relai et d'une pile locale; cette pile produit instantanément le mouvement de bascule du châssis qui fait appuyer un point du papier contre la nervure hélicoïde encrée; elle fait ainsi tracer un des points de la lettre de la dépêche transmise. Une révolution nouvelle des cylindres tracera de même, l'instant d'après, un autre point de la même lettre, et de la sorte la dépêche entière sera exprimée par des lettres ou dessins ponctués de même forme que ceux de l'autographe placé sur l'appareil du départ.

M. le *Président* remercie M. *Lissajous* et M. *Meyer* de cette intéressante communication, et en renvoie l'examen au comité des arts économiques.

Galvanomètre-balance. — M. *Bourbouse*, préparateur du cours de physique à la faculté des sciences de Paris, fait présenter, par M. *Lissajous*, un galvanomètre-balance qui peut, à volonté, devenir très-sensible ou peu impressionnable, et qui joint à l'avantage de donner des mesures d'une grande précision, celui de permettre de voir, facilement et de très-loin, les indications qu'il fournit, propriété d'un grand intérêt pour les cours de physique professés devant un très-grand nombre de personnes.

Si on prend un bon fléau de balance ordinaire en acier doux et non trempé, il se tiendra en équilibre sur ses couteaux et dans une position horizontale; mais, lorsqu'on aimante ce barreau, il est transformé en une boussole d'inclinaison et prend une position oblique sous l'influence du pôle magnétique, et il faut qu'un poids curseur convenablement placé le ramène à la position horizontale. Cet appareil, ainsi aimanté et équilibré, est plongé dans un cylindre aplati, allongé, construit en bois, et sur la surface duquel un fil électrique isolé par une enveloppe de soie est enroulé. Quand on fait passer un courant électrique dans le fil, il détermine par influence une aimantation plus grande du fléau. Dès ce moment, l'intensité magnétique de ce barreau est augmentée, il s'incline vers le pôle magnétique, et la longue aiguille en aluminium qu'il porte indique aux spectateurs, même éloignés, la déviation qu'il a éprouvée. Pour avoir une mesure plus précise, on fait mouvoir le curseur pour rétablir l'équilibre, et on note la quantité dont il a dû être déplacé pour produire ce résultat.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La sensibilité de l'instrument peut être augmentée ou diminuée de deux manières, soit en élevant ou abaissant le centre de gravité du système oscillant, soit en plongeant plus ou moins le fléau dans le manchon, ce qui modifie l'action inductive du fil enroulé, action dont le maximum a lieu lorsque le fléau est au milieu de la hauteur de cette bobine spéciale. L'appareil donne les moyens de faire fonctionner promptement ces deux procédés de règlement, et on peut, par leur secours, rendre les indications du galvanomètre ou très-délicates ou très-peu marquées.

Après avoir ainsi donné la description de l'appareil, M. *Lissajous* fait diverses expériences pour montrer les avantages qu'on retire de son emploi dans les recherches de chaleur rayonnante, en employant une pile thermo-électrique, dans des réactions électro-chimiques, etc.

M. le *Président* exprime à M. *Lissajous* et à M. *Bourbouse* les remercîments du Conseil et renvoie l'examen de cet instrument au comité des arts économiques.

Désinfection des vidanges d'usine. — M. *Gérardin* expose la suite de ses travaux sur l'assainissement des rivières infectées par les eaux chargées des résidus d'établissements industriels. En 1869 et 1870 il a obtenu l'assainissement de la rivière le Croult, de Gonesse à Saint-Denis ; son procédé continue à être employé à la féculerie de Gonesse, et il y produit de très-bons résultats. Pendant l'hiver de 1871-72, cette féculerie a laissé écouler dans le Croult 24 000 tonnes de jus de pommes de terre, sans qu'il en soit résulté d'infection putride. Les poissons vivent dans la rivière ; les herbes vertes et même le cresson de fontaine continuent à y pousser. On peut donc considérer le problème de la désinfection des eaux de féculeries comme définitivement résolu. M. *Gérardin* annonce à la Société d'encouragement qu'il espère pouvoir expérimenter prochainement l'efficacité de son procédé sur d'autres eaux industrielles.

M. le *Président* remercie M. *Gérardin* des renseignements qu'il vient de donner à la Société sur les résultats nouveaux que lui ont fournis ses études, et il le prie d'en faire l'objet d'une note qui sera renvoyée au comité des arts chimiques.

Sténographie mécanique. — M. *Gensoul* présente un système de sténographie mécanique qu'il a inventé, et un appareil qui en est la réalisation pratique.

Lorsqu'on entend un discours, l'oreille est successivement frappée par des sons divers qu'on appelle des *syllabes ;* on doit donc considérer la syllabe comme l'unité de parole. D'autre part, lorsqu'on veut exprimer la parole par l'écriture, il faut analyser la manière dont fonctionne l'organe qui émet les syllabes, et on est amené à exprimer les divers éléments de ces sons par des *lettres*. Ainsi, la lettre est, en réalité, l'unité d'écriture. C'est de cette différence d'unité que provient la lenteur avec laquelle la parole est traduite en écriture. Cette lenteur a deux causes différentes : 1° l'obligation de tracer trois ou quatre lettres pour représenter un son émis instantanément, et 2° le temps nécessaire pour effectuer le dessin qui forme chaque lettre. Ces deux causes réunies rendent l'écriture environ sept fois plus lente que la parole.

Quand on a voulu rendre l'écriture assez rapide pour suivre la parole, on ne s'est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

occupé que de la seconde de ces causes, et on a remplacé les figures compliquées, qui constituent les lettres usuelles, par des signes d'une exécution plus rapide ; mais ce perfectionnement, qui permettait de doubler à peu près la vitesse de l'écriture, était encore bien loin d'être suffisant. C'est alors que sont intervenus divers systèmes abréviatifs, tels que l'adoption de l'écriture phonétique, la suppression des articles, la réduction des mots à leur radical, l'omission des voyelles, etc., etc. Par ces divers artifices, on a atteint ce résultat constituant aujourd'hui la sténographie, qu'un sténographe habile peut suivre la parole, avec une grande contention d'esprit, pendant quelques minutes seulement et que, pour obtenir la reconstitution intégrale du texte, il est forcé de se mettre immédiatement au travail et de faire appel à toute sa mémoire et à toute son intelligence.

La sténographie mécanique supprime les deux causes qui rendent l'écriture incapable de lutter de vitesse avec la parole. Au lieu d'écrire successivement et une à une les lettres d'une syllabe, elle les frappe toutes simultanément et d'un seul coup, et assimile ainsi parfaitement l'écriture à la parole.

L'appareil de M. *Gensoul* se compose de trois petits claviers juxtaposés, contenant quatre touches doubles, dont les combinaisons diverses suffisent pour représenter toutes les consonnes et les voyelles. Celui de gauche, qui occupe les quatre derniers doigts de la main gauche, est affecté aux consonnes initiales des syllabes, celui de droite exprime les consonnes finales; le clavier du milieu, qui est mis en mouvement par les pouces des deux mains, exprime les voyelles médianes. Deux touches supplémentaires sont mises en action par les poignets, et celle de droite représente l'*e* muet.

. En se servant de cet instrument, l'opérateur frappe d'un seul coup toutes les lettres d'une syllabe, comme le pianiste frappe simultanément toutes les notes de l'accord harmonique qu'il veut produire, et cette opération ne prend pas sensiblement plus de temps que l'émission de la voix qui a articulé cette syllabe.

Le mécanisme de l'appareil est disposé de manière que chaque touche, en se mouvant, fasse abaisser un caractère qui, après s'être encré en traversant un pinceau longitudinal, s'imprime sur une bande de papier qu'un mouvement d'horlogerie déroule continuellement, et qui cependant est retenue un instant par un petit ressort au moment où la touche s'abaisse pour imprimer un caractère.

Les signes sont donc aussi rapides qu'on puisse le désirer; ils sont tracés avec la même perfection, quelle que soit la rapidité du jeu; ils sont complets et représentent textuellement le discours sténographié.

Les bandes qui les portent peuvent être lues à toute époque, par toute personne connaissant l'alphabet employé, et sans qu'il soit besoin de recourir à la mémoire de l'auditeur pour compléter le texte.

Un exercice de quelques mois suffit pour que l'opérateur suive la parole.

La sténographie mécanique n'occasionne ni contention d'esprit, ni fatigue sensible.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut, avec cet appareil, sténographier indéfiniment; on pourrait dire qu'il photographie la parole.

L'appareil est, dès à présent, complet et fonctionne d'une manière normale, ainsi que le montrent des discours sténographiés pendant les dernières séances du Conseil de la Société d'encouragement. L'usage qui en sera fait amènera certainement, dans l'avenir, des perfectionnements utiles et des applications nouvelles; on peut prévoir, par exemple, qu'en le mettant en communication avec un appareil télégraphique on puisse télégraphier un discours et l'imprimer à une distance quelconque, avec la même rapidité que pour son tracé par le sténographe sur la bande de l'appareil, mais, tel qu'il est, il satisfait déjà à tous les besoins de la sténographie.

M. le *Président* remercie M. *Gensoul* de sa communication qu'il renvoie à l'examen du comité des arts mécaniques.

Bitumes, chaussées en asphalte. — M. *Homberg*, membre du comité des arts économiques, lit une note sur les matières bitumineuses et sur l'usage qu'on en fait dans les travaux publics. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Maistrasse*, chimiste, à Paris; *Boyard* (Augustin), ingénieur-chimiste, à Bruxelles; *Meunier* (L. F.), constructeur en chaudronnerie, à Lille.

Séance du 23 *février* 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce la perte que la Société vient de faire par la mort de M. *Ogerau,* administrateur du comptoir d'escompte, ancien membre du Conseil général des manufactures, et l'un des membres les plus zélés de la Société d'encouragement. Il rappelle que M. *Ogerau* avait pris, à Paris, un des rangs les plus distingués dans l'industrie de la tannerie, et qu'il avait, en province, des établissements dont les produits jouissent de la réputation la plus méritée.

Legs de M. Herpin. — M. *Herpin*, qui a été, pendant près de quarante ans, membre du Conseil, et dont le souvenir vivra longtemps dans le cœur de ses collègues, voulant donner à la Société un témoignage durable de l'intérêt qu'il lui portait, lui a légué, dans la répartition de sa modique fortune, une rente annuelle de 300 francs.

En recevant ce legs, M. le *Président* exprime les sentiments de gratitude de la Société, et il fait remarquer la touchante sollicitude de M. *Herpin,* qui, après avoir été, pendant sa longue carrière, l'un des plus laborieux membres du Conseil, a voulu prolonger, après sa mort, son intervention bienfaisante dans les services que la Société rend à l'industrie.

CORRESPONDANCE. — La *Société des sciences industrielles de Lyon* invite à ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

séances la délégation qu'elle espère voir la Société d'encouragement envoyer à Lyon pendant l'Exposition qui va avoir lieu dans cette ville; elle fait à cette délégation toutes les offres de services qui pourraient lui être favorables pour l'accomplissement de sa mission. (Renvoyé au Bureau.)

M. *Walcher*, consul général adjoint d'Autriche-Hongrie, membre de la Société, rue Laffitte, 21, propose d'envoyer, à l'Exposition universelle qui aura lieu à Vienne, en 1873, un exemplaire du *Bulletin* de la Société d'encouragement, pour montrer, dit-il, ce que peut produire l'initiative privée en dehors de l'action du gouvernement, quand elle est convenablement employée. (Commissions du *Bulletin* et des fonds.)

M. *Vincent* (Aristide), ingénieur civil, armateur à Brest, présente au concours, pour l'amélioration des machines à vapeur, la chaudière-nettoyable-Vincent, dont il donne la description et le dessin. (Arts mécaniques.)

M. *Cornut*, administrateur-directeur de la compagnie linière Saint-Quentinoise, à Hamégicourt (Aisne), présente, pour le concours relatif au perfectionnement de la filature du lin et du chanvre, les progrès qu'il a fait faire à cette industrie; ces progrès consistent en procédés nouveaux ou perfectionnements permettant de filer, avec les chanvres communs, des fils du n° 30, et avec les lins ordinaires des fils du n° 100. (Arts mécaniques.)

M. *Crepin*, menuisier, rue Saint-Vincent-Montmartre, 8, demande un rapport sur la communication qu'il a faite depuis peu à la Société, au sujet d'un nouveau système pour la fermeture hermétique des joints des croisées. (Arts économiques.)

M. *Blanchard* (L. H.), manufacturier-chimiste, rue de Tilsitt, 16, à Paris, présente à la Société du phosphate ammoniaco-magnésien et autres phosphates alcalins, qui sont livrés par lui à des prix assez bas pour qu'ils puissent être employés dans l'agriculture et d'autres grandes industries. (Agriculture et arts chimiques.)

M. *Bourbouse*, préparateur de physique à la faculté des sciences, à la Sorbonne, fait connaître à la Société un moyen de produire à volonté des précipités métalliques adhérents ou non adhérents sur l'objet qu'ils doivent recouvrir. (Arts économiques.)

M. *Chuard*, professeur, rue Carnot, 6, à Paris, demande l'aide de la Société dans le but de monter convenablement un appareil qui permettra aux observateurs de voir au fond de l'eau. (Arts économiques.)

M. *Kuhlmann* (F.), administrateur général de la Société des produits chimiques du Nord, et M. *Kolb*, directeur de la fabrique d'Amiens, demandent que des médailles de contre-maîtres soient accordées à un contre-maître de l'usine de la Madeleine, à Lille, et à un surveillant de la fabrique de produits chimiques d'Amiens. (Commission spéciale.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Culture pastorale des hautes vallées des Pyrénées.* — M. *Huzard* lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur une communication que M. *Calvet*, garde général des forêts, en mission dans les Pyrénées, a faite à la Société sur l'état dans lequel se trouve la population des hautes vallées des Pyrénées,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et sur l'amélioration qu'elle obtiendrait, si on y établissait des fruitières par association, pour l'exploitation du lait et la fabrication du fromage.

Le comité d'agriculture propose de remercier M. *Calvet* de sa communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport qui la concerne.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir cahier de mars 1872, p. 113.)

Chemin de fer d'exploitation rurale. — Porteur uuiversel de M. Corbin. — Au nom du même comité, M. *Mangon* lit un rapport sur le chemin de fer d'exploitation rurale, organisé par M. *Corbin* et nommé par lui *Porteur universel,* chemin de fer qui est construit par M. *Bonnefond*, rue Impériale, 57, à Ivry.

Le comité d'agriculture propose de remercier M. *Corbin* de sa communication, et d'insérer le rapport dans le *Bulletin,* avec les dessins qui l'accompagnent.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — M. *Tisserand* entretient la Société de l'état dans lequel se trouve la production de la laine, industrie importante qui donne lieu à un commerce de près de 300 millions par an, et qui, de tout temps, a été l'objet d'une grande sollicitude de la part du gouvernement, en même temps que de plaintes assez vives de la part des agriculteurs. (Cette communication sera insérée au *Bulletin*.)

Moissonneuse. — M. *Mangon* présente à la Société la moissonneuse que M. *Albaret,* rue de Viarmes, 29, à Paris, a installée, et qui est bien supérieure à toutes celles antérieurement connues. Il dépose sur le Bureau la description et le dessin de cette machine, et demande qu'elle soit l'objet de l'examen de la Société. (Renvoi au comité d'agriculture.)

Transmission de forces. — M. *Mangon* présente également, au nom de M. *Peltier*, fabricant d'instruments d'agriculture, rue Fontaine-au-Roi, 10, à Paris, les perfectionnements apportés récemment aux transmissions de mouvement à grande distance, en employant la poulie de M. *Hirn* (1).

Cette transmission télodynamique est faite au moyen d'un petit câble en fil de fer de quelques millimètres de diamètre, soutenu, dans son parcours, par des poulies d'un grand diamètre à gorges profondes. La pratique avait fait reconnaître la nécessité de garnir le fond de la gorge en gutta-percha ou en caoutchouc ; mais ces matières, continuellement malaxées par l'action du câble, se déformaient ou s'altéraient rapidement. On est parvenu à résoudre cette difficulté en formant la garniture de trois bandes de cuir mises à la suite l'une de l'autre, mais terminées à leur extrémité par un bout rentrant qui est fixé à un tendeur au moyen duquel on peut toujours obtenir une surface lisse et régulière au fond de la gorge.

Ces câbles télodynamiques sont déjà très-employés en agriculture ; ils donnent le

(1) Voy. *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 37.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyen d'employer la force motrice prise à une roue de moulin distante de 500 à 700 mètres ou plus, jusqu'à la ferme où elle fait marcher des barattes et d'autres machines.

M. *Mangon* demande, au nom de l'auteur de cette communication, que le Conseil veuille bien faire examiner cette poulie et les transmissions télodynamiques qu'elle permet de faire. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et de l'agriculture.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Grüner*, inspecteur général des mines; *Persoz*, directeur de la condition des soies; *Laurencin-Chapelle* (Paul); *Bayvet* (Gustave), ingénieur civil.

Séance du 8 *mars* 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce la perte douloureuse que la Société vient de faire par la mort de M. *Devalois,* régent honoraire de la Banque de France, et l'un des censeurs honoraires de la Société. En rappelant le zèle, l'intelligence et le dévouement avec lesquels M. *Devalois* a rempli pendant longtemps les fonctions dont il avait été chargé par la Société, il exprime les regrets profonds que tous les membres de la Société éprouveront en apprenant cette perte, et il demande que ces regrets soient notifiés, au nom de la Société, à la famille de M. *Devalois.*

M. le *Président* annonce aussi à l'assemblée la perte de M. *Riocreux*, conservateur des collections céramiques de la manufacture de Sèvres, qui vient de mourir à 83 ans, après avoir été, pendant 60 ans, attaché à cet établissement. Toutes les personnes qui s'occupent de beaux-arts, de céramique ou d'archéologie de l'art, ont pu apprécier combien le zèle, la bonne volonté et le savoir de M. *Riocreux* étaient précieux pour ceux qui visitaient la manufacture de Sèvres.

M. *Brongniart*, dans son *Traité classique des arts céramiques,* rend hommage, en ces termes, à ses précieuses qualités : « J'ai trouvé dans le musée céramique de « Sèvres des ressources efficaces et nombreuses, que je m'étais pour ainsi dire prépa- « rées en formant cette collection. Sans elles, mon ouvrage eût dû se réduire à une « simple description des procédés de la porcelaine. Mais cette collection, amenée à « son but d'utilité au moyen des dons qu'elle a reçus, au moyen surtout de l'ordre « qui y est établi et qui est maintenu et perfectionné par les soins éclairés et constants « de son conservateur, M. *Riocreux*, cette collection, dis-je, qui peut servir à l'in- « struction de tous ceux qui veulent l'étudier, a fourni à mon Traité une multitude de « faits. »

C'est surtout au moment de la guerre que le dévouement de M. *Riocreux* fut mis à profit. M. *Regnault* voulant sauver les richesses artistiques inappréciables qui étaient réunies à Sèvres, celles-ci furent mises à l'abri par les soins de M. *Riocreux*, qui a eu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le bonheur, après l'invasion, de remettre en place et réorganiser cette magnifique collection, échappée à une perte certaine.

M. le *Président* demande qu'un article biographique soit inséré au *Bulletin* de la Société, pour retracer cette vie modeste et si utilement remplie, et il prie M. *Salvétat* de vouloir bien s'adjoindre à M. *Peligot* pour s'occuper de cette notice.

CORRESPONDANCE. — M. *Walcher,* consul général adjoint d'Autriche-Hongrie, à Paris, adresse à la Société un exemplaire des tableaux statistiques du commerce d'exportation et d'importation et du transit en Autriche pendant l'année 1870.

M. *Giroud,* rue d'Hauteville, 49, à propos de la communication que M. *Bablon* a faite dans une séance précédente relativement à un régulateur à gaz, annonce qu'il est en mesure de soumettre à l'examen de la Société des appareils de ce genre, qui sont de trois formes différentes, régulateurs-type, régulateurs humides à dépense fixe, régulateurs humides et secs à dépense facultative. (Arts économiques.)

M. *Martrou* (P.), à Leuc, près Carcassonne (Aude), envoie à l'appui de la communication qu'il a déjà faite à la Société, un dessin et une description de l'appareil qu'il propose pour assurer la manœuvre des disques de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Pescherard de Forceville*, à Sacierges, par Saint-Benoît-du-Sault (Indre), envoie une note complémentaire pour développer les avantages et le mode d'action du système du crédit rural qu'il a fait connaître, et qu'il a déjà antérieurement présenté à la Société. (Commerce.)

M. *Raffard,* rue de Richelieu, 45, expose les procédés qu'on emploie en Australie pour avoir constamment de l'eau fraîche. L'un des appareils les plus usités consiste, dit-il, dans un grand sac en forte toile préparée rempli d'eau, suspendu dans un courant d'air qui l'entretient constamment frais par l'évaporation de l'eau qui a suinté par les pores de la toile. Un deuxième appareil du même genre consiste dans un tissu de 1 centimètre d'épaisseur, dont un vase quelconque est enveloppé comme d'une chemise étroite.

M. *Raffard* fait aussi connaître un rabot ou balai pour les voies publiques, formé par une épaisse lame de caoutchouc vulcanisé, qui est très-commode pour le nettoyage des chaussées en bitume. (Arts économiques.)

M. *Hélouis* (N. A.), boulevard Saint-Martin, 43, présente à la Société un mémoire accompagné d'échantillons, contenant le résultat de ses recherches pour obtenir un alliage blanc remplaçant le maillechort, et suffisamment inaltérable pour pouvoir être employé sans argenture dans l'économie domestique; il présente, en outre, une étude de plusieurs autres alliages contenant du nickel. (Arts chimiques.)

M. *Joffroy* (A.), rue des Petites-Écuries, 30, entrepositaire de la compagnie anglo-suisse pour la fabrication du lait condensé, demande un rapport sur la communication qu'il a déjà faite à la Société à ce sujet. (Arts économiques.)

M. *Joly* (V. Ch.), rue du Chemin-Vert, 42, Paris, envoie le prospectus descriptif du système de cheminée qu'il a organisé. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Francisque-Michel* (R.), ingénieur civil, rue Saint-André-des-Arts, 20, présente à la Société un nouveau système de pendule électrique. (Arts économiques.)

NOMINATION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES. — M. le *Président* annonce que le Conseil va procéder à la nomination, au scrutin secret, d'un membre adjoint au comité des arts mécaniques. Il donne lecture de la liste des candidats présentée par le comité, et discutée en comité secret du Conseil.

Ces candidats sont : — MM. *Pihet* (Eugène), *Mathieu* (Henri).

Le scrutin est ouvert, et M. *Pihet* obtient l'unanimité des suffrages.

En conséquence, M. le *Président* déclare que M. *Pihet* (Eugène) est nommé membre adjoint du comité des arts mécaniques.

DÉPÔT D'UN PAQUET CACHETÉ. — M. le marquis *de Turenne* dépose un paquet cacheté.

M. le *Président* accepte, au nom de la Société, ce dépôt qui sera conservé dans les archives de la Société.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Nickelure galvanique.* — M. *Lamy* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur l'importation, en France, d'une industrie nouvelle, la nickelure galvanique, introduction qui a été faite récemment par M. *Gaiffe*, constructeur d'instruments de physique, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Gaiffe* de sa communication et d'insérer le rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 163.)

Projections pour les conférences. — M. *Lissajous* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les appareils disposés par M. *Doray*, pharmacien, à Saint-Lô, pour produire simplement et avec économie des projections optiques pour les cours publics ou les conférences scientifiques faites devant un auditoire d'une étendue moyenne.

Le comité propose de remercier M. *Doray* de sa communication et d'imprimer le rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Mercure. — M. *Debray* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport relatif aux études que M. *Merget*, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, a faites sur l'influence des vapeurs émises par le mercure à de basses températures, et sur l'emploi qu'on peut en faire dans plusieurs circonstances.

Le comité propose de remercier M. *Merget* de l'importante communication qu'il a faite à la Société, et d'insérer au *Bulletin* le rapport qui a été fait à ce sujet.

Le Conseil approuve les conclusions de ce rapport. (Voir plus haut, p. 158.)

Fourneau à gaz pour bijoutier. — M. *Debray* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur un petit fourneau à gaz, pour petit atelier (bijouterie, par exemple), qui a été organisé par M. *Wiessnegg*, fabricant de fourneaux, à Paris, place de la Sorbonne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité propose de remercier M. *Wiessnegg* de sa communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport qui en a été fait avec un dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Galvanomètre-balance. — M. *Lissajous* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur un galvanomètre-balance, inventé par M. *Bourbouse,* préparateur de physique à la Faculté des sciences de Paris.

Le comité propose de remercier M. *Bourbouse* de l'intéressante communication qu'il a faite à la Société et d'insérer le rapport dans le *Bulletin*, avec la description et le dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *La femme dans l'agriculture.* — M. *Moll,* membre du Conseil, entretient l'assemblée *du rôle que la femme doit avoir dans l'agriculture,* et des causes qui s'opposent à ce que son intervention soit aussi efficace qu'elle pourrait l'être. (Cette communication sera insérée au *Bulletin.*)

Chlore. Nouveau procédé de fabrication. — M. *Lamy,* membre du Conseil, fait connaître à la Société un procédé, employé depuis peu de temps, en Angleterre, pour la fabrication du chlorure de chaux. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Séance du 22 mars 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Raffard* (N. J.), rue de Richelieu, 45, envoie à la Société les croquis et description d'un bocard à grilles, employé dans les mines de l'Australie et ceux d'une pompe à sable, en usage dans les mêmes mines. (Arts mécaniques.)

MM. *Balonchard et Dumars*, à Nesle (Somme), adressent le prospectus et la description du procédé qu'ils proposent pour conserver le blé, à l'abri de l'attaque des insectes ou des rongeurs. (Agriculture.)

M. *Nicaise-Amand fils*, cultivateur, Viels-Maisons (Aisne), propose un moyen mécanique pour arrêter les chevaux emportés et pour fixer un attelage à un lien d'arrêt. (Agriculture.)

M. *Benoit-Duportail* (A.), ingénieur, rue de la Cordonnerie, 100, à Paris, envoie des observations au sujet de la manière dont M. *Gensoul,* en présentant son appareil de sténographie mécanique, a apprécié le point auquel la sténographie manuscrite est parvenue. Suivant lui, les procédés ordinaires sont beaucoup plus efficaces, et donnent des résultats plus complets que ne le dit M. *Gensoul.* (Arts économiques.)

M. *Tranié*, conducteur des ponts et chaussées, faisant fonction d'ingénieur, dans la Haute-Garonne, demande à la Société d'examiner la description des canaux d'irrigation de l'Estelle qu'il a publiée et qui forme un Manuel pratique de l'art usuel des irrigations. (Agriculture.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Grüner* (M. L.), inspecteur général des mines. Mémoire sur le dédoublement de l'oxyde de carbone par l'action combinée du fer métallique et de l'oxyde de ce métal. Paris, in-4.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Électricité.* — M. *Lissajous* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur divers appareils concernant l'étude de l'électricité, qui ont été présentés à la Société par M. *Alvergniat*, fabricant d'instruments de physique, rue de la Sorbonne, 18, à Paris.

Le rapporteur propose de remercier M. *Alvergniat* des communications qu'il a faites à la Société et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

ÉLECTION D'UN SECRÉTAIRE ADJOINT. — M. le *Président* annonce que, conformément à l'ordre du jour et à la décision du Conseil, il va être procédé au scrutin pour l'élection d'un secrétaire adjoint en remplacement de M. *Combes,* décédé.

Le nombre de votants étant de 31, le dépouillement du scrutin donne 16 voix pour M. *Laboulaye* (Ch.) et 15 voix pour M. *Tresca*.

En conséquence, M. *Laboulaye* (Ch.) est nommé secrétaire adjoint du Conseil et M. le *Président* l'invite à prendre place au Bureau.

ÉLECTION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — M. le *Président* annonce qu'un scrutin est ouvert, conformément à la demande du comité des arts chimiques, pour la nomination d'un membre adjoint à ce comité. Il donne lecture de la liste des candidats qui sont :

1° M. *Troost;* 2° M. *Grüner;* 3° M. *Guignet*.

Le nombre des votants étant de 32, le dépouillement du scrutin donne 17 votes pour M. *Troost*, 14 pour M. *Grüner* et 1 pour M. *Guignet*.

M. le *Président* déclare que M. *Troost* est nommé membre adjoint du comité de chimie.

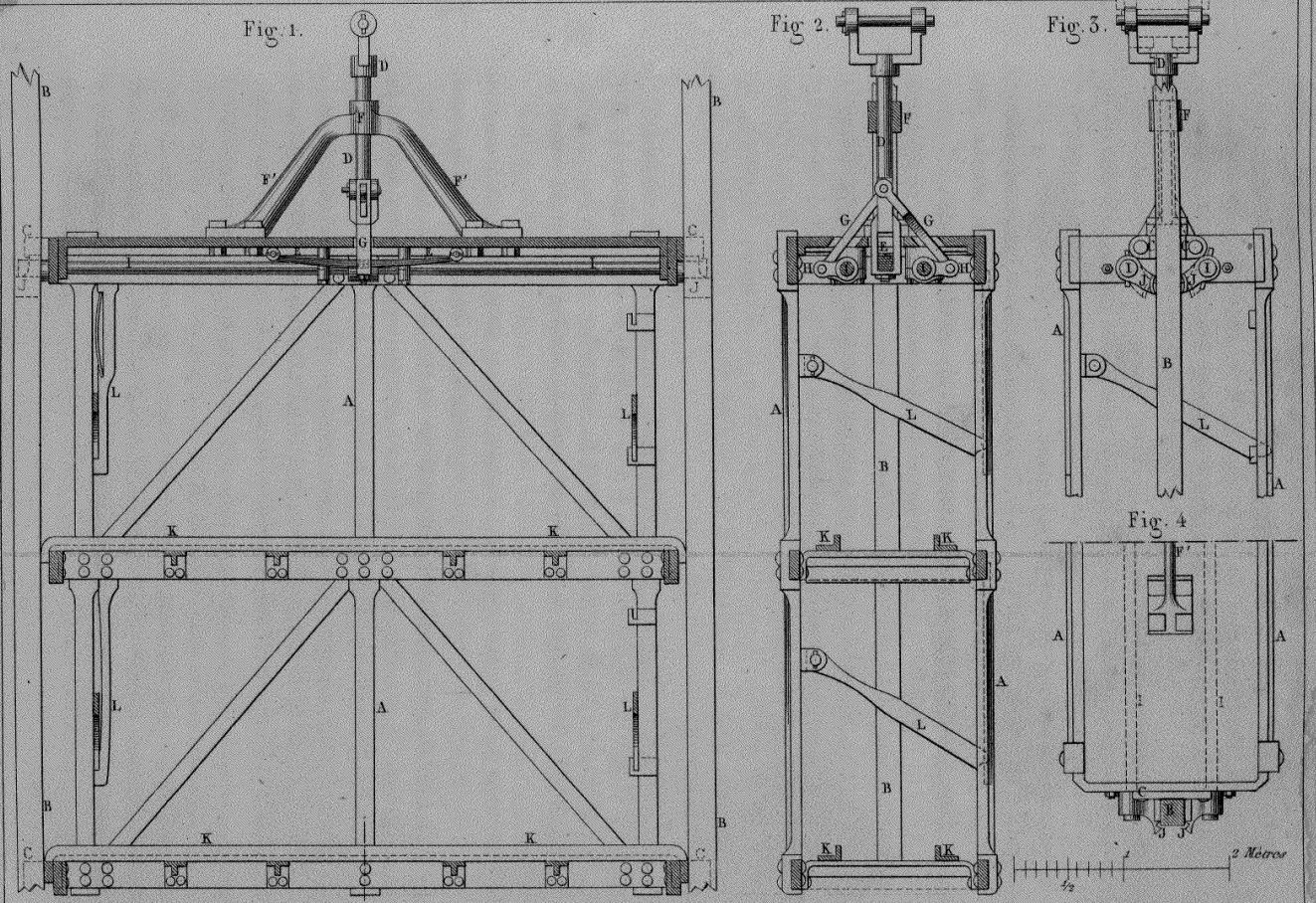
COMMUNICATIONS. — *Pomme de terre. Histoire de son introduction en France.* — M. *Heuzé* lit une note sur l'introduction et le développement de la culture de la pomme de terre en France. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

La soie, progrès des arts qui la mettent en œuvre. — M. *Alcan,* membre du Conseil, résume les progrès les plus importants faits, dans ces derniers temps, par les industries qui mettent en œuvre la soie. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Bablon,* fabricant de régulateurs à gaz, à Paris, est nommé membre de la Société par le Conseil.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. Lacépède 38. Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

PARACHUTE DE MINES, PAR M. JACQUET AINÉ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Mai 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

SÉANCE GÉNÉRALE DU 12 AVRIL 1872.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS,

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, PRÉSIDENT.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a tenu, le 12 avril 1872, une séance générale, dans laquelle elle a décerné des récompenses (prix, encouragements et médailles), au nombre desquelles et pour la première fois, la grande médaille d'agriculture, dite *grande médaille de Thénard*.

Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Dumas, Président de la Société, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. A ses côtés siégeaient deux des vice-présidents, MM. Balard, de l'Institut, et Baude, inspecteur général des ponts et chaussées; MM. les secrétaires adjoints E. Peligot, de l'Institut, et Laboulaye; et M. Legrand, président de la commission des fonds.

La séance a été ouverte par un rapport de M. Legrand sur l'état financier de la Société.

M. J. A. Barral, membre du Conseil, a lu ensuite une notice biographique sur M. Combes, l'un des derniers secrétaires adjoints de la Société, si inopinément enlevé, il y a quelques mois, à l'affection de ses collègues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Puis, après un rapport de M. E. Peligot, rendant compte de la situation des concours, les récompenses ont été distribuées dans l'ordre suivant :

Grande médaille de Thénard à M. Boussingault, de l'Institut, pour ses remarquables travaux sur la chimie agricole.

Prix de 1 000 francs à M. Théron de Montaugé, pour son ouvrage sur l'*Agriculture et les classes rurales dans le pays toulousain.*

Prix de 1 000 francs à M. P. Tochon, de Chambéry, pour son *Histoire de l'agriculture dans la Savoie.*

Prix de 500 francs à M. Sirand, pharmacien, à Grenoble, pour ses travaux de sériciculture.

Encouragement de 500 francs à M. Coupier, pour la fabrication de son encre, dite *encre des écoles.*

Enfin, avant la distribution des médailles de différentes classes aux industriels et aux contre-maîtres, distribution qui a terminé la séance, M. Moll, membre du Conseil, a fait, sur le rôle de *La femme en agriculture,* une lecture des plus intéressantes, qui a soulevé, à plusieurs reprises, les applaudissements de l'assemblée.

BIOGRAPHIE.

NOTICE BIOGRAPHIQUE SUR M. COMBES, SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, MEMBRE DE L'INSTITUT, PAR M. J. A. BARRAL,

Membre du Conseil de la Société,
Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture.

Messieurs, pendant vingt-sept ans était présent à votre Bureau, avec une assiduité qui ne s'est jamais lassée, un homme éminent dont la bienveillance n'avait d'égale que la science la plus élevée. En vous retrouvant ici, réunis pour distribuer des récompenses aux promoteurs des plus récents progrès industriels, vos regrets sont certainement vifs de ne plus voir ce visage ouvert et engageant, de ne plus entendre cette voix aux accents encourageants, même lorsqu'ils avaient à développer les idées les plus ardues de la mécanique la plus compliquée.

Le *Bulletin* de vos séances a naguère exprimé la douleur universelle qu'ont ressentie les savants et les industriels à l'annonce de la mort de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Combes. Aujourd'hui, nous n'avons plus à dire l'affliction dont nos cœurs ont été remplis. Lorsqu'un homme ordinaire disparaît, on pleure sur les bords de sa tombe ; puis, après un deuil plus ou moins prolongé, selon que par ses vertus privées il avait su attirer des sympathies plus grandes, on finit par l'oublier, emporté que l'on est par les événements de chaque jour. Il n'en est plus ainsi, quand cet homme a marqué sa trace par des services publics rendus, par des travaux utiles ou par des découvertes. Alors, il survit à lui-même, et ses œuvres laissent de lui un souvenir qui ne s'efface plus. Un devoir incombe donc à ceux qui l'ont connu, à ses anciens collègues dans les Associations scientifiques qui sont la force des nations civilisées, de rendre hommage à sa mémoire, en cherchant à montrer le rang qu'il occupe parmi les hommes ayant droit de figurer dans l'histoire des sciences ou des découvertes de l'esprit humain. C'est à ce point de vue que je me suis mis, lorsque j'ai accepté l'honneur périlleux d'improviser quelques pages sur la vie de M. Combes.

J'eusse voulu que le temps qui m'était accordé pour me préparer m'eût permis de lire et d'étudier les nombreux Mémoires et les ouvrages qu'il a laissés. Mais deux jours seulement m'ont été donnés, et ils étaient tout à fait insuffisants, en présence du grand nombre de travaux de M. Combes, pour que je pusse songer à vous en présenter même une analyse réduite. Je dois invoquer votre indulgence pour les aperçus incomplets que je vais vous présenter, et j'ajouterai que je compte aussi sur la bienveillance que, de son vivant, il montrait à tous, pour que son âme me pardonne du haut de sa dernière demeure, de ne pas mieux dire tout ce qu'il a fait pour les progrès des sciences et de l'industrie.

Je rappellerai avant tout, succinctement, la vie bien simple de notre collègue, vie tout entière consacrée à l'industrie et à la science, qu'il eut l'honneur et le bonheur de servir avec un complet désintéressement dans les plus hautes situations qu'un ingénieur puisse ambitionner.

Charles-Pierre-Mathieu Combes naquit à Cahors, le 26 décembre 1801, de Pierre-Mathieu Combes, officier supérieur de gendarmerie. Après avoir fait de brillantes études au collége Henri IV, il était admis avant l'âge de 17 ans, à l'École polytechnique, le premier de sa promotion. Deux ans après, il en sortait comme élève de l'École des mines, et à l'âge de 22 ans il était ingénieur dans un corps où les recherches scientifiques sont, par une tradition glorieuse, non moins estimées que les travaux de la profession. Les deux écoles de Saint-Etienne et de Paris le comptèrent successivement parmi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leurs professeurs. Mais avant de passer par tous les grades jusqu'à celui d'inspecteur général des mines, et jusqu'au poste de directeur de l'École, où il remplaça M. Dufrénoy, il accepta d'entrer durant un petit nombre d'années dans l'industrie privée.

Les mines de La Croix et de Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges, les usines de Firminy furent successivement le théâtre où, tout en trouvant les moyens d'appliquer son instruction si variée et de développer ses aptitudes de bon administrateur, il acquit en même temps l'expérience que donne la pratique des grandes affaires industrielles. Il devint ainsi une des lumières de son corps, et appelé plus tard dans les grands conseils de l'État, soit au Conseil général des mines, soit au Comité consultatif des arts et manufactures, soit dans la Commission de l'Enquête agricole, il fut en mesure d'éclairer le Gouvernement sur les véritables intérêts du pays. On peut affirmer qu'il concourut utilement à faire adopter toutes les mesures qui étaient susceptibles d'accroître la prospérité des diverses branches de l'industrie et du commerce.

En même temps, M. Combes ne cessait pas de se livrer soit à des travaux mathématiques, soit à des recherches expérimentales, qui étaient de nature à perfectionner la mécanique et l'art des mines. La détermination des lois du mouvement des grandes masses gazeuses devint le principal objet de ses études. Il est inutile d'insister sur l'importance de la question, non-seulement au point de vue de l'exploitation des mines, mais encore pour la vie des milliers d'ouvriers qui passent la plus grande partie de leur existence dans des galeries souterraines. Tout le monde sait qu'on doit à M. Combes un bon anémomètre, et qu'il fit, sur l'aérage des mines et sur la ventilation, des travaux considérables. Les machines d'épuisement, puis les machines motrices, et enfin les machines à vapeur, attirèrent successivement son attention, et il soumit au calcul les problèmes les plus difficiles de leur théorie, en vue d'améliorer leur puissance ou leur rendement.

Il n'existait qu'un seul traité complet sur la science et la pratique de l'art des mines. C'était la traduction, par Schreeber, de l'ouvrage de Delius, imprimé à Vienne, en 1773. Il avait été publié, il est vrai, au commencement de ce siècle, un important ouvrage qui décrivait les travaux des mines principales du continent européen; c'était celui de Héron de Villefosse. Mais il fallait avoir recours à de nombreux mémoires spéciaux épars dans une foule de recueils périodiques, pour se rendre compte des perfectionnements successivement apportés dans toutes les branches de l'art de l'exploi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tation des couches profondes du sol. M. Combes résolut de combler une lacune, qui était un véritable obstacle aux progrès de l'art minéral. Son *Traité de l'exploitation des mines*, où il a soumis à une discussion savante et complète, fondée sur les principes généraux de la physique et de la mécanique, toutes les méthodes qu'il était appelé à décrire, fut publié en 1844. Depuis lors, il fait autorité parmi les ingénieurs des deux mondes.

Les nombreux et utiles travaux de M. Combes lui ouvrirent, en 1847, les portes de l'Académie des sciences, où il fut élu dans la section de mécanique en remplacement de M. Gambey. Pour beaucoup de savants, l'entrée à l'Académie inaugure l'ère de la retraite et du repos. M. Combes était de ceux pour qui le travail sans relâche est une seconde nature. On le vit, comme par le passé, se livrer aux recherches les plus abstraites et les plus délicates. Le nombre des Mémoires qu'il a publiés est considérable, et il a en quelque sorte couronné sa carrière en 1867, par son ouvrage intitulé : *Exposé des principes de la théorie mécanique de la chaleur et de ses applications principales.* Ce dernier ouvrage se rattache intimement à votre Société. En le présentant à l'Académie des sciences, il disait : « Mon livre est formé de la « réunion des articles que j'ai commencé à publier en 1863 dans le *Bulletin* « de la Société d'encouragement, et que j'ai revus avec soin. Mon but a été « de contribuer, pour ma part, à répandre la connaissance exacte de prin- « cipes qui, abstraction faite de toute conception théorique de la constitution « intime des corps, et de la nature des mouvements moléculaires qui sont « la cause de la chaleur, reposent aujourd'hui sur des expériences certaines, « sont assez nombreux et assez bien liés pour être réunis en un corps de « doctrine et ne doivent plus être ignorés des personnes qui, par goût ou par « profession, s'occupent de mécanique, même au simple point de vue de la « pratique. »

M. Combes a appartenu au Conseil de la Société comme membre du comité des arts mécaniques pendant trente-trois ans. Il y était entré en 1839. En 1845, il fut nommé secrétaire adjoint pour la mécanique. Le nombre des Notes, des Rapports, des Mémoires dont il a enrichi le *Bulletin*, ne s'élève pas à moins de 70. La lecture seule de la liste de tous ces travaux fait honneur à la fois à ce savant infatigable et à la Société d'encouragement, qu'il aidait puissamment à remplir son double rôle de sentinelle avancée et de guide protecteur pour l'industrie nationale.

M. Combes savait conduire de front les travaux du cabinet et les nom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

breuses occupations que lui imposaient soit ses hautes fonctions, soit l'Académie des sciences, la Société centrale d'agriculture, et les importantes commissions où l'on avait besoin des conseils de sa science profonde et de sa grande expérience des hommes et des choses. Sa vie était admirablement réglée, et il parvenait à en donner aussi une partie aux joies de la famille. Un fils et deux filles ont comblé ses derniers ans d'attentions délicates. Une de ses filles, qui ne s'était pas mariée, savait ménager tous ses instants, écarter les importuns et éloigner les voleurs de temps. C'est ainsi qu'il a pu tant travailler jusqu'au dernier jour, et qu'à l'âge de 71 ans il était aussi énergique qu'un jeune homme. Il était de ceux que la seule pensée de l'inaction forcée épouvante, et pour lesquels l'heure de la retraite ne devrait jamais sonner de par les lois humaines. Pour ces natures d'élite, Dieu seul a le droit de fixer le terme au delà duquel il ne leur est pas permis de prolonger leurs travaux. Ce terme étant venu pour M. Combes, il est mort avec le calme de celui qui a bien vécu et qui a fait tout le bien qu'il lui a été donné d'accomplir.

Ils sont heureux ceux qui peuvent écrire leur nom dans l'histoire des sciences d'une manière indestructible. Quelques-uns, très-rares, s'illustrent par de grandes découvertes qui changent la face d'une industrie, ouvrent des voies nouvelles à l'humanité; ils sont les privilégiés entre tous. D'autres agrandissent, sans jeter autant d'éclat, la sphère des connaissances humaines, ou bien se font en quelque sorte les législateurs de certaines branches des sciences ou des arts. M. Combes a été de ces derniers, en apportant en même temps son contingent de recherches spéciales, d'expériences propres, qui augmentent le nombre des faits certains sur lesquels s'élèvent les théories utiles. Il serait impossible, désormais, de passer son nom sous silence, en faisant l'histoire de l'art des mines ou de la théorie de la chaleur, qui est aussi celle du mouvement et de la vie dans l'univers.

Telle fut, croyons-nous, sa place comme savant. Comme ami, comme confrère, c'était un homme au cœur bon, à l'esprit bienveillant, ayant horreur de l'injustice, aimant la liberté et y croyant. Secourable à la jeunesse, aux inventeurs, se faisant une loi de tendre la main à ceux qui souffrent, il a beaucoup protégé dans sa vie, il n'a jamais barré le chemin à un travailleur. Il avait, en outre, le plus pur patriotisme, et ce fut une grande amertume pour lui que de mourir au moment où la France éprouvait de si cruelles souffrances. Il a emporté le ferme espoir que la grandeur de notre pays n'a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

subi qu'une courte éclipse. Ceux qui, à son exemple, travailleront sans relâche, concourront le mieux à la réparation de nos malheurs.

CONCOURS.

COMPTE RENDU DES CONCOURS OUVERTS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR LES ANNÉES 1871 ET 1872, PAR M. E. PELIGOT.

Suivant le programme général des prix mis au concours par la Société, neuf de ces prix auraient dû être décernés en 1871. Mais les graves événements des années 1870 et 1871 ont empêché beaucoup d'inventeurs de se présenter au concours et n'ont pas permis, d'ailleurs, à la Société elle-même de délivrer les récompenses qui auraient pu être méritées.

Les questions proposées pour 1871 ont donc été maintenues et jointes aux neuf autres, pour lesquelles des prix devaient être décernés en 1872; ce qui porte à dix-huit le nombre total des prix à délivrer dans cette dernière année.

Mais le nombre des récompenses que nous allons délivrer est bien inférieur à ce chiffre; la raison en est dans ce fait que beaucoup de travaux, interrompus par les événements, n'ont pas pu être exécutés et envoyés à la Société.

Arts mécaniques.

Le Conseil avait proposé deux prix, conformément aux demandes du comité des arts mécaniques.

1° *Un prix de* 6000 *francs pour le perfectionnement des machines à vapeur.*

Un seul concurrent a présenté des études sur cette question; mais il n'a pas rempli les conditions du programme et le prix n'a pas été décerné.

2° *Prix de* 5000 *francs pour l'emploi de moyens qui rendent la taille de la pierre meulière sans danger pour les ouvriers qui l'exécutent.*

Ce prix, fondé par les habitants de la Ferté-sous-Jouarre, est mis au concours d'une manière permanente jusqu'en 1876.

Aucun concurrent n'a mérité le prix en 1872.

3° *Un prix de* 4000 *francs pour la réalisation d'un perfectionnement dans la filature du chanvre et du lin.*

Aucun concurrent ne s'est présenté en temps utile. Néanmoins le Conseil

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a été informé que des industriels avaient réalisé récemment, dans cette industrie, les desiderata du programme, mais qu'ils n'avaient pu, par suite des événements, adresser au moment voulu leurs pièces justificatives.

Le Conseil a décidé, en conséquence, que la question serait maintenue au concours pour 1873.

Arts chimiques.

Le Conseil, sur les propositions du comité des arts chimiques, avait mis au concours huit prix :

1° *Un prix de* 2000 *francs pour la préparation industrielle et à bon marché de l'oxygène.*

Ce prix, mis au concours pour 1870, puis reporté à 1871, faute de concurrents ayant rempli toutes les conditions du programme, devait être délivré cette année.

L'examen nouveau, auquel le Conseil s'est livré à ce sujet, lui a montré que les conditions du programme n'étant pas encore complétement remplies, le prix ne pouvait être décerné. La question est maintenue au concours pour 1873.

2° *Prix de* 3000 *francs pour la préparation économique de l'ozone.*

Un seul concurrent s'est présenté et n'a pas satisfait aux conditions du programme. Le prix n'a donc pu être décerné.

Le Conseil a, néanmoins, accordé une médaille de platine à M. Houzeau pour les belles recherches qui l'ont amené à produire de l'ozone d'une manière plus abondante qu'on ne l'avait fait jusqu'à lui.

3° *Fixation de l'azote de l'air en cyanures*, 2000 *francs.*

Aucun concurrent ne s'est présenté et le prix n'a pas pu être décerné.

4° *Production d'un nouvel alliage utile aux arts*, 1000 *francs.*

Aucun concurrent ne s'est présenté.

5° *Prix de* 1000 *francs pour une encre comparable aux encres actuellement en usage et n'oxydant pas les plumes.*

Aucun des concurrents n'a rempli toutes les conditions du programme. Cependant le Conseil a accordé un encouragement à M. Coupier pour son encre des écoles, qui approche beaucoup de la solution du problème.

6° *Fabrication artificielle du graphite pour crayons*, 3000 *francs.*

Aucun concurrent ne s'est présenté pour ce prix.

7° *Production artificielle d'un produit organique utile aux arts*, 4000 *francs.*

Aucun concurrent ne s'est présenté pour ce prix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

8° *Théorie de l'acier fondée sur des expériences précises*, 6000 francs.

Les concurrents qui ont envoyé des mémoires sur cette question n'ont pas rempli les conditions du programme et le prix n'a pas pu être décerné.

Ce prix a été maintenu au concours pour l'année 1873.

Arts économiques.

Quatre questions ont été mises au concours, sur la demande du comité des arts économiques.

1° *Prix de* 6000 *francs pour un procédé pour assurer la désinfection constante et continue des matières contenues dans les fosses d'aisances.*

Le Conseil ayant reconnu qu'aucun des cinq concurrents qui se sont présentés n'avait satisfait aux conditions du programme, le prix n'a pas été décerné.

2° *Prix de* 1000 *francs pour une application de l'endosmose des liquides.*

3° *Prix de* 1000 *francs pour une application de l'endosmose des gaz.*

Aucun concurrent ne s'est présenté pour ces deux prix.

4° *Prix de* 1000 *francs pour un procédé de filtration des eaux potables qui les débarrasse, d'une manière constante, des organismes qu'elles contiennent et qui peuvent nuire à la santé de ceux qui en font usage.*

Aucun des concurrents qui ont présenté des mémoires et des appareils n'a résolu la question.

Le Conseil a distingué cependant la fontaine à sable de M. Aman Vigié, de Marseille, qui réalise une grande partie des conditions imposées et qui présente des dispositions ingénieuses, et il a accordé à son auteur un encouragement de 300 francs.

Agriculture.

Trois questions ont été mises au concours, sur la proposition du comité d'agriculture.

1° *Un prix de* 1000 *francs a été proposé pour une bonne étude sur l'économie agricole d'une région de la France.*

Deux des ouvrages envoyés au concours ont rempli les conditions du programme d'une manière très-satisfaisante, et le Conseil a décidé que le prix serait doublé pour que le prix de 1000 francs pût être accordé à chacun des deux concurrents. Ce sont les Études sur l'agriculture du pays toulousain

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de M. Théron de Montaugé, et sur l'agriculture de la Savoie, par M. Tochon.

Le Conseil a accordé une mention honorable aux ouvrages de M. Destremx de Saint-Christol, qui sont moins une étude générale sur l'économie agricole qu'une monographie des cultures de leur auteur.

2° *Procédés pour diminuer les frais des récoltes*, 3 000 *francs*.

Un seul concurrent s'est présenté pour ce prix, mais il n'a nullement rempli les conditions du programme.

3° *Prix de* 500 *francs pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène*.

Ce prix a été décerné à M. Sirand, pharmacien, à Grenoble, pour les résultats remarquables qu'il a obtenus.

Résumé.

En résumé,

Sept des questions mises au concours n'ont provoqué les travaux d'aucun concurrent;

Six questions ont été traitées d'une manière incomplète, et les prix n'ont pas pu être décernés;

Trois questions qui n'ont pas été résolues de manière que le prix pût être décerné, ont cependant donné lieu à des résultats assez remarquables pour que la Société en fît l'objet d'un encouragement.

Deux prix ont pu être décernés, et l'un d'eux a dû être doublé et a donné lieu à une mention honorable pour récompenser convenablement les travaux présentés.

GRANDE MÉDAILLE D'AGRICULTURE.

Pour terminer ce qui est relatif au concours de 1872, il reste à parler de la grande médaille d'agriculture.

Cette médaille est décernée par la Société tous les six ans à celui qui, en France ou à l'étranger, a exercé la plus grande influence sur l'agriculture française.

Le Conseil n'a pas jugé qu'elle pût être décernée à tout autre qu'à M. Boussingault, membre de l'Académie des sciences, et auteur des plus importants travaux qui aient été faits dans ce siècle sur la chimie agricole.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GRANDES MÉDAILLES.

MÉDAILLE DE THÉNARD.

RAPPORT, AU NOM DU COMITÉ D'AGRICULTURE, SUR LES TITRES DE M. BOUSSINGAULT A LA GRANDE MÉDAILLE DE THÉNARD, PAR M. EUGÈNE TISSERAND.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale doit décerner cette année sa grande médaille, à l'effigie de Thénard, à l'auteur français ou étranger dont les travaux ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'agriculture française.

Votre comité d'agriculturé, Messieurs, vous propose, d'une voix unanime, d'accorder ce prix, qui constitue l'une des plus hautes récompenses de la Société, à M. J. B. Boussingault, membre de la section d'économie rurale à l'Institut de France.

Les titres de cet éminent savant sont ceux que donnent une longue et brillante carrière vouée à la recherche des lois de la production animale et végétale et un ensemble de découvertes qui ont puissamment contribué à ouvrir l'ère nouvelle de progrès où cette industrie se trouve engagée.

Depuis plus de quarante ans, M. Boussingault se consacre à l'étude des questions agricoles; son travail a été incessant; ses œuvres sont tellement considérables; elles embrassent tant de matières qui touchent à l'agronomie, à la météorologie, à la minéralogie, à la chimie générale et à la physique du globe, que nous ne pourrions, sans dépasser les limites assignées à ce rapport, les mentionner même succinctement et encore moins les analyser pour en faire ressortir le mérite. Nous devons donc nous borner à tracer les grandes lignes de ses principales découvertes.

A la fin du siècle dernier, l'agriculture était à peu près dans l'état où nous l'a léguée l'antiquité. Les descriptions de Xénophon, dans ses *Économiques*, s'appliquent tout aussi bien à la pratique des anciens Grecs qu'à celle de nos métayers. Un auteur moderne n'aurait rien à ajouter, rien à retrancher à ses tableaux. L'agriculture romaine a suivi les mêmes errements. Les anciens en savaient à peu près autant que nous sur le métier du cultivateur.

Ils savaient que la terre recouvre, dans l'assolement biennal, après un an de repos, la force nécessaire pour donner une récolte de blé équivalente à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une fois et demie la valeur des travaux. Ils savaient que l'épuisement est la conséquence certaine d'une succession non interrompue de récoltes de céréales. Ils n'ignoraient pas que tous les végétaux ont des exigences variables; ils avaient leur liste de plantes améliorantes; l'expérience leur avait encore appris qu'on peut remplacer la jachère par certaines cultures et par certains végétaux qui, moins avides d'engrais, « sucent moins la terre,» suivant le langage de Varron.

Virgile et Caton donnaient déjà, de leur temps, d'excellents conseils sur l'alternance des céréales avec les plantes fourragères. Nous trouvons enfin, dans Columelle, des formules d'assolement très-avancé, des comptes de culture, des études très-complètes sur la vigne, des discussions sur le prix de revient des produits agricoles qui attestent qu'on était allé aussi loin que possible avec les données de la seule pratique.

L'agriculture italienne, au xv^e^ et au xvi^e^ siècle, et celle des Flandres, ont conservé ces traditions, sans aller au delà. Les relations du Vénitien Tarello (*Ricordo di Agricultura*), le *Théâtre de l'Agriculture* d'Olivier de Serres, et les écrits de Duhamel, par le charme de leur style et la précision de leurs vues, forment le digne pendant des œuvres classiques de l'antiquité sur l'agriculture.

Mais, à côté d'une perfection relativement très-grande de la pratique du métier, nous trouvons l'obscurité la plus complète sur les causes : les lois de production sont totalement inconnues.

Encore à la fin du siècle dernier, on ignorait, en effet, l'origine de la fertilité des terres, de même que celle de leur épuisement. A part leur besoin de soleil, de pluie, de rosée, le cultivateur ne savait pour ainsi dire rien des conditions nécessaires au développement des plantes.

On attribuait les effets du fumier à une propriété particulière qui était communiquée aux aliments de l'homme et des animaux durant leur passage à travers l'organisme. On pensait qu'il suffisait d'avoir beaucoup de bétail sur une ferme; on en fixait même le nombre et le poids vif par hectare suffisant pour avoir en fumier les ressources d'une production indéfinie de riches récoltes; on regardait les animaux de la ferme comme des créateurs d'éléments de fertilité.

On supposait encore que dans les semences et dans le sol résidaient les forces qui produisent les fruits de la terre, et l'on croyait que les champs, après une, deux ou trois récoltes, avaient besoin de se reposer et de se restaurer comme l'homme et les animaux fatigués par le travail.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Plus tard, on s'imagina que cette sorte de force animée du sol résidait dans l'humus et que les plantes se nourrissaient de cette substance.

Il ne faut pas croire cependant que l'agriculture manquait, à cette époque, de chercheurs ardents. Les grandes guerres du XVII^e^ et du XVIII^e^ siècle qui avaient couvert l'Europe de ruines et de sang étaient finies. Il fallait guérir les plaies ouvertes, relever les ruines amoncelées, rebâtir les fermes incendiées, repeupler les campagnes devenues désertes. De tous les côtés, en France, en Allemagne, en Angleterre, dans les Pays-Bas, les regards se tournèrent vers l'agriculture. Semblable au géant de la fable, la société épuisée chercha dans la terre à retrouver ses forces; une grande émulation se produisit parmi les praticiens les plus éclairés; il y eut à ce moment un véritable réveil de l'agriculture.

Alors apparurent Duhamel, de Turbilly, Tessier, Huzard, Thaër, de Vogt, de Thünen, Pabst, Schwertz, Sinclair, Arthur Young, les dignes précurseurs de Mathieu de Dombasle et de ses émules. Ce fut, en vérité, une belle époque pour l'agriculture; d'importantes améliorations furent réalisées. On commençait à propager le trèfle et la luzerne, ces deux plantes précieuses qui permettent d'étendre la zone des prairies sur les terres sèches de la plaine et des collines. La betterave apparaissait en France, le turneps se répandait en Angleterre, et la pomme de terre était introduite par Parmentier; Thaër enfin, à l'aide des analyses d'Einhoff, essayait de jeter les bases de l'agriculture rationnelle.

Néanmoins, malgré ces travaux, malgré tous ces efforts, les questions les plus importantes de l'agronomie restaient sans solution; l'agriculture demeurait dans le doute; sa marche était hésitante; les principes proclamés par les praticiens les plus renommés ne pouvaient s'adapter à toutes les situations : le désaccord régnait entre les auteurs; les divergences étaient même parfois tellement considérables qu'elles avaient fini par inspirer aux cultivateurs de la défiance pour tout ce qui n'était pas de leur pratique et par produire ce discrédit, pour la théorie, qui ne fut pas sans préjudice sur la marche ultérieure de l'agriculture.

Le champ des améliorations était forcément limité; comment, en effet, aller au delà du degré de perfectionnement indiqué par les agronomes de la fin du siècle dernier et du commencement de celui-ci sans connaître à fond le *modus vivendi* des plantes, sans connaître les substances dont elles se nourrissent et les sources où elles puisent leurs aliments?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comment espérer davantage sans savoir le rôle du sol dans la production, celui des amendements et des engrais?

On était allé aussi loin que possible dans l'état des connaissances scientifiques de l'époque; mais l'agriculture était restée un art! La science agricole n'existait pas; les fameuses colonnes d'Hercule que Tarello croyait avoir fait franchir à l'agriculture étaient restées inaccessibles.

La méthode manquait : on put espérer un moment que Lavoisier allait en donner une. Il avait essayé, dans un domaine de l'Orléanais, d'appliquer son puissant génie à l'étude des questions agricoles. Malheureusement pour la France, malheureusement pour l'agriculture, les événements politiques l'arrachèrent à ses travaux, et sa mort prématurée priva à tout jamais notre pays des ressources inépuisables de son esprit créateur.

Mais le génie engendre le génie : des mânes de Lavoisier surgit cette école française qui devait jeter un si vif éclat et qui, entraînant à sa suite les savants du monde entier, devait amener, par ses découvertes, une révolution si complète dans toutes les branches de l'industrie, créer la sucrerie et la distillerie de betteraves, fournir à l'agriculture des principes et éclairer sa marche dans l'avenir.

M. Boussingault est l'un des membres les plus laborieux et les plus illustres de cette école. Il fut assez heureux pour réaliser, dans sa ferme de Bechelbronn, près de Haguenau, en Alsace, ce que n'avait pas eu le temps de faire le fondateur de la chimie moderne.

Dès sa sortie de l'École des mineurs de Saint-Étienne, et alors que ses occupations l'attiraient vers la carrière industrielle, nous le voyons saisir toutes les occasions de s'occuper de questions agricoles. Dans ses voyages en Amérique, au milieu des difficultés des explorations, des dangers de la guerre, il ne traverse pas une plaine, ne franchit pas une montagne, ne passe pas une rivière, il ne rencontre pas un végétal utile, sans faire les recherches et les observations qui puissent l'instruire sur les mystères de cette nature équatoriale si différente de la nôtre.

C'est ainsi que nous le voyons, dès 1822, étudier l'arbre qui fournit, dans les Cordillières de Vénézuéla une séve comparable, par son aspect et sa saveur, au lait de nos vaches. M. Boussingault ne se contente pas d'analyser ce produit, d'y trouver les éléments du lait ordinaire avec cette différence, toutefois, que la matière grasse y est remplacée par une cire analogue à celle que sécrètent les abeilles, il signale dans son mémoire les conditions de tem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pérature, d'humidité que doit présenter le pays où l'on serait tenté d'introduire ce précieux végétal.

Puis, ce sont les produits extraits des plantes par les Indiens pour les usages les plus variés, pour nourrir les hommes ou leur donner la mort qui attirent son attention, et on lit toujours avec un vif intérêt ses mémoires sur le chica, l'hura, le roucou, le curare, le vernis végétal, la banane, etc.

Mais ce fut à son retour en France, et à partir de 1836, qu'il s'adonna à peu près complétement à ses travaux de prédilection, à l'étude de la physiologie végétale, et présenta cette série de mémoires qui devaient lui mériter la plus belle et la plus enviée des récompenses, celle d'entrer à l'Académie des sciences.

Depuis longtemps les agriculteurs cherchaient à déterminer les quantités de fourrages et de grains, pouvant, dans la ration des animaux, se remplacer pour produire le même effet utile.

Les agronomes avaient essayé, en examinant l'action de chaque fourrage sur les bestiaux, de dresser le tableau des équivalents nutritifs des diverses denrées alimentaires en usage dans les fermes; mais ils étaient arrivés aux résultats les moins concordants : le problème restait à résoudre.

Gay-Lussac, en 1833, avait annoncé que le caractère prétendu de l'animalité par la présence de l'azote dans la composition des tissus n'est pas univoque, que toutes les semences des plantes contiennent de l'azote. Payen avait fait voir, peu de temps après, que ce corps est un élément constituant de toutes les parties du végétal. Enfin, les célèbres expériences de Magendie avaient prouvé que les aliments privés d'azote sont impropres à entretenir la vie.

M. Boussingault entrevit dans ces faits la solution du problème cherchée par les praticiens. Il fixa d'abord la composition du gluten et démontra l'identité de ce principe avec l'albumine animale; puis, se livrant à un travail énorme, il se mit à analyser la plus grande partie des grains, des pailles et des fourrages. Il put déduire de ses recherches que la valeur nutritive des aliments est, en général, proportionnelle à la quantité d'azote qu'ils renferment, et arriva ainsi à dresser le tableau de toutes les denrées alimentaires, en indiquant leur teneur en eau et en azote, et la quantité de chacun d'eux pouvant remplacer 100 kilog. de foin de prairie naturelle.

On comprend l'intérêt qui s'attacha, dès le début, aux tables de M. Boussingault et à celles que publièrent plus tard les continuateurs de ses travaux. Les cultivateurs avaient enfin un moyen d'étudier sûrement la ration de leurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bestiaux, d'en varier la composition à volonté, suivant les besoins de l'exploitation et le produit à obtenir, suivant surtout le prix relatif des divers fourrages. Ils avaient une base pour déterminer la ration capable de leur donner le maximum de produit pour la dépense minimum. Les agronomes avaient, de leur côté, une méthode pour compléter les tableaux de M. Boussingault, en y faisant entrer les autres principes assimilables.

A peine M. Boussingault avait-il rendu ce service signalé à la zootechnie, qu'il ouvrit de nouveaux horizons à une branche importante de l'agriculture : l'acclimatation des plantes.

Utilisant les nombreuses observations faites par lui sous l'équateur et dans la zone tempérée, il signala, dans plusieurs mémoires, les circonstances météorologiques sous lesquelles végètent les principales plantes cultivées; il constata que celles-ci exigent en tous lieux, pour mûrir, un nombre déterminé de jours de végétation, que ce nombre est d'autant plus grand que la température moyenne pendant la période de la végétation est plus basse. Il reconnut qu'en multipliant le nombre de jours durant lesquels une plante se développe dans des climats distincts par la température moyenne du cycle de la végétation, on obtient sensiblement un nombre égal pour les mêmes plantes; qu'en un mot, un végétal, pour arriver à parfaite maturité, exige, en tous lieux, la même somme de degrés de chaleur durant la saison de sa croissance.

Il compléta ses études par de nombreuses recherches pour fixer la profondeur à laquelle se trouve la température moyenne d'un lieu.

En 1838 apparut le travail magistral de M. Boussingault.

Ingenhouz, Priestley, Senebier et surtout Th. de Saussure avaient trouvé ou plutôt entrevu ces admirables lois qui ont fixé le rôle de l'eau et de l'air dans le développement des plantes. Ils avaient prouvé que les végétaux rendent, pendant le jour, sous l'influence de la lumière, l'air plus respirable, s'assimilent le carbone de l'atmosphère et décomposent l'eau en s'appropriant une partie de l'un et de l'autre de ses deux gaz constituants; mais ils avaient reconnu que l'eau et ses éléments puisés dans l'atmosphère sont insuffisants pour opérer l'entier développement des plantes, qu'il fallait que celles-ci puisassent le surplus dans le sol à l'aide de leurs racines.

Mais ce que l'on savait à ce sujet, on l'avait appris à l'aide des procédés manométriques, méthode qui exclut l'application de la balance, pouvant seule conduire à des résultats convenables; pour faire disparaître tous les doutes, il fallait confirmer ces grandes découvertes et les compléter, c'est ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que tenta avec un plein succès M. Boussingault dans ses recherches chimiques sur la végétation.

« Le caractère propre des recherches de M. Boussingault, disait l'éminent « rapporteur de la commission (1) chargée d'examiner son mémoire, est « d'avoir introduit la balance dans l'étude des questions de physiologie végé- « tale qu'il voulait étudier. M. Boussingault a cherché à former pour cha- « cune d'elles une équation où, mettant d'un côté toutes les matières « employées et, de l'autre, toutes les matières produites, il put se rendre un « compte exact des mutations éprouvées par chaque élément pendant la « durée de l'expérience. Ainsi, quand l'auteur veut reconnaître l'influence « de l'eau, celle de l'air sur une plante, il la met en vase clos en rapport « avec ces deux substances bien purifiées, et il fait l'analyse élémentaire de « la plante avant et après son introduction dans cet appareil qui la dérobe à « toute influence étrangère. »

« M. Boussingault, ajoutait plus loin M. Dumas, a fait une application fort « heureuse et pleine d'avenir des méthodes de l'analyse organique à l'étude « des lois qui régissent les rapports des plantes et des animaux, soit entre « eux, soit avec l'eau et l'air. »

En faisant intervenir le temps dans ses recherches sur la végétation, en suivant la plante depuis sa germination jusqu'à son complet développement, il a résolu un problème jugé par Berzélius comme à peu près insoluble.

Il a vérifié, de cette façon, la balance à la main, la fixation du carbone emprunté à l'acide carbonique de l'air; il a démontré l'exactitude des belles découvertes de ses devanciers; il a prouvé définitivement que les plantes décomposent l'eau pour s'approprier son hydrogène. Enfin, il a constaté que les céréales ne puisent pas d'azote dans l'atmosphère, puisque l'on retrouve dans la plante du froment et de l'avoine cultivée la quantité d'azote qui existe dans la graine et dans le fumier donné au terrain.

M. Boussingault avait ainsi fondé sur des analyses correctes la véritable statique des plantes. Ce n'était pas assez pour ce chercheur infatigable. Il voulut compléter les expériences si délicates, si ingénieusement conçues et si habilement exécutées dans son laboratoire par les résultats de la pratique en grand; il aborda un travail bien capable de rebuter ou de décourager le plus laborieux. Il accomplit une œuvre que nul avant lui n'avait faite et que,

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, année 1839.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seuls, MM. Lawes et Gilbert osèrent tenter plus tard. Tous les produits de sa ferme de Bechelbronn furent, pendant plusieurs années, soumis à l'analyse ainsi que les engrais fournis au terrain. C'est de cette grande expérience que l'on peut véritablement dater l'époque de l'établissement définitif de la théorie agricole.

Avec cette belle démonstration, M. Boussingault a prouvé que le meilleur assolement est celui qui, toutes choses égales d'ailleurs, permet de condenser, sous forme de produits agricoles, la plus grande masse de matériaux tirés des éléments de l'atmosphère, lesquels ne coûtent rien au cultivateur. Il put, enfin, proclamer la loi de la restitution, en établissant que, pour conserver à une terre sa puissance productive, il faut lui rendre, à l'état d'engrais, l'équivalent de ce qu'on exporte de la ferme sous une forme ou sous une autre.

La théorie minérale qui vint ensuite n'a fait que justifier ces déductions; elle a complété la grande loi posée par M. Boussingault; elle ne l'a pas renversée et, dans la controverse qui s'ensuivit avec l'école allemande, la victoire resta toujours du côté du savant français. Les agriculteurs d'outre-Rhin, eux-mêmes, ne purent s'empêcher de lui donner raison; car, quoi qu'aient pu dire ou pu faire les disciples du baron Liebig, jamais ceux-ci n'ont convaincu ni un agronome ni un praticien que la matière organique des fumiers est inutile, qu'on peut s'en débarrasser, sans inconvénient, pour n'apporter au sol que la partie minérale de cet engrais. Jamais ils n'ont trouvé un cultivateur assez crédule pour réduire son fumier, par l'incinération, en un petit paquet de cendre tenant dans le gousset de son gilet. Le conseil était, cependant, bien séduisant, lorsqu'on songe à ce qu'il en coûte pour transporter, pendant l'hiver, par des chemins détrempés, les 40 ou 50 000 kilog. de fumier que demande chaque hectare de terre à engraisser.

Ce qu'il avait fait pour les végétaux, M. Boussingault essaya encore de le réaliser pour les animaux. Il a suivi la même méthode et posé une équation analogue dont l'inconnue était déterminée par des expériences d'une grande précision et pesée à l'aide de la balance.

Il a pu ainsi trouver la quantité d'acide carbonique formée chaque jour par la respiration des animaux et fournir une donnée pratique pour la construction des étables et des écuries.

Il a constaté, d'autre part, qu'un animal, soumis à la ration d'entretien, rend exactement, soit par les excréments, soit par les voies respiratoires ou par la transpiration cutanée, une somme d'éléments égale à celle qu'il reçoit sous forme de nourriture; que, toutefois, loin de puiser de l'azote dans l'air,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les herbivores en exhalent continuellement, et que cet azote ne peut provenir que des aliments; d'où M. Boussingault a conclu que les bestiaux sont des destructeurs de matières fertilisantes.

Ces déductions étaient trop graves pour que M. Boussingault ne leur fît pas subir le contrôle des expériences les plus rigoureuses. Il soumit à ses recherches des vaches laitières, un cheval, un mouton, un porc et des oiseaux granivores; les résultats obtenus ont tous confirmé ses premières conclusions.

Enfin, portant ses recherches sur la ration des animaux à l'engrais, des vaches laitières, du porc, des tourterelles, M. Boussingault découvrit les termes de l'équation de la production animale, et constata le rôle des aliments et de leurs principes immédiats dans la production de la graisse et du lait.

En outre de ces grandes expériences, M. Boussingault ne négligeait aucun détail; c'est ainsi qu'il a déterminé l'action du sel sur les herbivores, l'influence de la nourriture donnée aux vaches sur le rendement en lait et sur la constitution chimique de ce produit, le mode de formation de la graisse dans les animaux et le développement de la substance minérale dans le système osseux du porc.

D'un autre côté, nous voyons les grandes questions de physiologie végétale ne pas cesser d'occuper son esprit. Sa préoccupation constante semble être de confirmer ses premières découvertes en multipliant ses expériences. Il est sans cesse à la recherche des sources où la végétation puise l'azote, de la forme sous laquelle les plantes l'empruntent, soit à l'air, soit au sol, soit à l'eau pluviale. Pour cela, il étudie l'action des sels ammoniacaux, du salpêtre, des phosphates, des cendres et du plâtre sur la végétation; il cherche ce que renferment de composés azotés les eaux pluviales, la neige, la rosée et les brouillards; il détermine la quantité d'air et d'acide carbonique contenue dans les sols arables; il étudie le rôle des feuilles dans la végétation, à l'aide d'une série de recherches des plus délicates, où se révèle toute l'habileté de l'expérimentateur.

Il confirme le fait que le gaz azote n'est pas assimilé par les plantes cultivées dans nos fermes; il signale la façon dont se comportent les végétaux dans l'obscurité. Son travail sur le tabac offre un modèle à suivre pour l'étude approfondie et la statique des cultures industrielles.

Rappelons encore sa belle découverte du phosphate ammoniaco-magnésien comme engrais type et ses intéressantes communications sur les gisements

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de guano, sur les salpêtrières naturelles et sur la production du nitre dans les terres fertiles.

Appliquant aux engrais les principes qui l'avaient amené à dresser une table des équivalents nutritifs des fourrages, il a établi, avec son soin habituel, une liste des engrais dans laquelle ceux-ci sont classés d'après leur richesse en azote.

N'oublions pas, enfin, de citer la fosse à fumier qu'il a construite à Bechelbronn, et décrite dans ses ouvrages; car, rien de plus rationnel, de plus complet n'a été encore fait.

Il nous est impossible de suivre M. Boussingault dans toutes ses recherches, nous sommes même forcé de passer sous silence bien des travaux, dont un seul suffirait pour illustrer une carrière, comme, par exemple, les grandes expériences sur la composition de l'air atmosphérique qu'il a faites de concert avec M. Dumas, dont le nom se trouve mêlé à toutes les grandes découvertes de la science moderne.

Les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* abondent en matériaux fournis par M. Boussingault. Il ne s'est pas passé une année sans que ce laborieux savant n'ait apporté plus que sa part à l'œuvre commune; car, chaque fois qu'il a surgi une question intéressant l'agriculture, qu'il y a eu un point de physiologie animale ou végétale à éclaircir, on l'a trouvé à l'œuvre, la balance à la main. Rien n'a échappé à ses investigations.

Comme tous les maîtres de la science, M. Boussingault ne s'est pas contenté de faire des travaux dans son laboratoire et dans sa ferme; il a cherché à propager les nouvelles doctrines, à vulgariser ses méthodes. Son *Traité d'économie rurale* est un ouvrage classique que l'on peut considérer comme l'un des plus beaux monuments de l'agriculture française (1). Enfin, ses leçons au Conservatoire des arts et métiers ont formé une pépinière de jeunes savants qui, s'inspirant de ses idées, continuent son œuvre au grand avantage de l'agriculture.

En résumé, on peut dire que l'influence des travaux et des publications de Boussingault sur l'agriculture a été immense.

Ses travaux ont été le véritable point de départ du grand mouvement agricole qui s'est produit partout depuis quarante ans.

---

(1) M. Boussingault a ajouté à cet ouvrage la publication, en quatre volumes, de ses principaux travaux sur l'agronomie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est la ferme de Bechelbronn qui a conduit à la fondation de Rothamsted, en Angleterre, et a servi de modèle aux Allemands pour la fondation de ces laboratoires de recherches agricoles dont ils sont si fiers, et, on peut le dire hautement, il n'est aucun de ces établissements qui ait encore produit autant et fait d'aussi importantes découvertes que Bechelbronn. La terre qui a été le théâtre des travaux de M. Boussingault a pu nous être arrachée par un ennemi implacable, mais ses gloires, comme le cœur de sa population, appartiennent à la France!

Nul, Messieurs, n'a donc rendu plus de services à l'agriculture que M. Boussingault; nul n'a plus travaillé pour elle, et, si Olivier de Serres a mérité, au XVI^e^ siècle, le titre de père de l'agriculture française, on peut proclamer, aujourd'hui, que M. Boussingault a autant de droits à celui de père de l'agronomie.

En décernant à ce savant la grande médaille de la Société d'encouragement, vous voudrez consacrer ce jugement et vous associer à la juste reconnaissance de l'agriculture moderne.

PRIX DE L'AGRICULTURE.

RAPPORT, AU NOM DU COMITÉ D'AGRICULTURE, SUR LE CONCOURS POUR LA MEILLEURE ÉTUDE SUR L'AGRICULTURE ET L'ÉCONOMIE RURALE D'UNE PROVINCE OU D'UN DÉPARTEMENT, PAR M. MOLL.

Prix de 1000 francs.)

Messieurs, l'agriculture et l'économie rurale des diverses parties de la France présentent des différences dignes de remarque provenant de causes locales et encore peu connues. Il serait très-utile de pouvoir comparer entre elles les méthodes qui y sont mises en pratique. Une série de monographies faisant connaître ce qui se passe dans chaque région permettrait de faire ces rapprochements et contribuerait ainsi puissamment aux progrès de l'agriculture.

Ce sont là les termes de notre programme, Messieurs, et ils sont vrais en tous points. Si l'on doit regretter une chose, c'est que le nombre de ces monographies soit encore aussi restreint.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En maintenant le même concours pendant un certain nombre d'années, la Société d'encouragement aidera beaucoup à combler cette lacune. Nous n'en voulons d'autre preuve que les ouvrages qui se présentent à ce concours dont nous allons vous parler.

S'il est pénible pour une Société d'avoir à constater que son appel n'a pas été entendu, ou qu'on n'y a répondu que d'une manière peu satisfaisante, le fait opposé est bien embarrassant pour la commission chargée de faire œuvre de juge. C'est le cas ici.

Quatre ouvrages vous ont été adressés par suite du concours que vous avez ouvert. En en éliminant un qui, malgré tout son mérite, ne saurait prendre part à la lutte, parce qu'il est en dehors des conditions que vous avez posées, votre comité s'est trouvé en présence de trois œuvres bien remarquables et dont une seule suffirait à l'honneur d'un concours.

Nous allons essayer de vous en donner une idée sommaire. Nous vous dirons ensuite dans quel ordre nous les plaçons.

Le premier ouvrage est intitulé : *Agriculture méridionale. — Le Gard et l'Ardèche.*

Ce titre ne donne pas tout le contenu du livre. A côté de la statistique et de la description agricoles de ces deux départements, l'auteur, en effet, aborde des questions générales, telles que : transformation progressive de l'agriculture; nécessité d'une réforme économique complète; le paysan; la crise agricole; concours régionaux; des droits et des devoirs de l'homme envers les animaux; de l'instruction, etc., etc., questions assurément d'un grand intérêt, mais qui ne se rattachent pas nécessairement à la description agricole d'une région, et qui, d'ailleurs, sont sujettes à controverse.

On se prend parfois à regretter que, à la place de quelques-unes de ces généralités, l'auteur n'ait pas donné plus de ces détails de pratique locale dans la description desquels il excelle.

Du reste, l'esprit général du livre indique que l'auteur a eu pour objectif plutôt d'éclairer ses confrères locaux que de renseigner les autres parties de la France sur l'agriculture des deux départements en question. Nous constatons le fait sans en tirer aucune induction défavorable à l'ouvrage. Ajoutons qu'à chaque page, à chaque ligne on reconnaît le praticien habile et instruit, ce qui résulterait, d'ailleurs, de ce double fait que l'auteur est lauréat de la prime d'honneur de son département et qu'il se présente à notre Société pour deux autres concours, celui pour la mise en valeur de terrains en pente, et celui pour les irrigations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avant de quitter ce très-bon travail, permettez-nous, Messieurs, une courte citation dont nous avons pu, *de visu,* constater l'entière exactitude. « Le Gard, dit l'auteur, ne jouissait pas d'une excellente réputation agricole; mais, aujourd'hui, il mérite d'être réhabilité, car l'agriculture y a fait d'immenses progrès. Peu d'auteurs, il est vrai, ont contribué à la faire connaître; l'agriculture méridionale, lente au début, a fait des pas de géant; nulle contrée ne cultive mieux le mûrier et la vigne. Grâce au concours des comices et des principaux agriculteurs, les charrues Dombasle et les instruments perfectionnés, introduits depuis longtemps, y fonctionnent partout avec succès; nulle part on ne remue mieux et plus profondément un sol plus rude et plus tenace et on se sert partout de la défonceuse Bonnet. »

Ajoutons que, en signalant ces heureuses transformations, l'auteur a le droit d'en être fier, car, plus qu'un autre, il y a contribué tant par ses écrits et ses conseils que par son exemple.

Le second ouvrage est intitulé : *Histoire de l'agriculture en Savoie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours.* C'est bien une œuvre historique, établie sur de nombreux et curieux documents et qui offre là, comme dans tant d'autres contrées, des pages douloureuses sur la situation antérieure des populations rurales, mais c'est en même temps une description intéressante de l'industrie de la terre aux différentes époques et sous l'influence des diverses conditions politiques et sociales. Il y a là des rapprochements d'un haut intérêt, d'autant plus que l'auteur met souvent en regard l'état des choses, aux mêmes dates, dans les deux pays voisins.

Le livre I embrasse toute la période antérieure à la fin du XVIII^e^ siècle; le livre II, celle de l'annexion à la France, pendant la République et le premier Empire. Le livre III traite de l'agriculture de la Savoie depuis 1815. Le livre IV, enfin, est intitulé l'Agriculture des deux départements de la Savoie dans son état actuel.

Il est à peine nécessaire de vous dire que ce quatrième livre est la partie capitale. Il forme, à lui seul, la moitié de l'ouvrage.

Si nous ajoutons que toutes ces questions sont traitées de main de maître, pour le fond comme pour la forme, la Société se félicitera, j'en suis sûr, d'avoir provoqué, par l'ouverture de son concours, l'apparition de ce beau et bon livre.

Avant de le quitter, permettez-nous d'y relever un fait. Dans la situation malheureuse où se trouve, aujourd'hui, la France, ce fait a quelque chose de doux et de consolant pour nous. Tandis que la première annexion n'avait eu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour résultats que d'accroître les charges quelconques qui pesaient sur la Savoie en général, et sur son agriculture en particulier, et que rien n'avait été fait pour conserver et améliorer les sources qui fournissaient à ces charges, la seconde annexion a procédé d'une manière toute différente.

Les institutions qui, en France, ont produit de si bons résultats, sociétés d'agriculture, comices, concours, syndicats, ont été introduites en Savoie et, en outre, de nombreux et importants travaux y ont été faits sous la direction du Gouvernement et avec son concours financier pour régulariser les cours d'eau torrentiels, développer les irrigations, établir des routes, dessécher des marais, enfin et surtout, pour reboiser les pentes et les sommets les plus menacés. On le sait, dans un pays de montagnes comme la Savoie, la conservation des bois est une question de vie ou de mort. Au moment de l'annexion tout était, sous ce rapport, dans un état déplorable.

« En moins de dix ans, dit l'auteur, on a regarni, au moyen de plantations partielles, des centaines d'hectares; des gazonnements, des barrages, des digues préservent les vallons des corrosions des eaux torrentielles qui descendent des montagnes, des chemins à pente uniforme permettent l'accès des bois aux attelages. Par une active surveillance, on est arrivé à limiter le pâturage des forêts, sans cependant porter atteinte aux intérêts des communes. Enfin, on a régularisé les coupes et assuré leur repeuplement. »

« Dans un avenir prochain, les ressources forestières des deux Savoies assureront, pour longtemps, l'affouage de nos populations et enrichiront les communes qui les possèdent. Sans doute, cette œuvre de reconstitution n'est pas achevée, elle se continue; mais l'administration forestière, qui, en si peu de temps, a obtenu d'aussi beaux résultats, a des titres assurés à notre reconnaissance. »

Arrivons au troisième et dernier ouvrage, qui a pour titre : *L'agriculture et les classes rurales dans le pays toulousain, depuis le milieu du* XVIII^e^ *siècle.*

Cet ouvrage, par ses recherches, ses nombreux et curieux documents sur un sujet habituellement négligé par nos historiens, serait digne de figurer parmi les œuvres des Bénédictins.

Il se divise en trois parties : *L'agriculture sous l'ancien régime.* — *L'agriculture depuis* 1789. — *Les pièces justificatives.*

Il nous suffira de vous donner, Messieurs, un extrait de la table des matières des deux premières parties et quelques mots d'explication pour vous faire connaître les sujets traités et vous donner une idée de l'esprit dans lequel est conçu l'ouvrage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La première partie est divisée en sept livres qui ont pour intitulés :

Tableau de la culture dans le pays toulousain au XVIII^e^ *siècle. — Le bétail. — Les travaux, les produits et le capital agricole. — Les populations ouvrières (salaires, régime alimentaire, assistance publique, mœurs et instruction publique). — La propriété et les propriétaires. — L'administration publique. — Doléances et vœux du pays toulousain en* 1789.

Les renseignements et les chiffres que présente l'auteur sur ces divers sujets, notamment sur les salaires et l'alimentation des classes ouvrières, renseignements et chiffres qu'il a pu puiser dans la comptabilité de domaines appartenant de longue date à sa famille, donnent une idée assez triste de ce *bon vieux temps* qu'on a aujourd'hui peut-être un peu trop de disposition à exalter. Nous y voyons, entre autres, que les salaires variaient de 50 centimes à 1^f^,40 par jour, ce dernier prix en juillet et août, et que la nourriture du campagnard ne se composait guère que de maïs et de châtaignes.

Il est à remarquer que, à cette même époque, le blé valait sensiblement le même prix qu'aujourd'hui.

La deuxième partie, de beaucoup la plus importante, comprend huit livres traitant les sujets suivants :

Les assolements. — Les cultures. — Le bétail. — Les populations des campagnes. — L'assistance publique. — L'éducation et l'enseignement professionnel au point de vue agricole. — La propriété foncière et l'entreprise agricole. — Les doléances et les vœux de l'agriculture.

Nous regretterions vivement, Messieurs, que le désir de ne pas abuser de vos instants nous empêchât de vous donner, ici, des extraits de ce travail si nous n'avions pas l'espoir que ce que nous en avons dit engagera bien des personnes à se procurer et à lire ce livre remarquable.

Un mot encore avant d'arriver aux conclusions. Un grand fait ressort de l'étude des trois ouvrages dont nous venons de vous entretenir, et ce fait est de nature à apporter un adoucissement aux douleurs de l'époque actuelle. D'immenses progrès ont été accomplis par notre agriculture dans ces quarante dernières années. Le sol de la France, ce premier élément de la patrie, a été enfin mieux étudié, mieux compris, mieux utilisé. Nos gouvernants ont senti la nécessité d'aider, de diriger, de développer ce mouvement qui, aujourd'hui, s'accentue de jour en jour davantage; qui, espérons-le, ne s'arrêtera plus, et qui seul, peut-être, pourra nous fournir un dédommagement aux pertes énormes que la politique et la guerre nous ont fait éprouver et une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

solution aux redoutables problèmes que posent en ce moment les classes ouvrières des villes.

Votre comité, Messieurs, vous demande, en raison des circonstances spéciales de ce concours, de dédoubler le sixième prix et d'accorder :

1° Un prix de 1 000 francs à M. Théron de Montaugé pour son ouvrage : *L'agriculture et les classes rurales dans le pays toulousain ;*

2° Un prix de 1 000 francs à M. Pierre Tochon pour son ouvrage : *Histoire de l'agriculture en Savoie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours ;*

3° Une mention très-honorable à M. Léonce Destremx de Saint-Christol pour son ouvrage : *L'agriculture méridionale, le Gard et l'Ardèche.*

RAPPORT, AU NOM DU COMITÉ D'AGRICULTURE, SUR LES TRAVAUX DE SÉRICICULTURE DE M. SIRAND, PHARMACIEN DE 1re CLASSE, A GRENOBLE, PAR M. CHATIN.

(Prix de 500 francs.)

Parmi les travaux de sériciculture dont le comité d'agriculture de la Société d'encouragement a été saisi, ceux de M. Sirand tiennent la première place. C'est que M. Sirand ne s'est pas borné à donner ses soins aux éducations de vers à soie entreprises par lui, il a, de plus, dirigé de nombreuses éducations chez les sériciculteurs de son voisinage, en même temps qu'il les initiait avec dévouement aux observations microscopiques.

C'est en 1868 que M. Sirand a commencé ses observations dans l'arrondissement de Grenoble, où nul n'avait encore tenté, le microscope en main, de déterminer, par la méthode de M. Pasteur, dans quelle proportion existaient les éducations à papillons corpusculeux. Dès le mois de juillet 1868, il faisait connaître (dans le journal *le Sud-Est*) les résultats fournis par l'examen microscopique de plus de 500 chrysalides ou papillons provenant de trente-deux chambrées différentes.

L'auteur indique à l'avance les résultats à prévoir pour l'année suivante, d'une part avec les graines provenant de papillons sans corpuscules, d'autre part avec celles fournies par des papillons corpusculeux; il fait justement remarquer que le principe sur lequel il s'appuie pour porter un tel jugement ne sera pas infirmé si les vers des grainages signalés comme non corpusculeux viennent à périr de la flacherie.

En procédant ainsi, M. Sirand convia les sériciculteurs à une expérience

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

publique, dont les phases et l'issue pouvaient être suivies et jugées par un grand nombre d'entre eux.

En 1869, M. Sirand fait connaître les rendements des divers lots dont il avait examiné les graines. Voici les résultats : les lots fournis par des papillons non corpusculeux étaient au nombre de dix. Deux d'entre eux périrent de la flacherie, les huit autres donnèrent des résultats très-satisfaisants. Le plus important de ces lots était représenté par 180 onces de 30 grammes qui, réparties en plus de cent chambrées, ont souvent produit 50 kilog. de cocons par once de graine ; pris dans leur ensemble, les résultats de cette série d'éducations n'étaient pas inférieurs à ceux qu'on obtenait, au temps, hélas ! déjà loin, de la grande prospérité des vers à soie.

En 1870, M. Sirand considère le problème au double point de vue de la pébrine et de la flacherie héréditaire. Sur trois éducations qu'il fait avec de la graine cellulaire, aucune n'est atteinte par la pébrine, l'une d'elles périt de la flacherie, dont l'auteur indique la cause.

En 1871, nouveaux élevages avec de la graine cellulaire faite par M. Sirand, et regardée comme exempte de pébrine et de flacherie héréditaire; les résultats ne laissent rien à désirer.

M. Sirand rend compte des résultats qu'ont donnés, chez un de ses voisins qu'il avait initié à l'emploi du microscope, 5 onces de graine cellulaire exempte de corpuscules : chaque once de 30 grammes a produit 55 kilog. de cocons.

On doit à M. Sirand une foule d'observations utiles sur les soins hygiéniques dont il faut entourer les élevages dans le but d'obtenir des reproducteurs vigoureux, sur le contenu de la poche stomacale, la flacherie constitutionnelle, la nécessité de revenir aux petites éducations domestiques, les avantages qu'offriraient des stations séricicoles, où les propriétaires viendraient apprendre à se servir du microscope et trouveraient la première bonne semence pour leurs éducations.

Les efforts de M. Sirand pour aider à la rénovation de nos races indigènes, bien supérieures aux races japonaises pour lesquelles nous exportons, chaque année, de nombreux millions, ont été justement appréciés par M. Pasteur dans ses importantes *Études sur la maladie des vers à soie* (1).

Ce rapide aperçu des travaux séricicoles de M. Sirand, travaux entrepris

(1) Pasteur, *Études...*, t. I, p. 259, et t. I , p. 141.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le but louable de concourir à la rénovation de nos vieilles et belles races de vers à soie, de nous affranchir de l'énorme tribut payé à l'étranger, et suivis avec talent, persévérance, dévouement et succès, paraîtra sans doute au Conseil justifier la proposition, qu'à l'unanimité lui fait son comité d'agriculture, de décerner à M. Sirand l'un des prix de 500 francs institués pour solliciter et récompenser les bonnes éducations pour grainage.

Les conclusions qui précèdent ayant été adoptées par le Conseil, le prix de 500 francs est accordé à M. Sirand.

PRIX DES ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR LA DÉCOUVERTE D'UNE ENCRE N'ATTAQUANT PAS LES PLUMES MÉTALLIQUES, PAR M. BALARD.

(Prix de 1000 francs.)

L'encre à la noix de galle et au sulfate de fer, dont on se sert habituellement aujourd'hui, s'est introduite, dans l'usage ordinaire, à une époque qui n'est pas encore bien déterminée. Les auteurs qui se sont occupés de ce sujet ne font remonter son emploi qu'au XII^e^ siècle; mais l'examen d'un manuscrit, provenant de l'abbaye de Cluny, daté de l'année 910 environ, et qui est écrit avec cette encre, montre qu'elle était employée par les copistes plus tôt qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici. Les anciens n'en faisaient point usage, quoiqu'ils connussent bien la propriété des deux corps dont elle est formée de produire un composé noir, et que le vitriol vert, désigné par eux par le nom d'*atramentum sutorium*, servît, comme aujourd'hui, aux cordonniers, à colorer en noir le cuir tanné. Quant à la matière qu'ils désignaient sous le nom d'*atramentum librarium scriptorium*, le noir des écrivains et des libraires, c'était le noir de charbon sous les formes les plus diverses. Perse, en gourmandant la paresse des Romains de son temps, nous apprend qu'on employait aussi à cet usage le noir de la seiche, et qu'on faisait usage, pour excuser le retard que l'on mettait à écrire, de prétextes semblables à ceux que l'on allègue parfois aujourd'hui (1).

(1) *Tunc quæritur Crassus calamo quod pendeat humor;*
Nigra quod infusa vanescat sæpia lympha.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, lorsqu'on eut commencé à se servir de parchemin, et à plus forte raison dès que le papier eut remplacé le *papyrus*, et qu'un feutre de cellulose se fût substitué à la surface peu poreuse de la feuille, on employa l'encre à la noix de galle et au sulfate de fer, encre douée de qualités précieuses qui rachètent pleinement ses quelques défauts.

Fluide, elle pénètre promptement dans le papier et, formant un précipité par l'action oxydante de l'air, elle dépose rapidement dans la pâte une matière insoluble, d'un très-beau noir, que l'eau ne peut dissoudre. Cette teinte est très-résistante; le manuscrit de l'abbaye de Cluny, dont il a été parlé un peu plus haut, s'est conservé et présente, après plus de neuf cents ans, des caractères du noir le plus intense. Cependant, quand à l'action de l'air se joint celle de l'humidité, l'acide tannique peut être altéré et les caractères penvent pâlir, mais ils persistent pourtant et restent appréciables, à cause de la couleur jaune de l'oxyde de fer qui les constitue. Les corps qui peuvent, avec cet oxyde de fer, produire des composés fortement colorés conservent leur action sur lui, et les caractères, s'ils étaient devenus trop peu apparents, peuvent ainsi être rendus tout à fait lisibles. Ce n'est pas que des agents chimiques convenablement choisis ne puissent, à la rigueur, détruire tout à fait cette encre et enlever, par des actions successives, les deux éléments dont elle est formée; mais la presque insolubilité, dans les acides, que l'oxyde de fer acquiert par la chaleur et que le temps lui communique aussi dans une certaine mesure, rend heureusement l'action assez difficile pour embarrasser les faussaires.

Mais l'encre ordinaire a deux défauts qui viennent atténuer ses qualités précieuses. Elle ne conserve cette fluidité, qui est une condition nécessaire de son bon emploi, qu'en restant non oxydée, et dès lors les caractères, bien qu'ils doivent noircir fortement un peu plus tard, sont assez peu foncés au moment où on les trace pour qu'on ait quelquefois peine à les voir. C'est un inconvénient auquel on obvie, du reste, soit en transformant d'avance une portion du sulfate de fer en persulfate, soit, et mieux encore, en colorant l'encre par une addition de carmin d'indigo.

L'encre peut, en outre, subir dans l'encrier même cette altération qu'elle éprouve dans la pâte du papier; chacun sait qu'elle s'y transforme en boue noire, et de là, la nécessité de laver fréquemment l'encrier en perdant l'encre qu'il contient.

A ces deux défauts de l'encre ordinaire, auxquels il est d'ailleurs facile

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'obvier, et qui ne nuisaient pas trop à son emploi tant qu'on s'est servi de plumes d'oie, est venu s'en joindre un troisième plus grave depuis l'introduction des plumes métalliques. Cette encre acide provoque, en effet, l'oxydation du fer, et met promptement hors de service notre plume préférée, celle à laquelle nos doigts sont accoutumés, et dont la grosseur, la flexibilité, la forme conviennent mieux à notre manière d'écrire. Sans doute on peut la remplacer par une autre tirée de la même boîte; mais nous savons tous que ces plumes, rendues un peu graisseuses pour les préserver de l'oxydation, ne se mouillent pas d'encre comme une plume qui a servi, et qu'il ne faut pas mal de temps et d'impatience pour l'amener à remplir convenablement un usage auquel elle va devenir impropre d'une manière bien rapide.

C'est précisément pour remédier à une de ces petites misères de la vie, que la Société d'encouragement a proposé un prix de 1 000 francs pour une encre n'attaquant pas les plumes métalliques. Elle a demandé *que cette encre fût douée de qualités comparables à celles des encres usuelles, et qu'elle assurât au même degré la conservation des écritures*. Cette encre ne devra pas, d'ailleurs, ajoute le programme, *être d'un prix plus élevé que les encres ordinaires.*

Voilà bien des exigences, et le Conseil ne trouvera pas étonnant que le prix n'ait pas été remporté. Cependant deux encres ont été présentées pour y concourir, l'une par M. Legrand, fabricant de produits chimiques, au Havre, l'autre par MM. Coupier et Collin. La Société se rappelle que M. Coupier a déjà reçu, à l'Exposition universelle dernière, des témoignages éminents de l'intérêt qu'inspiraient ses recherches sur les matières colorantes dérivées de l'aniline.

La recette de l'encre Legrand n'est pas connue, mais, selon les prescriptions du programme, cette recette a été déposée sous pli cacheté, et son exactitude a été, sous le sceau du secret, vérifiée par l'un de vos commissaires. Remplissant la condition principale, celle de ne pas attaquer les plumes métalliques, fluide et pénétrant facilement dans la pâte du papier, cette encre a certaines qualités qui en rendent l'emploi agréable; mais je dois aussi en faire connaître les défauts. Le plus grave, surtout pour les yeux presbytes de votre rapporteur, c'est de laisser sur le papier une trace rouge plutôt que noire, et qui exige, pour être lue, une lumière vive.

Résistant assez bien à l'eau, même acidulée par l'acide chlorhydrique, cette encre est décolorée d'une manière immédiate par les agents oxydants, l'acide nitrique, le chlore et le brome. Elle est dissoute entièrement par les alcalis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caustiques en solution très-étendue, et ne paraît rien laisser dans le papier qui permette de faire renaître les écritures tracées avec elle et que des agents chimiques auraient effacées. Son prix de vente, récemment fixé à 0ᶠ,75 le litre, est très-rapproché de celui de l'encre dite *de la petite vertu*.

Si nous ne pouvons rien dire sur la nature de l'encre de M. Legrand, nous pouvons affirmer, avec certitude, qu'elle est la matière première de l'encre de MM. Coupier et Collin. On lit dans les rapports publiés, en 1868, sur l'Exposition universelle de 1867 :

« Depuis que le Jury a décerné à M. Coupier une médaille d'or pour sa découverte « d'un rouge nouveau préparé avec le toluène pur, il a obtenu de nouveaux produits qui « ont déjà commencé à recevoir d'utiles applications. En oxydant un sel d'aniline pur, « il est parvenu à produire une matière colorante nouvelle d'un bleu noir, et dont la « solution sulfurique étendue d'eau communique à la laine une nuance foncée, qui se « rapproche beaucoup de celle que produit l'indigo dans les draps gros bleu. Cette cou- « leur résiste au chlore et à l'acide nitrique, et il est permis d'espérer qu'elle subira, avec « moins d'altération que l'indigo lui-même, l'action simultanée de la lumière et de l'air. »

C'est précisément cette matière dont les propriétés précieuses avaient déjà été signalées il y a plus de quatre ans, et que MM. Coupier et Collin fabriquent pour l'emploi tinctorial, qui, dissoute simplement dans l'eau dans la proportion de 20 et même de 18 grammes par litre, constitue une encre d'un bleu noir très-foncé; cette encre, d'après la valeur de la matière colorante fournie à la teinture, valeur qui est aujourd'hui de 16 francs le kilogramme et qui ne peut que décroître avec le temps, peut être obtenue, comme on le voit, à des prix beaucoup plus bas que les encres de compositions diverses, soit au fer, soit au chrome, qui sont aujourd'hui livrées à la consommation. Comme cette encre est alcaline, elle conserve sans aucune altération la plume métallique, qui reste intacte même au bout de plusieurs mois d'usage et toujours prête à servir.

L'écriture obtenue avec cette encre est, au moment même où on la trace, d'un noir assez foncé pour permettre d'écrire dans des lieux peu éclairés.

A ces qualités, l'encre nouvelle joint celle de n'être attaquable ni par l'acide nitrique, ni par la solution de chlore ou de brome, ni par l'acide chlorhydrique; mais, dans ses rapports avec l'eau et les solutions alcalines, elle présente quelques imperfections.

Sa viscosité, un peu plus grande que celle d'autres qualités d'encre, ne lui permet pas de s'introduire aussi profondément dans la pâte du papier; il en résulte que, s'évaporant là où la plume métallique l'a déposée,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elle sèche un peu moins vite que l'encre ordinaire, et que cette dessiccation laisse dans la place où la plume a tracé son sillon un petit monticule longitudinal, formé de matière colorante, qui ne peut adhérer au papier puisqu'elle ne le touche pas. Comme cette matière colorante est soluble dans l'eau, il en résulte que l'eau peu produire des taches sur le papier écrit.

Il ne faudrait pas conclure, cependant, que les caractères disparaissent complétement par son action. La petite quantité de matière que la plume a déposée dans le papier qu'elle a rayé le teint en réalité, et forme des caractères, qu'un long séjour dans l'eau ou l'affusion de ce liquide, même avec épongeage, peut affaiblir notablement sans doute, mais sans les effacer tout à fait.

Cette accumulation de la matière colorante rend l'encre Coupier difficilement communicative, car l'eau qui imprègne la feuille où l'on veut transporter l'écriture, délayant le petit monticule de matière restée soluble et concentrée par la dessiccation, rend les traits baveux et la reproduction moins parfaite. Il en résulte un autre inconvénient : comme la matière présente, quand elle est sèche, l'aspect cuivré et métallique de l'indigo, il en résulte que les caractères, vus sous un angle qui permet à l'œil de recevoir la lumière qu'ils réfléchissent, paraissent moins noirs que quand on les regarde de manière à n'être impressionné que par la lumière renvoyée par diffusion.

Si cette matière colorante, qui semble un des derniers termes de l'oxydation de l'aniline, passé lequel elle donnerait un composé insoluble et analogue au charbon, résiste à l'emploi d'agents chimiques si énergiques et si divers, elle est enlevée par les solutions alcalines sans laisser de matière minérale qui permette de faire revivre les caractères effacés. Cette circonstance, jointe à celle d'être difficilement communicative, ne permet pas de l'employer dans tous les usages où servent avec sécurité l'encre ordinaire et ses congénères dans lesquelles le campêche a été plus ou moins substitué à la noix de galle, et le chrome au fer. Mais, en attendant que MM. Coupier et Collin communiquent à leur encre cette double qualité qui lui manque encore, on peut dire que, dans certaines circonstances, cette solubilité de l'encre nouvelle dans les alcalis est plutôt une qualité qu'un défaut.

Les petites mains barbouillées d'encre, les étoffes tachées d'abord en noir, puis en rouille que l'action bien connue du peroxyde de fer transforme bientôt en un trou, font, on le sait, le désespoir des mères; mais, avec l'encre nouvelle, la lessive ordinaire et même aussi un savonnage énergique permettent de faire disparaître ces taches. Elle mérite donc bien, comme on le voit, d'être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

préférée, au moins dans tous les lieux où on apprend à écrire, et de porter le nom d'encre des écoles (1) sous lequel MM. Coupier et Collin l'ont désignée.

Aux qualités qui, malgré les imperfections qu'elle présente encore et que nous venons de signaler sans restriction, doivent la rendre d'un emploi très-étendu, mais non exclusif, l'encre Coupier joint la qualité de pouvoir être transportée à l'état solide et consommée sans perte jusqu'à la dernière goutte; si l'encre s'est évaporée ou concentrée, il suffit d'ajouter de l'eau pour ramener dans les conditions ordinaires l'encrier, où il ne se forme point de dépôt et qui n'a jamais besoin d'être nettoyé.

Les propriétés précieuses dont jouit l'encre nouvelle sont bien appréciées de tous ceux qui ont commencé à en faire usage. Une fois habitués à son emploi, ils ne peuvent plus s'en passer. Cependant, comme elle manque encore de quelques-unes des qualités de l'encre ordinaire et que, sous ce rapport, elle ne répond pas à toutes les exigences du programme, la Société, tout en réservant les droits de MM. Coupier et Collin pour un prochain concours, ne peut leur décerner aujourd'hui le prix.

Votre commission se contente donc de demander pour eux un encouragement de 500 francs. Elle est heureuse, d'ailleurs, à propos de cette question si modeste d'une recette d'encre à écrire, de signaler à l'attention générale l'existence d'une matière colorante artificielle et encore à peine connue, analogue à l'indigo, réductible et décolorable comme lui par de certains agents appropriés, mais pouvant aussi, comme lui, revenir à l'état bleu par l'oxydation. Cette matière est susceptible de colorer directement la laine des nuances les plus diverses, depuis le bleu clair jusqu'au bleu presque noir. Sa richesse tinctoriale est telle que son prix, qui doit s'abaisser notablement par l'extension de son usage, la rend déjà beaucoup plus économique que l'indigo. Plus inaltérable que lui par les agents oxydants, elle résiste plus énergiquement à l'action combinée de l'air et de la lumière qui le font jaunir.

Quand cette matière colorante nouvelle, qui ne peut manquer de se répandre dans l'industrie, sera substituée à l'indigo ordinaire dans la confection des draps pour les militaires, l'État y trouvera une économie notable, et l'avantage de fournir aux troupes des vêtements teints par une couleur plus solide et moins faciles à défraîchir. M. le Ministre de l'instruction publique a déjà compris l'utilité d'essais en grand faits dans ce sens, et bientôt deux ou

(1) Des expériences directes faites par M. Grehaut établissent que la matière de l'encre nouvelle n'exerce aucune action toxique sur la grenouille et le lapin, et répondent ainsi aux craintes qui avaient été énoncées dans un article du *Moniteur scientifique*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trois divisions, choisies dans les lycées de Paris, seront vêtues avec des draps amenés, avec cette matière colorante nouvelle, à la même teinte que les draps bleus teints à l'indigo qui servent ordinairement aux vêtements des élèves de nos lycées; une comparaison faite avec soin permettra ainsi d'apprécier l'utilité réelle du produit nouveau.

MÉDAILLES.

I. LISTE DES DIFFÉRENTES MÉDAILLES DÉCERNÉES POUR DES INVENTIONS OU DES PERFECTIONNEMENTS INDUSTRIELS.

Nos d'ordre.	NOMS.	RAPPORTEURS.	INVENTIONS ou perfectionnements ayant motivé les médailles.
		Médailles d'or.	
	MM.	MM.	
1	BIGNON.	HEUZÉ.	Études pratiques sur le métayage dans le Bourbonnais.
2	BOURBOUSE.	LISSAJOUS.	Nouveaux instruments de physique.
		Médailles de platine.	
1	CHAMBRIER.	LISSAJOUS.	Télégraphe imprimeur perfectionné.
2	GUILLIET.	TRESCA.	Fabrication mécanique des roues de voitures.
3	HOUZEAU.	DEBRAY.	Études sur l'ozone.
4	MERGET.	DEBRAY.	Étude sur la diffusion des vapeurs mercurielles.
5	STILMANT.	BAUDE.	Frein pour chemins de fer.
		Médailles d'argent.	
1	BECKER.	TRESCA.	Installation d'une ventilation rationnelle dans l'aiguiserie de l'usine de M. Goldenberg.
2	CALVET.	HUZARD.	Études sur les fruitières dans les Pyrénées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS.	RAPPORTEURS.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS ayant motivé les médailles.
	MM.	MM.	
3	CHUTAUX.	DU MONCEL.	Pile au bichromate de potasse.
4	CORBIN.	MANGON.	Chemin de fer portatif.
5	DEPREZ et GARNIER.	COMBES.	Règle pour obtenir, sans épure, les circonstances de la distribution de la vapeur dans les machines.
6	FOURGEAU.	PALIARD.	Système de couvertures en ardoise pour bâtiments.
7	GAIFFE.	LAMY.	Nickelure galvanique.
8	HAMON.	TRESCA.	Tuyaux en plomb doublé d'étain.
9	JACQUET.	HATON.	Parachute pour puits de mines.
10	JARDAIN.	HOMBERG.	Fabrication du biscuit de mer.
11	LEGRAND.	DE FRÉMINVILLE.	Gaffe de sauvetage.
12	LEQUESNE.	DU MONCEL.	Commutateur pour grouper les éléments d'une pile.
13	PLANCHE.	DE FRÉMINVILLE.	Indicateur de niveau pour chaudières verticales.
14	WIESSNEGG.	DEBRAY.	Fourneau à gaz pour orfévres.
	Médailles de bronze.		
1	CORRÉARD.	HOMBERG.	Baignoires perfectionnées.
2	DENANS.	TRESCA.	Manchon de raccordement pour tuyaux en fonte.
3	DORAY.	LISSAJOUS.	Système de projection pour cours publics.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS.	RAPPORTEURS.	INVENTIONS ou perfectionnements ayant motivé les médailles.
	MM.	MM.	
4	Gillet.	Lecœuvre.	Flotteur avertisseur.
5	Maldiné.	Bouilhet.	Nouvel appareil gazateur.
6	Marché.	Baude.	Roue en fer pour brouettes.
7	Monier.	Paliard.	Produits moulés en fer et ciment.
8	Quéruel.	Tresca.	Moteur hydraulique pour les théâtres.
9	Richard.	Du Moncel.	Débrayage électrique.

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES.

MÉDAILLES DÉCERNÉES POUR DES INVENTIONS OU DES PERFECTIONNEMENTS INDUSTRIELS.

(Voir le tableau I.)

Médailles d'or.

1. Études *pratiques sur le métayage dans le Bourbonnais*, par M. Bignon (1).

M. Bignon, propriétaire, dans le Bourbonnais, du domaine de Theneuille depuis vingt-deux ans, a compris, dès le début de sa carrière agricole, tout ce que le mode de faire valoir par des fermiers généraux a de défectueux. Toutefois, reconnaissant les avantages que présente le métayage, il s'est im-

(1) Le rapport paraîtra prochainement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

posé la loi de le conserver; mais il a modifié les bases qui régissent encore ce contrat dans un grand nombre de localités. Il a alors proposé à ses colons le statut suivant :

1° Les travaux seront discutés entre le propriétaire et le colon;

2° Le propriétaire fournira la chose et le colon en fera le transport;

3° Des engrais commerciaux seront payés par moitié ;

4° Les produits seront partagés par moitié;

5° Le propriétaire payera les engrais commerciaux qu'on appliquera sur les terres à convertir en prairies, et, si celles-ci sont bien établies, il allouera au colon 50 francs par hectare à titre d'encouragement.

Ces conditions ont été acceptées par les colons qui vivent sur la propriété de Theneuille depuis 1849.

Ces colons avaient peu de confiance dans le savoir et les lumières agricoles de leurs propriétaires, et tous, pendant les premières années, ont exécuté, avec une certaine défiance, les ordres qu'ils recevaient.

Mais en présence des résultats matériels, des recettes annuelles réalisées sur chaque métairie, ils ont bientôt compris que leurs propres intérêts étaient intimement liés à ceux de leurs propriétaires. C'est pourquoi ils n'ont plus hésité depuis à suivre exactement leurs conseils.

Le métayage bien compris est une véritable association. D'un côté, se trouvent le capital, l'intelligence, une protection bienveillante, paternelle et même généreuse; de l'autre, un travail incessant et opiniâtre, une probité à toute épreuve et une foi robuste en l'équité et l'expérience du maître.

Si c'est aux comices qu'il appartient d'encourager le travail, c'est à la Société d'encouragement qu'incombe la tâche d'honorer l'intelligence, quand celle-ci, par une solidarité heureusement comprise, est parvenue à améliorer le bien-être matériel et moral des cultivateurs privés de capitaux et des bienfaits de l'instruction.

En conséquence, et sur la proposition du comité d'agriculture, le Conseil accorde une médaille d'or à M. Bignon.

2. Nouveaux *instruments de physique,* par M. Bourbouse, préparateur à la Faculté des sciences et à l'École de pharmacie (1).

La fabrication des instruments de précision et des appareils de démonstra-

(1) Le rapport paraîtra prochainement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion, utilisés dans l'enseignement des sciences physiques, a toujours été en honneur dans notre pays. Préoccupé de ne laisser dans l'ombre aucun de ceux qui aident au progrès de cette industrie toute française, le Conseil, sur la proposition du comité des arts économiques, décerne, cette année, une médaille d'or à M. Bourbouse, préparateur, depuis vingt-quatre ans, à la Faculté des sciences de Paris.

Fils de constructeurs et constructeur lui-même, M. Bourbouse a créé un grand nombre d'appareils ingénieux et utiles qui ont passé dans la pratique de l'enseignement. Ces instruments, construits par lui, témoignent à la fois de son esprit inventif et de son habileté pratique.

C'est grâce à ces deux qualités, auxquelles il joint un désintéressement des plus grands et un dévouement à toute épreuve, que M. Bourbouse a pu, dans une position subalterne dont son extrême modestie dissimulait l'importance, apporter un concours précieux à l'enseignement de la Faculté des sciences.

Il a également, comme préparateur et comme photographe, contribué puissamment au succès des soirées scientifiques de la Sorbonne. Dans ces séances de vulgarisation où les photographies projetées à la lumière électrique étaient si souvent employées, où, dès le début, les expériences avaient été instituées sur une échelle grandiose et avec un éclat exceptionnel, M. Bourbouse a été constamment à la hauteur de sa mission. Qui pourrait mieux le témoigner ici que votre rapporteur, qui l'a vu nuit et jour sur la brèche, et a eu, quatre fois, la satisfaction de le remercier publiquement de son active et utile coopération ?

Le Ministre de l'instruction publique, en lui conférant, il y a quatre ans, le titre d'officier d'académie, le récompensait des services rendus par lui à l'enseignement.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale, en lui décernant aujourd'hui la médaille d'or, honore, à son tour, les travaux par lesquels M. Bourbouse a contribué aux progrès d'une industrie qui est une des gloires de la France.

Médailles de platine.

1. TÉLÉGRAPHE *imprimeur perfectionné*, par M. Chambrier, contrôleur des télégraphes, à Monthermé (Ardennes) (1).

L'emploi des télégraphes imprimeurs a l'avantage de laisser une trace

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permanente de la dépêche, et d'assurer, par cela même, la sécurité de la transmission. Aussi doit-on considérer comme un progrès sérieux, en télégraphie, toute tentative faite en vue de simplifier ces appareils et d'en généraliser l'usage.

C'est le but que s'est proposé M. Chambrier, lorsqu'il a créé son télégraphe imprimeur à cadran.

Dans cet appareil le manipulateur jouit de la propriété précieuse de fonctionner normalement et avec une vitesse constante, quel que soit le sens dans lequel on tourne la manette pour la mettre successivement en contact avec les diverses lettres de l'alphabet.

Ce fonctionnement automatique du manipulateur a rendu possible la simplification du récepteur destiné à imprimer la dépêche.

M. Chambrier a donc créé un appareil commode, précis et peu coûteux, dont la valeur pratique a été constatée par des essais suivis sur la ligne de l'Est.

Aussi le comité des arts économiques a-t-il proposé, pour M. Chambrier, une médaille de platine que lui décerne le Conseil.

2. Fabrication *mécanique des roues de voitures*, par M. Guilliet, à Auxerre (1).

M. Guilliet a présenté à la Société une série de machines qu'il a construites pour la fabrication des roues de voitures à l'aide d'outils rotatifs fort ingénieux et qui rappellent, pour certaines dispositions, l'esprit de ceux qui avaient antérieurement été proposés et appliqués par Grimpé, le fécond inventeur qui a rendu le plus de réels services en ce qui concerne ce genre d'appareils.

Parmi ces machines très-bien combinées, se trouve une machine à tourner les moyeux que M. Guilliet peut revendiquer tout entière avec ses outils spéciaux, et qui exécute un travail rapide et parfait, que nulle autre n'avait su réaliser auparavant.

La Société d'encouragement décerne à M. Guilliet une médaille de platine qui serait amplement méritée par cette machine seule.

---

(1) Le rapport paraîtra bientôt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3. PRÉPARATION *de l'ozone*, par M. Houzeau, à Rouen (1).

La Société d'encouragement a toujours attaché une grande importance à la découverte de procédés permettant d'obtenir économiquement la transformation de l'oxygène en ozone, qui est l'un des agents chimiques les plus puissants parmi ceux que nous connaissons.

Jusqu'à ces derniers temps, la proportion d'ozone contenue dans l'oxygène le plus fortement ozonisé ne dépassait pas quelques centièmes; un habile chimiste, à qui l'on doit déjà des travaux importants sur ce sujet difficile, M. Houzeau, vient d'imaginer un procédé simple qui permet d'ozoniser l'oxygène dans une proportion beaucoup plus forte.

Si la question économique n'est pas encore complétement résolue par ces nouvelles recherches, il faut reconnaître qu'elle vient de faire un progrès considérable que la Société est heureuse de constater et de récompenser par une médaille de platine.

4. ÉTUDES *sur la diffusion des vapeurs mercurielles*, par M. Merget, à Lyon (2).

M. Merget, professeur de physique à la Faculté des sciences de Lyon, est l'auteur d'un travail important sur la diffusion des vapeurs de mercure. Dans ce travail, M. Merget a fait connaître l'action réductrice, particulièrement sensible, exercée par la vapeur de mercure sur les sels des métaux précieux tels que l'argent, l'or, le platine et l'iridium.

Cette réduction reçoit une application immédiate dans la production d'encres indélébiles, propres à écrire ou à dessiner sur le papier, le linge ou le bois; elle permet, en outre, de résoudre le problème important de l'impression photographique sans lumière. Si les procédés de M. Merget se vulgarisent, ils auront cet avantage inestimable de fournir des photographies que le temps respectera, tandis qu'il altère, comme on le sait, toutes celles que l'on obtient avec les sels d'argent d'après les procédés ordinaires.

L'hygiène des professions où l'on emploie le mercure recevra certainement d'utiles perfectionnements de ces recherches. Le travail de M. Merget était

---

(1) On sait que cette question a été mise au concours par la Société et qu'elle est inscrite au n° 3 du programme des prix (section des arts chimiques).

(2) Voir cahier d'avril 1872, p. 158.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donc digne, à divers points de vue, de fixer l'attention de la Société qui a pensé que les résultats déjà acquis méritaient une de ses plus hautes récompenses.

5. FREIN *articulé à coin pour le matériel roulant des chemins de fer*, par M. Stilmant (1).

Le frein articulé à coin de M. Stilmant se compose de deux pièces de fer, en forme de mâchoires, fixées au châssis par deux tourillons. Ces pièces portent des bielles qui appuient les sabots sur les roues des waggons, lorsqu'un coin tombant tend à les écarter. Tel est le principe de ce frein, qui est aujourd'hui généralement adopté par les Compagnies françaises des chemins de fer, ou qui, du moins, se répand chaque jour davantage. Il agit avec une célérité que n'a pas le frein ordinaire et avec une force plus que suffisante pour enrayer, au besoin, complétement les roues, ce qu'en général on doit éviter.

Les études de détail qu'en a faites M. Stilmant et les perfectionnements qui s'en sont suivis ne laissent, maintenant, rien à désirer dans l'emploi du frein à coin articulé. Près de quatre mille freins ont déjà été livrés aux compagnies ou commandés par elles.

En conséquence, la Société décerne une médaille de platine à M. Stilmant.

Médailles d'argent.

1. INSTALLATION *d'une ventilation rationnelle dans l'aiguiserie de l'usine Goldenberg*, par M. Becker, au Zornhoff (Alsace-Lorraine) (2).

Dans l'importante usine qu'a dirigée jusqu'à sa mort toute récente un de nos plus habiles industriels, M. Goldenberg, au Zornhoff, on remarque, depuis plusieurs années, l'installation rationnelle d'un système de ventilation destiné à protéger les ouvriers contre les dangers des poussières particulièrement développées dans le meulage à sec. Les détails de cette installation ont été, en grande partie, réalisés par M. Becker, contre-maître et pour ainsi

(1) Le rapport paraîtra bientôt.
(2) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 369.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dire ingénieur de l'usine, et c'est à la demande du chef de l'établissement que la Société d'encouragement lui a accordé une médaille d'argent, qui sera pour lui une satisfaction méritée, alors que l'établissement lui-même a épuisé depuis longtemps l'échelle de toutes les récompenses.

2. Étude *sur les associations pastorales dans les hautes vallées des Pyrénées*, par M. Calvet, garde général des forêts (1).

Dans les hautes vallées des Pyrénées, dans des localités tout aussi favorisées en bons pâturages que celles des Alpes, l'habitant ne connaît pas encore le parti qu'il peut tirer des pâturages et de son bétail; il vit, mais misérablement. Les plus actifs, les plus intelligents, que la facilité des communications a instruits d'une existence plus fructueuse dans les villes et au delà de l'Atlantique, émigrent avec leurs familles, si bien que, dans quelques régions, la population a diminué.

M. Calvet, garde général des forêts, en mission dans les Pyrénées, frappé de ce fâcheux résultat, a cherché à l'arrêter en introduisant, dans les contrées pyrénéennes à pâturages, l'industrie des fruitières ou des associations pour la fabrication des fromages.

Pour arriver à ce but, il s'est adressé au Conseil général des Hautes-Pyrénées, et il a rédigé un mémoire dans lequel il compare les populations des Alpes, organisées en fruitières, aux populations des Pyrénées, ignorantes de ces associations. Il fait voir, d'un côté, l'aisance, sinon la richesse; de l'autre, la pénurie et la dépopulation. C'est sur des statistiques officielles, sur des documents authentiques qu'il s'appuie.

Pour recommander, autant que peut le faire la Société, les louables efforts de M. Calvet auprès du Conseil général des Hautes-Pyrénées, la Société lui a décerné sa médaille d'argent.

3. Pile *au bichromate de potasse*, par M. Chutaux, cité Bergère, 5, à Paris (2).

La pile à bichromate de potasse est, de toutes les piles usuelles, celle qui a la plus grande force électro-motrice; malheureusement, elle est peu con-

(1) Voir cahier de mars 1872, p. 113.
(2) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 113.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

stante, et le courant qu'elle fournit s'affaiblit avec une très-grande promptitude. Elle ne peut donc être employée d'une manière satisfaisante dans les applications qui exigent une pile toujours chargée et prête à fonctionner, comme c'est le cas des piles employées pour la télégraphie, les sonneries électriques, etc. En disposant l'électrode négative de manière à présenter une très-grande surface, et en renouvelant sans cesse le liquide par un écoulement continu obtenu à l'aide d'une filtration à travers un vase poreux, M. Chutaux est arrivé à de très-bons résultats, sous ce rapport aussi bien que sous celui de l'entretien de la pile, qui, grâce à cette disposition, est toujours d'une propreté extrême et ne donne lieu à aucune efflorescence.

Comme la solution excitatrice n'exige pas une grande quantité de bichromate de potasse, qu'elle peut repasser deux fois au moins à travers le vase poreux sans perte d'action bien sensible, cette pile est, par le fait (au point de vue de la dépense d'entretien et par rapport à la force électro-motrice développée qui est double de celle de la pile Daniell), la plus économique des piles en usage.

En raison de ce perfectionnement important apporté à la pile au bichromate de potasse, la Société décerne à M. Chutaux une médaille d'argent.

4. Chemin de fer *portatif pour exploitation rurale,* par M. Corbin, rue Lafayette, 78, à Paris (1).

Les cultivateurs ne cessent, pour ainsi dire, d'être occupés par des travaux de charrois.

Si les transports à grande distance ont reçu des perfectionnements remarquables depuis quelques années, il n'en est pas de même de ceux qui s'effectuent à l'intérieur des domaines. Les chemins d'exploitation sont presque toujours en mauvais état, et les terres labourées ne peuvent être parcourues qu'avec de grands efforts de traction.

On a essayé, depuis longtemps, pour remédier à ces inconvénients, d'établir des chemins de fer portatifs ou faciles à déplacer. Dès 1850, on en employait dans la Campine belge pour transporter des composts sur les terres préparées pour l'irrigation. Mais il faut reconnaître que ces chemins de fer transportables laissent beaucoup à désirer.

M. Corbin a repris cette question importante et a cherché à en résoudre les

(1) Le rapport paraîtra très-prochainement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

difficultés pratiques. Il a diminué le poids et la dimension de chacun des waggonnets, de manière que la charge du train fût répartie sur une plus grande longueur du chemin de fer et qu'elle ne dépassât pas, sur chaque paire de roues, une limite assez faible. Il a pu, dès lors, réduire les dimensions des cadres du chemin de fer sans que leur solidité fût compromise, et les rendre plus légers, plus maniables et plus faciles à transporter et à déplacer.

Le chemin de fer portatif de M. Corbin offre, pour la légèreté, la solidité et la facilité d'installation et de manœuvre, des avantages tout à fait remarquables; il se prête à tous les usages, et peut même être établi sur les terrains humides d'une consistance médiocre. Il a été employé, avec succès, pendant l'automne dernier, dans plusieurs fermes voisines de sucreries, et il semble propre à faire des transports à travers les prairies dans lesquelles on craint les détériorations causées par les roues des voitures.

En résumé, M. Corbin a employé des combinaisons ingénieuses, et a organisé un matériel qui paraît devoir être utile; mais surtout il a rendu un service, en attirant de nouveau l'attention sur l'emploi des chemins de fer portatifs en agriculture.

La Société lui accorde, en conséquence, une médaille d'argent.

5. Règle *pour obtenir, sans épure, les circonstances de la distribution de la vapeur dans les machines*, par MM. Marcel Deprez et Jules Garnier, 35, boulevard Magenta, à Paris (1).

MM. Deprez et Garnier ont soumis au jugement de la Société une règle pour représenter les dispositions à prendre pour la distribution de la vapeur par un tiroir simple à recouvrement. Cet instrument n'est que la reproduction graphique de la méthode qu'on doit à M. Deprez pour la détermination du tiroir d'une machine à vapeur. Il traduit, d'une manière complète, toutes les circonstances de cette distribution et facilite, d'une manière remarquable, les calculs à faire pour l'établissement de cette partie essentielle de la machine.

Le comité des arts mécaniques a demandé l'approbation de la Société pour cet ingénieux instrument, et, sur la proposition de M. Combes, le Conseil décerne une médaille d'argent à ses auteurs.

---

(1) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 133.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6. Système *de couvertures en ardoise pour bâtiments*, par M. Fourgeau, à Étampes (Seine-et-Oise) (1).

M. Fourgeau, dans son système de couvertures en ardoise, remplace par une agrafe en cuivre ou en fer galvanisé le clou ou les deux clous qui, dans le système ordinaire, fixent chaque ardoise par le haut seulement; en outre, son modèle d'agrafe est disposé de telle sorte que chaque ardoise est tenue fortement à la tête et à la base, au lieu de l'être seulement en tête; enfin, et pour plus de solidité, le voligeage, sous l'ardoise, est remplacé par un fort lattis.

Il y a là pour les couvertures en ardoise, et sans augmentation de dépense bien sensible, des avantages suffisamment démontrés par les applications qui en ont été faites au château de Pierrefonds, à la Cour de cassation, à l'église de la Trinité, au Conservatoire des arts et métiers, etc.

En conséquence, la Société accorde à M. Fourgeau la médaille d'argent.

7. Nickelage. *Introduction, en France, de cette industrie*, par M. Gaiffe, 40, rue Saint-André-des-Arts, à Paris (2).

Un métal remarquable par sa couleur blanche, sa dureté, sa ténacité et son inaltérabilité relatives, le nickel, n'avait été employé dans les arts, jusque dans ces dernières années, que pour former des alliages. Au commencement de l'année 1869, M. Isaac Adams, de Boston, a opéré, d'une manière industrielle, le dépôt galvanique du nickel sur d'autres métaux usuels, tels que le fer et le cuivre. Dès la fin de la même année, les procédés de M. Adams ont été introduits en France par M. Gaiffe, particulièrement aux objets de sellerie, d'arquebuserie, de chirurgie, etc., dans des conditions de solidité et d'économie qui semblent devoir assurer le succès de l'industrie nouvelle.

Prenant en considération les résultats pratiques déjà obtenus et l'utilité qui peut résulter, pour la France, de l'extension donnée à l'industrie du nickelage, la Société décerne à M. Gaiffe une médaille d'argent.

8. Tuyaux *en plomb doublé d'étain*, par M. Hamon, 76, boulevard de Courcelles, à Paris (3).

M. Hamon a créé au milieu de grandes difficultés la fabrication des tuyaux

(1) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 26.
(2) Voy. cahier d'avril 1872, p. 163.
(3) Voir *Bulletin* de 1871, p. 193.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

doublés d'étain, par un outillage mécanique des mieux entendus et des plus ingénieux.

Si la question de santé publique, que soulève l'emploi de ces tuyaux, n'était par elle-même d'un intérêt supérieur, la seule invention des outils si bien appropriés aurait été, auprès de la Société, un mérite suffisant pour que la médaille d'argent décernée à M. Hamon lui fût parfaitement acquise.

Nous serions heureux qu'elle appelât l'attention publique sur la substitution si favorable de l'étain au plomb pour toutes les parties des conduites qui sont en contact avec l'eau de nos usages domestiques.

9. Parachute *de mines*, par M. Jacquet, à Arras (1).

M. Jacquet aîné, d'Arras, a présenté un parachute de mines qui se distingue essentiellement, sous les rapports suivants, du parachute Fontaine, l'un des plus usités jusqu'ici.

Chaque longrine verticale est saisie entre deux griffes, comme dans une mâchoire, en évitant les poussées au vide auxquelles donne lieu le dispositif Fontaine.

Le ressort moteur du déclanchement est, ici, préservé des effets du choc d'arrêt qui, dans le parachute Fontaine, agit directement sur ce ressort.

Le ressort ne fonctionnant que dans l'état normal, et pour soutenir la charge proprement dite, on n'a pas besoin, comme dans l'ancienne disposition, de le calculer en vue de cette charge augmentée du poids du câble après l'accident. Il est possible, d'après cela, de diminuer d'autant son importance.

Ces perfectionnements ont paru au Conseil motiver l'attribution d'une médaille d'argent à leur auteur.

10. Fabrication *du biscuit de mer*, par M. Jardain fils, au Havre (2).

M. Jardain fabrique des biscuits de mer qui sont très-recommandés en France et à l'étranger, où ils sont connus sous le nom de biscuits du Havre; il n'en fait pas moins de 160 à 180 000 kilog. par année, et cette production tend chaque jour à s'augmenter. Ces produits ont été jusqu'ici faits à la main, et M. Jardain n'attribue leur supériorité qu'au choix des farines qu'il emploie et au soin extrême qu'il apporte à la confection du biscuit.

---

(1) Voy. cahier d'avril 1872, p. 153.

(2) Voir *Bulletin* de 1870, 2e série, t. XVII, p. 338.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La très-bonne qualité bien constatée des biscuits de M. Jardain, leur réputation méritée ont paru suffisantes à la Société pour mériter à leur auteur une médaille d'argent.

11. Gaffe *de sauvetage*, par M. Legrand, au Havre (1).

M. Jules Legrand, courtier, au Havre, a imaginé un appareil de sauvetage très-simple, destiné à porter secours aux personnes qui tombent à la mer dans nos ports maritimes : accident malheureusement trop fréquent et d'autant plus grave que le naufragé, emprisonné dans l'étroit espace compris entre le quai et les navires, se trouve privé de la liberté de ses mouvements, tandis que les efforts des personnes accourues à son secours sont également paralysés.

L'appareil de M. Legrand consiste en une simple gaffe ou gaule en bois léger, destinée à être tendue au naufragé par les sauveteurs. Elle est munie de plusieurs appendices propres à faciliter l'opération ; mais elle se distingue surtout par l'addition d'un *fil de sûreté* en cuivre rouge, éprouvé à la charge de 200 kilog., régnant tout le long de la gaffe depuis le fer qui la termine jusqu'à la poignée. On conçoit que ce fil assure l'accomplissement du sauvetage si le bois vient à casser, comme il arrive fréquemment dans les opérations de ce genre.

De nombreux sauvetages accomplis, avec un plein succès, à l'aide de cet appareil attestent l'efficacité de ses dispositions spéciales. Son auteur le livre gratuitement au public. Votre Société a tenu à l'encourager dans ses louables efforts, en lui décernant une médaille d'argent.

12. Système *de commutateur pour grouper instantanément les éléments d'une pile*, par M. Lequesne, rue du Champ-du-Pardon, 16, à Rouen (2).

Il arrive souvent dans les applications électriques, et surtout dans les expériences que l'on peut faire dans les laboratoires ou les cours de physique, que l'on a besoin de modifier la disposition des différents éléments qui composent une batterie voltaïque, de manière à lui faire fournir un courant d'une tension plus ou moins grande ou produisant, dans un moment donné, une plus ou moins grande quantité d'électricité ; en un mot, il arrive sou-

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.

(2) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 21.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vent qu'on a à disposer, à des intervalles de temps rapprochés, les divers éléments d'une pile, de manière à les grouper en tension, en quantité ou en séries. Or, cette opération étant toujours longue et difficile, il était à désirer qu'on pût disposer un commutateur permettant de réaliser d'un seul coup ces différents systèmes de groupement.

C'est ce problème que M. Lequesne a résolu de la manière la plus simple et la plus commode pour les expérimentateurs. En conséquence, la Société lui décerne une médaille d'argent.

13. INDICATEUR *de niveau pour chaudières verticales*, par M. Planche, ingénieur, aux forges d'Imphy (Nièvre) (1).

M. Planche, ingénieur, à Imphy, a imaginé un indicateur de niveau pour les chaudières verticales chauffées par la chaleur perdue des divers fours des usines métallurgiques.

Dans ces chaudières le niveau se trouve élevé à 7 ou 8 mètres au-dessus du sol, et il devient difficile de l'observer directement; M. Planche s'est proposé de le renvoyer à une hauteur commode, sans recourir à des combinaisons mécaniques dont le fonctionnement inspire toujours quelques doutes. Il obtient les indications de niveau par la différence de pression de deux colonnes liquides, l'une de hauteur invariable et l'autre de hauteur variable suivant les dénivellations intérieures de la chaudière; ces différences de pression sont rendues sensibles par le mouvement d'une colonne mercurielle renfermée dans un tube en U, lequel communique, à chacune de ses extrémités, avec les deux colonnes liquides en question.

Cet appareil, mis en service dans plusieurs usines, et en particulier dans les ateliers de Seraing, fonctionne d'une manière satisfaisante; il donne une facilité exceptionnelle pour la conduite des chaudières verticales, et à ce titre il a paru digne des encouragements de la Société, qui décerne à M. Planche la médaille d'argent.

14. FOURNEAU *à gaz perfectionné pour orfévres*, par M. Wiessnegg, place de la Sorbonne, à Paris (2).

M. Wiessnegg, habile constructeur d'appareils de chimie, a apporté des

(1) Voir *Bulletin* de 1870, 2e série, t. XVII, p. 593.

(2) Le rapport paraîtra ultérieurement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

perfectionnements importants dans la construction des appareils de fusion de M. Perrot, dans lesquels on se sert, comme combustible, du gaz ordinaire de l'éclairage.

Ces perfectionnements ont rendu l'emploi de ces appareils, primitivement compliqués, aussi commode qu'économique. Ils sont aujourd'hui dans les mains d'un grand nombre de bijoutiers et d'orfévres, qui s'en servent avec profit. La Société d'encouragement a voulu récompenser, par une médaille d'argent, ce service rendu par M. Wiessnegg à l'industrie parisienne.

Médailles de bronze.

1. PERFECTIONNEMENTS *aux baignoires et bains de siége*, par M. Corréard, rue Blanche, 78, à Paris (1).

A la demande de plusieurs médecins, M. Corréard a apporté aux baignoires et bains de siége différents perfectionnements, dont le principal consiste dans un siége élastique qui soutient le malade pendant la durée du bain et l'aide à en sortir.

Les bons effets résultant de ces perfectionnements ayant été démontrés, la Société accorde à M. Corréard une médaille de bronze.

2. MANCHON *de raccordement pour tuyaux en fonte*, par M. Denans, à Besançon (2).

Le système de joints pour tuyaux de conduite de M. Denans, de Besançon, mérite une sanction particulière au point de vue de la facilité d'emploi, de la bonne exécution et du bon marché.

La Société lui décerne une médaille de bronze.

3. SYSTÈME DE PROJECTION *pour cours publics*, par M. Doray, pharmacien, à Saint-Lô (3).

L'emploi des projections à l'aide de la lanterne magique est utilisé fréquemment dans les cours publics. M. Doray s'est efforcé de généraliser l'usage

(1) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 277.
(2) *Id.*, *id.*, p. 361.
(3) Le rapport paraîtra ultérieurement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de ce mode de démonstration en l'appropriant, d'une manière spéciale, aux cours peu nombreux et aux petits amphithéâtres de province. Par d'ingénieuses simplifications dans l'appareil projetant, et dans le système de production des tableaux destinés à la projection, il a réussi à mettre ce mode de démonstration à la portée des petites bourses.

M. Doray a donc rendu à l'enseignement des sciences un service sérieux, que le Conseil récompense, aujourd'hui, par une médaille de bronze.

4. FLOTTEUR *avertisseur*, par M. Gillet, rue des Cendriers, 23, à Paris (1).

M. Gillet a ajouté aux flotteurs indicateurs ordinaires une disposition permettant l'arrêt des machines à vapeur quand le niveau de l'eau est trop haut ou trop bas dans les chaudières. Il n'a rien négligé pour qu'on soit toujours certain de leur bon fonctionnement.

La Société récompense M. Gillet en lui accordant une médaille de bronze.

5. NOUVEL APPAREIL *gazateur*, par M. Maldiné, rue Saint-Anastase, 9, à Paris (2).

L'appareil gazateur de M. Maldiné est identique pour la forme à celui qu'a inventé M. Briet, il y a plus de vingt-cinq ans, et qui est bien connu. Il diffère, cependant, de ce dernier par une modification apportée à la manière de mettre en communication les deux réservoirs; communication qui, au lieu de se faire par un tube et un bouchon creux, est réalisée plus simplement par une valve en étain, percée de trous, qu'on fait mouvoir horizontalement par le jeu d'un bouton.

Cette modification nouvelle à un genre d'appareils, si répandu surtout dans la consommation parisienne, a semblé à la Société digne d'une médaille de bronze.

6. ROUE EN FER *pour les brouettes des travaux de terrassement*, par M. Marché, boulevard des Invalides, 42, à Paris (3).

La brouette, dans les travaux de terrassement, a été étudiée dans toutes ses

---

(1) Le rapport paraîtra bientôt.
(2) *Ibid.*
(3) *Ibid.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

formes, de manière à faire produire le plus grand effet utile dans la main du manœuvre ou rouleur qui en fait usage. La partie la plus délicate est la roue en bois, qui chemine dans toutes sortes de mauvais passages et qui se détériore si facilement.

M. Marché a étudié un système particulier de roues en fer qui, sans augmenter le poids du petit véhicule, présente une solidité qui dispense l'entrepreneur de son renvoi aux ateliers, d'ordinaire si fréquent.

La Société d'encouragement prenant en considération l'utile perfectionnement de M. Marché, si modeste qu'il puisse être, lui décerne une médaille de bronze.

7. PRODUITS MOULÉS *en ciment et fer*, par M. J. Monier, 44, avenue Ulrich, à Paris (1).

M. Monier a eu l'idée d'établir des sortes de carcasses en fil de fer, maintenues par des tringles de même métal formant bâti et de revêtir de ciment ces carcasses de façon à les empâter complétement.

C'est ainsi qu'il fabrique, depuis plusieurs années, des réservoirs, des bassins et, par l'application de moules, des vasques, des caisses à fleurs, etc.

Ce nouveau mode d'emploi du ciment, qui rend déjà tant de services, a paru digne d'un encouragement et la Société accorde une médaille de bronze à M. Monier.

8. APPAREIL HYDRAULIQUE *pour la manœuvre des rideaux de théâtre*, par M. Quéruel, boulevard Voltaire, 163, à Paris (2).

L'introduction des appareils hydrauliques pour effectuer, dans un théâtre, les mouvements nécessités par la mise en scène n'a été encore réalisée que par M. Quéruel, au théâtre de la Gaîté. La Société ne doute pas que ce premier essai ne soit le point de départ d'applications plus importantes, qui doivent se généraliser là comme ailleurs, et y rendre des services aussi sûrs que dans les docks pour la manœuvre des fardeaux à distance.

Une médaille de bronze est accordée à cette première et heureuse tentative.

9. DÉBRAYEUR *pour les métiers de bonneterie et de tissage*, par M. Richard (3).

Les fils des métiers de bonneterie et de tissage se cassent souvent sous l'in-

(1) Voir cahier de mars 1872, p. 111.
(2) *Id.* de janvier 1872, p. 9.
(3) Le rapport paraîtra ultérieurement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fluence de causes assez diverses et leur rupture, outre les pertes de temps et les défauts dans le tissu qu'elle entraîne, peut occasionner quelquefois des dégâts plus ou moins grands. On s'est donc trouvé conduit à adapter à ces métiers certains mécanismes, appelés *casse-fils*, qui ont pour effet d'arrêter le métier aussitôt qu'il se produit une rupture de l'un des fils. Ce système mécanique étant assez paresseux et capricieux dans ses effets, M. Radiguet lui adjoignit une disposition électro-magnétique, qui le rendit beaucoup plus efficace dans son mode de fonctionnement; mais dans ce système, comme dans le système antérieur, l'arrêt du métier était la conséquence de l'accident arrivé et ne le prévenait pas. Il était donc à désirer que l'on pût combiner un appareil capable d'exercer cette action préventive sous l'influence seule des causes, très-minimes il est vrai, qui peuvent provoquer la rupture des fils; c'est ce problème que M. Richard a résolu, en faisant en sorte que l'embrayeur électrique destiné à arrêter le métier soit mis en action, soit par suite d'une traction trop forte des fils embobinés, soit par le passage de quelques nodosités ou défauts de ces fils eux-mêmes.

Son appareil réalisant complétement le but, la Société décerne à M. Richard une médaille de bronze.

II. LISTE DES CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS JUGÉS DIGNES DE RECEVOIR DES MÉDAILLES D'ENCOURAGEMENT.

Nos D'ORDRE.	NOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		MM.
1	AUBRUN (Pierre).	5	Congrégation des Lazaristes, rue de Sèvres, 95.
2	BONCONSEILLE.	9	Usine de la compagnie Richer, à Paris.
3	BOULANGER (Augustin).	37	*Kuhlmann* et *comp.*, usine d'Amiens.
4	BRESSY (Joseph).	16	*H. Merle* et *comp.*, usine de Salindres (Gard).
5	BURY (Émile).	43	*Lebeuf*, *Milliet* et *comp.*, fabricants de faïences, à Creil.
6	COLON (Barthélemy).	8	*Muhlbacher* et *fils*, fabricants de voitures, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		MM.
7	DEGRUTÈRE (L. Joseph).	20	*Kuhlmann* et *comp.*, usine de la Madeleine-lèz-Lille.
8	DERNONCOURT (Désiré).	36	*Théodore Lefebvre*, fabricant de céruse, à Lille.
9	DESJAMBES (François).	33	Compagnie de Saint-Gobain, Soudière de Chauny.
10	DESSUP (Jacques).	10	*H. Merle* et *comp.*, usine de Salindres (Gard).
11	DINI (Urbain).	16	*Dumoulin-Froment*, constructeur d'instruments de précision, à Paris.
12	GEHU (Léopold-Adolphe).	22	*Forges d'Hautmont*, compagnie anonyme de la Providence.
13	GUERMONT (Alcidès).	12	*Lemoine*, bijoutier, à Paris.
14	JADRAT père (Célestin).	49	*Lebeuf*, *Milliet* et *comp.*, fabricants de faïences, à Creil.
15	JEANNIN (Pierre-François).	15	*Courtois*, fabricant de cuirs vernis, à Paris.
16	LACOUTURE (Émile).	9	*Lelong-Breuzin*, ferblantier, à Paris.
17	LENGLUMEZ (Louis-Napoléon)	32	*Guillout*, fabricant de biscuits, à Paris.
18	MENETRÉ (Antoine).	18	*Dietsch*, fabricant de tissus, à Liepvre (Alsace).
19	MENET (François).	26	*Théodore Lefebvre*, fabricant de céruse, à Lille.
20	NOGUÉ (Hyacinthe-Émile).	27	*Duboscq*, ingénieur-opticien, à Paris.
21	ROULLET.	10	Menuisier, à Macau (Gironde).
22	VERDIÈRE (Joseph).	29	*Théodore Lefebvre*, fabricant de céruse, à Lille.

Le Secrétaire général de la Société, Baron CH. DUPIN, Membre de l'Institut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS AGRICOLES ET MANUFACTURIERS.

(Voir le tableau II.)

Les notes suivantes sont extraites des dossiers concernant les lauréats :

1. M. *Aubrun* (Pierre).

M. Aubrun, peintre-décorateur, a été recommandé, d'une manière toute spéciale, par le Procureur général de la congrégation des Lazaristes de la rue de Sèvres, à Paris, qui le fait travailler depuis plus de cinq ans, et le présente comme un excellent ouvrier, rangé, laborieux et instruit.

2. M. *Bonconseille.*

M. Bonconseille a commencé sa carrière chez MM. Villeminot, de Reims, où il est resté, de 1838 à 1848, en qualité d'ouvrier ajusteur et de chef monteur. En sortant de cette maison, d'où il emportait les meilleurs certificats, il est entré au service de l'École des arts et métiers de Châlons-sur-Marne, et n'a quitté cette dernière qu'en 1863 pour venir, à Paris, dans les importants ateliers de la compagnie Lesage (ancienne compagnie Richer). Là, ses fonctions comprennent la fabrication et l'entretien de l'outillage, la construction et la réparation des voitures, etc.

Le directeur de la compagnie, ancien élève de l'École polytechnique, qui recommande M. Bonconseille, dit qu'il possède à un haut degré les trois qualités indispensables pour diriger un nombreux personnel d'ouvriers, c'est-à-dire la bonté, la justice et la sévérité.

3. M. *Boulanger* (Augustin).

Depuis trente-sept ans, M. Boulanger est employé dans la fabrique de produits chimiques d'Amiens, appartenant autrefois à M. Cartier, et devenue, aujourd'hui, l'une des succursales de la compagnie anonyme des manufactures de produits chimiques du Nord. Les titres de M. Boulanger sont trop dignes d'éloge, pour que nous ne donnions pas un extrait de la lettre qu'ont adressée à la Société MM. Kulmann, administrateur général de la compagnie, et Kolb, directeur de l'usine d'Amiens :

« Boulanger, né à Pont-de-Metz en 1815, est entré en 1835 à l'usine d'Amiens. Après y avoir été successivement occupé, soit à la fabrication de l'acide sulfurique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit à celle du sulfate de soude et du chlorure de chaux, il fut choisi, en **1840**, par M. Cartier, pour expérimenter pratiquement les meilleures méthodes de fabrication de la soude, fabrication qu'on installait alors à cette usine. Jusqu'en **1862**, il resta attaché à ce travail, puis fut chargé de former des ouvriers destinés au même emploi à Amiens et à Lille.

« Sachant parfaitement lire et écrire, Boulanger profitait de ses heures de repas pour instruire ses trois fils, qui venaient chercher ses leçons à l'usine même. Aussi l'aîné a-t-il trouvé facilement un emploi et, à sa libération du service militaire, il est entré à l'usine où est son père.

« A partir de **1862**, Augustin Boulanger ne se sentant plus assez robuste pour continuer, au four à soude, un travail qui exige des hommes jeunes et vigoureux, obtint le poste de surveillant de fabrication. Six ans plus tard, on lui offrit la place de contremaître de l'usine, qu'il avait bien méritée, par son expérience dans les différentes branches de la fabrication, par son excessive probité et ses antécédents irréprochables; mais, aussi bon père que bon ouvrier, il refusa cet avancement pour en faire bénéficier son fils, qui méritait également cette place, et auquel on s'empressa alors de la donner.

« Depuis cette époque, Augustin Boulanger a eu l'occasion de donner à l'usine de nouvelles preuves d'attachement et de dévouement, surtout pendant l'occupation allemande à Amiens..... »

4. M. *Bressy* (Joseph).

M. Bressy appartient à la fabrique de soude de Salindres (Gard), où il remplit depuis seize ans les fonctions de contre-maître. MM. Henry Merle et le maire de Salindres, qui l'ont recommandé à la Société, ont fourni les renseignements les plus favorables sous le rapport de sa conduite et de son zèle.

5. M. *Bury* (Émile).

Entré en **1827**, à l'âge de 9 ans, dans les manufactures de faïences de Creil et Montereau, appartenant à MM. Lebeuf, Milliet et comp., Bury a grandi dans ces établissements, qu'il n'a pas quittés depuis. Son intelligence, son zèle et sa bonne conduite lui ont constamment mérité la bienveillance de ses chefs, si bien qu'aujourd'hui il est chef du magasin du biscuit. La récompense accordée à ses quarante-trois ans de services consécutifs est donc parfaitement justifiée.

6. M. *Colon* (Barthélemy).

C'est sous le patronage de M. Maurice Maignen, directeur du cercle des jeunes ouvriers, **126**, boulevard Mont-Parnasse, que M. Colon a été présenté à la Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Colon travaille depuis huit ans dans l'atelier de serrurerie de la fabrique de voitures de MM. Muhlbacher et fils, à Paris. C'est un ouvrier rangé, laborieux, et dont on ne peut mieux faire l'éloge qu'en disant qu'il soutient ses vieux parents devenus infirmes.

7. M. *Degrutère* (Louis-Joseph).

M. Degrutère compte vingt années de services non interrompus dans la fabrique de produits chimiques de la Madeleine-lez-Lille, où il remplit aujourd'hui le poste de contre-maître. C'est un ouvrier instruit, laborieux, dévoué, et qui sait se faire aimer et respecter à la fois de tous les autres ouvriers qui sont placés sous ses ordres. M. Fréd. Kulmann, qui l'a recommandé, en a fait le meilleur éloge.

8. M. *Dernoncourt* (Désiré).

M. Dernoncourt est entré en 1836 dans la fabrique de céruse de MM. Théodore Lefebvre et comp., à Lille; il compte donc trente-six ans de services dans le même établissement, où l'on ne trouve, d'ailleurs, que des ouvriers de choix; car, presque tous les ans, la Société d'encouragement a l'occasion d'en récompenser quelques-uns.

9. M. *Desjambes* (François).

Voici ce que M. le directeur de la soudière de Chauny (Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey) a écrit en présentant ce candidat :

« Desjambes est entré à la soudière de Chauny en 1839, où il a commencé par être maçon; mais, comme il savait lire et écrire et que sa conduite était excellente, on l'employa bientôt à la fabrication. C'est ainsi qu'il est devenu successivement premier ouvrier, surveillant et, enfin, contre-maître; en cette dernière qualité, il a aujourd'hui sous ses ordres un personnel qui ne comprend pas moins de deux cent trente ouvriers.

« Desjambes travaille donc depuis trente-trois ans dans notre usine, et nous pouvons dire qu'il a eu toujours une conduite exemplaire. Le poste qu'il occupe maintenant est la meilleure preuve qu'on puisse donner de ses capacités et des services qu'il a rendus à l'établissement. »

10. M. *Dessup* (Jacques).

M. Dessup est le second candidat présenté par M. Henry Merle, d'Alais; il est depuis dix ans employé à l'usine de Salindres, où il remplit le poste de contre-maître de la fabrication du sulfate de soude. M. le maire de Salindres lui a donné un certificat q u témoigne de ses excellentes qualités.

11. M. *Dini* (Urbain).

Sorti, en 1853, de l'École municipale Turgot, M. Dini est entré, l'année suivante, chez

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. G. Froment, le célèbre et regretté fabricant d'instruments de précision, à Paris, et n'a pas cessé, depuis lors, de travailler dans cette maison, qui appartient aujourd'hui au gendre M. Dumoulin-Froment. Pendant cette période de dix-huit années, M. Dini s'est fait remarquer par son zèle, et particulièrement par son aptitude aux travaux mécaniques.

M. Dumoulin-Froment se loue beaucoup du concours intelligent que n'a cessé de lui fournir M. Dini, et il se plaît à constater que c'est grâce, en partie, aux nombreux essais de ce dévoué collaborateur qu'il est parvenu, dans la délicate fabrication des compas liquides, à créer le type adopté, en 1870, par le Ministère de la marine.

12. M. *Gehu* (Léopold-Désiré).

M. le régisseur des usines métallurgiques de la Providence, à Hautmont (Nord), et M. le maire d'Hautmont ont présenté à la Société M. Gehu, attaché à l'une des usines, depuis vingt-deux ans, en qualité de chef forgeron. Laborieux, intelligent et doué d'une certaine instruction, M. Gehu a rendu de nombreux services aux travaux de la forge. La récompense que la Société lui accorde sera donc d'un bon exemple pour la classe ouvrière, si nombreuse dans cette région industrielle de la France.

13. M. *Guermont* (Alcidès).

M. Guermont a commencé, en 1860, à l'âge de 12 ans, par être apprenti dans la fabrique de bijoux de deuil de M. Lemoine, à Paris. Son apprentissage terminé, il est resté chez le même patron dont il est devenu l'un des meilleurs ouvriers; c'est là un résultat qui fait l'éloge de tous deux.

14. M. *Jadrat* (Célestin).

M. Jadrat est un des doyens parmi cette population ouvrière de choix qu'a su former la maison Lebeuf, Milliet et comp., de Creil et Montereau. Depuis 1822, il est dans la fabrique de faïences, où il occupe aujourd'hui le poste de chef imprimeur qu'il a mérité par ses bons et loyaux services.

15. M. *Jeannin* (Pierre-François).

La maison Courtois (fabrique de cuirs vernis à Paris et à Pantin), dont l'habile et honorable chef est mort récemment, a recommandé à la Société l'un de ses meilleurs ouvriers vernisseurs, M. Jeannin, qui, entré dans les ateliers en 1857, n'a pas cessé jusqu'ici de faire preuve d'intelligence et de dévouement.

16. M. *Lacouture* (Émile).

M. Lacouture a travaillé depuis neuf ans, soit chez M. Lelong-Breuzin, fabricant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'ustensiles de ferblanterie, soit chez le beau-père de celui-ci. Ce n'est pas, il est vrai, une bien longue carrière; mais M. Lacouture se recommande non-seulement par sa bonne conduite et son assiduité, mais encore par une instruction relativement avancée.

17. M. *Lenglumez* (Louis-Napoléon).

M. Lenglumez a toutes les qualités qui font le bon ouvrier; depuis trente-deux années consécutives qu'il est dans la fabrique de biscuits de MM. Guillout et comp., à Paris, on n'a pas eu le moindre reproche à lui adresser au sujet de sa conduite et de son travail; c'est là un exemple que la Société aime à récompenser et à proclamer bien haut.

18. M. *Ménétré* (Antoine).

La Société d'encouragement a conservé d'excellentes relations avec les industriels de l'Alsace-Lorraine, aux travaux desquels elle sera toujours heureuse de s'intéresser. Aussi s'est-elle empressée de déférer à la demande de l'un de ses fidèles correspondants, M. Dietsch, fabricant de tissus à la mécanique, à Liepvre, qui lui a recommandé vivement l'un de ses contre-maîtres, M. Ménétré, entré dans sa fabrique en 1849. Dans cette période de vingt-trois ans, M. Ménétré n'a quitté M. Dietsch que pendant deux années pour aller apprendre le tissage à bras. Depuis quinze ans déjà il est contre-maître, et, bien qu'il ne soit âgé que de 37 ans, il a su, chose assez rare, gagner l'affection des ouvriers placés sous ses ordres.

19. M. *Menet* (François).

M. Menet est, depuis 1846, dans la fabrique de céruse de MM. Théodore Lefebvre et comp., à Lille; c'est le second des trois candidats présentés, cette année, par cette honorable maison, avec laquelle la Société d'encouragement entretient depuis longtemps d'excellents et précieux rapports.

20. M. *Nogué* (Hyacinthe-Émile).

Il y a vingt-sept ans que M. Nogué est chez M. Duboscq, ingénieur-opticien, à Paris, membre de la Société. D'abord élève, il est bientôt devenu ouvrier mécanicien, et a, plus tard, été chargé d'un service de confiance qu'il remplit encore aujourd'hui, et qui consiste dans le montage et l'expédition des appareils. M. Duboscq se loue beaucoup de son zèle et de sa bonne conduite.

21. M. *Roullet.*

M. Roullet est menuisier à Macau (Gironde); âgé aujourd'hui de 78 ans, il se recommande par les plus honorables certificats, qui attestent de bons et loyaux services chez divers propriétaires du pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

22. M. *Verdière* (Joseph).

M. Verdière est le troisième candidat présenté par la maison Théodore Lefebvre, de Lille, dont nous avons déjà parlé. Ses vingt-neuf années de services témoignent suffisamment en sa faveur.

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ.

RAPPORT FAIT PAR M. LEGRAND, AU NOM DE LA COMMISSION DES FONDS, SUR LE COMPTE DES RECETTES ET DÉPENSES DES EXERCICES 1869 ET 1870.

Messieurs, la commission des fonds, conformément au règlement, vous présente, en assemblée générale, les comptes des années expirées, arrêtés, pour chacune d'elles, au 31 août de l'année suivante, afin que tous les détails nécessaires en puissent être régularisés.

Les motifs qui ont malheureusement empêché la Société de s'assembler, à pareille époque, l'année dernière, ont obligé la commission à réunir les comptes des exercices 1869 et 1870 en une seule et même présentation.

Ces comptes se divisent en trois parties distinctes :

La première partie, *fonds généraux*, comprend d'abord les *recettes* provenant des souscriptions de toute nature et des rentes sur l'État que la Société possède, et ensuite les *dépenses* faites pour le fonctionnement régulier et normal de la Société.

La deuxième partie se rapporte au *fonds d'accroissement* provenant d'un legs dont la capitalisation doit être poursuivie jusqu'en l'année 1882.

La troisième partie est relative aux *fondations* faites entre les mains de la Société, et aux *dons* spécialisés pour lesquels la Société n'est qu'un mandataire chargé de réaliser l'affectation stipulée.

Voici, pour chacune de ces parties, le résumé des comptes de 1869 et de 1870.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1re PARTIE.

FONDS GÉNÉRAUX.

ANNÉE 1869.

Recettes.

		fr. c.
Solde excédant au 31 décembre 1868.		69 845,58
Souscription de l'Empereur.	1 000,00	
Souscription du Ministère du commerce.	»	
Souscription de la Ville de Paris.	6 000,00	
Souscriptions particulières antérieures à 1869.	637,80	
Souscriptions particulières de 1869.	29 740,00	
Vente d'exemplaires du *Bulletin*.	384,53	71 565,03
Intérêts des sommes versées à la caisse des dépôts ou au crédit foncier.	2 450,48	
Location de la salle des séances.	1 860,00	
Arrérages des rentes sur l'État.	28 568,72	
Arrérages des souscriptions perpétuelles et à vie.	923,50	
		141 410,61

Dépenses.

Rédaction du *Bulletin* et impression.	27 875,53	
Impressions diverses, comptes rendus et autres.	2 235,75	
Bibliothèque, achat de livres et reliures.	838,05	
Agence, secrétariat, concierge et économat.	14 424,74	
Jetons de présence.	2 379,00	
Hôtel de la Société, entretien, contributions, chauffage et éclairage. .	7 751,55	
Pensions.	»	
Récompenses et encouragements.	»	58 955,62
Expériences des comités, voyages, etc.	136,20	
Subventions aux écoles.	350,00	
Dépenses imprévues.	20,00	
Addition au legs Bapst, prise sur les locations.	1 444,80	
Fraction du grand prix de la Société déposée à la caisse des consignations.	1 500,00	
Solde excédant en caisse au 31 décembre 1869.		82 454,99

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année 1870.

Recettes.

		fr. c.
Report de l'excédant de recettes à la fin de 1869.		82 454,99
Souscription de l'Empereur.	1 000,00	
Souscription du Ministère du commerce 1869.	4 000,00	
Souscription de la Ville de Paris.	6 000,00	
Souscriptions particulières antérieures à 1870.	393,10	
Souscriptions de 1870.	24 654,65	
Vente d'exemplaires du *Bulletin*.	297,15	75 266,84
Intérêts des dépôts à la caisse des consignations et du crédit foncier. .	2 496,72	
Location de la salle des séances.	1 690,00	
Arrérages des rentes sur l'Etat.	29 368,72	
Arrérages des souscriptions perpétuelles et à vie.	964,00	
Ambulance (secours donnés par divers membres de la Société).	2 470,00	
Versement reçu de la commission de l'Exposition universelle.	1 932,50	
		157 721,83

Dépenses.

Rédaction du *Bulletin* et impression.	12 314,53	
Impressions diverses, comptes rendus, etc.	1 965,15	
Bibliothèque, achat de livres et reliures.	390,25	
Agence et secrétariat, concierge et économat.	13 223,40	
Jetons de présence.	115,50	
Hôtel de la Société, entretien, contributions, chauffage, éclairage. . .	4 491,00	
Pensions.	»	
Récompenses et encouragements.	14 599,98	116 488,62
Expériences des comités, voyages, etc.	470,30	
Subventions aux écoles.	250,00	
Ambulance (frais de toute nature).	10 829,11	
Addition au legs Bapst, prélevée sur la location de la salle.	434,80	
Fraction du grand prix de la Société déposée à la caisse des consignations.	1 500,00	
Placement de fonds (en rente 3 pour 100).	55 904,60	
Solde excédant en caisse au 31 décembre 1870.		41 233,21

Compte des Jetons de présence.

Le nombre de ces jetons métalliques, au 31 décembre 1868, était de.	86
Il en a été distribué en 1869.	39
Il en est resté au 31 décembre 1869.	47

En 1870, il n'a point été délivré de jetons, et le nombre en réserve est resté le même au 31 décembre 1870. 47

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Compte des Médailles.

Il restait, au 31 décembre 1868, médailles de bronze et platine. 12

Il n'en a été distribué aucune en 1869 et, par conséquent, il n'y a pas eu de changement à ce compte, et il est resté, au 31 décembre 1869, en bronze et platine. 12

	OR.	PLATINE.	ARGENT.	BRONZE.
Le solde de 1869 est de.	»	1	»	11
Il a été livré par la Monnaie et payé.	11	7	27	86
		8		97
On a distribué, à titre de récompenses et encouragement, en 1870.	11	7	27	84
Il reste donc en réserve au 31 décembre 1870	»	1	»	13

2e PARTIE.

FONDS D'ACCROISSEMENT.

Cette partie comprend le fonds formé, comme on l'a expliqué dans les comptes précédents, par le quart du legs de M. le comte Jollivet, c'est-à-dire 2 896 fr. 25 de rente, donné avec la condition que le capital et les intérêts seraient capitalisés successivement d'année en année jusqu'en 1882.

Cette opération, continuée régulièrement depuis l'époque de l'entrée en jouissance du legs, a donné un revenu qui s'élève :

	fr. c.
Pour 1869, à.	23 055,19
et, pour 1870, à.	24 059,02

L'accroissement de ce fonds doit se poursuivre pendant douze années, et il produira, en définitive, un revenu qui dépassera probablement 40 000 fr. par an à l'époque de l'entrée en jouissance.

3e PARTIE.

FONDATIONS ET DONATIONS.

Cette partie du compte comprend diverses donations faites par des tiers au nom de la Société, et qui sont pourvues d'affectations spéciales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Fondation de M. le marquis d'Argenteuil.

Cette fondation est formée par une rente de 1 647 francs, devant servir à donner, tous les six ans, un prix de 12 000 fr. à l'auteur de la découverte la plus utile aux progrès de l'industrie française.

Les arrérages de cette rente, placés chaque année à la caisse des consignations, produisent un intérêt qui, à chaque période de six années, forme la valeur du prix fondé. Sa dernière échéance a eu lieu en 1870, et le prix a été décerné à M. Champonnois, auteur des distilleries agricoles.

A la suite de ce payement, il restait en caisse les intérêts en 1869 et en 1870 s'élevant à 4219 fr. 34, qui devront se compléter jusqu'en 1876 pour l'époque de délivrance du prix.

2° Fondation Bapst

Comprenant une rente de 2 160 francs qui a une double affectation.

Une partie de cette somme, jusqu'à concurrence de 1 565 fr. 20, doit être employée à distribuer des secours à des inventeurs malheureux; l'autre partie est destinée à faciliter des découvertes et, en raison de son importance, elle a été capitalisée en vertu d'une délibération du Conseil jusqu'au chiffre de 1 800 francs qu'elle atteint aujourd'hui.

Les secours distribués, chaque année, ont, pour la première partie du legs, toujours dépassé la somme disponible et, depuis plusieurs années, le Conseil a décidé qu'il y serait pourvu par un prélèvement fait sur les produits de la location de la salle.

En 1869, le crédit du legs était de.	1 565,20
Les secours distribués ont été de.	3 010,00
La somme prélevée sur les produits de la salle a dû être alors de.	1 444,80
En 1870, le crédit du legs était de.	1 565,20
Les secours distribués ont été de.	2 000,00
La somme versée par les fonds généraux, et provenant des produits de location, a donc été de.	434,80
Pour la deuxième partie, destinée à faciliter des découvertes, le solde de l'encaisse, à la fin de 1868, était.	2 253,65
Les arrérages réalisés.	1 812,80
Le total disponible était.	4 066,45
Sur ce chiffre il a été distribué, en secours, en 1869.	1 350,00
Le solde en caisse, au 31 décembre 1869, est de.	2 716,45

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1870, les ressources disponibles se composent du solde en caisse à la fin de 1869.	2 716,45
et des arrérages réalisés.	1 812,80
Total.	4 529,25
Sur quoi on a distribué en 1870.	970,00
Ce qui donne un solde en caisse, au 31 décembre 1870, de.	3 559,25

3° Fondation Christofle.

Cette fondation consiste en un versement annuel de 1 000 francs, institué par M. Christofle père, et continué par son fils, pour fournir à des inventeurs nécessiteux une première annuité de brevet qui leur assure la propriété de leur découverte.

Cette somme doit être partagée en deux parties, dont une première moitié (500 fr.) doit être capitalisée avec les intérêts composés pendant dix années, de manière à former une rente perpétuelle. La deuxième moitié (500 fr.) est disponible pour l'accomplissement immédiat du vœu du fondateur.

La première moitié, ainsi capitalisée, constitue, en 1870, une rente de.	157,00
La deuxième moitié a laissé un excédant de recette. Les annuités de brevets, délivrées en 1869, étant de.	200,00
et, aucune annuité n'ayant été accordée en 1870, le solde en caisse pour cette fondation est, au 31 décembre 1870, de.	1 226,95

4° Donations de Mme la princesse Galitzin et de M. Carré.

La donation de Mme la princesse Galitzin est une somme mise à la disposition de la Société pour la délivrance d'un prix.

Cette somme est de.	2 000,00
La donation de M. Carré a été mise à la disposition de la Société pour être employée à encourager les applications de la physique.	
Le comité a demandé et la commission des fonds a décidé que, jusqu'à l'emploi, cette somme, qui est de.	1 000,00
fût placée en obligations de chemins de fer.	
Les intérêts, au 31 décembre 1870, représentent.	45,00
Solde des deux donations au 31 décembre 1870.	3 045,00

5° Fondation de l'industrie des cuirs.

Elle a été faite par les soins de M. Fauler, membre du Conseil, en faveur des industriels et ouvriers de cette catégorie devenus malheureux et ayant rendu des services à cette industrie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle consistait, au 1er janvier 1869, en seize obligations de chemins de fer de 15 francs de rente chacune, à quoi il a été ajouté un don de 258 fr. 15 versé, par M. Houette, au nom des fabricants de cuirs, qui a donné lieu à l'achat d'une nouvelle obligation.

Le nombre de ces obligations, à la fin de 1869, était de.	17
En 1870, l'emploi des arrérages de cette rente en obligations a permis d'acheter une nouvelle obligation 3 pour 100, et leur nombre, au 31 décembre 1870, est, en définitif, de.	18
Le solde en caisse de cette fondation est, au 31 décembre 1870, de. .	231,59

6° Fondation de l'industrie de la savonnerie.

Cette fondation, faite par les soins de M. Legrand, membre du Conseil, en faveur des inventeurs et des ouvriers malheureux qui ont rendu des services à cette industrie, est représentée par un capital converti en obligations de chemins de fer donnant un chiffre de 15 francs de revenu chacune.

Au 31 décembre 1869, le nombre de ces obligations était.		29
et le solde en caisse de.	324,75	
Au 31 décembre 1870, le nombre des titres était.		30
et le solde en caisse de.	414,28	

Ce solde sera prochainement employé en achat d'obligations nouvelles.

7° Fondation des arts industriels.

Cette fondation a été faite par les soins de MM. Christofle et Bouilhet (Henri), en faveur des artistes malheureux dont le mérite a été remarqué dans les arts industriels.

Elle est représentée par un capital converti en 22 obligations de chemins de fer, donnant un revenu total de 340 francs.

Cette fondation servait une pension à l'établissement de Chardon-Lagache, pour Mme veuve Couder.

Par suite de l'insuffisance des revenus de cette fondation, la somme nécessaire pour payer les pensions qu'elle a servies a été avancée par les fonds généraux de la Société. Le découvert qui en résulte s'élève, au 31 décembre 1870, à la somme de 590 fr. 20.

8° Fondation de l'industrie de la stéarine.

Elle a été faite, par les soins de M. de Milly, en faveur des ouvriers nécessiteux de cette profession ayant rendu des services appréciés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle consistait, au 1er janvier 1869, en onze obligations de chemins de fer; mais sept de ces obligations étant sorties par remboursement à 500 francs, lors du tirage de 1868, ont produit une somme de 3 500 francs, au moyen de laquelle on a acheté onze nouvelles obligations.

Leur nombre total, au 31 décembre 1869, était donc.		15
et le solde en caisse de.	316,23	
Au 31 décembre 1870, le nombre des obligations était.		16
et le solde en caisse de.	195,77	

9° Fondation de Baccarat (cristallerie et céramique).

Elle consiste en un versement de 1 000 francs, fait par l'établissement de Baccarat.

Lequel a été converti en trois obligations de chemins de fer.		3
Au 31 décembre 1869, le solde en caisse était de. . . .	309,20	
Au 31 décembre 1870, le nombre des obligations était de		4
et le solde en caisse de.	8,74	

10° Fondation des arts chimiques.

Elle a été faite par les soins de M. Ménier, membre de la Société, et consiste en un versement de 1 455 francs, converti en trois obligations de chemins de fer, dont le revenu est de 65 francs.

En 1869, on a pu acheter une quatrième obligation, et le solde en caisse a été de.	65,10
Au 31 décembre 1870, ce solde était de.	145,10

11° Fondation Bouchon de la Ferté-sous-Jouarre.

Cette fondation est formée par une souscription faite par les soins de MM. Bouchon et ses collègues, à la Ferté-sous-Jouarre, pour fonder un prix en faveur de celui qui trouvera un procédé pour rendre la taille des pierres meulières moins nuisible à la santé des ouvriers.

Elle consiste en une somme de 5 300 francs, versée en 1866, afin que les intérêts produits par le dépôt à la caisse des consignations, réunis au principal, forment le prix à décerner.

Au 31 décembre 1869, cette capitalisation avait produit la somme de.	5 862,75
Au 31 décembre 1870, elle a produit.	6 038,35

Son accroissement doit être continué ainsi jusqu'en 1876.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

12e Fondation du grand prix de la Société.

Une délibération du Conseil, en 1867, a institué un prix de 12000 francs à décerner, tous les six ans, en alternant avec le prix fondé par M. le marquis d'Argenteuil. Les fonds, pour la délivrance de ce prix, sont formés par un versement annuel de 1500 francs, pris sur les fonds généraux et déposé à la caisse des dépôts et consignations. La prochaine échéance de ce prix aura lieu en 1873.

Les sommes versées et les intérêts produits réunis formaient, au 31 décembre 1869, la somme de. 4 621,20
Ce solde, au 31 décembre 1870, était de. 6 258,35

13e Fondation d'un prix pour l'industrie cotonnière.

Les exposants de la classe XXVII à l'Exposition universelle de 1867 ont fait verser à la caisse de la Société, par les soins de M. Gustave Roy, membre du Conseil, une somme de 13142 fr. 85 pour être convertie en obligations de chemins de fer, dont les intérêts, accumulés pendant un certain nombre d'années, sont destinés à former un prix qui doit être délivré, par la Société, à celui qui aura fait faire le plus de progrès à l'industrie cotonnière.

Au 31 décembre 1869, le nombre des obligations ainsi acquises était de. . 40
et le solde en caisse, déposé à la caisse des consignations, était de. 393,82
Au 31 décembre 1870, ce dépôt à la caisse des consignations s'élevait à. 1 004,95

14e Fondation Baude (Elphége).

Les exposants de la classe LXV à l'Exposition universelle de 1867 ont versé, par les soins de M. Baude (Elphége), une somme de 2315 fr. 15 dans la caisse de la Société pour que les revenus, cumulés pendant une période de cinq années, puissent servir à payer un prix de 500 francs destiné à celui qui aura fait une découverte ou un perfectionnement remarquable dans le matériel des constructions, de l'architecture ou du génie civil.

Cette somme a été employée, en avril 1870, à l'achat de 7 obligations de chemins de fer.

La distribution du prix devra avoir lieu à la fin de l'année 1875.

COMPTE SPÉCIAL POUR LES SOUSCRIPTIONS PERPÉTUELLES OU A VIE.

La Société comptait, à la fin de l'année 1869, 17 membres perpétuels et 6 souscripteurs à vie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant l'année 1870, M. Champonnois a souscrit pour la première catégorie, et le nombre des membres perpétuels a été porté à 18.

Membres perpétuels.

MM.	Dumas,	MM.	Thénard (baron Paul),
	Combes,		De Valois,
	Le Tavernier,		Lacarrière,
	Margueritte,		Froment-Meurice,
	Dubrunfault,		Guimet,
	Normand,		Marès,
	Moyana,		Zegut,
	Ménier fils,		Agasse,
	Worms de Romilly,		Champonnois.

Membres à vie.

MM.	De Turenne (le marquis),	MM.	Barre (Albert),
	Cochot,		Gilbert, à Givet,
	Oeschger,		Poisson (Henri).

Les sommes versées par ces souscripteurs ont été placées en rentes 3 pour 100, et donnent un intérêt annuel de 974 francs, qui est compris dans les recettes des fonds généraux, première partie du compte.

CONCLUSIONS.

En résumé, à la date de cet arrêté, l'état financier de la Société accuse une situation favorable et très-régulière. L'année 1870 est soldée par un excédant des recettes sur les dépenses, qui peut être décomposé ainsi qu'il suit :

1re partie. Fonds généraux.	41 233,21
2e partie. Fonds d'accroissement.	201,72
3e partie. Sommes disponibles sur les fondations spéciales.	7 325,84
Total excédant des recettes sur les dépenses au 31 décembre 1870.	48 760,77

Les fonds désignés ci-dessus sont déposés à la caisse des consignations ou à celle du crédit foncier, suivant les reçus qui en ont été délivrés au trésorier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais il y a lieu de craindre que le prochain exercice ne présente une certaine modification à cet état de choses et que la Société ne supporte sa part des désastres qui ont atteint la fortune publique.

Il est donc de toute nécessité que tous ses membres, dans la mesure de leurs moyens, participent activement au maintien de sa prospérité, de manière à conserver ses ressources au niveau des obligations qu'elle a mission de remplir.

Toutes les pièces à l'appui de ces comptes, au nombre de quatre cent quarante-deux pour l'exercice 1869 et de quatre cent cinquante-deux pour l'exercice 1870, ont été remises à la commission des fonds par M. le Trésorier et sont déposées dans les archives de la Société.

La commission des fonds, en donnant son entière approbation à cet arrêté des comptes de 1869 et 1870, se fait un devoir de rendre hommage à la parfaite gestion de M. le Trésorier en faveur des intérêts de la Société, et elle lui en adresse ses bien sincères remercîments.

RAPPORT FAIT PAR M. LABOULAYE, AU NOM DES CENSEURS, SUR LA COMPTABILITÉ DES EXERCICES 1869 ET 1870.

Messieurs, nous avons examiné les comptes qui viennent de vous être présentés et nous ne pouvons que remercier M. le Trésorier et nos Collègues de la commission des fonds pour l'ordre parfait qui règne dans l'administration des finances de la Société. Les nombreuses fondations dont la Société est chargée surtout depuis quelques années, créées dans des vues de bienfaisance ou d'encouragement à des industries spéciales, forment aujourd'hui un ensemble important. Les revenus des fonds généraux, accrus par une bonne administration, peuvent suffire amplement pour payer les frais de ce que nous pourrons tenter pour seconder les progrès de l'industrie. Jamais nous n'avons été aussi bien en mesure d'accomplir l'œuvre pour laquelle nous sommes associés; jamais, non plus, elle n'a plus exigé un redoublement d'efforts de la part de chacun de nous.

Nous nous joignons à nos Collègues de la commission des fonds pour vous demander l'approbation des comptes de M. le Trésorier pour les exercices 1869 et 1870.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur les gîtes bitumineux du Punjab (Inde anglaise), par M. B. S. Lyman. — On désigne, sous le nom de *Punjab oil lands,* un district renfermant des gîtes d'huile de goudron et d'asphalte, situés dans l'Inde anglaise. Ces gîtes, au nombre de dix-sept, affleurent au sud des monts Himalaya, au milieu d'une vaste région sédimentaire, composant deux steppes immenses, disposées en gradins et séparées par le massif du Salt-Range, dont les sommets s'élèvent à 1 600 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le gîte de Burra-Kutta, que l'auteur cite en premier, se trouve dans la steppe septentrionale. L'huile suinte d'une crevasse de 30 mètres environ, ouverte dans une couche calcaire qui affleure sur les bords du Burra-Kutta, au pied d'un contre-fort escarpé des montagnes du Nord-Ouest. La source principale émerge 30 mètres à peu près au-dessous du sommet de la couche, dans un bassin de 2 mètres de long sur $0^{m},40$ de large. La production totale de ce gîte, qui renferme d'autres sources moins importantes, est d'environ $1^{lit},70$ par jour; il est, d'ailleurs, complétement submergé dans la saison des pluies.

Un autre gîte, celui de Gunda, a donné lieu à quelques travaux d'une certaine importance; il affleure au pied d'un pli de terrain, qui vient mourir au milieu d'une petite plaine de la steppe septentrionale. En 1866, M. Fenner fit creuser, au voisinage d'une source d'huile et non loin d'un dépôt d'asphalte, sept à huit fosses de recherche de 5 mètres de profondeur, alignées N.-E.-S.-O., sur une longueur d'environ 110 mètres. La plupart se trouvèrent stériles et furent abandonnées; la fosse n° 1, foncée sur l'emplacement même de la source, donna seule des résultats satisfaisants et fut dès lors seule exploitée. Un dépôt bitumineux se formait chaque jour dans le fond; chaque matin, l'huile était recueillie et la production moyenne était de 26 litres par 24 heures.

En 1869, la profondeur de la fosse fut portée à 12 mètres et la production journalière s'éleva à 110 litres. Fin mars 1870, elle était retombée à 22 litres; la récolte d'huile ne fut plus qu'hebdomadaire et produisit, en moyenne, 135 litres. Du 8 avril au 27 mai, un puits fut foncé dans le fond de la fosse, jusqu'à 25 mètres au-dessous de la surface; le 28 mai, la production journalière atteignit 225 litres, mais diminua bientôt après rapidement. La première semaine de juin, la production totale hebdomadaire du gîte avait été de 820 litres; elle ne fut plus que de 363 la quatrième semaine. Le 28 juin, un éboulement se produisit dans le puits, et le mois de juillet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fut consacré à des réparations. Le 9 août, l'exploitation fut reprise; une pompe, installée à poste fixe dans le puits, épuisait à de courts intervalles les eaux stagnantes du puisard, et la production de la première semaine fut de 570 litres; la deuxième, elle retombait à 430, et depuis lors elle a été en décroissant d'une manière continue. Du 8 avril au 9 octobre, les frais d'exploitation du gîte (fosse et puits n° 1) se sont élevés à 32 160 fr., et la production a été de 91 hectolitres. Les frais ont été largement couverts et de nouvelles recherches ont été entreprises, mais sans donner encore des résultats satisfaisants.

Tous les autres gîtes bitumineux du Punjab sont situés au pied et à l'extrémité de quelque pli de terrain plus ou moins élevé, le plus souvent sur les bords mêmes du torrent principal de la montagne ou du cours d'eau le plus important qui traverse la plaine. A Rutta-Otoor, Punnoba et Chhota-Kutta, ils affleurent dans des calcaires plus ou moins disloqués, partout ailleurs dans des couches non moins bouleversées de grès et de marnes sablonneuses. Au voisinage de l'affleurement, la roche est imprégnée de bitume, l'huile sort de ses fissures et l'asphalte remplit ses crevasses; mais à une courte distance, elle semble bientôt devenir complétement stérile. Par les fortes chaleurs, les dépôts d'asphalte laissent suinter des filets d'huile et de goudron, et ces gîtes ne sont probablement que les témoins superficiels de sources souterraines aujourd'hui obstruées. L'huile est généralement mêlée à de l'eau plus ou moins pure, parfois sulfureuse comme à Chhota et à Burra-Kutta, parfois salée comme à Punnoba, Chhurrut et Boraree; à sa sortie du rocher, elle est toujours brun verdâtre, mais elle noircit rapidement à l'air et, en se desséchant, donne naissance à des dépôts de goudron et d'asphalte; elle a probablement la même origine que les hydrogènes carbonés qui s'échappent en bulles multiples du fond de quelques fosses de recherches abandonnées.

Dans le cas où des travaux réguliers d'exploration par sondages conduiraient à une production soutenue, la situation des gîtes à peu de distance de Rawul-Pindee assurerait aux huiles un bon débouché. Le transport se fait par sentier ou route carrossable, au moyen de chameaux qui se louent, par tête et par mois, 35 fr. 60 et qui peuvent faire 20 kilomètres par jour, en portant chacun 225 litres d'huile.

Le marché de Pindee est alimenté par les huiles d'Amérique et consomme, par jour, plus de 400 litres d'huile raffinée. Les travaux faits par M. Fenner, à Gunda, ont donné de l'huile brute revenant à environ 3 fr. 60 le litre. Il est probable que le litre raffiné reviendrait sur place à 7 fr. 30, c'est-à-dire à un prix inférieur de plus de moitié à celui de l'huile actuellement importée à Rawul-Pindee. (*Extrait d'une note des Annales des mines.*)

Nouveau vert clair brillant sur la laine, par M. Pfundheller. — L'auteur dit que l'on n'a point songé à employer le prussiate rouge de potasse pour teindre en vert clair, et qu'il croit que sa communication pourra être favorablement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

accueillie, parce qu'elle fait connaître un procédé qui donne des nuances belles, vives, très-pures et à très-bon marché.

On prend pour 10 kilog. de matières filamenteuses (drap, flanelle, fil) : 0ᵏ,250 de prussiate rouge de potasse, 0ᵏ,500 d'acide sulfurique ordinaire; on les met dans une chaudière pleine d'eau froide, où l'on introduit ensuite les matières à teindre. On porte rapidement le bain à l'ébullition que l'on soutient pendant une heure. Alors on soulève les étoffes, ou bien on retire les fils et l'on ajoute au bain 0ᵏ,046 d'acide picrique (en variant cependant cette dose, selon que l'on veut un vert tirant sur le jaune ou sur le bleu), on donne encore un quart d'heure d'ébullition, et la teinture est terminée. La laine en demande un peu plus. La nuance obtenue avec les proportions qui précèdent est celle que l'on connaît sous le nom de *vert de Saxe*, mais elle est beaucoup plus belle que celle qui est préparée avec l'indigo.

Si l'on veut du vert tout à fait clair, il faut évidemment diminuer la dose du prussiate de potasse, de l'acide sulfurique et de l'acide picrique.

On prépare les verts les plus beaux, en portant rapidement la chaudière à l'ébullition, après l'avoir laissée refroidir; on obtient aussi les nuances les plus vives et les plus crues, en opérant dans des cuves en bois chauffées par la vapeur.

L'introduction des marchandises dans la chaudière froide est absolument nécessaire, parce que, si le bain était chauffé d'avance, il se formerait un précipité de bleu de Prusse qui, au lieu de se fixer sur les filaments, se déposerait dans la chaudière, sur le dévidoir, sur ses montants, etc. Il faudrait donc, si l'on opérait ainsi, employer le double d'ingrédients pour obtenir une même nuance. D'ailleurs le bain serait fort trouble et tacherait les étoffes.

L'auteur ajoute que, depuis qu'il est parvenu à connaître les doses convenables, il teint avec une sécurité complète, sans avoir jamais éprouvé d'accident. Il ne conseille cependant pas de chercher à obtenir une couleur plus foncée, en employant 0ᵏ,500 de prussiate rouge pour 10 kilog. de matières à teindre, parce qu'une plus forte dose ne présenterait aucune utilité. — (*Wollengewerbeblatt* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Cornues à gaz en fonte malléable. — Depuis quelque temps, on fabrique ces cornues dans l'usine de Kaiserslautern. Elles se distinguent par leur durée et par leur légèreté. On les emploie déjà dans l'usine à gaz de Francfort et dans plusieurs autres usines renommées. (*Deutsche Industriezeitung.*)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mᵐᵉ Vᵉ BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Juin 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

COMMISSION DES FONDS.

RAPPORT *fait par* M. le marquis DE TURENNE, *sur le legs de* M. le docteur HERPIN, *de Metz*.

Messieurs, M. Jean-Charles Herpin, de Metz, docteur en médecine, membre honoraire de la Société d'encouragement, décédé, à Nice, en janvier dernier, a, par testament, fait un legs en faveur de cette Société.

Le legs consiste en un titre de rentes italiennes de 300 francs, dont les intérêts, pendant chaque période de quatre années successives, s'accumuleront pour servir un prix quadriennal relatif à des travaux ou des recherches intéressant le perfectionnement des arts économiques, spécialement la conservation domestique et ménagère des substances alimentaires.

Les sommes libres provenant de prix non distribués seront affectées à de nouvelles propositions de prix et ne devront, en aucun cas, recevoir une autre destination.

La Commission des fonds, ne trouvant aucun empêchement à l'acceptation, par le Conseil, du legs fait à la Société, vous propose de la voter et d'exprimer nos remercîments à la mémoire d'un ancien collègue, qui a voulu augmenter la somme des services que nous sommes appelés à rendre.

Signé Marquis DE TURENNE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *mai* 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur le* CHEMIN DE FER PORTATIF *de* M. H. CORBIN, *ingénieur civil, fabricant de sucre, à Lizy-sur-Ourcq.*

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité d'agriculture l'examen d'un système de chemin de fer portatif, spécialement destiné aux transports agricoles, et imaginé par M. Corbin. Je vais avoir l'honneur de vous rendre compte des observations auxquelles a donné lieu l'étude de cet appareil par votre comité.

Les dépenses de transport figurent pour une très-forte part, soit dans le prix de la *production*, soit dans le prix de *vente*, sur les marchés, de toutes les denrées agricoles.

Les blés, les vins, les racines, les fourrages, les textiles, les bois d'œuvre ou de chauffage, sont grevés, à leur arrivée sur le marché, de frais de déplacement qui augmentent toujours leur prix de vente et dépassent quelquefois de beaucoup la valeur de la matière elle-même sur le lieu de production.

Les blés qui nous viennent de la mer Noire, pour citer un exemple, coûtent de 5 à 7 fr. l'hectolitre dans l'intérieur de la Russie. Leur transport jusqu'à Odessa, pour un parcours de 200 à 250 kilom., en moyenne, par de très-mauvais chemins de terre, double au moins cette valeur. Le transport par mer d'Odessa à Marseille, et les opérations commerciales qui s'y rapportent, élèvent le prix à un chiffre triple environ de la valeur primitive du produit. Le transport de Marseille à Paris, sur 863 kilom. de ligne de fer, ajoute encore environ 5 fr. au prix du blé russe, qui coûte ainsi, à la Halle de Paris, quatre ou cinq fois ce qu'il vaut sur le lieu de production.

Les transports à grande distance des denrées agricoles ont reçu, depuis quelques années, d'admirables perfectionnements, et s'effectuent maintenant avec une économie qu'on n'aurait pas osé espérer autrefois. Les chemins de fer ont rendu, sous ce rapport, des services incalculables qu'il convient de rappeler, car l'habitude de leurs bienfaits nous porte trop souvent déjà à les oublier.

Dans l'exemple que je citais à l'instant, un transport à 863 kilom., de Paris à Marseille, exécuté en trente heures, par des employés bien payés, bien vêtus, bien nourris, coûte moins cher que le transport à 200 kilom. seule-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment, exécuté, en un mois ou six semaines, par de malheureux paysans russes à peine payés, mal vêtus et encore plus mal nourris.

Les chemins de fer rendent des services plus étonnants encore, s'il est possible, pour l'emploi des amendements : ils transportent la marne à raison de 4 centimes par tonne et par kilomètre, et, grâce à ce bas prix, à peine rémunérateur, il est vrai, on voit le marnage s'étendre à d'immenses contrées; la Sologne, par exemple, emploie, chaque année, l'énorme volume de 20 000 mètres cubes de marne ou 30 000 tonnes environ de ce précieux amendement.

Mais si les transports à *grande distance* exercent une influence considérable sur le commerce des denrées agricoles, les charrois à *petite distance*, que nécessite la culture dans l'intérieur de chaque domaine, figurent dans le prix de production des récoltes pour une part souvent fort grande, et dont on ne se rend pas toujours suffisamment compte.

Le cultivateur ne cesse pas, pour ainsi dire, d'être occupé par les transports. Dès le matin, avant le jour, il va chercher, dans la grange et dans les greniers, les litières et les fourrages pour les distribuer aux animaux. Puis, il faut enlever les fumiers des étables et des écuries et les porter à la fosse.

Ces transports n'ont lieu que sur de petites distances, il est vrai, mais ils s'appliquent à des poids considérables, se répètent chaque jour et ne laissent pas de représenter, à la fin de l'année, un travail fort important.

Mais bientôt arrive le temps des travaux de culture : les charrues, les herses, les rouleaux doivent être transportés presque chaque jour de la ferme aux champs et des champs à la ferme. Les fumures, les amendements doivent être charroyés, souvent assez loin, par des chemins presque toujours en mauvais état et à travers des champs labourés, où les voitures n'avancent qu'avec une lenteur extrême et un travail excessif. Il faut ensuite rapporter à la ferme les récoltes de la terre, dont le poids, pour les racines, par exemple, peut s'élever à 50 ou 60 000 kilog. par hectare et par an. A ces transports, ajoutez celui du bois nécessaire au service de la maison, celui des pierres et des matériaux de toute sorte employés à l'entretien des bâtiments, des clôtures, des chemins d'exploitation, etc., et vous resterez convaincus, Messieurs, qu'il n'y a aucune exagération à admettre que les transports nécessités, à l'intérieur du domaine, par une culture un peu perfectionnée, atteignent, s'ils ne le dépassent pas, le chiffre de 100 000 kilog. par an et par hectare cultivé.

En présence de ce chiffre, chacun comprend sans peine que la plus légère

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

économie, réalisée sur ces dépenses de transport par chaque cultivateur, se traduit, pour la France entière, par des centaines de millions économisés sur les frais généraux de sa production agricole.

Les procédés des transports à grande distance ont subi depuis trente ans, comme on vient de le voir, une transformation complète. Il n'en est pas de même, malheureusement, des transports culturaux à petite distance qui s'exécutent à l'intérieur des domaines. Ils sont encore à peu près, aujourd'hui, ce qu'ils étaient autrefois. Les chemins publics sont mieux entretenus, sans contredit, mais les chemins d'exploitation et les terres labourées rendent toujours aussi difficile le travail de nos animaux de trait et aussi coûteux le résultat de leurs efforts.

Dans l'intérieur des fermes récemment bâties et bien organisées, les transports des fourrages et des fumiers se font à l'aide de petits chemins de fer fixes, employés depuis longtemps déjà en Angleterre et que plusieurs fabricants français établissent maintenant à bas prix dans de bonnes conditions de durée et de solidité. Il est vivement à désirer que ces petits chemins de fer qui facilitent singulièrement le service d'approvisionnement et de propreté des étables se répandent de plus en plus dans nos fermes françaises.

Quant aux transports dans les champs des fumiers ou des amendements et à la rentrée à la ferme des récoltes les plus pesantes, on a depuis longtemps essayé de les effectuer à l'aide de *chemins de fer portatifs*, faciles à déplacer selon les besoins. Dès 1850, votre rapporteur a vu employer, dans la Campine belge, une installation de cette nature pour porter, sur les terres préparées à l'irrigation, les composts de chaux et les boues de ville que les bateaux du canal venaient déposer aux ports de débarquement. Plusieurs fermes, établies dans le lac de Harlem desséché, effectuent également leurs transports de fumiers et de récoltes de racines, au moyen de petits chemins de fer portatifs. En Angleterre, dans le Lincolnshire surtout, l'emploi de ces engins est parfaitement connu, et, dans toutes les expositions agricoles, on rencontre des constructeurs de chemins de fer portatifs et de waggonnets appropriés aux besoins de la culture.

Malgré ces essais, il faut bien reconnaître que les chemins de fer portatifs proposés ou employés jusqu'à présent exigent encore de nombreux perfectionnements pour devenir d'un usage général, et l'on doit savoir gré aux inventeurs qui s'efforcent de réaliser, sous ce rapport, des améliorations que réclament les cultivateurs éclairés. Aussi votre comité s'est-il occupé avec un vif intérêt de la communication de M. Corbin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les chemins de fer portatifs employés en agriculture se composent toujours de cadres formés de longrines en bois, réunies par des traverses, et garnies de bandes de fer. Les cadres sont posés à la suite les uns des autres à la surface du sol, et forment, par leur réunion en nombre suffisant, la voie sur laquelle s'effectue le roulement des waggons.

Les travées, pour être faciles à déplacer, doivent être assez légères et offrir, cependant, une force suffisante pour résister au passage des waggons chargés et aux efforts accidentels qu'elles peuvent avoir à supporter. Ces conditions de légèreté et de solidité sont difficiles à concilier dans certaines limites et, jusqu'à présent, on n'était point parvenu à les réunir sans augmenter beaucoup le prix de la construction ou sans réduire la longueur des travées, de manière à augmenter outre mesure le nombre des points de raccordement et le travail nécessaire au déplacement de la voie.

M. Corbin a cherché à obtenir à la fois, pour la voie de son chemin de fer, une grande légèreté et une solidité suffisante en diminuant le poids des waggons et en augmentant leur nombre, de façon à reporter sur un grand nombre de paires de roues et, par conséquent, sur une grande longueur de voie la charge à transporter que l'on accumule, ordinairement, dans deux ou trois véhicules seulement. Par ce moyen, la pression, par unité de longueur de voie se trouve convenablement réduite, et le poids des travées diminue dans le même rapport sans que leur résistance cesse d'être proportionnée aux efforts qu'elles doivent supporter.

En poursuivant cet ordre d'idées tout à fait pratiques, M. Corbin compose la voie de son chemin de fer portatif d'échelles légères en bois, ou travées de $5^{m},30$ de longueur chacune (planche 468, fig. 1 et 2). Les longrines, qui forment les côtés de l'échelle, sont réunies par de petites traverses ou échelons et sont garnies de bandes de fer plat ou de fer d'angle clouées et vissées sur les faces latérales supérieures. Les échelles sont placées à plat sur le sol et réunies les unes à la suite des autres à l'aide de petits sabots en tôle, vissés aux extrémités de l'une des échelles et réunis par une simple cheville en bois aux extrémités de l'échelle suivante (fig. 3 et 4).

Les courbes sont construites de la même manière (fig. 5).

Les changements de voies s'obtiennent en laissant libre l'extrémité de l'une des échelles, que l'on place, suivant le besoin, en rapport avec la voie de droite ou avec celle de gauche.

Les waggonnets, ou *porteurs proprement dits*, sont de petites plates-formes roulantes, à essieu (pl. 468, fig. 11), disposées de manière à recevoir, selon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les cas, ou la matière à transporter maintenue par quatre ranchers, ou de simples corbeilles en osier, ou des caisses à claire-voie, destinées à contenir des racines ou des substances analogues.

La première plate-forme de chaque train est à quatre roues. Les autres plates-formes n'ont chacune que deux roues et s'accrochent, les unes à la suite des autres, au moyen de barres de traction rigides horizontales et réunies par une goupille en fer (fig. 6 à 10).

Cette disposition, que je crois nouvelle, est fort ingénieuse et présente des avantages nombreux : d'un côté, elle donne à tout le train une grande flexibilité et lui permet de suivre facilement les inflexions que la voie peut présenter, soit en plan, soit en profil pour épouser tous les accidents du sol ; d'un autre côté, elle diminue les chances de déraillement, en faisant toujours porter toute la charge sur les roues et en évitant les porte-à-faux, si favorables aux accidents, que ne peut manquer d'éprouver l'une ou l'autre des roues d'un waggon à quatre roues, d'un poids assez faible, circulant sur une voie portative qui présente nécessairement de fréquentes inégalités.

M. Corbin établit trois modèles de chemins de fer de son système.

La voie du type n° 1 a $0^{m},33$ de largeur mesurée extérieurement; elle pèse $3^{k},600$ par mètre courant ou 19 kilog. par travée et coûte $2^{f},50$ en gare d'Ivry. Le support a quatre roues de tête de train, pèse 15 kilog. et se vend 20 francs. Les autres supports pèsent 11 kilog. et coûtent 15 francs. Les corbeilles à betteraves en osier, pouvant contenir 50 kilog. de racines, pèsent 4 kilog. et se vendent $2^{f},25$ à $4^{f},25$, selon la qualité.

La voie du type n° 2 a $0^{m},470$ de largeur extérieure ; elle pèse, avec rails en fer à cornières, $5^{k},2$ par mètre courant, ou $27^{k},6$ par travée, et coûte $3^{f},50$. Le support à quatre roues avec ranchers pèse 34 kilog. et coûte 30 francs. Les supports à deux roues, à ranchers, pèsent $27^{k},5$ et coûtent 25 francs. Les civières pleines pour la terre, le charbon, etc., pèsent 17 kilog. et coûtent 10 francs. Les civières à claire-voie, pouvant contenir 100 à 120 kilog. de betteraves, pèsent 13 kilog. et coûtent 10 francs.

Enfin, la voie du type n° 3 a $0^{m},68$ de largeur extérieure ; elle pèse 9 kilog. le mètre courant et coûte $4^{f},50$. Les porteurs sont tous à quatre roues et se vendent de 75 à 125 francs, selon leur complication.

La construction du matériel de M. Corbin est confiée aux grands ateliers de M. Bonnefond et comp., 57, rue Nationale, à Ivry-sur-Seine, c'est dire assez qu'elle offre toutes les garanties d'une parfaite exécution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier type de chemin portatif de M. Corbin est exclusivement destiné aux transports à bras. Il ne présente peut-être pas toute la solidité désirable à la campagne. Mais le type n° 2 paraît parfaitement approprié aux transports d'engrais, d'amendements ou de récoltes à effectuer dans une ferme et à l'exécution des petits terrassements si souvent nécessaires dans les champs.

Les dimensions de la voie et du matériel de M. Corbin, indiqués sur les dessins et les poids rapportés ci-dessus, montrent que la charge, par centimètre carré, soit sur les rails, soit sur le sol, est peu considérable. Les rails ne fatiguent pas et doivent à peine s'user, et la voie peut s'établir sur les sols les plus détrempés et les moins solides, sans courir le risque de s'y enfoncer (1).

Quand on est obligé de franchir une rampe, on décompose le train en trois ou quatre fractions que le moteur remorque séparément du bas au haut de la côte. Si l'on rencontre une pente, il suffit de passer un bâton entre les rayons de roues d'un ou plusieurs waggonnets pour les empêcher de tourner et les transformer en freins suffisants pour modérer le mouvement du train tout entier.

Le temps nécessaire au déplacement de la voie serait difficile à évaluer d'une manière générale, mais la longueur de $5^{m},30$ donnée aux travées et leur légèreté, qui permet à un seul homme de les porter et de les manier, suffisent pour établir que l'opération du déplacement doit être très-facile et aussi rapide que possible.

Un homme peut facilement pousser en plaine, sur le chemin de fer de M. Corbin, un poids utile de 600 à 900 kilog. répartis sur 12 à 18 porteurs du type n° 1 ou dans 6 à 8 porteurs du type n° 2. Un cheval, attelé par une corde un peu longue et marchant à côté de la voie n° 2, peut remorquer en plaine de 3 000 à 5 000 kilog. répartis dans 25 à 40 porteurs (2).

---

(1) Le poids d'un porteur du type n° 1 et de sa corbeille est de 19 kilog., celui du chargement est de 50 kilog.; en tout 69 kilog. ou $34^{k},50$ par roue. Les roues étant espacées de $0^{m},60$, la charge par mètre courant de voie est de 115 kilog. environ. La surface portante des longrines étant de 7 décimètres carrés, la pression par décimètre carré n'excède pas 18 kilog. ou la moitié à peine de la pression exercée, par décimètre carré, par la semelle du soulier d'un homme marchant sur le sol.

(2) Un train de 15 vaggons n° 1, portant 750 kilog., coûte 20 francs $+ 14 \times 15 = 230$ francs, c'est-à-dire la moitié d'un tombereau pouvant porter la même charge. Un train de 30 waggons n° 2 coûte 30 francs $+ 29 \times 25 = 755$ francs. Il porte autant que trois ou quatre tombereaux dont le prix serait plus élevé. L'économie du transport n'a donc à payer que la voie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on se rappelle qu'un homme, avec une brouette, ne transporte pas plus de 60 kilog. à la fois, et qu'un cheval attelé à un tombereau, dans les mauvais chemins d'exploitation et dans les terres labourées mouillées, ne traîne pas plus de 500 à 700 kilog. sans excéder ses forces, on reconnaîtra facilement que, dans beaucoup de circonstances, les frais d'acquisition du matériel Corbin seront très-rapidement couverts par les économies réalisées dans les transports.

Le chemin de fer portatif de M. Corbin a été employé pendant l'automne dernier dans plusieurs fermes voisines de sucreries et paraît avoir rendu de bons services. Il se prêterait avec la même facilité au transport des autres récoltes et à celui des engrais, des amendements ou des terrassements. Il serait particulièrement précieux dans les herbages et les prairies, en évitant l'action destructive des roues des véhicules pesamment chargés.

En résumé, le chemin de fer portatif et les waggonnets de M. Corbin sont disposés d'une manière ingénieuse; ils peuvent être fort utiles, dans les exploitations agricoles, pour le transport des récoltes et des engrais. L'auteur a rendu un véritable service en appelant de nouveau l'attention sur l'emploi, en agriculture, des chemins de fer portatifs.

Votre comité d'agriculture a l'honneur, Messieurs, de vous proposer, en conséquence : 1° de remercier M. Corbin de son intéressante communication; 2° d'ordonner l'insertion, dans votre *Bulletin*, du présent rapport et des figures qui l'accompagnent.

Signé Hervé Mangon, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *février* 1872.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 468 REPRÉSENTANT LE SYSTÈME DE CHEMIN DE FER PORTATIF DE M. CORBIN.

Fig. 1. Vue en élévation d'une travée droite du type n° 2.
Fig. 2. Plan de la même travée.
Fig. 3. Vue en élévation du mode d'assemblage de deux travées droites.
Fig. 4. Section longitudinale, faite suivant l'axe de la figure 3.
L'échelle de ces deux figures est double de celle des figures 1 et 2.
A, A, sabots en tôle pour la jonction de deux travées consécutives.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 5. Plan d'une travée courbe; le rayon est de 8 mètres et la longueur de la courbe développée est de $3^m,30$.

Fig. 6. Vue de profil d'un waggonnet ou porteur à deux roues muni de ranchers.

Fig. 7. Vue de bout du même.

Fig. 8. Vue en dessus.

Fig. 9. Vue perspective du type de voie n° 1, avec un porteur de tête à quatre roues.

Fig. 10. Vue perspective du type de voie n° 2 avec un porteur à deux roues.

Fig. 11. Vue de l'essieu d'un waggonnet à une échelle double de celle des figures 6, 7 et 8.

(M.)

SAUVETAGE.

RAPPORT *fait par* M. DE FRÉMINVILLE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* GAFFE DE SAUVETAGE *inventée par* M. JULES LEGRAND, *courtier maritime, au Havre.*

Messieurs, M. Jules Legrand, courtier maritime au Havre, soumet à l'examen de notre Société un appareil de sauvetage dont il est fait application, depuis plus d'une année, avec un succès qui ne fait que l'affirmer de jour en jour.

Cet appareil très-simple, combiné dans un but spécial, n'en a pas moins une importance incontestable : il est destiné à porter secours aux personnes qui viendraient à tomber à la mer, en circulant le long des quais de nos ports maritimes.

On sait que, par suite des exigences du service, ces quais doivent être totalement dépourvus de garde-fous, et dès lors la circulation n'y est pas sans danger, surtout si l'on considère que l'on est continuellement exposé à s'embarrasser dans les nombreuses amarres fixées le long du bord, soit au ras du sol, soit à une faible hauteur. Les chutes provenant de cette cause ne sont que trop fréquentes, et elles sont d'autant plus périlleuses que la victime de l'accident tombant à la mer dans l'étroit espace compris entre le quai et les navires qui le longent, on ne peut lui porter secours qu'en lui lançant une amarre ou un objet quelconque, qu'il puisse saisir et au moyen duquel on le ramène à terre.

Plusieurs personnes se sont occupées d'appareils de sauvetage adaptés à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce cas spécial. L'amarre ou ligne Torrès est de ce nombre et a rendu de très-bons services ; mais, malgré les qualités de cet appareil, il suppose que l'homme que l'on veut sauver conserve toute sa connaissance, ou tout au moins assez de force et de présence d'esprit pour saisir la ligne et s'y amarrer.

L'appareil de M. Jules Legrand doit, comme la ligne Torrès, être manœuvré par un homme placé à quai ; mais il en diffère en ce qu'il présente plusieurs points faciles à saisir, et qu'il donne au sauveteur la faculté d'accomplir son œuvre sans le concours de la personne en perdition. Il se compose d'une gaule ou gaffe, en sapin de Norwége, de 6 à 7 mètres de long, terminée par un grappin à trois branches et à pointes mousses ; à 1 mètre environ de ce grappin, une traverse en bois est assujettie au corps de la gaffe par un amarrage en fil de fer ; aux extrémités de cette traverse sont attachés deux bouts de ligne de 2 mètres de longueur environ, terminés par des flotteurs en liége.

Si l'homme tombé à la mer a conservé sa connaissance, il pourra saisir la gaffe ; si celle-ci lui échappe, il s'accrochera instinctivement à la traverse ou aux cordes de sûreté ; enfin, s'il est sans connaissance, on pourra engager le grappin dans ses vêtements et le ramener à terre.

Dans un sauvetage de cette espèce, il est toujours à craindre que la gaffe ne casse au moment où l'homme est ramené au quai, surtout si elle agit comme levier sur l'arête du couronnement en pierre de taille qui termine le quai ; pour parer à ce danger, le fer du grappin est solidement fixé à un fil de cuivre éprouvé à 200 kilogrammes et suffisant pour supporter le poids de deux hommes. Ce fil est allongé tout le long de la gaffe, à laquelle il est assujetti de 20 en 25 centimètres par de petits crampons en fer, et vient finalement s'attacher solidement à son sommet. Si la gaffe est brisée dans les circonstances que nous venons d'indiquer, l'homme reste supporté par le fil métallique et peut être ramené à terre.

M. Jules Legrand a mis un grand nombre de ses gaffes de sauvetage à la disposition des ports du Havre et de Rouen ; elles sont placées aux guérites des douaniers et autres agents préposés à la garde des quais, et elles ont déjà servi à de nombreux sauvetages indiqués dans les *Annales du sauvetage maritime,* livraison de juillet 1870. Cet appareil, très-simple, nous paraît donc d'une utilité incontestable ; l'auteur le livre gratuitement au public et ne demande qu'à le faire connaître pour que son essai se répande et se généralise. Dans ces conditions, nous osons espérer que votre comité voudra bien

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'associer à la pensée de M. Jules Legrand, en ordonnant l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé A. DE FRÉMINVILLE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 février 1872.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom du comité des arts économiques, sur le* SYSTÈME DE PROJECTION *pour les cours publics, de* M. DORAY, *pharmacien, à Saint-Lô.*

Messieurs, parmi les moyens de vulgarisation scientifique employés dans ces dernières années, un des plus précieux, sans contredit, a été le système de projection inauguré à la Sorbonne, d'abord dans le cours de physique développé dans les séances du soir qui ont eu un si grand succès, et appliqué ensuite dans un grand nombre d'amphithéâtres.

Un pharmacien de Saint-Lô, M. Doray, a eu l'heureuse idée d'étudier ce mode de démonstration au point de vue exclusif d'une application économique et facile à un petit auditoire comme ceux qui se rencontrent, la plupart du temps, dans les villes de province.

Son appareil ne présente aucune nouveauté comme principe, mais il réalise, d'une façon très-heureuse, le modeste programme que son auteur s'était tracé.

La lumière employée est celle d'une lampe à pétrole, à mèche circulaire, donnant à la fois une flamme blanche et un éclairage à bas prix.

L'appareil de projection est une simple lanterne magique, réduite à ses organes essentiels et dans laquelle toute la dépense est concentrée sur le système de lentilles destiné à la formation des images.

L'écran est une feuille de papier végétal, tendue sur un cadre en bois et dont la translucidité permet au professeur de placer l'appareil projetant derrière la surface où les images se reproduisent. Cette disposition, vicieuse dans un grand amphithéâtre, à cause de l'insuffisance de la longueur de projection, est applicable avec succès aux petites réunions; si on perd en grossissement, on gagne en lumière. Le professeur n'est plus interposé entre les audi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs et l'écran, et la lumière diffuse qui s'échappe de la lanterne n evient plus apporter un trouble à la vision en illuminant l'atmosphère de la salle.

Quant aux objets dont on doit faire la projection, ce sont des dessins calqués par le professeur lui-même ou son aide sur les planches d'un livre, au moyen d'une encre de composition convenable. Cette encre renferme :

Encre d'imprimerie.	5 parties.
Copal à l'essence.	3 —
Essence de lavande.	1 —

Cette encre, à la fois grasse et siccative, permet de décalquer à la plume sur une lame de verre un dessin quelconque; rien n'empêche de colorier ensuite ce dessin à l'aide de couleurs transparentes, délayées dans du vernis étendu d'essence.

M. Doray emploie également des tissus végétaux préparés très-simplement, et placés entre deux lames que l'on serre au moyen d'une légère bride en caoutchouc. Ce sont des feuilles assez jeunes pour être transparentes, et d'autres feuilles dépouillées de leur parenchyme par une immersion prolongée dans la potasse.

Les tissus animaux se prêtent à un mode de préparation analogue et fournissent également, au besoin, leur quote-part au matériel de démonstration du professeur.

Ce matériel peut se compléter par des épreuves de photographie faites à une échelle convenable.

En un mot, le mérite de M. Doray est d'avoir pensé qu'il était possible d'appliquer, avec une très-faible dépense et des moyens à la portée de tous les cours, le système de projection inauguré dans des conditions qui pouvaient faire craindre qu'il ne fût pas accessible aux enseignements modestes et aux petites bourses. Non-seulement M. Doray l'a cru, mais il l'a démontré, et, par des expériences faites dans notre salle des séances, il ne nous a laissé aucun doute à cet égard.

Votre comité des arts économiques est donc convaincu que les efforts de M. Doray sont dignes d'être encouragés ; il vous propose de le remercier de son utile et intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé LISSAJOUS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 8 *mars* 1870.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

LA FEMME EN AGRICULTURE, PAR M. MOLL,

Membre du Conseil (1).

Ce sujet est trop important et il a été trop négligé par la plupart des auteurs agronomiques pour que la Société ne lui consacre pas quelques instants.

En France, c'est un fait connu, l'influence de la femme, à tous les degrés de l'échelle sociale, est plus grande que nulle part ailleurs. Un autre fait est également constant, c'est que cette influence est plus décisive en agriculture que dans aucune autre carrière, par suite du caractère même de cette profession. Dans la plupart des autres situations, en effet, la femme se borne à *conserver,* ici elle contribue à *produire.*

Non-seulement le ménage y est, toutes choses égales d'ailleurs, plus important qu'à la ville, parce que le personnel à gages est toujours ou presque toujours nourri à la ferme, mais il y a certaines branches, telles que le potager, la basse-cour, la laiterie, qui ne peuvent être exploitées que par la femme, et dont les résultats bons ou mauvais dépendent entièrement d'elle.

Aussi, est-ce avec un vif regret que je suis forcé de constater ici que, en France, la femme s'est presque toujours montrée plutôt hostile que favorable, plutôt nuisible qu'utile à l'agriculture.

Femme d'un grand propriétaire, il est rare qu'elle n'entrave pas le désir de son mari de faire valoir, et, s'il cultive, qu'elle ne le tourmente pas pour cesser. Fille de riche fermier, toutes ses aspirations sont pour la ville; épouser un notaire, un avoué, un médecin, un marchand, lui paraît mille fois préférable que prendre un agriculteur, fût-il des plus distingués. Plus d'un jeune cultivateur s'est vu forcé de changer de carrière par suite de l'impossibilité de trouver à se marier convenablement. Mère de famille, elle est la première à détourner ses enfants de la profession de leur père.

Dans les rangs inférieurs, c'est elle qui engage son mari à ouvrir un petit commerce, un cabaret, qui l'excite à acheter des terres plutôt que d'employer

(1) Communication faite dans la séance du 8 mars 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ses ressources à améliorer celles qu'ils possède déjà. Enfin, partout, en haut comme en bas, on la voit l'ennemie des innovations.

Malgré la grandeur de l'intérêt en jeu, peut-être me serais-je abstenu de cette espèce de réquisitoire contre la plus belle moitié de mes compatriotes, si je ne croyais pouvoir en même temps indiquer les causes de ce travers et les moyens d'y porter remède.

Sans doute la Française a le sentiment de la sociabilité plus développé que l'Anglaise et l'Allemande; la solitude lui pèse davantage; les plaisirs bruyants du monde ont pour elle plus d'attraits, et cela seul suffirait pour expliquer sa répulsion pour la vie des champs.

Mais il y a d'autres causes encore et celles-là dépendent de nous. Citons en première ligne, comme intéressant non-seulement la grande mais encore la petite culture, la disposition générale de nos fermes. Tandis que la grande ferme allemande est une manière de château ; que la ferme anglaise est un ravissant cottage tout entouré de verts gazons, de boulingrins et de fleurs, la ferme française, petite ou grande, est une sale usine, une espèce de bouge planté au milieu des fumiers, à proximité des logements des animaux, où rien n'a été prévu, non-seulement pour l'agrément et le confort, mais même pour la salubrité des habitants. Or, c'est un fait constant que, même dans les classes inférieures, la femme a, plus que l'homme, le sentiment du beau, le sentiment artistique. « J'aimerais l'agriculture, disait M^me^ de Staël, si elle ne sentait pas le fumier. »

Cette pensée existe, quoique formulée de diverses manières, dans toutes les têtes féminines, en haut comme en bas de l'échelle sociale. Donnons donc satisfaction à la femme, sous ce rapport; laissons là cette colossale niaiserie qu'on appelle l'art pour l'art, et faisons de l'art là où il est utile.

Nous avons, en France, dans le pays de Caux, de charmants modèles en fait d'habitations rurales, grandes et petites. Aussi, dans cet heureux et riche pays, les jeunes filles ne craignent nullement de *s'enfouir* dans une ferme. De Gasparin faisait déjà remarquer qu'un propriétaire avait tout intérêt à rendre confortables les demeures de ses fermiers et métayers, parce qu'il était sûr ainsi de mettre l'influence de la femme de son côté.

La nourriture des gens est une autre et puissante cause de répulsion pour les jeunes femmes d'agriculteurs. En Angleterre, dans une partie de l'Allemagne et dans le midi, le grand exploitant ne nourrit pas son personnel. La maîtresse de maison n'a donc à surveiller et diriger que le ménage de sa famille, ce qui lui épargne non-seulement beaucoup de fatigue, mais encore

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les ennuis qui résultent des prétentions et des plaintes fréquentes des gens.

On sait maintenant comment il est possible d'introduire cette organisation à peu près partout; mais on sait aussi qu'avec de l'entente, de l'esprit de justice et de bienveillance et une surveillance active, le ménage de la ferme n'offre pas les difficultés et les embarras qu'on lui attribue généralement. Un spirituel écrivain qui paraît fort au courant des choses agricoles a formulé la situation en deux mots : « Petit ménage à la ville, corvée ! — Grand ménage à la ferme, fonction ! »

Dans les classes inférieures, la nature et souvent l'excès du travail auquel les femmes sont obligées de s'astreindre les dégoûtent de la culture. De là leur empressement à venir servir à la ville, ou à prendre un travail industriel (confection de gants, de dentelles, etc.), ou, si elles sont mariées, à monter un petit commerce, un cabaret, un café.

Mais la principale cause, en haut comme en bas, c'est l'absence de toute instruction spéciale provenant de l'absence d'enseignement professionnel, cause qui, dans les classes aisées, se complique encore de cette éducation anti-agricole que les jeunes filles reçoivent dans les pensionnats des grandes villes.

« Toute jeune fille bien élevée, a dit un écrivain moderne (Alph. Karr), est prête à remplir convenablement les fonctions de femme d'un médecin, d'un notaire, d'un avocat, d'un négociant. Il n'en est pas de même des fonctions de la femme d'un agriculteur : pour les exercer, il faut avoir certaines connaissances. »

On a beaucoup fait et on fait chaque jour davantage pour l'éducation agricole des jeunes gens. On n'a rien fait pour celle des filles. C'était s'arrêter à moitié chemin.

Ce qui précède démontre assez que l'agriculteur, dans le choix d'un système de culture, devra prendre en très-grande considération les talents, les connaissances et surtout le caractère et les goûts de sa compagne. S'il est assez heureux pour posséder une femme active et intelligente, économe, connaissant bien les branches qui la concernent (volaille et laiterie), il pourra, dans quelque position qu'il soit, développer l'une ou l'autre de ces branches avec toutes chances de succès; s'il est, au contraire, privé de cet avantage, il devra renoncer à toute spéculation exigeant le concours de sa femme, lors même que les circonstances locales leur seraient favorables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je connais, dans un rayon de 50 lieues autour de Paris, des fermes importantes où la basse-cour paye le loyer, et d'autres à côté où elle fournit à peine la consommation de la maison. On sait que la qualité hors ligne des beurres d'Isigny, de la Prévalais et de Bray, des fromages de Camembert, de Brie, du mont Dor, de Sassenage, etc., etc., tient non-seulement à la nature des herbages, mais encore et surtout aux soins intelligents et à l'habileté des fermières.

Je viens, Messieurs, de vous signaler le mal et de vous en indiquer les causes. C'était en même temps indiquer les remèdes. Répandre le plus possible l'instruction professionnelle agricole parmi les jeunes filles de toutes classes destinées à vivre à la campagne, comme on le fait parmi les jeunes gens, ce serait évidemment s'attaquer à la principale de ces causes et arriver promptement à les détruire toutes.

Mais, comment et par quels moyens?

Pourrait-on appliquer à des jeunes filles le système d'enseignement professionnel adopté pour les jeunes gens, créer pour elles des établissements analogues aux fermes-écoles et aux instituts agronomiques?

C'est possible, c'est probable même. Seulement, il faudrait, évidemment, ici, une organisation spéciale qui ne pourra résulter que d'essais et de tâtonnements plus ou moins longs. Dans tous les cas, il n'y a guère que le Gouvernement qui pourrait tenter une œuvre de ce genre, et malheureusement la situation actuelle est trop difficile pour qu'on ose lui demander autre chose qu'un concours moral.

Mais voici, je crois, ce qui, dès à présent, pourrait se faire : beaucoup d'institutions de jeunes filles sont fixées à la campagne, tant dans l'intérêt de la santé des pensionnaires que dans un intérêt d'économie. Pourquoi, dans ceux de ces établissements qui seraient en mesure de le faire, ne joindrait-on pas au jardin qui sert à la promenade et aux récréations un potager et un verger plus ou moins vastes, qui non-seulement fourniraient légumes et fruits à l'établissement, mais serviraient encore, aux élèves, d'école pratique pour la culture maraîchère et fruitière. Pourquoi même n'irait-on pas plus loin et n'aurait-on pas deux, trois ou quatre vaches dont le lait, non consommé en nature, serait transformé en beurre et en fromages. Cette organisation supposerait déjà la possession de quelques hectares de terres et de prés, en un mot une petite ferme. Mais cela existe dans plusieurs établissements, surtout dans des établissements religieux. Je connais un établissement de ce genre qui produit tout le blé, le lait, le beurre, le fromage qui s'y

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

consomment, et qui vend, chaque année, pour une somme assez ronde de fruits et de soie.

Eh bien, les jeunes filles qu'on y élève apprennent la littérature, l'histoire, la géographie, la musique, le dessin, la broderie, etc.; mais aucune n'apprend comment on sème les légumes du potager, comment on plante, taille, greffe un poirier, comment on fait une omelette, comment on confectionne le beurre et le fromage, comment on produit la soie.

A une observation que je fis un jour, la femme très-distinguée et très-éclairée qui dirige ce pensionnat me répondit : Vous avez raison, Monsieur, mais vous ignorez probablement le grand obstacle. Ce que vous me conseillez, je l'ai fait au début. J'ai dû m'arrêter devant les réclamations très-vives des parents qui me reprochaient d'élever leurs demoiselles comme si elles avaient été destinées à devenir plus tard filles de basse-cour.

Vous le voyez, Messieurs, ce ne sont pas seulement les jeunes filles qu'il s'agit d'instruire, ce sont aussi et surtout les parents. Aussi je réclame votre aide, votre appui énergique pour combattre ces ridicules préjugés qui nuisent tant à notre agriculture.

La question intéresse notre pays plus qu'aucun autre, non-seulement parce que la femme exerce, en France, ainsi que je l'ai dit, une influence plus grande qu'ailleurs, mais encore parce que la Française, quand elle consent à s'occuper d'agriculture, y réussit en général parfaitement. Seule, parmi les femmes d'Europe, elle semble posséder cette énergie, cette décision de caractère, cette activité d'esprit et de corps, qui sont si utiles pour la bonne direction d'un faire-valoir; et, comme à ces qualités elle joint la promptitude, la justesse d'appréciation et cette finesse de tact qui est le propre de la femme, on comprend que, dans bien des circonstances, elle soit supérieure à l'homme et obtienne des résultats auxquels nous ne pouvons pas toujours atteindre.

Ce n'est, du reste, qu'en France où l'on voit des femmes diriger seules de grandes exploitations. Ce sont souvent des fermières qui, devenues veuves dans le cours d'un bail, n'ont pas hésité, pour éviter les désastreuses conséquences d'une liquidation, à se mettre au lieu et place de leurs maris, et, plus d'une fois, on les a vues rétablir la fortune compromise de la famille.

Il est peu d'entre vous, Messieurs, qui n'aient entendu parler d'une de ces agricultrices, et, dans bien des départements, on en cite qui ont marqué par leurs succès. Tout le monde se rappelle la belle création de la princesse Bacciochi, dans les landes de Bretagne. Il y a une vingtaine d'années, un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jury spécial signalait, dans Maine-et-Loire, comme la plus digne de devenir le siége d'une ferme-école, une exploitation dirigée par une dame, et, en 1869, la prime d'honneur était décernée, dans le département de la Vienne, à une propriétaire-exploitant, Mme veuve Serph. Enfin, s'il m'est permis de citer un fait qui m'est personnel, je dirai que ce n'est que depuis que deux de mes filles se sont chargées de la direction de ma ferme de Lespinasse (Vienne), pendant mes longues absences, que ma culture me donne des résultats tout à fait satisfaisants, et cela malgré les terribles événements par lesquels nous avons passé.

Je laisserais une lacune regrettable si, en traitant ce sujet, je ne signalais pas à la reconnaissance publique une dame qui, comme praticienne et comme écrivain, a peut-être, plus que qui que ce soit, contribué à réhabiliter l'agriculture parmi les femmes des classes élevées et à leur en faciliter la pratique, je veux parler de Mme Cora Millet, née Robinet. Ses nombreux écrits, tous conçus dans cet esprit, et surtout sa *Maison rustique des Dames*, ont produit et produisent encore les plus heureux effets, sous ce rapport, partout où ils ont pénétré.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'exprimer un regret qui sera certainement partagé par tous ceux qui connaissent et apprécient les ouvrages de Mme Millet, c'est qu'aucune distinction honorifique ne soit encore venue récompenser les éminents services qu'elle a rendus à l'agriculture française.

APPAREILS DE LEVAGE.

GRUE A VAPEUR A TRACTION DIRECTE, PAR M. J. CHRÉTIEN (pl. 469).

On sait que, dans les grues à vapeur ordinaires, la traction s'opère au moyen d'une chaîne s'enroulant sur un treuil, que la machine met en mouvement par l'intermédiaire d'une série d'engrenages. Supprimant cet intermédiaire et s'inspirant d'ailleurs du principe des monte-charges hydrauliques, dans lesquels un piston, actionné par l'eau, réalise directement l'effet utile à produire, M. J. Chrétien a imaginé l'appareil suivant que représente la planche 469.

Fig. 1. Section verticale et longitudinale de l'appareil.

Fig. 2. Section transversale suivant la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 3. Section longitudinale partielle, dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 2, du cylindre à vapeur et de la bigue ou flèche à laquelle on suspend le fardeau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 4. Section transversale du cylindre à vapeur, suivant la ligne III, IV de la figure 3.

A, chariot à quatre roues supportant l'appareil et tous ses organes.

B, colonne cylindro-conique en fonte fixée au centre du chariot, et autour de laquelle tout l'appareil peut tourner ; à cet effet, elle est munie, à son sommet, d'un petit axe vertical ou pivot fixe sur lequel s'emboîte la cloche C.

C, cloche en fonte s'emboîtant, au moyen d'une crapaudine en acier, sur l'axe de la colonne B, qu'elle vient coiffer en laissant un certain espace libre entre sa surface intérieure et la surface extérieure de cette colonne.

D, petits galets verticaux, garnissant le renflement qui forme la base de la cloche C et disposés tangentiellement à la partie cylindrique de la colonne B, de manière à faciliter le mouvement de rotation de la cloche autour de cette colonne.

E, longerons en tôle, fixés à la cloche C et portant la chaudière F ; ils sont reliés par un plancher sur lequel se tient le mécanicien, et forment une sorte de tender recevant les approvisionnements d'eau et de charbon.

F, chaudière tubulaire verticale disposée à l'extrémité des longerons E, de manière à faire contre-poids pour équilibrer en partie la charge à soulever.

G, cylindre à vapeur, dont la base est montée sur un tourillon qui permet de faire varier son angle d'inclinaison ; ce tourillon est maintenu dans des collets fixés à la partie antérieure des longerons E.

H, poutre en tôle, de section rectangulaire, fixée sur le cylindre G dans le prolongement de son axe et formant, avec lui, la flèche ou bigue de la grue.

I, poulie de tête de la bigue, sur laquelle passe la chaîne de traction.

J, tirants en fer, reliant le sommet de la poutre H avec le corps de la chaudière. Dans la disposition de la figure 1, la bigue a 7 mètres de portée ; relevée dans la position indiquée par la ligne ponctuée, la portée n'est plus que de 5 mètres.

K, piston se mouvant dans le cylindre G sous l'action de la vapeur qui, arrivant par le haut, le force à descendre en produisant l'ascension du fardeau ; celui-ci est relié au piston de la manière suivante :

L, poulie à deux gorges fixée, en dehors du cylindre à vapeur, à l'extrémité de la tige du piston, qu'elle suit dans tous ses mouvements ; elle accomplit sa course à l'intérieur de la poutre H, en se rapprochant et s'éloignant alternativement de la poulie fixe L′.

L′, poulie à gorge simple, fixée intérieurement à la poutre H, aux deux tiers environ de sa longueur.

M, chaîne de traction ; l'une de ses extrémités est attachée à un point fixe intérieur de la poutre H, puis elle descend faire un premier tour sur la poulie L, remonte de l'autre côté pour passer sur la poulie L′, redescend de nouveau pour entourer la seconde gorge de la poulie L, et enfin gagne directement la poulie de tête I, pour aller accrocher son extrémité libre au fardeau à élever.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N, galet sur lequel passe la chaîne M pour se rendre à la poulie de tête I.

On voit, par cette disposition qui est analogue à celles des moufles ordinaires, que le piston K, en entraînant dans sa descente la poulie L, allonge en même temps les quatre brins de la chaîne et que le fardeau s'élève d'une quantité égale à quatre fois cet allongement, si bien que, lorsque le piston est arrivé au bas de sa course, le fardeau a parcouru, en hauteur, un espace égal à quatre fois cette course.

Voyons, maintenant, comment la grue accomplit ses deux fonctions : 1° le mouvement de descente du piston K, c'est-à-dire la levée des fardeaux, et 2° le mouvement giratoire ou d'orientation.

Manœuvre du piston. — O, tiroir d'admission de la vapeur, arrivant directement de la chaudière F dans le haut du cylindre G.

O′, tiroir mettant en communication le fond du cylindre avec l'air extérieur.

P, tige parallèle au cylindre G, et reliant les tiroirs O, O′.

Q, tuyau régnant tout le long du cylindre G, et mettant en communication la capacité située au-dessus du piston avec celle du dessous.

R, levier fixé sur le couvercle du cylindre G, et commandant la manœuvre *self-acting* des tiroirs.

S, petite tige placée à l'intérieur et vers le haut du cylindre G, dont elle traverse le couvercle au moyen d'un *stuffing-box,* pour se relier au levier R.

T, grand levier, à portée du mécanicien, pour manœuvrer, à la main, la tige P des tiroirs.

Supposons l'appareil dans la position qu'indique la figure 1, c'est-à-dire le piston arrivé au bas de sa course et le fardeau déchargé. Dans cette position, la tige du piston, au moyen d'un arrêt placé en dehors et sous la chape de la poulie L, est venue agir sur la queue du levier R, qu'elle a abaissée, et a ainsi intercepté l'arrivée de la vapeur par la fermeture du tiroir O; mais, en même temps, le tiroir O′ s'est trouvé fermé, et la vapeur qui est en dessus du piston tend à passer dessous par le tuyau Q. A ce moment, le boulet attaché à l'extrémité libre de la chaîne M, et qui ne pèse pas moins de 30 kilog., commence à descendre en faisant remonter le piston, qui, à mesure qu'il s'élève, chasse la vapeur par le tuyau Q. Arrivé vers le haut de sa course ascendante et pendant qu'on a eu le temps d'accrocher un nouveau fardeau, le piston rencontre la petite tige S qu'il pousse devant lui et qui, soulevant le levier R, ouvre du même coup les deux tiroirs. Aussitôt la vapeur arrive, par le haut, dans le cylindre et, à mesure que, sous son action, le piston redescend, la vapeur logée par-dessous s'échappe dans l'atmosphère; puis le piston arrive au bas de sa course, les deux tiroirs se ferment et ainsi de suite.

U, petit manomètre fixé au-dessus du pivot de la grue; la division du cadran, graduée en kilogrammètres, est tarée spécialement pour indiquer les poids soulevés.

V, tuyau mettant en communication le manomètre U avec la partie supérieure du cylindre G.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mouvement giratoire ou d'orientation de la grue. — W, grande roue d'engrenage fixe, placée horizontalement à la base de la colonne centrale B.

X, pignon mobile engrenant avec la roue W; il est monté à l'extrémité inférieure d'un axe vertical, descendant contre l'un des longerons E.

Y, petit volant-manivelle, servant à mouvoir l'axe du pignon X au moyen de deux roues d'angle.

Il résulte de ces dispositions que, en agissant sur le volant Y, le pignon X se meut sur la circonférence de la roue W, en entraînant avec lui tout l'ensemble de la grue et, comme l'appareil est parfaitement équilibré sur son pivot, le mouvement d'orientation est très-doux.

M. Chrétien a déjà fait plusieurs applications de son système de traction directe à vapeur et, entre autres, aux monte-sacs des magasins généraux de Saint-Denis. Ces monte-sacs sont appliqués le long du mur et en dehors du bâtiment, de manière que la chaîne descende à la distance voulue en face des ouvertures de chaque étage. Ils se composent, comme la grue, d'un cylindre à vapeur, avec bras en fer recourbé portant la poulie de sommet et les poulies intermédiaires. Le conducteur a sous la main le levier de manœuvre, et exécute le travail avec la plus grande facilité et sans aucune fatigue. La vapeur arrive dans le cylindre par un tuyau montant verticalement le long du mur; ce tuyau est branché sur la conduite principale, laquelle est placée dans un caniveau souterrain et soigneusement enveloppée pour empêcher toute déperdition de chaleur.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

SUR LES APPLICATIONS MÉCANIQUES DU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, PAR M. J. SYME AINÉ.

(*Planche* 470.)

Ce mémoire a été lu récemment dans une séance de l'Institution des ingénieurs d'Ecosse, aux transactions de laquelle nous empruntons l'extrait que nous allons en donner.

Les usages du caoutchouc vulcanisé sont si multipliés aujourd'hui, que l'on ne peut les mentionner tous, et que nous sommes obligé de faire un choix dans lequel nous comprendrons les plus importants de ceux qui sont mis en pratique à Glasgow et dans les environs de ce grand centre manufacturier. Nous allons donc décrire seulement un certain nombre de faits relatifs à cette substance.

L'auteur, grâce à l'obligeance de deux fabricants de caoutchouc, MM. S. Moulton et comp., et MM. Foster et Williams, a pu présenter, à l'assemblée, des échantillons de cette utile matière dans trois conditions différentes : d'abord, à l'état brut, sous lequel on l'importe; puis, après le triage, lorsqu'elle est prête à être mêlée; enfin, à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'état de mélange, lorsque, sans être encore vulcanisée, elle a déjà reçu l'addition de la fleur de soufre de la plus belle qualité, que l'on y fait fondre à environ 149 degrés C., lorsque l'on veut obtenir un produit complétement pur. Quand on a besoin d'une matière différente, pour divers usages déterminés, on ajoute avec le soufre, avant la vulcanisation, plusieurs autres substances très-variées. M. Syme avait joint à cette exposition quelques échantillons, à divers degrés de vulcanisation, et avait indiqué la pesanteur spécifique correspondant à chaque échantillon, parce que la densité du produit terminé influe beaucoup sur sa valeur commerciale.

Bien que la liste commence par la gomme élastique de Para, l'auteur fait observer que cette gomme, la plus belle de toutes, est peu employée pour les machines, et sert surtout à fabriquer et à réunir les tissus imperméables doubles, les coussins à air, les ceintures de sauvetage, etc. Sa valeur élevée doublerait d'ailleurs le prix des articles mécaniques, fabriqués généralement avec un caoutchouc désigné par A, n° 1, ou qualité pure. Du reste, on ne peut pas beaucoup le regretter, puisque les qualités à plus bas prix, supportent généralement assez bien l'usure pour les applications ordinaires.

La gomme importée de Para, et semblable aux échantillons produits, pèse spécifiquement.	0,922
La même, nettoyée.	0,882
La même, nettoyée et comprimée.	0,935
La même, sulfurée mais non nettoyée.	0,990
La même, vulcanisée.	0,986
Gomme de Java, telle qu'on l'importe.	0,905
La même, nettoyée.	0,881
Caoutchouc d'Afrique, en poires.	0,920
Le même, nettoyé.	0,872
Échantillons de caoutchouc pour les machines :	
N° 1, pur, sulfuré, non vulcanisé.	1,024
Le même, vulcanisé.	1,013
N° 2, gris, mêlé, non vulcanisé.	1,160
Le même, vulcanisé.	1,180
N° 2, gris-jaunâtre, mêlé, non vulcanisé.	1,145
Le même, vulcanisé.	1,163
N° 3, gris, mêlé, non vulcanisé.	1,489
Le même, vulcanisé.	1,520
N° 3, gris-jaunâtre, mêlé, non vulcanisé.	1,451
Le même, vulcanisé.	1,460

Ces chiffres font voir que la gomme de Para, vulcanisée, est moins dense qu'auparavant ; cette opération fait donc prendre un peu de volume. De plus, dans les échantillons de la gomme pure, destinée aux machines, on observe une diminution plus grande encore de densité, tandis que le caoutchouc vulcanisé pour la mécanique prend, au contraire, une densité plus grande par la vulcanisation et, par conséquent, subit un retrait dont il faut tenir compte, comme pour la fonte de fer, lorsque l'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

confectionne des moules. L'importance de ce retrait peut toujours être indiquée par le fabricant de caoutchouc, et servir de guide aux personnes qui veulent faire leurs moules elles-mêmes, bien que, le plus souvent, il vaille mieux en charger ce fabricant qui les donne ordinairement au prix coûtant, et en laisse la propriété à l'acheteur.

L'auteur ayant commencé une série d'expériences pour étudier la relation qui peut exister entre la tension de rupture du caoutchouc et son prix ou sa densité, a obtenu des résultats si discordants qu'il n'a pas continué cette recherche. D'ailleurs, les échantillons, étant en sa possession depuis dix mois, ne lui ont pas semblé propres à fournir des conclusions sur lesquelles il pût compter. Il annonce, néanmoins, que plusieurs des plus chers et des plus légers portaient des poids moindres que d'autres de qualités plus communes et plus denses.

Passons maintenant aux plus importantes applications du caoutchouc vulcanisé, et commençons par les clapets des machines marines à vapeur. L'opinion générale, il y a quelques années, supposait que les clapets de caoutchouc pur, flottant ou presque flottant sur l'eau, étaient les meilleurs ; aujourd'hui, on croit, en outre, que le bon caoutchouc n'est plus aussi facile à trouver, mais l'auteur se propose de démontrer, en parlant des clapets, que des causes autres que la qualité du caoutchouc influent défavorablement sur la durée de ces organes de machines ; par exemple, la mauvaise construction du siége ou du chapeau, l'usage d'une trop forte pression, ou l'action d'une trop grande quantité de corps lubrifiants qui, mêlés à l'eau, se trouvent en contact avec les garnitures de caoutchouc et les détruisent en les dissolvant. Or, si nous parlons d'abord des pompes de circulation, qui agissent à une température de — 2 degrés C. dans les latitudes froides, et de 26 degrés C. dans les mers des tropiques, la hauteur où elles doivent porter l'eau ne les expose qu'à une faible pression ; aussi, les conditions de ce service sont-elles favorables à la longue durée du caoutchouc.

L'auteur a fait voir deux garnitures usées, dont l'une était blanche, pesait spécifiquement 1,606 et n'avait servi que pendant 21 jours sous vapeur ; l'autre, était d'un gris jaunâtre, pesait spécifiquement 1,178 et avait soutenu un service de 90 jours sous vapeur ; c'était mieux que dans le cas précédent, mais ce n'était pas tout ce que l'on aurait pu attendre de cette qualité. Ces deux garnitures étaient fendues, à partir du trou central, tandis que la masse du caoutchouc était encore parfaitement bonne. L'auteur regarde cependant le premier échantillon, en qualité pure, comme le meilleur pour l'eau froide, et croit que dans ces deux échantillons le caoutchouc était trop dense. Il croit, d'ailleurs, que la grandeur et la courbure du chapeau ont contribué à la rupture plus que la qualité de la matière, en tendant à courber cette garniture en forme de coupe profonde, et par conséquent à la déchirer autour de son centre. On doit donc éviter de rendre la garniture trop grande, par rapport au clapet ou à l'ouverture du diaphragme. L'auteur conclut de ses essais que, pour l'eau pure, froide et exempte de corps gras, le caoutchouc pur est le meilleur, et qu'il ne doit pas dépasser

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de plus que son épaisseur le bord du clapet ou de la rondelle, si la soupape est circulaire.

M. Syme a exhibé, en outre, un segment usé de clapet d'une pompe à air. Ce clapet avait parcouru 52 470 kilomètres, et sa densité était de 1,222 ; il est représenté fig. 1, pl. 470, qui fait voir l'effet d'usure qu'il a subi. La garniture, qui d'abord portait $0^m,019$ d'épaisseur, s'était réduite à $0^m,006$ dans sa partie la plus mince.

Il importe d'observer que la garniture en caoutchouc dépassait de $0^m,038$ l'ouverture du siége, et n'avait d'abord que $0^m,019$ d'épaisseur, puis $0^m,006$ seulement à la fin. De plus, elle fonctionnait dans une bâche pleine d'eau chaude, ce qui tendait à augmenter le mal. Sans ces défauts, cette pièce aurait pu soutenir le parcours d'un bon nombre de milliers de kilomètres de plus, car la qualité de la matière était excellente.

Nous devons maintenant nous occuper des soupapes des pompes à air, dont le clapet qui précède était un spécimen. L'auteur possède une collection de ces soupapes, qui ont été employées dans les machines à un cylindre et à condensation de l'ancien système, et, si l'on considère que la durée de ces spécimens comprend un intervalle variant de quelques mois jusqu'à 12 ans, on a lieu de s'étonner un peu d'arriver à des résultats d'un accord suffisant, ou du moins susceptibles d'explications satisfaisantes.

L'absence de ces échantillons ne nous permettant pas de les discuter, nous allons nous borner à rapporter les principales conclusions que l'auteur tire de son examen.

Une première série se composait d'échantillons de caoutchouc pur et a permis de constater que les mauvais effets des substances lubrifiantes ont été beaucoup hâtés par l'immobilité de la soupape, lorsque cet appareil n'a pu tourner autour de son centre, comme doivent pouvoir le faire toutes les soupapes circulaires.

Les barreaux qui traversent l'ouverture du siége et les bords de ce siége doivent être arrondis, car le caoutchouc des échantillons, ayant $0^m,015$ d'épaisseur, était à moitié tranché par leur action, quoique sa qualité fût très-bonne. L'huile apportée par l'eau, pénétrant dans les gerçures, y avait aussi produit des effets destructifs.

Un autre spécimen avait $0^m,022$ d'épaisseur et avait fait un service de deux ans neuf mois, mais la soupape pouvant tourner sur son centre, les bords de l'ouverture et de ses barreaux n'avaient produit aucune marque sur le caoutchouc.

Un échantillon différent, en caoutchouc pur, de $0^m,013$ d'épaisseur, n'avait servi que pendant neuf mois dans une machine à condensation. Cette soupape avait encore souffert, parce qu'elle avait été fixée à son centre, et le dommage provenait non-seulement de la grille, mais encore de la rondelle. Cette soupape aurait sans doute résisté beaucoup plus longtemps, si elle avait été libre de tourner sur son axe. Ce caoutchouc est dans un état extraordinaire. Il est noir, paraît pourri et ressemble beaucoup plus à de la colle-forte très-foncée qu'à du caoutchouc vulcanisé. Il présente un contraste frappant avec un autre échantillon faisant partie d'une soupape qui a servi pendant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

douze ans dans une machine donnant environ 12 coups de piston par minute. Ce morceau de caoutchouc semble avoir eu originairement $0^m,022$ ou $0^m,025$ d'épaisseur; il est maintenant d'une couleur foncée, sa densité est de 1,191; la portion de son épaisseur restée en bon état paraît très-saine et a conservé la majeure partie de son élasticité. Les signes apparents d'usure sur cet échantillon prouvent que la soupape était fixe sur son centre et frappait la grille dans une position constante. L'auteur fait ici remarquer que ce spécimen de douze ans d'usage confirme les prévisions qu'il a émises précédemment sur les soupapes des pompes à air, c'est-à-dire démontre qu'un caoutchouc auquel on a ajouté quelque matière colorante métallique convenable, outre la quantité de soufre exigée pour la vulcanisation parfaite, et dont la densité est de 1,152 à 1,233, est le plus propre à cet usage, parce que le caoutchouc vulcanisé, quand il est pur, est plus rapidement dissous ou usé par le travail dans l'eau huileuse, que quand il se trouve protégé par le mélange d'une matière solide sur laquelle l'huile ou la graisse fluide n'exerce pas d'action.

Passons aux soupapes de décharge, et d'abord occupons-nous de celles des machines ordinaires à un seul cylindre. L'auteur en a vu plusieurs qui s'étaient fendues à $0^m,050$ environ de leur bord extérieur, quoique leur milieu fût encore bon, ce qui provenait, sans aucun doute, de ce que leur siége était trop étroit. Plusieurs surveillants de machines marines ont été conduits par l'expérience à préférer pour cet usage un caoutchouc mélangé de troisième qualité, dont la pesanteur spécifique peut varier de 1,473 à 1,633, qui peut être de couleur brune ou gris jaunâtre, et dont le prix est ordinairement de 7^f36 par kilogramme. Ces soupapes ne doivent pas avoir plus de $0^m,019$ d'épaisseur, car elles durent, d'autant moins qu'elles sont plus épaisses, parce que, étant fixées par un de leurs côtés, la différence d'extension entre leur surface extérieure et leur surface intérieure, lorsqu'elles se lèvent et retombent, ne permet pas à cette qualité inférieure et lourde de résister longtemps à ces efforts inverses et répétés.

Il serait intéressant de discuter maintenant ce qui regarde les petites soupapes circulaires employées dans les machines composées à double cylindre, qui paraissent devoir être de plus en plus adoptées, à cause de l'économie de combustible qu'elles réalisent; mais l'auteur, n'ayant pu s'en procurer un certain nombre et manquant de renseignements suffisants, se borne à dire que les faits qu'il a observés l'ont convaincu qu'une des causes les plus influentes de la destruction des soupapes en caoutchouc est la présence de la quantité de plus en plus grande des corps lubrifiants, dont la vapeur se charge avant de passer dans les cylindres, et qui, mêlés avec beaucoup moins d'eau que dans les anciennes machines à condenseur, doivent se trouver en contact avec la surface du caoutchouc des soupapes.

Il serait moins difficile d'obtenir un caoutchouc convenable pour ces soupapes qui doivent fonctionner dans des eaux extrêmement grasses, si, au lieu d'être exposées à des flexions alternatives, elles se soulevaient et retombaient comme dans certaines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pompes d'alimentation. L'auteur craint même que, si l'on ne trouve quelque moyen d'obvier à ces inconvénients dans les machines nouvelles, le caoutchouc, jusqu'à présent si utile pour la construction des soupapes, ne cesse d'y être employé, par suite de son usure trop rapide.

M. Syme croit devoir répéter ici que, dans son opinion, le caoutchouc pur convient le mieux pour les pompes de circulation : le caoutchouc mélangé, de **1,152** à **1,233** de densité, pour pompes aspirantes à circulation d'air, et le caoutchouc mélangé, de **1,473** à **1,633**, pour les clapets oblongs ou de décharge. Cependant, lorsque le directeur d'une machine lui a demandé la qualité que l'on devait choisir pour ces diverses applications, il a recommandé la qualité moyenne ci-dessus indiquée ; et, autant qu'il a pu le savoir, on a été content des résultats, excepté pour la soupape n° **2**, ci-dessus, dont la couleur était d'un gris jaunâtre, et qui n'a fait qu'un service effectif de quatre-vingt-dix jours ; mais il pense que la principale cause de ce peu de succès a été la mauvaise construction de l'appareil.

Avant de passer à d'autres applications, l'auteur fait, sur l'emploi du caoutchouc comme garniture des joints dans les machines composées, à haute et à basse pression, usant de vapeur chargée de corps lubrifiants, des réflexions qui rendent évidents les effets, rapidement destructifs, d'une température élevée et d'une haute pression sur le meilleur caoutchouc rouge.

Il a, pour cela, présenté un spécimen (n° **7**, A), de première qualité, qui avait servi de garniture dans le joint d'une bride, et qui avait originairement $0^{m},0015$ d'épaisseur. Ce joint avait été employé dans une paire de machines horizontales, composées, à condensation, de **750** chevaux, selon l'indicateur; la pression dans la chaudière était de $2^{k},811$, et dans le cylindre à moindre tension, de $0^{k},632$ à $0^{k},710$ par centimètre carré. Ce spécimen avait été employé dans un joint du tuyau d'amenée de la vapeur ($2^{k},811$ par centimètre de pression), immédiatement au-dessous de l'introduction du spermaceti de première qualité, qui servait à lubrifier. Trois ou quatre mois de service dans cette situation avaient suffi pour l'user jusqu'aux boulons et six mois pour l'user entièrement. Des garnitures de la même épaisseur ($0^{m},0015$), servant aux couvercles du cylindre à haute pression, mais plus éloignées des graisseurs, ont résisté de six à neuf mois, avant d'être usées seulement jusqu'aux boulons. D'autres garnitures de la même épaisseur, employées pour le cylindre à moindre pression et, par conséquent, à une température plus basse, ont duré deux ans et plus, et ont pu être déposées et reposées trois ou quatre fois. Cette expérience prouve qu'une haute température et la haute pression de la vapeur, jointes à l'effet de la vapeur chargée du meilleur spermaceti, détruisent le plus rapidement, le caoutchouc vulcanisé. Ce résultat devait être prévu, car on sait que le caoutchouc peut, comme on l'a dit plus haut, être vulcanisé à peu près à **149** degrés C., et, par des essais faits avec l'air chaud, l'auteur a reconnu qu'il devient complétement mou à **204** degrés C.

Passons aux soupapes en caoutchouc pour les pompes alimentaires des machines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

marines, composées à haute pression, où la tension dans la chaudière est de $3^k,865$ à $4^k,216$ par centimètre carré. L'auteur a produit trois spécimens, nos 9, 10 et 11, qui avaient servi dans des pompes alimentaires et qui étaient tous de la qualité pure du caoutchouc gris. Le n° 9 avait été employé dans l'eau pure (de Lock Katrine), sur une machine Donkey, travaillant sous une pression de $3^k,865$ au centimètre carré. La durée moyenne de ce spécimen n'a été que de six à huit jours, de six heures de travail, soit de quarante-huit heures de travail total au plus ; son épaisseur était de $0^m,019$, et son diamètre de $0^m,101$. Il était fixé au centre, sous une rondelle de $0^m,054$ de diamètre. Il a été tranché net par les barreaux de son siége, en quarante-huit heures ! L'auteur considère donc cette construction comme une disposition mal entendue ; car on ne devrait jamais perdre de vue que l'élasticité du caoutchouc, quelle qu'elle soit, a ses limites, qui se trouvaient dépassées dans cette circonstance. Le spécimen n° 10 paraît avoir été employé sous un clapet en métal, sans languette flexible, et n'a résisté non plus que pendant quarante-huit heures de travail dans une machine marine, où l'alimentation rencontrait dans la chaudière une pression de $4^k,216$ au centimètre carré. L'auteur croit que la brièveté de ce service provient : 1° de ce que l'eau était trop chargée d'huile ; 2° de ce que les ouvertures du siége de la soupape étaient trop grandes, tandis que la surface des barreaux était trop petite ; 3° de ce que le caoutchouc était trop pur et trop mou pour cette application. Mais il pense que ce caoutchouc aurait servi probablement plus longtemps, s'il avait été de troisième qualité, mélangée, plus dure et plus propre à résister à l'eau chaude, chargée d'huile. Ici encore, on remarque une application erronée du caoutchouc pur, remplacé ensuite par le caoutchouc rouge qui a mieux résisté.

Le spécimen n° 11 a été employé sous une rondelle métallique, sans languette flexible ; il était en caoutchouc pur et mou, de $0^m,019$ d'épaisseur, il avait $0^m,117$ de diamètre. Ce dernier n'a eu qu'une bien courte existence, car il n'a travaillé que six heures, en surmontant la tension de la chaudière, tension qui était de $4^k,216$, pendant l'essai du steamer. Quand on considérait la surface des ouvertures et des barreaux du siége, on reconnaissait évidemment que cette dernière était trop petite, puisqu'elle n'atteignait pas la moitié de celle des ouvertures, en sorte que le caoutchouc qui portait sur les barreaux éprouvait une pression de $9^k,136$ par centimètre carré, plus que double de celle de la vapeur dans la chaudière. Ici, encore, on avait dépassé les limites de l'élasticité possédée par le caoutchouc pur, même lorsqu'il n'est soumis qu'à une compression, exempte des efforts alternatifs de tension que supporte une languette.

Ces exemples de construction mal entendue ont attiré l'attention de l'auteur sur ce point et sur les moyens d'empêcher qu'ils ne fassent abandonner l'emploi du caoutchouc dans ce service.

Il propose donc diverses dispositions dont une est relative à l'emploi du bronze de canon et l'autre à celui du caoutchouc. Dans cette dernière dont nous donnons un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aperçu, fig. 2 et 3, pl. 470, le trait caractéristique est la disposition du siége percé de trous ronds, et présentant une surface plus capable de soutenir la pression du caoutchouc, sans le trancher. Ces trous ont $0^m,013$ de diamètre et peuvent être percés avec un foret guidant un alésoir. Le caoutchouc de la soupape a $0^m,022$ d'épaisseur et $0^m,107$ de diamètre; il est surmonté d'un chapeau du même bronze, qui porte une broche de $0^m,019$ de diamètre, jouant au centre du siége et servant de guide. Sur le chapeau de métal est placé un tampon en caoutchouc de $0^m,019$ d'épaisseur, formant anneau et destiné à modérer le choc de la soupape lorsqu'elle s'élève. Cette pièce, étant plus mince et d'un moindre diamètre que le caoutchouc du clapet, peut être construite avec les vieux clapets à mesure qu'ils sont mis successivement hors de service. Le caoutchouc recommandé par l'auteur pour cet emploi est celui de la troisième qualité, n° 3, de 1473 à 1633 de densité.

L'auteur fait observer que ce mode d'emploi des soupapes en caoutchouc, si on l'adopte pour les pompes à incendie, où la pression est de $8^k,432$ au centimètre carré et plus, exige que, pour assurer plus de durée au caoutchouc, on donne plus de surface à la partie pleine du siége, parce que la pression y est supérieure à celle de $4^k,216$ au centimètre carré que l'auteur a supposée dans ce qui précède.

Les garnitures des soupapes dont nous venons de parler peuvent être taillées dans des planches de caoutchouc du commerce, ce qui est une simplification très-importante, surtout lorsque l'on est éloigné des fabriques de cette matière.

Avant de mentionner les autres applications mécaniques du caoutchouc vulcanisé, il peut être à propos de discuter quelques causes de destruction autres que l'usure ou les erreurs commises dans son usage.

La plupart des personnes qui ont eu en garde des provisions de caoutchouc en feuilles ou des garnitures en réserve, ont observé que ce caoutchouc devient dur en séchant, ou se fendille quand on le ploie, ce que l'on attribue à une oxydation extérieure, résultant de l'action de l'air atmosphérique sec. Cette même cause extérieure nuit de la même manière à la meilleure gutta-percha, et le seul moyen connu de la combattre consiste à tenir plongées dans l'eau les pièces de réserve.

On observe aussi que divers objets en caoutchouc, quoique fournis par les mêmes fabricants et précisément de la même qualité, restent bons et élastiques, tandis que d'autres deviennent mauvais et s'altèrent intérieurement. L'auteur a présenté deux spécimens de soupapes de caoutchouc gris de première qualité, n'ayant pas servi, et fournies dix ans auparavant par le même fabricant, dans une même commande. L'une, oblongue, de $0^m,019$ d'épaisseur, est bonne, tandis que l'autre, circulaire, de $0^m,016$ d'épaisseur, est oxydée extérieurement et altérée intérieurement.

Le caoutchouc, ainsi altéré, paraît, au microscope, avoir donné lieu à une production intérieure de fungus, assez analogue à la pourriture sèche dans le bois. On peut trouver quelque explication de ce fait dans le Dictionnaire des arts du docteur Ure, qui dit que « dans l'intérieur de beaucoup de poires de caoutchouc provenant soit du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Brésil, soit des Indes-Orientales, on trouve des places remplies d'une matière goudronneuse et visqueuse qui, exposée à l'air, agit en quelque sorte comme un ferment, décompose toute la masse et la change en une substance molle qui n'est bonne à rien. » Il peut se faire que quelques portions de ce faux goudron restent dans le caoutchouc que l'on croit purifié, et y développent l'espèce de fermentation mentionnée par le docteur Ure. C'est un point sur lequel les manufacturiers de caoutchouc feront bien de porter leur attention, afin de prolonger, s'il est possible, la durée de l'usage de cette matière dans les applications mécaniques.

Un fait très-extraordinaire qui se rapporte à notre sujet consiste en ce que, dans quelques machines marines, les soupapes en caoutchouc de la meilleure qualité, soit rouge, soit gris, faites par le même fabricant, employées dans le même steamer, dans des conditions précisément semblables, durent tantôt trois, tantôt six, tantôt neuf, et même douze mois, l'huile employée pour lubrifier paraissant être constamment la même; ces soupapes sont régulièrement usées, mais non fendues. L'auteur incline encore à penser que la nature de la matière lubrifiante n'est pas sans influence sur la diversité de ces résultats.

La destruction trop rapide de ces soupapes, surtout dans les pompes aspirantes à air, et pour la décharge des eaux dans les machines composées, ayant paru devoir être attribuée à la présence des dissolvants huileux entraînés dans l'eau chaude qui baigne les soupapes, on peut penser qu'un alcali neutraliserait peut-être jusqu'à un certain point cet effet. Si l'on pouvait donc découvrir, pour le graissage, un composé lubrifiant contenant un alcali et donnant des effets également satisfaisants, dans les cylindres grands ou petits, on aurait moins à craindre de voir le caoutchouc écarté bientôt de la construction des machines marines. L'auteur pense donc qu'il serait désirable de trouver un savon convenable.

Un autre usage du caoutchouc, que nous avons maintenant à indiquer, est décrit dans une patente de M. David Marshall, ingénieur à Leeds, et consiste dans l'emploi de garnitures composées d'anneaux en caoutchouc vulcanisé rouge, portant $0^{m},0045$ seulement d'épaisseur, dont la tranche forme une gorge et deux anneaux. Ces garnitures, destinées aux tuyaux des condenseurs de surface, sont, d'après l'inventeur, très-simples et très-étanches, parce que l'eau qui se trouve dans le vide de la tranche de chaque anneau presse les bords de cet anneau contre le tuyau, rend le joint parfait, et si promptement ajustable, qu'un homme peut en poser huit par minute.

L'inventeur dit de ces garnitures annulaires qu'un condenseur de surface auquel on les avait appliquées avait été souvent éprouvé par l'introduction de la vapeur à $3^{k},162$ de pression intérieure; qu'il aurait pu soutenir une pression extérieure indéfinie; enfin, que ces garnitures ont aussi été employées aux condenseurs de surface, à tuyaux verticaux. Cette application du caoutchouc est ingénieuse et n'a pas trompé l'espérance de son auteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il importe de dire ici que le caoutchouc vulcanisé se couvre constamment d'une efflorescence de soufre qui, lorsque le caoutchouc est mis en contact à sec avec le laiton ou plusieurs autres substances métalliques, les attaque et les ronge. Pour prévenir, autant que possible, cet inconvénient, il faut vulcaniser le caoutchouc avec la moindre quantité possible de soufre, et il serait même à propos d'employer, dans ce cas, le caoutchouc non vulcanisé, s'il pouvait conserver sa forme et fonctionner dans l'eau chaude, ce à quoi il est malheureusement beaucoup moins propre que lorsqu'il est vulcanisé.

Passons à l'emploi du caoutchouc et de la gutta-percha pour les pistons et les soupapes des pompes.

La fig. 4, pl. 470, représente un piston de pompe auquel on a appliqué deux garnitures annulaires s'ouvrant en dehors. Ces garnitures sont en gutta-percha, et l'on aurait aussi bien pu les faire en caoutchouc vulcanisé, pour lequel l'eau est la meilleure substance lubrifiante. Ces garnitures sont placées dans deux gorges creusées au tour sur le corps du piston, et qui ont $0^m,022$ de profondeur. Au fond de chacune de ces gorges est pratiquée une rainure communiquant avec deux trous verticaux forés dans le corps du piston, jusqu'au-dessous de la gorge inférieure, ce qui permet à la pression de la colonne d'eau contenue dans le corps de pompe de se transmettre à l'intérieur des garnitures et de les appliquer contre les parois de ce corps de pompe, même lorsqu'elles se sont usées de $0^m,022$ à $0^m,006$ d'épaisseur.

L'auteur indique encore quelques modifications de ce système, que nous passons sous silence, pour abréger et parce qu'il est très-facile d'imaginer des moyens de varier à volonté ces détails secondaires.

Cependant il cite, comme démonstration du succès de ces garnitures annulaires, le fait observé par lui que, dans une circonstance, le caoutchouc, appliqué de cette manière dans la pompe à air d'une machine de 60 chevaux à condenseur, a pu fonctionner pendant trois ans et demi, en gardant parfaitement le vide. Le caoutchouc était de première qualité pure. Lorsque l'eau est plus chaude et plus chargée de substances grasses, on doit employer du caoutchouc plus dense, et plus capable de résister aux corps qui tendent à le dissoudre.

Nous allons parler maintenant de quelques applications de moindre importance du caoutchouc vulcanisé pur, encore relatives aux pompes. La première concerne une pompe à acide sulfurique, dans laquelle le plomb et le caoutchouc seulement sont mis en contact avec l'acide. Cette pompe, représentée fig. 5, pl. 470, est foulante et mise en action avec la main ; elle élève l'acide au niveau nécessaire pour sa distribution dans les appareils, c'est-à-dire à $2^m,740$ de hauteur. Une coupe renversée, formant le dôme, en caoutchouc vulcanisé, est comprimée à chaque course d'un plongeur en fer, formant aussi une coupe en sens inverse ; lorsque le plongeur se relève, le poids du liquide extérieur et l'élasticité du caoutchouc ramènent à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sa forme première le dôme, qui se remplit de nouvel acide, bientôt forcé de monter aussi sous une nouvelle pression du plongeur. Deux clapets plats, garnis en caoutchouc, complètent, comme on le voit, l'action de la pompe. Les premières cloches de ce genre, que l'on a employées, se composaient de segments soudés ensemble avant la vulcanisation, mais elles ne durèrent que deux ou trois semaines, ayant été attaquées et dégradées par l'acide et les joints s'étant rapidement séparés. Elles étaient, d'ailleurs, d'un caoutchouc mélangé, de basse qualité. L'auteur conseilla de les remplacer par d'autres en caoutchouc pur, formées d'une seule pièce dans un fort moule en fonte. Elles durèrent cette fois cinq ou six mois, mais se tranchèrent à la jonction de la partie sphérique avec son rebord. On a remédié dernièrement à ce défaut en adoucissant, lors du moulage, l'angle intérieur et l'angle extérieur du rebord, et l'on espère doubler ainsi leur durée.

Ces coupes sont en contact avec de l'acide sulfurique à 110 ou 116 degrés de Twaddell. Cette espèce de pompe foulante est utile quand les chambres de plomb sont établies sur le sol, parce qu'alors il est nécessaire d'élever l'acide pour le distribuer. On pourrait, en cas de nécessité, construire ces pompes de manière à élever l'acide en plus grande quantité et à une hauteur plus considérable, en faisant des coupes plus grandes et plus épaisses, en y noyant trois ou quatre bandes de bonne toile écrue, enfin en faisant agir le plongeur par la vapeur, ou par tout autre moteur. Le caoutchouc vulcanisé pur, en contact avec l'acide sulfurique, paraît ne pouvoir supporter l'acide brun que de la force correspondant à 116 ou 146 degrés Twaddell, car les cloches présentées, de $0^m,006$ d'épaisseur, ont été détruites en cent quatre-vingt-douze heures par l'acide brun pur à 146 degrés Twaddell.

Le résultat des expériences faites par l'auteur sur des cylindres pleins de caoutchouc de première qualité et de caoutchouc rouge pur, plongés dans l'acide sulfurique concentré, de 170 à 176 degrés Twaddell, a prouvé que tous ces cylindres ont été brûlés et sont devenus tout à fait durs et cassants en quarante-huit heures environ.

Voici un autre spécimen d'un piston de pompe à acides combiné avec du caoutchouc. Le piston, fig. 6, 7, 8, pl. 470, est en poterie de grès vernissé, et entouré d'une garniture annulaire en caoutchouc, formant une seule pièce avec son clapet comme le représentent les coupes, fig. 6 et 8. La tige est en bois. Les pompes de ce genre sont de deux diamètres, savoir : de $0^m,101$, lorsqu'on doit les manœuvrer à la main, et de $0^m,127$, lorsqu'elles sont destinées à un autre moteur plus puissant, et servent à élever l'acide chlorhydrique à 70 degrés Twaddell. Celles de $0^m,101$ montent le liquide à $2^m,74$ ou 3 mètres; celles de $0^m,127$ le montent parfois jusqu'à 6 mètres. Le caoutchouc de celles de $0^m,101$ a $0^m,009$ d'épaisseur, celui des pompes de $0^m,127$ a $0^m,015$, car cette force est nécessaire pour que l'on puisse fixer sur le clapet un chapeau de plomb, avec des rivets aussi en plomb. Ces pistons doivent jouer dans des corps de pompe en plomb, qui durent de deux à trois mois, selon la force des liquides, en tra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaillant nuit et jour. Il va sans dire que l'on doit employer du caoutchouc de première qualité pour machines.

Dans les ateliers où l'on opère sur des solutions chaudes d'alun, il est bon d'observer que les revêtements des réservoirs peuvent se faire en caoutchouc. Deux de ces revêtements, qui doivent résister à l'action des solutions bouillantes d'alun contenant des acides très-nuisibles aux revêtements en métal, ont donné les résultats suivants. Le premier, en caoutchouc de Para, se composait d'une feuille vulcanisée, de $0^m,006$ d'épaisseur, adaptée dans une bâche, et soudée dans les joints avec une dissolution de caoutchouc de première qualité. Elle a résisté 17 mois, après lesquels elle a cédé dans les joints, par suite de l'efflorescence qui se produit sur le caoutchouc après la vulcanisation. Le revêtement employé dans la même bâche a été fait en caoutchouc pur de Para, et coulé dans un moule d'étain; ses joints sont à recouvrement. Il sert depuis vingt et un mois, et ne présente aucune marque de ruine.

Nous passons maintenant à un ordre très-différent d'applications qui résultent de l'emploi du caoutchouc vulcanisé, dur ou mou, appliqué sur des rouleaux métalliques aujourd'hui très-employés par les imprimeurs sur calicot, par les blanchisseurs, par les teinturiers, et tout récemment par les fabricants de papier continu. L'auteur, au commencement de 1864, s'est occupé de l'application d'une doublure élastique de ce genre sur les cylindres métalliques; mais, avant l'invention des moyens de fixer le caoutchouc durci sur les cylindres, ces doublures élastiques, n'étant pas adhérentes au métal, ne rendaient que des services imparfaits, parce que, pendant que l'on se servait des cylindres pour exprimer le mordant contenu dans les tissus, le caoutchouc, repoussé par la pression, formait un pli irrégulier, qui causait des défauts sur les dessins; aussi, lorsque les nouveaux cylindres parurent, furent-ils regardés comme un bienfait pour ce genre d'industrie. Pour satisfaire à toutes les exigences du travail, l'auteur conseilla aux fabricants de faire six petits modèles, de différents degrés de dureté, en commençant par le plus résistant. Il a aussi proposé de remplacer de cette manière, dans les cylindres, le bois de sycomore qui se déforme, se fend, et doit être souvent remis sur le tour. Ces doublures en *vulcanite* (ou *caoutchouc durci*) ont $0^m,025$ d'épaisseur, peuvent être tournées sur un tour à chariot, avec les mêmes outils que les bois durs, et servent plus longtemps que le bois. Cette matière et son emploi ne furent cependant pas adoptés, tout d'abord, à cause de leur nouveauté.

Quant aux cylindres employés pour la fabrication du papier, ils sont en usage depuis 1869. On peut encore appliquer le caoutchouc à revêtir les cylindres qui servent au collage des beaux papiers, parce que les matières contenues dans la colle mordent sur le laiton et y creusent des cavités, mais n'ont pas d'action sur le caoutchouc.

Partout où l'on doit employer par paires ces cylindres revêtus de caoutchouc, il faut toujours que celui qui mène soit plus dur que celui qui est mené, parce que l'ondula-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion qui se forme à la surface doit être, pendant l'action, repoussée en arrière par le cylindre menant.

Ce genre de revêtement sur les cylindres qui servent à sécher la laine, essayé depuis 1864, n'a pas encore réussi, parce que la pression nécessaire pour extraire la liqueur savonneuse contenue dans la laine est si grande, et le caoutchouc du revêtement doit être si mou et si épais, que l'une des surfaces de caoutchouc ne résiste pas assez à la pression de l'autre; cependant, pour des essais en petit, lorsqu'il n'y a que peu de laine, et que l'on opère avec soin, ces cylindres, ainsi revêtus, produisent un bon effet. Quoique ce revêtement élastique ait fait quelques progrès depuis sept ans, il paraît donc être encore dans l'enfance.

Les ressorts en caoutchouc pour les tampons de chemins de fer appellent maintenant notre attention. L'auteur voit avec regret que le caoutchouc n'occupe plus, dans cette industrie, autant de place qu'autrefois. Il cite un de ces tampons qui a pu fonctionner pendant dix-neuf ans et atteindre la même durée que le waggon auquel il appartenait. Il a été, à la vérité, trouvé, à la fin de son service, dans l'état de décomposition ou de fermentation auquel est sujet le caoutchouc, principalement le plus pur; mais une durée de dix-neuf ans doit être considérée comme très-satisfaisante.

Les waggons de bagages sont les plus destructifs, et l'on a proposé d'y soutenir le caoutchouc par des bandes de métal de diverses formes. Cette idée est sans doute bonne, puisqu'elle permet d'employer du caoutchouc plus cohérent et de meilleure qualité, et d'en prolonger ainsi la durée. L'auteur n'a pas reçu de données certaines sur la durée comparative de deux systèmes patentés, dont un par MM. S. Moulton et George Spencer; mais il pense qu'un cylindre de caoutchouc destiné à servir comme tampon ou comme cylindre de traction pourrait utilement être fortifié par deux hélices en fil de fer, placées l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur d'un manchon cylindrique de caoutchouc, engagées à l'affleurement de la matière, et n'agissant pas isolément. L'hélice intérieure empêcherait le trou du manchon d'être élargi par le travail, et l'hélice extérieure retiendrait la matière. Ainsi monté, un manchon de caoutchouc mélangé, de 1 200 à 1 280 de densité, durerait sans doute plus longtemps. Le caoutchouc vulcanisé conservant son élasticité à la température des différents climats, depuis celui du Canada jusqu'à celui de l'Inde, est une matière utile pour les tampons de chemins de fer et pour les ressorts de traction ; et, si l'on parvenait à en prolonger la durée, il pourrait sans doute éviter d'être supplanté par les ressorts en acier de différentes formes. On devrait, d'ailleurs, donner aux ressorts en caoutchouc plus de surface, pour prolonger leur durée qui n'est maintenant que de deux ans et demi à trois ans et demi.

Nous arrivons aux bandages de roues en caoutchouc, qui n'ont pas encore eu autant de succès que l'on aurait dû en attendre, parce que l'on a commis des erreurs dans cette application. Les figures 9 et 10, pl. 470, représentent, en profil et en coupe, une roue de truck à bras, munie d'un bandage de ce genre. Des bandes de grosse

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toile sont noyées dans le caoutchouc, mais n'atteignent pas les surfaces latérales. Elles servent à empêcher les bandages de prendre de l'extension, et par conséquent le cercle de la roue doit être, comme on le voit dans la planche 470, disposé de telle sorte que l'on puisse y poser le bandage en caoutchouc par le côté. La roue se compose donc de deux moitiés boulonnées, et ses jantes en bois portent deux bourrelets en fer, assemblés par des boulons et formant une gorge qui contient le caoutchouc. M. Thomson, dans ses bandages en cette matière, adopte une disposition différente de celle des autres bandages, dont les roues reçoivent à leur centre l'application de la puissance motrice, tandis que, dans les siens, les bandages des roues motrices agissent pour produire la traction. Il empêche ces bandages de glisser sur le cercle des roues, en perçant, sur la circonférence de ce cercle, de nombreux trous circulaires dans lesquels la pression engage le caoutchouc, ce qui l'empêche de glisser.

Une autre application heureuse du caoutchouc consiste dans la cuvette d'aisances, à soupape élastique, sphérique, patentée au profit de M. Shank. Une boule creuse de caoutchouc y sert de soupape et ferme une ouverture en laiton, convenablement ajustée. Cette disposition présente plusieurs avantages, n'exige pas de réparations, dure cinq ans et plus, et trouve un accueil qui s'étend de plus en plus.

L'auteur cite encore, comme une très-utile application du caoutchouc, le compteur de Kennedy pour l'eau froide, et quelques autres emplois dans des appareils dépendant des arts économiques.

Il cite notamment l'usage du caoutchouc pour les bandes des billards. Il faut, dans ce cas, que le rebondissement de la bille d'ivoire soit subit, certain et invariable, et que la bande soit aussi basse que possible. On doit donc employer du ruban de caoutchouc vulcanisé, de $0^m,019$ d'épaisseur, de qualité n° 3, arrondi d'un côté en demi-cercle, contre le centre duquel celui de la bille de $0^m,052$ vient frapper. Cette bande de caoutchouc est posée sur une tringle de bois et sous une tringle de laiton, de telle sorte que le demi-cercle du caoutchouc soit seul en saillie. Par cette disposition, le choc de la bille et son recul sont exactement dans la direction de la ligne qui joint les centres. Outre plusieurs avantages qu'il serait trop long d'expliquer, on trouve celui de réduire la hauteur de la bande, au-dessus de la table d'ardoise, à $0^m,037$, au lieu de $0^m,047$ qu'elle a ordinairement.

L'auteur termine son mémoire par quelques observations sur les vêtements imperméables, qu'il conseille de choisir très-amples, pour diminuer l'inconvénient qu'ils présentent d'arrêter la transpiration. Il regarde comme préférable la forme du large et long manteau circulaire. Par cette raison, les vêtements imperméables ne doivent pas être employés contre le froid, et l'on doit recourir, dans ce cas, à ceux de laine.

La discussion qui a suivi la lecture de ce mémoire a donné lieu à quelques remarques intéressantes dont voici le résumé :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Robson a surtout insisté sur la difficulté de juger de la qualité du caoutchouc par son aspect ; il n'avait pas toujours été satisfait de l'emploi des qualités réputées les plus pures. Il avait pris des informations sur le caoutchouc rouge auprès du représentant d'une des premières maisons de l'Inde, qui regardait ce caoutchouc comme plutôt inférieur que supérieur à l'autre, et qui conseillait de préférer le gris. Il citait comme exemple la moindre élasticité des bandes de billard en caoutchouc rouge.

M. Gale a observé un grand nombre de rondelles en caoutchouc et reconnu qu'elles étaient formées de couches alternatives de caoutchouc et de toile; sous l'action constante de la machine, elles se ramollissaient complétement, et se réduisaient promptement en pièces.

(V.)

RÉGLEMENTATION.

SUR LA RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL DES ENFANTS ET DES FEMMES DANS LES MANUFACTURES DE L'ANGLETERRE, PAR M. DE FREYCINET, INGÉNIEUR DES MINES. (*Extrait.*)

Au moment où l'on s'occupe, en France, de reviser la loi de 1841 sur le travail des enfants dans les manufactures, loi à peine appliquée à son origine, puis tombée en désuétude et finalement reprise dans ces dernières années à Paris, ainsi que dans quelques centres manufacturiers, il n'est pas sans intérêt de connaître ce que font depuis longtemps les Anglais dans cette voie et les résultats importants auxquels ils sont arrivés.

M. de Freycinet, ingénieur des mines, chargé par M. le Ministre de l'agriculture et du commerce d'aller étudier la question en Angleterre, a rendu compte de sa mission dans un remarquable rapport dont nous allons résumer les points les plus saillants.

Généralités.

La législation anglaise, relative au travail dans les manufactures, a en vue non-seulement les enfants et les jeunes gens des deux sexes, mais aussi les femmes de tout âge qui sont assimilées aux jeunes gens. Elle s'adresse à la fois au physique et au moral de l'ouvrier et se propose un triple but, savoir :

1° Limiter l'âge et la durée du travail ;

2° Assurer la fréquentation de l'école au premier âge ;

3° Garantir certaines conditions de salubrité et de sécurité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces objets, les deux premiers surtout, ont été pleinement réalisés dans toutes les industries où on les a recherchés. Aujourd'hui, les résultats généraux déjà obtenus frappent les yeux de tout le monde. « Nous formons une génération qui vaudra mieux que la nôtre, » disent avec raison les Anglais ; et, en effet, pour quiconque se rappelle la figure maladive et dépourvue d'expression, les membres grêles, le corps déformé du jeune filateur d'il y a vingt ans, la différence est frappante. Maintenant, l'enfant des filatures ne diffère en rien de celui qui grandit en liberté. Souvent même, il est mieux portant et plus intelligent, parce que le sage équilibre établi par la loi entre le travail manuel et l'occupation de l'esprit est plus favorable à son développement que l'absence même de tout labeur physique.

L'opinion publique, en Angleterre, se montre tellement satisfaite de ces avantages, que le Gouvernement a dû se préoccuper de les étendre successivement au plus grand nombre possible d'industries. De là, les actes législatifs, qui depuis six ou sept ans sont venus élargir considérablement le cercle de la réglementation, primitivement restreinte aux filatures et autres établissements où l'on travaille les matières textiles. De là, de nouvelles lois destinées à atteindre tous les ateliers où s'élaborent des produits manufacturés, sans en excepter les industries que leur puissance semblait presque jusqu'ici devoir motiver des exceptions ; nous voulons parler des industries métallurgiques.

Ainsi, la tendance bien caractérisée chez le peuple anglais est de généraliser de plus en plus les mesures relatives au travail dans les manufactures, et de faire céder le principe de l'indépendance individuelle au grand intérêt du développement physique et moral des classes ouvrières.

Actes législatifs.

Les lois qui régissent le travail des enfants et des femmes dans les manufactures sont fort nombreuses. De la plus ancienne qui remonte au règne de George III, en 1802 jusqu'en 1864, on n'en compte pas moins de dix-sept, et ce nombre s'est encore accru dans ces dernières années. Les deux actes fondamentaux, c'est-à-dire ceux qui ont non-seulement posé les conditions principales du travail dans les manufactures, mais qui ont aussi organisé définitivement la surveillance administrative, telle qu'elle s'exerce aujourd'hui, sont le *factory act* de Guillaume IV, du 29 août 1833, et le *factory regulation act* de la reine Victoria, du 6 juin 1844. Ces deux actes joints à quatre autres, édictés en 1850, 1853, 1856 et 1864 et ayant pour but d'en modifier ou d'en étendre les dispositions, constituent les *factory acts* proprement dits, c'est-à-dire les actes qui règlent l'ensemble des industries, à l'exception de celles qui, comme les blanchisseries et les teintureries, ont fait l'objet d'actes spéciaux tendant au même but que les *factory acts*, mais non compris sous cette dénomination générale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nomenclature des industries réglementées.

Les industries réglementées se divisent en deux catégories :

1° Les *factories* proprement dites, ou établissements régis par les *factory acts;*

2° Les établissements autres que les *factories* et régis conséquemment par des actes spéciaux. Ces actes ont pour objet, tout en respectant habituellement les principes généraux des *factory acts*, de déroger sur certains points aux règles établies par ces derniers.

1° Les *factories* (1) comprennent :

Les établissements plus ou moins analogues aux filatures, c'est-à-dire ceux où l'on travaille les matières textiles (coton, laine, lin, chanvre, soie, etc.), pour les carder, dévider, filer, tisser, etc., qu'ils marchent soit à l'eau ou à la vapeur, soit à l'aide de quelque autre moteur mécanique (*factory act* du 29 août 1833);

Et les fabriques énumérées dans la loi du 25 juillet 1864 (*factory acts extension act*), savoir :

Les fabriques de terre cuite (faïences, porcelaines, etc.), à l'exception de celles de briques et de tuiles; les fabriques d'allumettes chimiques; celles de capsules fulminantes et de cartouches; celles de papiers peints et les ateliers de coupage de la futaine.

2° Les industries non groupées sous la dénomination de *factories* comprennent :

Les fabriques d'impression sur étoffes (*print works act*, 1845);

Les fabriques de dentelles à moteur mécanique (*lace factories act*, 1861);

Les blanchisseries et les teintureries (*bleach and dyeworks*, 1860), auxquelles ont été joints, depuis, les établissements où l'on blanchit sur le pré ou à l'air libre (*bleachworks amendment act*, 1862), ainsi que les ateliers de calandrage et d'apprêtage (*bleach and dyeworks amendment act*, 1863);

Et les établissements où l'on apprête, mesure, plie, ajuste et emballe les fils ou tissus de matières textiles (*bleaching and dyeingworks act extension act*, 1864).

Le nombre des personnes protégées par la loi dans ces diverses industries est considérable. Dans le seul groupe des filatures, il était, en 1861, de 558 716 se décomposant comme suit :

---

(1) Le mot *factories* n'a pas d'équivalent en français. Il ne s'applique pas, en effet, à telle nature d'établissement plutôt qu'à telle autre, mais indistinctement à toutes les industries, similaires ou non, qu'il a plu au législateur de ranger sous la même dénomination. Originairement ce mot avait une signification industrielle, car il désignait les fabriques de la famille des filatures; mais, par suite des additions introduites par les actes successifs, additions empruntées aux branches les plus variées de la fabrication, le terme de *factories* n'a plus aujourd'hui qu'un sens purement légal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfants de 8 à 13 ans	garçons.	23 863
	filles.	30 548
Jeunes gens mâles de 13 à 18 ans.		71 332
Jeunes filles et femmes de tout âge (1).		432 973
	Total.	558 716

Ce chiffre dépasse aujourd'hui 600 000. On compte, en outre, 200 000 personnes environ, occupées dans les fabriques régies par les actes spéciaux et autant dans les *factories* dénommées par l'acte de 1864. Le nombre total de travailleurs protégés était, en 1867, d'à peu près un million pour les seules industries que nous venons d'énumérer. Mais, à cette époque, de nouveaux *bills* devaient être passés, en vue d'atteindre d'autres industries fort nombreuses et dont quelques-unes occupent un très-grand nombre de femmes et d'enfants (2).

Le premier de ces *bills* concerne, d'une manière générale, tout bâtiment ou emplacement quelconque dans lequel cent personnes, au moins, sont employées à quelque procédé manufacturier.

Le second s'applique à tout atelier clos ou à ciel ouvert, organisé en vue d'un résultat commercial, où s'exerce un travail manuel consistant à fabriquer, modifier, réparer ou orner quelque article ou partie d'article ouvré. Ces ateliers sont ouverts de plein droit à l'inspection, quand ils occupent vingt personnes ou plus, et ils peuvent l'être par voie de justice, quand ils occupent moins de vingt personnes (3). On peut dire de cette dernière loi, qu'elle atteint la plupart des travaux industriels qui échappaient aux précédentes (4).

On évalue à 1 400 000 le nombre de femmes et d'enfants qui, par suite de ces deux derniers actes, viennent grossir le contingent déjà protégé. Le total ne s'éloigne donc guère de deux millions et demi, soit près du dixième de la population entière de la Grande-Bretagne.

Nature des dispositions suivant les genres d'industries. Classification générale des travailleurs.

Les dispositions protectrices ont en vue, comme on l'a dit, l'âge, la durée du travail, la fréquentation de l'école et la salubrité des ateliers.

---

(1) Les femmes de tout âge sont assimilées aux jeunes filles.

(2) L'industrie du vêtement, par exemple, occupe à elle seule 750 000 femmes et enfants.

(3) La loi française de 1841 ne s'applique pas aux ateliers ayant moins de vingt personnes, à moins qu'ils ne renferment un moteur mécanique. (M.)

(4) Il est à remarquer, toutefois, qu'elle ne s'applique pas à la simple manipulation des objets; il faut qu'il y ait *élaboration* dans le sens industriel du mot. Ainsi, le port des fardeaux, diverses opérations de la bâtisse, comme aussi les travaux agricoles, etc., ne tombent pas sous le coup de cette loi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que les diverses industries présentent une certaine uniformité de réglementation, et que la tendance actuelle du législateur soit d'augmenter de plus en plus cette uniformité, il est inévitable cependant que, surtout en ce qui concerne le troisième objet, des différences assez sensibles se manifestent dans les prescriptions. Il est impossible, en effet, de garantir les travailleurs par des procédés identiques dans toutes les branches de fabrication. Force est de tenir compte du travail effectué. Sans doute, la loi n'a pu se proposer d'entrer dans le détail de chaque industrie prise isolément; mais on a dû envisager les traits généraux des principales d'entre elles et édifier les règlements en conséquence. De là, diverses exceptions prévues dans la législation ; mais on tend à la restreindre au strict nécessaire et à faire la part la plus petite possible aux circonstances dont on ne peut absolument se dispenser de tenir compte.

La classification générale des travailleurs est réglée d'une manière identique pour la presque totalité des industries. Les ouvriers sont distingués en quatre catégories, savoir :

1° Enfants des deux sexes, de huit à treize ans, ou *children;*

2° Jeunes gens ou adolescents des deux sexes, de treize à dix-huit ans, ou *young persons;*

3° Femmes au delà de dix-huit ans, ou *women;*

4° Hommes au delà de dix-huit ans, ou *workmen.*

Deux principes absolus sont :

1° Qu'aucun enfant ne peut travailler, à quelque titre que ce soit, dans un établissement réglementé, avant l'âge de huit ans révolus;

2° Que le travail des hommes au-dessus de dix-huit ans est entièrement libre et exempt de toute restriction légale.

Les catégories sur lesquelles porte la réglementation se réduisent finalement aux deux suivantes :

1° Enfants de huit à treize ans;

2° Adolescents de treize à dix-huit ans et femmes de tout âge;

Ces catégories sont les mêmes pour toutes les industries, à de rares exceptions près que voici :

Dans le coupage de la futaine, les enfants ne peuvent travailler qu'après l'âge de onze ans; dans ces ateliers, la catégorie des enfants est donc restreinte à ceux de onze à treize ans.

Dans le dévidage de la soie grége, les enfants de plus de onze ans peuvent y être occupés dans les mêmes conditions que les jeunes gens; mais cette faculté ne s'étend à aucune autre branche du travail de la soie.

Dans les fabriques d'impression sur étoffes, les jeunes gens de plus de seize ans sont exempts de toute réglementation. Ainsi, dans cette industrie, la catégorie des adolescents est restreinte à ceux de treize à seize ans.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les fabriques de dentelles, les jeunes gens mâles de seize à dix-huit ans forment une catégorie à part, sous le nom de *youths*, et peuvent travailler dans des limites de temps plus larges que dans les autres industries.

Voyons, maintenant, les règles adoptées pour chacune des deux catégories de travailleurs.

Heures et durée du travail, repos. — Fréquentation de l'école.

Heures et durée de travail, repos (enfants de huit à treize ans). — Voici d'abord les règles générales :

Les enfants ne peuvent travailler que de jour, c'est-à-dire entre six heures du matin et six heures du soir en toute saison, ou entre sept heures du matin et sept heures du soir pendant l'hiver (du 1er octobre au 31 mars), si le maître de la fabrique le préfère.

Le *samedi*, la journée de travail finit, dans tous les cas, à deux heures. Aussi est-il permis, pendant l'hiver, de faire commencer, ce jour-là, le travail à six heures, même si la limite de sept heures a été adoptée pour les autres jours de la semaine.

Le dimanche, il n'y a de travail sous aucun prétexte.

Un enfant ne peut travailler deux jours de suite la pleine journée. Il ne doit être employé que d'une de ces deux manières : ou une partie du temps chaque jour, ou alternativement de deux jours l'un.

L'enfant occupé tous les jours ne peut l'être que depuis six heures du matin jusqu'à une heure de l'après-midi, ou depuis midi jusqu'à six heures du soir. La séance du matin doit être coupée par un repos de trente minutes affecté au déjeuner, et qui a lieu ordinairement entre huit et neuf heures du matin. La durée du travail effectif est donc, au maximum, de six heures et demie pour l'enfant qui travaille le matin, et de six heures pour l'enfant qui travaille le soir, sauf le samedi, où cette durée se réduit à deux heures (1).

L'enfant occupé de deux jours l'un ne doit pas fournir plus de dix heures de travail effectif dans une journée. Ce travail doit être coupé par deux ou trois repos, *ad libitum,* formant un total d'une heure et demie et distribués entre sept heures et demie du matin et six heures du soir, de telle sorte qu'avant trois heures il y ait au moins une heure de repos. Ces repos, ou *meal times*, sont ordinairement au nombre de deux;

---

(1) Les fabriques divisent leur personnel en deux brigades : l'une, qui fait le service de 6 heures du matin à 1 heure et l'autre, qui fait le service de midi à 6 heures. La première fournit, par semaine, 39 heures de travail effectif, tandis que la seconde n'en peut fournir, au maximum, que 32 (six heures par jour les cinq premiers jours et deux heures le samedi). Afin de rétablir l'équilibre entre les deux brigades et de mettre tous les enfants sur le pied d'égalité, on les fait alterner chaque mois, c'est-à-dire que la brigade employée le matin pendant un mois est employée le soir le mois suivant et *vice versâ*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'un de trente minutes, comme il a été dit, pour le déjeuner, et l'autre d'une heure, entre midi et deux heures, pour le dîner.

La première combinaison, celle qui consiste à employer les enfants tous les jours une partie du temps, est à peu près la seule usitée.

Exceptions :

Dans les établissements où l'on apprête, mesure, plie, ajuste et emballe les fils ou tissus, les enfants peuvent être occupés au gré des patrons, entre sept heures du matin et sept heures du soir ou entre huit heures du matin et huit heures du soir, pourvu, d'ailleurs, que la limite du travail ne dépasse pas les limites ci-dessus fixées. La journée finit, dans tous les cas, à deux heures le samedi.

Dans ces mêmes établissements, ainsi que les blanchisseries, teintureries, apprêteries et calandreries, les repos prévus pour les repas peuvent être fixés à des heures quelconques de la journée, pourvu, d'ailleurs, que la durée n'en soit pas altérée.

Dans les blanchisseries en plein air et dans les fabriques d'impression sur étoffes, les enfants peuvent être occupés au gré des patrons, à la seule condition qu'on ne les fasse pas travailler la nuit, c'est-à-dire entre huit heures du soir et six heures du matin.

Dans les fabriques à moteur hydraulique (*water mills*) où le travail a été suspendu ou ralenti par suite du manque ou de l'excès d'eau, les enfants peuvent, pendant les six mois qui suivent l'interruption, fournir une heure supplémentaire chaque jour, jusqu'à ce que le temps perdu ait été regagné. Cette tâche supplémentaire s'accomplit exclusivement pendant l'heure qui précède ou qui suit immédiatement la limite légale de la journée de travail, sans toutefois que l'enfant puisse être retenu à l'usine après sept heures du soir les jours ordinaires et après deux heures le samedi.

Indépendamment du plein repos du dimanche et du demi-repos du samedi, la loi a institué dix jours de fête obligatoires, *holidays,* dont deux, Noël et le vendredi saint, entraînent un chômage complet et les huit autres le chômage de la demi-journée (1).

Les jours de fête légaux équivalent donc en totalité, pour l'année, à six jours de plein repos; si on les ajoute aux cinquante-deux dimanches et aux vingt-six journées que représentent les cinquante-deux après-midi du samedi, on a un total de quatre-vingt-quatre journées de repos par an. Quant au nombre d'heures de travail effectif pendant la même période, il est égal, en moyenne, pour l'enfant occupé chaque jour une partie du temps, à mille huit cents heures, représentant exactement cent quatre-vingts journées légales de dix heures ou trois cents demi-journées de six heures.

Fréquentation de l'école. (*Enfants de huit à treize ans.*) — Tout enfant employé dans une usine conformément aux règles qui précèdent est tenu de fréquenter une école :

(1) La loi fait exception pour les imprimeries sur étoffes et les blanchisseries en plein air; il n'y a pas de jours de fête obligatoires pour ces industries.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendant trois heures chaque jour (excepté le samedi), s'il travaille tous les jours (1), et pendant cinq heures de deux jours l'un, s'il travaille à l'usine à jours alternatifs. Les heures d'école sont toujours comprises entre huit heures du matin et six heures du soir.

Exceptions :

Dans les imprimeries sur étoffes, l'enfant n'est tenu qu'à une présence de cent cinquante heures effectives à l'école, pendant chaque période de six mois. Cette présence peut d'ailleurs être répartie comme on veut, à la seule condition que chaque séance soit de deux heures et demie au moins et de cinq heures au plus. En outre, l'enfant nẽ peut être mis en service à l'usine qu'après avoir justifié d'une pareille fréquentation pendant les six mois qui précèdent.

L'école est choisie librement par les parents. Elle doit seulement offrir des garanties suffisantes d'instruction et de moralité. Souvent, dans les grands établissements industriels, l'école est située dans l'usine même et organisée par les soins du patron pour l'usage exclusif de son personnel (2).

L'instruction religieuse proprement dite n'a été réglée que par le statut de George III (22 juin 1802), dont les dispositions, déjà anciennes, n'ont été reproduites ni abrogées par aucun des actes ultérieurs. Aussi, bien que ces dispositions soient encore légalement en vigueur, doit-on les considérer comme étant, de fait, tombées en désuétude, en ce sens du moins que, dans les fabriques, l'instruction religieuse n'est point fournie à part, comme la loi le prescrit; mais elle se confond dans l'éducation générale donnée à l'école et sous la même garantie morale. Quant à la fréquentation du service divin, elle est abandonnée aux soins de la famille.

Heures et durée du travail, repos. (*Enfants de treize à dix-huit ans et femmes de tout âge.*)—Les jeunes gens des deux sexes et les femmes de tout âge ne peuvent travailler qu'entre les mêmes limites d'heures que les enfants, c'est-à-dire entre six heures du matin et six heures du soir en toute saison, ou entre sept heures du matin et sept heures du soir pendant les six mois d'hiver et jusqu'à deux heures, en tous cas, le samedi.

La durée du travail effectif par jour ne doit pas dépasser dix heures et demie. En conséquence, la journée de présence de douze heures est coupée par une heure et

---

(1) A cause de la brièveté des jours, cette durée est réduite à deux heures et demie, du 1er novembre au 28 février, pour les enfants de service à l'usine le matin.

(2) A Leeds et à Manchester, on rencontre chez plusieurs grands industriels de véritables écoles modèles, offrant toutes les conditions désirables d'instruction et d'hygiène, et qui coûtent au maître de fabrique beaucoup plus que ne représente la faible retenue prélevée sur les gages des élèves; cette retenue, en effet, ne peut pas dépasser un douzième des salaires, et souvent même elle reste en dessous, tandis que les frais d'école, dans certaines usines, atteignent 20 et 25 pour 100 du chiffre des gages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

demie de repos, en deux ou trois séances, distribuées comme pour les enfants taavaillant la pleine journée. Il suit de là que le maximum des heures de travail, par semaine, est égal à soixante heures, savoir : cinquante-deux heures et demie pour les cinq premiers jours et sept heures et demie pour le samedi.

Tous les adolescents de la même usine doivent avoir leur repos aux mêmes heures du jour. Il est absolument interdit d'occuper aucun d'eux, à ces moments, dans quelque partie de l'usine que ce soit.

Il y a des exceptions pour les maisons de gros, les imprimeries sur étoffes, les établissements où l'on apprête, mesure, plie, ajuste et emballe les fils ou tissus, les blanchisseries, teintureries, apprêteries, calandreries et dentelleries. Ces exceptions sont nombreuses et donnent plus de latitude aux fabricants. Nulle part, cependant, les femmes de tout âge ne peuvent travailler la nuit.

Les jours de fête sont les mêmes que pour les enfants.

Fréquentation de l'école. — Il n'y a aucune prescription légale pour les adolescents de treize à dix-huit ans en ce qui concerne la fréquentation de l'école et l'instruction religieuse.

Mesures hygiéniques.

Les mesures hygiéniques, c'est-à-dire celles qui concernent la salubrité des ateliers et la sécurité des personnes, sont sensiblement les mêmes pour les enfants ou pour les adolescents et les femmes. Elles comprennent : la protection des mécanismes, la propreté et la ventilation des ateliers, les mesures diverses.

Protection des mécanismes. — La protection des mécanismes, ou mieux la protection des personnes contre les atteintes des mécanismes, comprend les prescriptions suivantes :

Les machines à vapeur et les roues hydrauliques doivent être exactement entourées d'une clôture de toutes parts. Il en doit être de même des puits des monte-charges, près desquels les enfants ou adolescents sont exposés à passer ou au service desquels ils ont l'occasion d'être employés.

Les roues d'engrenage, poulies ou tambours servant à transmettre le mouvement à quelque organe que ce soit et avec lesquels les enfants ou adolescents sont exposés à se trouver en contact, soit en travaillant, soit en circulant, doivent être soigneusement enveloppés (1).

---

(1) L'observation de la loi s'est tellement généralisée sur ce point et est si bien passée maintenant dans les mœurs industrielles de l'Angleterre, que les constructeurs de machines destinées aux *factories* adaptent eux-mêmes toutes les défenses nécessaires. L'appareil est livré au manufacturier dans des conditions qui dispensent celui-ci d'aucune addition protectrice. Les grandes fabriques du Lancashire et du Yorkshire ne laissent plus rien à désirer sous ce rapport.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est interdit aux enfants et adolescents de nettoyer les mécanismes pendant qu'ils sont en mouvement. Il leur est également interdit de travailler entre la partie fixe et la partie mobile d'une machine *self-acting,* pendant qu'elle fonctionne (1).

Propreté et ventilation des ateliers. — Aux termes de la loi, tout mur intérieur, toute cloison, tout plafond, tout couloir, corridor ou escalier, en un mot tout l'intérieur des bâtiments consacrés à l'exploitation industrielle, doit être soigneusement blanchi à la chaux, au moins une fois tous les quatorze mois. Les parties peintes à l'huile doivent être repeintes au moins une fois tous les sept ans, et, dans l'intervalle, elles doivent être lavées et nettoyées au savon tous les quatorze mois (2).

Mesures diverses. — Pendant les repas, il est interdit aux enfants et adolescents de séjourner dans les salles où la fabrication se continue. Il est également interdit de leur laisser prendre les repas dans les locaux affectés aux vernissage et polissage de la porcelaine, ainsi qu'à la fabrication des allumettes.

Dans les filatures, les enfants et jeunes gens employés au filage *au mouillé* doivent être protégés par des moyens suffisants contre l'eau qui jaillit des bobines. Quand on file à l'eau chaude, des précautions doivent être prises pour que la vapeur ne s'échappe pas dans l'atelier.

Mesures adoptées pour assurer l'observation de la loi. — Formalités. — Inspection administrative.

Les mesures instituées sont de deux sortes. Elles consistent :

Dans un système de formalités à accomplir par les maîtres de fabrique, et qui permettent de suivre très-aisément leurs actes ;

Dans une surveillance très-active, exercée par le Gouvernement au moyen d'un système d'inspection fortement organisé.

Formalités à accomplir par les maîtres de fabriques. — Ces formalités s'appliquent : 1° à l'âge et à la durée du travail ; 2° à la fréquentation de l'école ; 3° aux mesures hygiéniques ; 4° à des dispositions diverses.

1° Les enfants et les jeunes gens (non compris les femmes au-dessus de dix-huit ans) sont, dès leur entrée dans l'usine, enregistrés sur un livret spécial (*alphabetical index of children and young persons*), lequel les classe par ordre alphabétique et sert à

---

(1) Les distilleries, imprimeries, blanchisseries, teintureries, apprêteries, calandreries et les maisons où l'on apprête, mesure, plie, ajuste et emballe les fils ou tissus ne sont point soumises aux règles ci-dessus.

(2) Il y a exception pour les mêmes établissements que ceux de la note (1), ainsi que pour les fabriques de terre cuite, les imprimeries sur étoffes et les blanchisseries en plein air ; dans ces établissements, les mesures sont moins rigoureuses et ne s'appliquent qu'à certaines parties.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faciliter les recherches dans les autres livres de l'usine avec lesquels il est en correspondance. Toutefois, ce livret cesse d'être obligatoire dans les établissements qui occupent moins de vingt enfants ou adolescents.

Les enfants et adolescents, âgés de moins de seize ans, ne peuvent être employés sans un certificat du médecin commis *ad hoc* par l'inspecteur du Gouvernement ; ce certificat est délivré, s'il y a lieu, après une visite corporelle subie à l'usine. Il constate que le sujet a plus de huit ans, s'il s'agit d'un enfant, ou plus de treize ans, s'il s'agit d'un adolescent, et que rien d'ailleurs dans son physique ne s'oppose à ce qu'il travaille dans les conditions prévues par la loi. Le certificat est couché sur l'un des deux registres affectés à cet usage, suivant l'âge du sujet (*age certificate book for children* ou *age certificate book for young persons*). Si le médecin a quelque doute sur l'âge déclaré, il refuse le certificat et délivre un *certificate refused*. Sur le vu de cette pièce, l'autorité paroissiale délivre, s'il y a lieu, à l'impétrant, un extrait de son acte de naissance, moyennant le prix réduit de 1 shilling (1f,25). Si cet acte de naissance prouve qu'en effet l'impétrant a, selon sa déclaration, plus de huit ans ou plus de treize, et si d'ailleurs rien dans son physique ne s'y oppose, le médecin fournit alors le certificat dans la forme ordinaire. Les dates et les résultats des visites sont consignés au *Register for young persons* (dont il sera parlé ci-après), sous la rubrique *Visits of the certifying surgeon* qui figure à certaines pages dudit registre.

Les enfants et les jeunes gens jusqu'à dix-huit ans (mais non les femmes au-dessus de cet âge) sont, au fur et à mesure de leur admission, inscrits sur l'un des deux registres à ce destinés, *Register of children* et *Register for young persons*. Ces registres sont en correspondance avec les précédents ; ils reproduisent, en regard de chaque nom, le numéro d'ordre du certificat délivré. L'index alphabétique, de son côté, indique s'il s'agit d'un enfant ou d'un adolescent, et, dans le cas où l'adolescent a moins de seize ans, il rappelle le numéro du certificat. Le *Register of children* classe, en outre, les enfants par brigade du matin ou du soir, suivant le roulement adopté.

Indépendamment des formalités ci-dessus, l'inscription des jeunes garçons de seize à dix-huit ans (*youths*) est complétée dans les fabriques de dentelles à l'aide du *youth's times register*. Ce registre a pour objet de montrer comment chacun d'eux a été employé jour par jour, c'est-à-dire comment ont été réparties les douze heures de service qui peuvent leur être demandées, entre six heures du matin et dix heures du soir.

Les heures de travail, dans chaque usine, sont réglées sur une horloge publique, dont le choix est soumis à l'approbation de l'inspecteur du Gouvernement (1). La désignation de l'horloge ainsi adoptée est donnée à la première page du *Register for*

(1) Cette horloge est assez souvent celle de la station du chemin de fer. Dans les grandes localités, on choisit l'horloge de la mairie ou d'un établissement public à proximité de l'usine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

young persons, à la suite de diverses mentions, telles que le nom du propriétaire de la fabrique, la nature de l'industrie, le nom de la paroisse, etc.

Les heures fixées pour les repos (*meal times*) sont indiquées sur une affiche imprimée, placée ordinairement à l'entrée des ateliers, laquelle fait connaître, pour chacun des jours de la semaine, le moment et la durée des divers repos (*breakfast*, *dinner* et *tea*) (1). Cette même affiche reproduit la désignation de l'horloge et mentionne, en outre, les noms et adresses du sous-inspecteur du district, du médecin certificateur, de l'inspecteur dans la circonscription duquel le district est situé.

Les jours de fête annuels sont inscrits à la deuxième page du *Register for young persons*. On indique les dates, les occasions, et s'il s'agit de jours ou demi-jours.

Le travail supplémentaire, autorisé pour regagner le temps perdu dans les conditions prévues par la loi, est enregistré de la manière suivante :

Dans les *water mills* ou fabriques marchant à l'eau, où le temps perdu doit être regagné au moyen d'une heure supplémentaire par jour, on fait usage de l'imprimé ayant pour titre *Recovery of lost time, under section* 33, sur lequel le maître de fabrique doit inscrire le temps perdu et le temps regagné jour par jour. S'il s'agit du travail de nuit, on se sert de l'imprimé intitulé *Recovery of partial stoppages, by section* 34, disposé comme le précédent pour recevoir des mentions analogues. L'une et l'autre de ces pièces restent affichées dans l'usine pendant la période du travail supplémentaire.

Dans les blanchisseries, teintureries et apprêteries, on emploie le registre *Bleaching, dyeing and finishing works lost time register*, où l'on inscrit jour par jour le temps total pendant lequel chaque adolescent ou femme a été employé. En outre, les dernières pages qui portent l'en-tête *Register of the longest time* font connaître les durées *maxima* de travail relevées dans chaque journée.

2° La présence des enfants à l'école est constatée au moyen du *school certificate book*. En regard de chaque nom, le maître d'école inscrit jour par jour la durée de la présence de l'enfant et, s'il y a lieu, les motifs de son absence. Les enfants sont d'ailleurs, comme dans le *Register of children*, divisés en deux brigades.

Le propriétaire de l'usine ne peut occuper l'enfant que si ce livret est en règle pour la semaine précédente. En conséquence, le registre est conservé à l'usine depuis le lundi matin jusqu'au vendredi soir, pour être représenté à toute réquisition, et le vendredi soir, il est renvoyé au maître d'école qui doit y faire ses inscriptions pour la semaine qui finit et le retourner ensuite à la fabrique dès le lundi matin. Sur le vu du registre, le patron doit cesser d'employer tout enfant dont la fréquentation à l'école

(1) Habituellement le *tea* est supprimé à la fabrique et, ainsi qu'il a été dit, on donne trente minutes pour le *breakfast* et une heure pour le *dinner*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a été irrégulière pendant la semaine précédente; s'il le conserve, il se met dès lors en contravention.

3° Le blanchiment à la chaux ou la peinture à l'huile sont indiqués au *Register of young persons*, sous la rubrique *Dates when this factory has been lime washed, etc.* (Dates auxquelles cette fabrique a été blanchie à la chaux, etc.). Outre la date de chaque opération, on doit inscrire les portions de l'usine sur lesquelles elle a porté et le nom de l'entrepreneur qui l'a exécutée.

4° Aux termes de la loi, dans chaque usine et à l'endroit le plus apparent, doit être affiché en permanence, à côté de la *notice* relative aux heures de repos, un extrait imprimé de l'acte législatif qui régit l'établissement. Cet extrait est libellé par les soins du Ministre de l'intérieur, et a pour but de faire connaître aux ouvriers les principales dispositions qui les protégent.

Une autre formalité incombant au maître de fabrique concerne les accidents.

Quand, par suite d'un accident quelconque survenu dans une usine, un ou plusieurs travailleurs sont mis dans l'impossibilité de reprendre leur besogne avant neuf heures du matin le lendemain, le maître de l'usine ou son ayant droit est tenu, dans les vingt-quatre heures, au plus tard, qui suivent l'absence desdits travailleurs, d'envoyer au médecin certificateur une *notice* ou *avis d'accident* faisant connaître le lieu de l'accident, les noms des personnes atteintes et l'endroit où elles ont été transportées.

Les fabricants sont encore astreints à aviser le sous-inspecteur lorsqu'ils se proposent de changer les heures de travail et de repos, ou de regagner les temps perdus, etc.

Inspection administrative. — Dans le principe, l'acte de 1802 avait confié le soin de surveiller les factories à deux personnes de bonne volonté dans chaque district, étrangères à l'industrie et choisies parmi les juges de paix et les ministres du Saint-Évangile du comté. Mais l'expérience ne tarda pas à démontrer l'inefficacité de cette mesure et les fabriques restèrent à peu près dépourvues de surveillance effective jusqu'en 1833 (1), époque à laquelle fut organisé, d'après l'acte de Guillaume IV, le service d'inspection qui a donné de si remarquables résultats et qui, sauf quelques modifications, est encore celui qui fonctionne aujourd'hui.

Ce service comprend : 1° deux inspecteurs en chef (2), résidant à Londres et dirigeant tout le service; 2° vingt-cinq sous-inspecteurs, pour le moins, résidant dans les divers districts manufacturiers et placés sous les ordres des inspecteurs.

---

(1) C'est à de semblables causes qu'il faut attribuer, en France, l'inexécution presque générale de la loi de 1841. (M.)

(2) Dans l'avenir, il n'y en aura plus qu'un seul, afin d'assurer l'unité de direction du service.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La dépense actuelle du service est d'environ 400 000 francs par an, et pourra s'élever davantage avec l'augmentation du nombre des sous-inspecteurs (1).

1° Les inspecteurs sont nommés par la Reine, sur la proposition du Ministre de l'intérieur. Ils sont choisis, à moins de raison majeure, parmi les sous-inspecteurs les plus méritants et les plus capables. Leur rôle est essentiellement un rôle dirigeant, consistant à centraliser et contrôler le service des sous-inspecteurs et médecins certificateurs. Ils donnent aux maîtres de fabrique, mais seulement à titres officieux, toutes les indications qu'ils jugent propres à les éclairer.

En outre de certaines attributions communes avec celles des sous-inspecteurs, ils en ont d'exclusives qui peuvent se résumer comme suit :

Ils nomment et, au besoin, révoquent le médecin certificateur des manufactures dans chaque district et lui tracent ses instructions (2).

Ils valident les arrangements pris entre le maître de fabrique et le médecin, touchant les dates et les honoraires des visites à l'usine.

Ils poursuivent le payement par le maître de fabrique, entre les mains du maître d'école, de la somme prélevée sur les gages de l'enfant, aux termes de la loi, pour couvrir les frais d'études. Ils font opposition à ce payement, quand ils jugent le maître d'école indigne ou incapable. A partir du jour où cette opposition a été signifiée au maître de fabrique, les certificats d'école à provenir sont nuls et de nul effet.

Ils vérifient personnellement ou autrement l'exactitude des certificats d'école, et fixent le jour de la semaine où le maître d'école est tenu de délivrer ces certificats.

Ils affectent, sous l'approbation du Ministre de l'intérieur, tout ou partie des fonds provenant des amendes infligées par les tribunaux, à la création ou à l'entretien d'écoles destinées aux enfants des manufactures.

Ils nomment, en cas de contestation du maître de fabrique, un arbitre pour constater l'état des mécanismes déclarés dangereux par le sous-inspecteur.

Ils se portent partie civile, avec approbation du Ministre de l'intérieur, au nom des personnes lésées par suite d'un accident.

Ils signalent au Ministre de l'intérieur, dans des rapports semestriels (publiés par

---

(1) Cette somme, dût-elle s'élever à 600 000 fr., représentera à peine 0f,25 par tête pour deux millions et demi de têtes protégées.

(2) Les enquêtes auxquelles doivent se livrer les médecins certificateurs, en cas d'accidents, sont l'objet des recommandations toutes spéciales des inspecteurs. Ceux-ci y attachent avec raison une grande importance, car les renseignements qui leur arrivent par cette voie peuvent leur suggérer d'utiles améliorations à introduire dans les moyens de défense des mécanismes. Aussi invitent-ils les médecins à décrire très-exactement les causes des accidents, et à vérifier surtout si les malheurs qu'on déplore sont dus à quelque imprudence de la part des ouvriers ou à l'insuffisance des mesures de protection. Les médecins doivent, en outre, signaler spontanément toute particularité sur laquelle aurait à porter l'enquête supplémentaire du sous-inspecteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ordre du Parlement), les faits intéressant les fabriques qu'ils ont relevés dans leur service.

2° Les sous-inspecteurs, qui constituent le rouage essentiellement actif du service, se recrutent indistinctement dans toutes les classes du public. Ils doivent, pour être admis, satisfaire à certaines conditions d'âge (de vingt-cinq à quarante ans au plus), de santé et de moralité, puis avoir subi, d'une manière convenable, devant la *Commission des services civils*, un examen qui porte sur l'écriture et l'orthographe, l'arithmétique, le latin ou une langue étrangère moderne, l'histoire d'Angleterre, la géographie, la rédaction d'un résumé ou extrait de documents officiels, les éléments d'économie politique, une composition anglaise. Les candidats sont nommés par le Ministre de l'intérieur et commencent par faire un stage dans les bureaux de l'un des inspecteurs généraux.

Les attributions communes aux inspecteurs et aux sous-inspecteurs, chacun dans les limites de sa circonscription, sont relatives aux objets ci-après :

Ils peuvent entrer à toute heure *de jour et de nuit* dans les fabriques où l'on occupe des enfants, des adolescents ou des femmes, et à toute heure *de jour* dans les établissements qu'ils supposent être des fabriques soumises au régime légal. Ils peuvent pénétrer également dans les écoles où l'on instruit des enfants employés dans les manufactures.

Ils examinent les individus occupés dans les fabriques, ainsi que les enfants fréquentant l'école.

Ils vérifient les registres, certificats, affiches et autres documents tenus en conformité de la loi.

Ils ont le droit, pour faciliter leurs investigations, de convoquer le médecin certificateur du district et même toute autre personne qu'ils jugent propre à les éclairer.

Ils désignent les points de la fabrique, indépendamment de l'entrée, où seront affichés les extraits des actes et autres pièces prescrites par la loi. Ils approuvent la *notice* que le maître de fabrique est tenu d'afficher quand il se propose de faire travailler les enfants ou adolescents entre sept heures du matin et sept heures du soir.

Ils approuvent par écrit le choix de l'horloge publique destinée à marquer les heures de travail.

Ils fixent, à la demande du fabricant, les honoraires à payer au médecin certificateur.

Ils peuvent exiger qu'on leur envoie des extraits des registres et autres documents de nature à aider aux investigations qu'ils poursuivent en vertu de la loi (mais non en vue de tout autre objet).

Ils se font délivrer par le bureau des naissances du Royaume, quand ils le jugent nécessaire, des copies des actes de naissance ou de baptême des personnes employées dans les manufactures.

Ils vérifient si les ateliers régis par l'acte de 1864 sont tenus dans un état de pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

preté et d'aération tel que les poussières, gaz ou autres impuretés engendrées par la fabrication ne risquent pas de nuire à la santé des travailleurs.

Ils peuvent autoriser, en certains cas, des heures de repos différentes pour une partie des jeunes gens de la fabrique.

Ils peuvent autoriser également, en certains cas spéciaux, la visite médicale et la délivrance des certificats dans un lieu autre que la fabrique.

Ils peuvent annuler les certificats médicaux qui, pour un motif quelconque, leur paraissent entachés d'inexactitude.

Ils délivrent aux personnes qui demandent à faire la preuve de leur âge une réquisition tendant à leur faire obtenir copie du registre des naissances.

Ils portent plainte en justice, dans le cas d'accidents, contre les patrons qui, nonobstant un avis écrit, ont persisté à employer des enfants, des adolescents ou des femmes sans moyens de défense suffisants.

Ils peuvent citer ou faire citer en justice tout individu qu'ils accusent d'avoir violé la loi, et ils peuvent appeler en témoignage toute personne qu'ils jugent utile de faire entendre.

Ils peuvent requérir les constables ou autres officiers de paix pour se faire ouvrir la fabrique et se faire assister dans leurs investigations. Ils peuvent leur donner l'ordre de citer en justice les délinquants et les témoins qu'ils désignent.

Pénalités. — Emploi du produit des amendes.

Pénalités. — Les pénalités établies par la loi pour les diverses contraventions aux actes sus-mentionnés consistent essentiellement dans des amendes. La peine de l'emprisonnement n'est prévue que pour un seul cas, celui où il y aurait eu fabrication de faux certificats.

Les délits prévus et les pénalités correspondantes sont les suivants (1) :

Est puni d'une amende de 25 francs au moins et de 75 francs au plus le maître d'une fabrique qui aura employé : un enfant âgé de moins de huit ans, un enfant de huit à seize ans sans le certificat médical, un enfant de huit à treize ans sans le certificat d'école, un enfant, un adolescent ou une femme d'âge quelconque pendant un temps plus long que la journée réglementaire ou en dehors des heures prescrites, ou sans observer les repos légaux et les jours de fête obligatoires, etc. Les amendes ci-dessus sont encourues autant de fois qu'il y a de personnes donnant lieu à contravention, quel que soit le nombre de ces personnes.

En cas de récidive, suivant qu'il s'agit d'une première ou d'une troisième récidive, l'amende varie de 37^{f},50 (1,5 livre) à 75 francs.

---

(1) Nous ne citons que les principaux parmi ceux qu'énumère le rapport de M. de Freycinet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si la contravention a lieu pendant la nuit, le chiffre de l'amende est de 50 francs au moins et 125 francs au plus.

En cas de récidive, suivant qu'il s'agit d'une première ou d'une troisième récidive, l'amende varie de 62f,50 (2,5 livres) à 125 francs.

L'amende est recouvrable immédiatement ou dans le délai fixé par le juge ; à défaut de payement, elle entraîne la saisie.

Est punie d'une amende de 6f,25 (5 shillings) à 25 francs au plus le père, parent, tuteur ou autre personne chargée de la garde de l'enfant ou de l'adolescent, qui aura concouru ou consenti à l'emploi dudit enfant ou adolescent dans les conditions illégales sus-mentionnées ou qui n'aura pas obligé l'enfant à fréquenter régulièrement l'école.

Est puni de la même peine le mari qui autorise l'emploi de sa femme pendant la nuit.

Suivant le nombre de récidives, l'amende varie de 12f,50 à 25 francs.

Le défaut de nettoyage par le blanchiment à la chaux est puni d'une amende de 75 à 250 francs.

Est puni d'une amende de 125 francs au moins et de 500 au plus le maître de fabrique qui n'aura pas suffisamment protégé les abords des mécanismes. Suivant le nombre de récidives, l'amende varie de 250 à 500 francs.

Si, par suite de la contravention, quelque personne a souffert d'un accident, l'amende est de 250 francs au moins et de 2 500 francs au plus.

Tout empêchement au service de l'inspection ou du médecin est puni d'une amende de 75 à 250 francs ; si c'est la nuit, l'amende est de 500 à 1 250 francs.

Est puni d'une amende de 125 à 500 francs ou d'un emprisonnement dont la durée ne peut excéder six mois, tout individu qui aura fabriqué, signé, contre-signé ou délivré sciemment un faux certificat, ou qui aura fait usage sciemment d'un certificat ainsi falsifié. Est puni de la même peine, tout individu qui aura fait ou signé une fausse déclaration. Suivant le nombre de récidives, l'amende varie de 250 à 500 francs.

Emploi du produit des amendes. — Les fonds provenant des amendes sont employés par les inspecteurs, sous l'approbation du Ministre de l'intérieur, à fonder ou soutenir des écoles dans les districts qui en sont peu ou mal pourvus. Cette faculté s'exerce le plus souvent en vue de créer une concurrence à certaines institutions mal famées, qui n'offrent pas une garantie suffisante d'instruction ou de moralité aux enfants obligés de les fréquenter. L'école rivale une fois établie grâce à ces subsides, l'inspecteur peut user de son droit en réprouvant l'institution qu'il trouve défectueuse et annuler les certificats qui en émanent.

Résultats obtenus.

La loi s'exécute aujourd'hui dans toute l'Angleterre avec une ponctualité remarquable. Elle est universellement respectée des manufacturiers et, ce qui est mieux en-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

core, elle est aimée d'eux. Ils lui reconnaissent une action hautement moralisatrice; ils vont plus loin : ils déclarent qu'elle tourne au profit de l'industrie elle-même, parce qu'elle lui prépare des travailleurs plus robustes et plus intelligents. « La crainte seule « de la concurrence, disent-ils, empêchait les fabricants d'opérer spontanément une « réforme dont tous sentaient la nécessité, mais dont aucun n'osait prendre l'initia- « tive, à cause de l'infériorité momentanée qu'elle pouvait entraîner pour son auteur; « mais, du jour où la loi a prévenu ce danger, en rendant les conditions égales pour « tous, nous y avons applaudi sans réserve. »

S'il est un moment où l'on soit disposé à contester les mérites d'une loi restrictive, c'est à coup sûr celui où l'on en subit les atteintes pour la première fois. Eh bien, l'immense majorité des industriels consultés en 1865 n'a pas hésité à se prononcer catégoriquement en sa faveur. Des faits nombreux montrent, au surplus, le progrès considérable accompli, depuis une dizaine d'années, dans les mœurs industrielles de l'Angleterre. Des fabricants qui étaient, à l'origine, les plus récalcitrants obéissent aujourd'hui à la loi avec une docilité parfaite. Aussi, comme ensemble, peut-on affirmer que le triple résultat de la limitation du travail physique, de la fréquentation de l'école et de l'amélioration de l'hygiène des travailleurs a été obtenu d'une manière très-satisfaisante dans toute l'étendue du Royaume-Uni. Mais, en même temps, on est d'accord pour reconnaître que, si le but a été atteint, on le doit à l'inspection actuelle. La loi seule n'eût pas suffi pour amener les industriels à ces sages pratiques.

Les trois conditions fondamentales que les Anglais demandent à l'inspection sont : 1° une grande rigidité dans l'exécution de la loi; 2° une complète uniformité dans la manière d'opérer; 3° une dose suffisante de connaissances spéciales. Moyennant cela, l'inspection est franchement acceptée de tous les fabricants, et, ce qui le prouve, c'est la parfaite intelligence dans laquelle ils vivent avec les sous-inspecteurs.

Les conséquences de l'application de la loi sont faciles à saisir :

Dans l'ordre moral, il est incontestable que le niveau de la classe ouvrière, en Angleterre, s'est élevé et tend à s'élever de jour en jour davantage. L'enfant des manufactures est plus intelligent, non-seulement qu'il ne l'était autrefois, mais il l'est même plus que l'enfant libre d'aujourd'hui, car l'alternance du travail physique et du travail intellectuel, du séjour à l'usine et du séjour à l'école à laquelle il est soumis par la loi, est plus favorable à son développement que la fréquentation exclusive de l'école. C'est là un fait que les dernières enquêtes ont révélé, et qui a enthousiasmé l'Angleterre; quant à l'ouvrier, plus instruit dans l'enfance, il est plus moral dans l'âge mûr.

Dans l'ordre physique, les résultats sont peut-être plus frappants encore. L'aspect des enfants et des jeunes filles occupés dans les filatures a totalement changé. Pour apprécier toute l'étendue du changement, il faut comparer ces jeunes travailleurs avec ceux des industries où le législateur n'a pas encore porté la main et où se sont perpétués les abus d'autrefois.

Le nombre des contraventions constatées annuellement, malgré une vigilance des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus actives, est relativement peu considérable. Ce nombre, en **1866**, ne s'est pas élevé à huit cents, soit moins d'une contravention pour douze cents travailleurs (1). Le chiffre des amendes a été de **17000** francs ou de **1f,70** par établissement réglementé. Le produit des pénalités reçoit la meilleure destination qu'on puisse souhaiter, puisque, ainsi qu'on l'a dit plus haut, il sert à encourager les écoles.

Quant au nombre des accidents, toujours trop fort au point de vue de l'humanité, il a déjà beaucoup diminué et diminue tous les ans. En **1866**, il y a eu une blessure grave sur sept cents travailleurs et un mort seulement sur vingt-sept mille.

En résumé, le peuple anglais, loin de regretter la voie dans laquelle il est entré, s'y engage chaque jour davantage. Les maîtres de fabrique, ceux-mêmes qui étaient d'abord opposés à la mesure, reconnaissent aujourd'hui qu'elle tourne au profit de la production elle-même. Quant aux ouvriers, ils y voient un instrument de progrès et de bien-être. Les uns et les autres acceptent sans répugnance la présence des agents de l'autorité dans les fabriques, seul moyen, selon eux, d'assurer la réalisation du bien contenu dans la loi.

(M.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur le bombyx du Japon, dit Yama-Maï, par M. Outrey, Ministre de France, au Japon. — Le bombyx Yama-Maï est élevé sur une échelle assez considérable dans les provinces d'Ochiou et de Sui-Shiou, au centre de l'île de Nippon, qui sont, d'ailleurs, les districts séricicoles les plus importants du pays. Quoiqu'il semble prouvé que ce ver se nourrisse presque indistinctement de différentes espèces de chênes ou de châtaigniers, c'est le *Quercus serrata* qui est spécialement cultivé dans ces deux provinces, où des plants maintenus à une hauteur de **5** à **6** pieds au plus sont réservés à cette éducation.

Dès les premiers jours d'avril, à l'époque où les bourgeons du Quercus serrata commencent à s'ouvrir au Japon, les œufs du Yama-Maï qui, depuis le mois d'août, ont été soigneusement conservés à l'abri de la chaleur, sont étendus sur des feuilles de papier dans des chambres bien aérées. Vers le **15** avril ont lieu les premières éclosions, et les jeunes vers sont placés sur des branches de chêne dont le pied

(1) Au moment où ces chiffres ont été relevés, on n'avait pas encore adopté les nouveaux bills qui, depuis cette époque, ont étendu la protection à **2500000** travailleurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

baigne dans l'eau et où ils se nourrissent de feuilles naissantes. Le trop grand soleil est alors la seule chose qu'il faille éviter et un peu d'humidité n'est pas à craindre. La croissance est assez rapide pendant les huit premiers jours; à cette époque, a lieu la première mue et quand, trois jours après, il sort de son sommeil, le ver peut, sans inconvénient, être abandonné en plein air sur les plants de chêne qui lui sont destinés.

Il a été impossible, jusqu'ici, d'arriver en Europe à retarder l'éclosion des œufs du Yama-Maï pendant un temps suffisant pour que le ver trouve, en sortant de la coquille, des feuilles déjà assez formées pour le nourrir. Il est donc important, jusqu'à ce que l'espèce reproduite en Europe pendant plusieurs générations ait pu s'accoutumer à la différence de notre climat, de suppléer artificiellement à cette lacune en obtenant, en serre, quelques pieds de chênes hâtifs. Grâce à ce soin, les jeunes vers pourront être facilement élevés, jusqu'au moment où les chênes, placés dans des conditions ordinaires, fourniront à leur nourriture. Il a été reconnu, par l'expérience, que les différentes espèces de chênes que nous possédons en Europe, ainsi que le châtaignier, à défaut d'autre aliment, peuvent parfaitement convenir au bombyx du Japon; dès lors, il semble facile, une fois cette espèce acclimatée, d'en propager l'éducation en France dans les conditions où elle se fait au Japon.

Après quatre mues successives et une période qui varie, suivant la température, entre quarante et cinquante jours, le Yama-Maï commence à filer son cocon sur les branches mêmes de l'arbre où il a été élevé. Dix jours après, il est d'usage, au Japon, d'enlever tous ces cocons, parmi lesquels, autant qu'il est possible de les distinguer par eur dimension et leur forme plus ou moins arrondie, on sépare les mâles des femelles. Les cocons mâles sont mis à l'étuve pour être plus tard dévidés et les cocons femelles placés sous des paniers en osier. A l'époque de l'éclosion des papillons, environ quarante ou quarante-cinq jours après la montée, ces paniers sont placés par les Japonais en dehors de leurs habitations et les papillons mâles sauvages viennent la nuit, de plusieurs lieues de distance quelquefois, féconder les femelles à travers les mailles des paniers où elles sont renfermées.

A partir de la première mue jusqu'au moment de la récolte des cocons, il n'y a donc aucun soin particulier à prendre du Yama-Maï, qui se développe de lui-même en plein air. La seule précaution à observer dans certains cas, c'est d'éloigner les oiseaux de l'endroit où se trouvent les plants de chêne destinés à cette éducation.

Les pluies, si fréquentes au Japon, ne semblent pas nuire au Yama-Maï; on a pu remarquer, au contraire, que, après plusieurs journées de sécheresse, une humidité, même factice, donnait de la force au ver souvent affaibli par une trop grande chaleur.

Le cocon du Yama-Maï peut être dévidé par le même procédé que le cocon du bombyx du mûrier. Les Japonais ont soin, cependant, de mettre une petite quantité de cendre dans la bassine où se trouvent plongés les cocons au moment du dévidage,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sans doute afin de dissoudre la matière, souvent fort dure, qui rend les fils adhérents. Le cocon, d'un blanc verdâtre à l'extérieur et d'un beau blanc à l'intérieur, produit une soie de belle qualité, très-forte, très-brillante et fort recherchée au Japon où elle ne s'emploie cependant que mêlée au coton ou à la soie ordinaire; elle forme, ainsi combinée, des dessins brillants d'un assez bel effet sur le fond mat de la trame. Les étoffes qu'on obtient ainsi servent aux vêtements de luxe des femmes japonaises et se vendent à un prix fort élevé; mais on ne doute pas qu'il ne soit facile de faire de la soie du Yama-Maï un meilleur usage en Europe, où les procédés de fabrication dont on dispose permettraient de l'employer d'une façon plus étendue si l'éducation de ce bombyx pouvait devenir générale. (*Extrait des Annales du commerce extérieur.*)

Sur l'imperméabilisation de la toile, par M. Kuhr.— La toile ordinaire, employée en tentes, ne préserve que faiblement de la pluie, et laisse reconnaître la nécessité de trouver un moyen économique de la rendre imperméable à l'eau, sans intercepter le passage de l'air, et sans nuire à son aspect, condition qui exclut l'emploi des vernis d'huile siccative ou de caoutchouc. Il importe, par conséquent, d'enduire les fils de la toile d'un corps insoluble dans l'eau et difficile à mouiller. Or, les combinaisons de l'alumine avec les acides gras ou résineux, ou plutôt avec le mélange de ces acides, sont précisément dans ce cas, et l'on réalise facilement cette préparation en trempant les toiles dans un bain de sulfate d'alumine, puis dans un bain de savon, et enfin dans un autre bain d'eau pour les laver; après quoi, on les sèche et on les calandre entre des cylindres. Cette opération doit être rémunératrice principalement pour les fabricants de gélatine ou de toiles cirées qui possèdent déjà les emplacements et le matériel convenables pour ce travail.

Pour bain alumineux, l'auteur indique le sulfate neutre d'alumine ($Al^2 O^3$, $3 S O^3 + 18 H O$). Ce sel se trouve à très-bon marché dans le commerce, et il en faut 1 partie pour 10 parties d'eau. La dissolution se fait facilement à froid.

La meilleure méthode pour préparer le bain de savon consiste à faire bouillir 1 partie de colophane claire et 1 partie de carbonate de soude cristallisé, dans 10 parties d'eau, jusqu'à ce que la colophane soit complétement dissoute; on ajoute ensuite un tiers de partie de chlorure de sodium, et enfin on redissout le précipité formé en le faisant bouillir avec 30 parties d'eau et 1 partie de savon blanc. Le savon dit de résine, que l'on trouve tout préparé dans le commerce, se compose réellement d'environ 1 tiers de savon de résine et de 2 tiers de savon d'huile de palme; il serait très-bon s'il ne communiquait pas aux tissus une couleur trop brune. L'auteur, d'après son expérience, croit que l'on ne doit pas recommander le savon de résine employé seul, parce que les résinates d'alumine deviennent trop secs et se réduisent en poussière par l'effet du temps, tandis que les sels d'alumine formés par les acides gras restent un peu poisseux et se chargent trop facilement de poussière. On peut remédier à tous ces inconvénients par le mélange des deux sortes de savon, comme nous l'avons indiqué

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus haut. L'auteur recommande donc de préférer ce mélange. C'est à chaud que l'on doit en faire l'application.

Il faut, pour cela, employer trois cuves en bois, placées l'une à la suite de l'autre, et contenant successivement les solutions d'alun et de savon, et enfin le dernier bain d'eau. Les dispositions doivent être telles, que les tissus soient obligés de passer dans les liquides et d'y être complétement baignés. Pour les petits objets, on peut se contenter de les plonger dans le bain d'alun, puis de les étendre et de les couvrir de la solution de savon avec une brosse. On peut encore appliquer successivement, avec une brosse, les deux solutions, et ce moyen est même à peu près le seul praticable pour les objets déjà terminés. On laisse alors la pluie emporter le savon et le sulfate de soude superflus.

M. le docteur Hager et M. le docteur Jacobsen ont ajouté à cette note les observations suivantes :

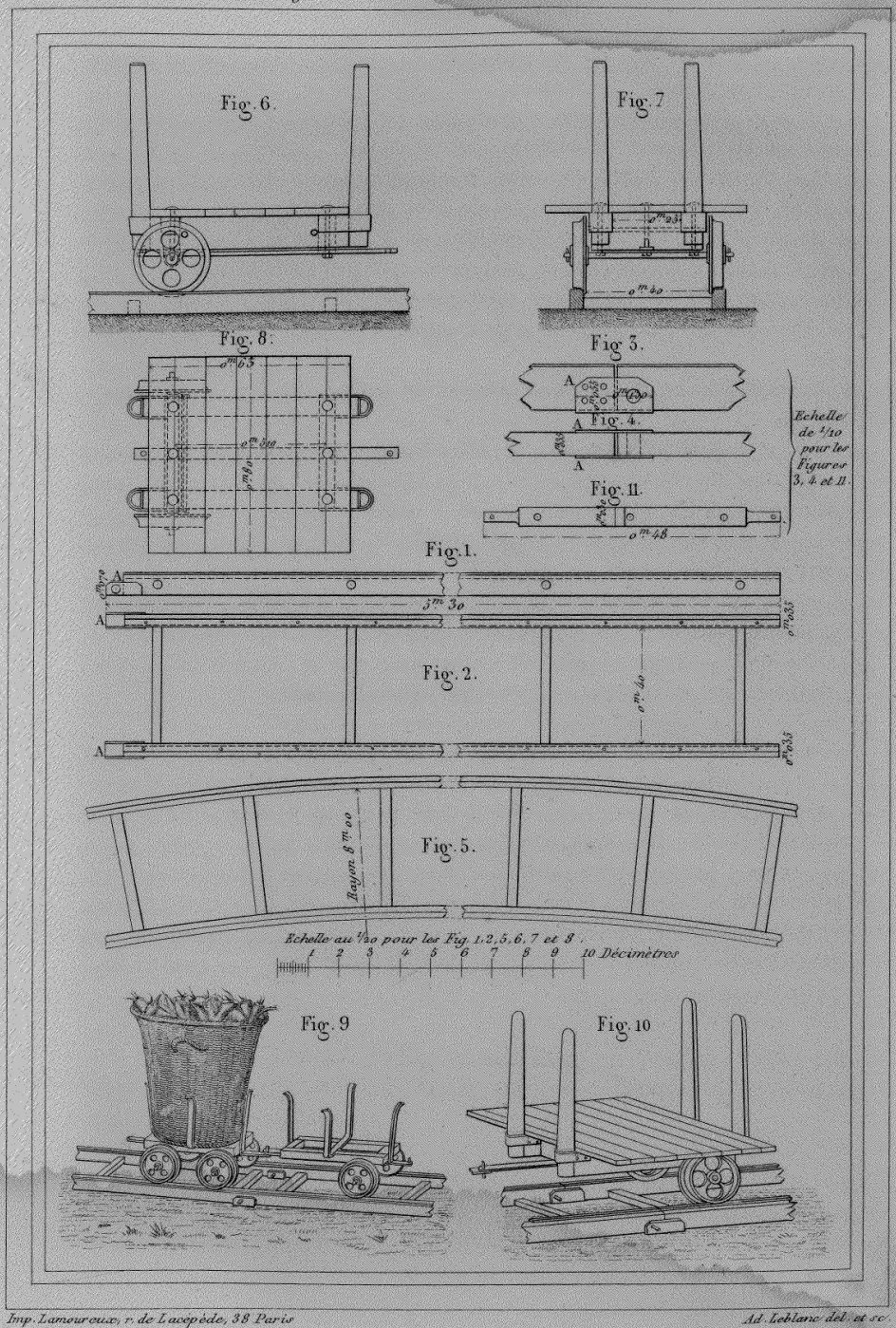
A Berlin, depuis environ deux ans, M. Hiller fabrique, avec beaucoup de succès et d'économie, des objets imperméables en toile et en corderie, en les imprégnant, selon les informations reçues, de silicate d'alumine et de silicate de cuivre auxquels il joint peut-être un peu de sels gras ou résineux formés de ces bases. La pénétration des tissus par ces substances doit vraisemblablement se faire dans le même ordre que dans le cas précédent, par l'immersion dans un bain de sulfate d'alumine et de sulfate de cuivre, puis dans un bain de verre soluble et de savon de résine. L'addition du sel de cuivre doit avoir pour effet de préserver la toile, mieux que ne peut le faire l'alumine, de la pourriture et des autres genres d'altération. (*Industrieblätter.*)

Purification de l'eau par l'éponge de fer, par M. Bischof. — M. Bischof a, dernièrement, appelé l'attention de la Société *des sciences naturelles et médicales du Bas-Rhin* sur l'énergie avec laquelle le fer en éponge décompose les matières organiques contenues dans l'eau. Un filtre convenablement garni de cette éponge laisse passer avec beaucoup de rapidité l'eau impure et l'assainit si parfaitement, que l'on peut ensuite la boire sans le moindre danger. Elle n'a plus alors aucun mauvais goût et reste claire pendant des mois entiers. Des eaux fétides et d'un brun sombre ont été, par ce moyen, rendues limpides comme du cristal et tout à fait exemptes d'odeur. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

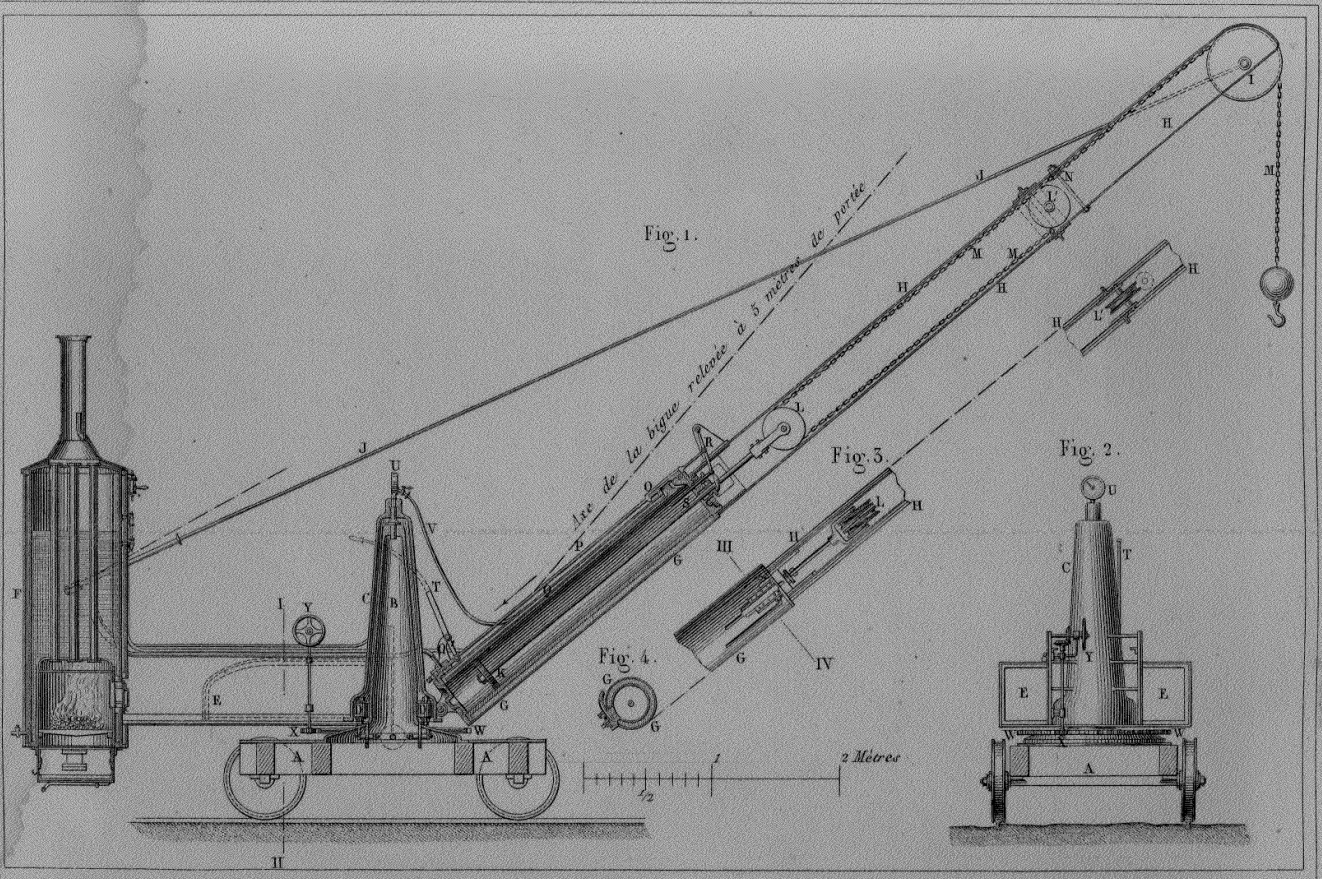
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris Ad. Leblanc del. et sc.

CHEMIN DE FER PORTATIF, PAR M. H. CORBIN

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

GRUE A VAPEUR A TRACTION DIRECTE, PAR M. J. CHRÉTIEN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

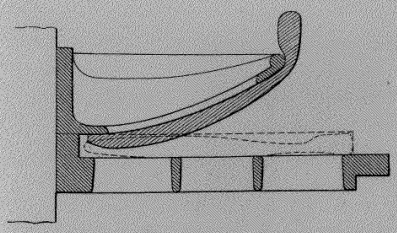


Fig. 4.

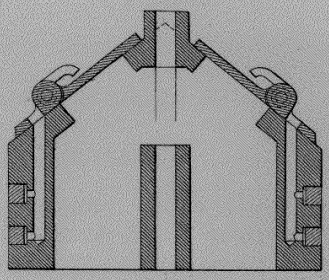


Fig. 3.

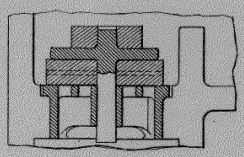


Fig. 5.

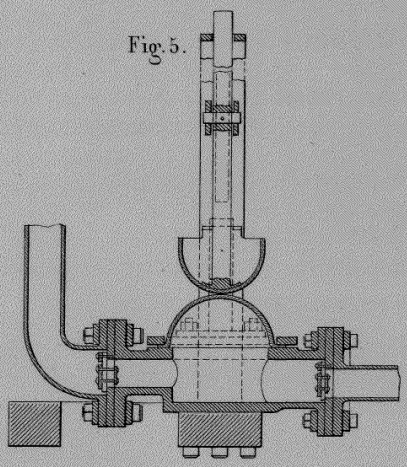


Fig. 2.

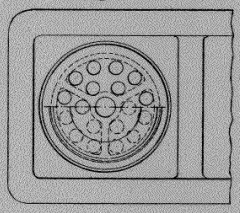


Fig. 6.

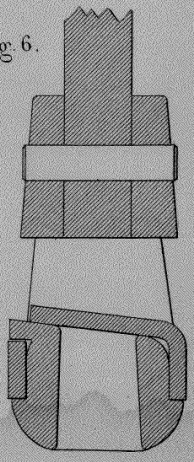


Fig. 7.

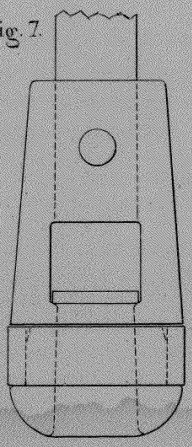


Fig. 9.

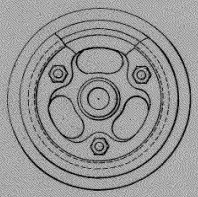


Fig. 10.

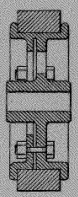
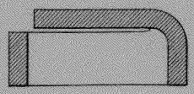


Fig. 8.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris. *Ad. Leblanc del. et sc.*

APPLICATIONS MÉCANIQUES DU CAOUTCHOUC VULCANISÉ

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Juillet 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* MACHINES *pour la fabrication des* ROUES DE VOITURES, *imaginées par* M. GUILLIET, *à Auxerre.*

Messieurs, M. Guilliet, mécanicien, à Auxerre, a soumis à l'appréciation de la Société une importante série de machines à travailler les bois destinés à la fabrication des roues de voitures, et nous venons vous rendre compte du résultat de l'examen que nous avons fait de ce matériel intéressant.

Déjà M. Guilliet, à l'Exposition de 1867, avait fait connaître des outils de différentes formes, en acier évidé à la meule, agissant très-efficacement et très-habilement sur le bois, et nous avions eu l'occasion d'en apprécier tous les avantages, bien que ces outils fussent montés, sans doute avec trop de précipitation, sur un bâti mal étudié et tout à fait provisoire qui n'avait pas permis au Jury de récompenser ce constructeur comme il l'aurait été peut-être d'après le seul examen des outils eux-mêmes.

Aussi, lorsque nous vîmes en fonction l'ensemble des nouvelles machines, fûmes-nous très-étonnés, nous dirions presque très-enthousiasmés de trouver que, cette fois, l'habileté des dispositions ne le cédait en rien au bon fonctionnement des divers outils, et sous l'empire de cette première impression,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

partagée, d'ailleurs, avec toute la bienveillance que vous savez, par notre collègue et cher président M. le baron Séguier, nous avions formé le projet de vous soumettre immédiatement nos appréciations favorables sans les avoir autrement discutées.

Cependant les machines que nous avions à examiner avaient été installées dans un atelier qui n'appartenait pas à M. Guilliet; cette installation avait pour but de faire prendre une décision sur l'achat conditionnel du système général, et notre rapport pouvait apporter un argument en faveur de l'un des deux intérêts en présence.

Dans cette situation nous avons dû taire nos appréciations et ne pas vous engager à porter un jugement aussi prompt et qui pût avoir quelque influence sur une question secondaire, tout à fait en dehors de la seule question qui vous intéresse, celle du progrès industriel.

Cependant les intérêts engagés ont eu le temps de se calmer, et nous manquerions peut-être à notre devoir si nous ne tenions à apporter, en temps utile, à un véritable et sérieux inventeur les encouragements généraux auxquels il a droit.

Les machines de M. Guilliet peuvent se répartir à trois groupes :

1° Trois machines pour la fabrication de rais.

Préparation des bois.

Façonnage des corps des rais.

Façonnage des tenons.

2° Cinq machines pour la fabrication des jantes.

Débit suivant l'épaisseur.

Débit circulaire.

Coupe de longueur.

Mortaisage des jantes.

Équarrissage des mortaises.

3° Trois machines pour la fabrication des moyeux.

Perçage des moyeux.

Tournage des moyeux.

Mortaisage des moyeux.

Ces onze machines, comme on le voit par cette énumération, ont pour objet de supprimer tout le travail à la main, si ce n'est celui du montage, et pour chacune des opérations il est absolument nécessaire qu'elles puissent opérer entre certaines limites de dimensions, suivant les conditions de chaque commande à exécuter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La fabrication mécanique, appliquée dans ces conditions, présente à la fois des avantages et des inconvénients. Parmi les avantages qui incombent au système de M. Guilliet nous pouvons citer une grande économie de main-d'œuvre, une plus complète identité dans les formes, un bon aménagement du bois que ses outils travaillent sans le fendre jamais; mais ces avantages ne peuvent s'appliquer qu'à une fabrication de quelque importance pour chacun des types, au moins en ce qui concerne quelques-unes des opérations exigeant un outillage dispendieux.

Nous ne saurions, en l'absence de toute donnée sur une fabrication suivie, établir, avec quelque exactitude, les limites au delà desquelles la fabrication mécanique est plus avantageuse; mais nous pouvons déjà faire connaître, avec quelques détails, le mode d'action très-bien combiné auquel M. Guilliet a recours pour chacune de ses opérations.

Façonnage mécanique des rais. — La première machine de cette série, destinée seulement à équarrir les bois qui doivent être convertis en rais, ne présente rien de particulier. Elle se compose de deux scies circulaires dont les axes horizontaux sont placés dans le prolongement l'un de l'autre avec facilité de rapprocher à volonté les deux scies. Le bois est pincé par bout entre deux griffes et le chariot qui les porte est dirigé à la main pendant le passage du rais entre les scies.

La machine qui donne la forme aux rais est beaucoup plus intéressante, comme le sont, d'ailleurs, tous les appareils antérieurs, destinés au même objet et, bien qu'elle emprunte à ses devancières leur principe général, elle se recommande néanmoins par plus d'une heureuse modification.

La partie fixe de la machine reçoit quatorze rais, dont un en fer pour servir de modèle; ils sont placés parallèlement en deux séries distinctes se faisant face; chacun des rais peut être animé d'un mouvement de rotation sur lui-même et, au moyen d'un arbre longitudinal muni de deux filetages à pas contraires, les deux séries peuvent se rapprocher ou s'éloigner simultanément l'une de l'autre d'une manière absolument automatique, si ce n'est au moment du changement de sens dans le mouvement.

La partie mobile se compose d'une double fourche à huit branches, articulée en son milieu et portant dans chaque enfourchement une poulie solidaire avec un outil à moulure et opérant d'un côté au-dessus de la fourche, de l'autre côté au-dessous. Cette pièce mobile est constamment appuyée contre les quatorze rais au moyen d'un ressort dont la pression n'a pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

besoin, par suite de la disposition des outils, d'être bien grande pour que les copeaux se détachent sur tous les points avec une exactitude très-satisfaisante.

Nous retrouverons, dans les appareils que nous avons encore à décrire, ce principe d'une pièce mobile venant travailler, aux points convenables, sur une contre-partie dépendant d'un bâti solidement fixé au sol.

Chaque rais ayant été ainsi façonné, le tenon d'assemblage est formé, à l'une des extrémités, par un système de deux outils rotatifs, montés sur un même axe vertical et pouvant, suivant les besoins, se rapprocher plus ou moins l'un de l'autre.

Façonnage mécanique des jantes. — La première machine de cette série a pour objet de donner aux pièces de bois qui doivent former les segments des jantes l'épaisseur convenable, réglée par l'intervalle compris entre deux scies horizontales dont l'arbre est solidement guidé dans un bâti. La partie de la machine mobile à la main se compose d'un grand support tournant également autour d'un axe vertical, et dont les bras, reliés deux à deux, permettent de fixer à sa place chacun des segments qui sont successivement placés ou enlevés par des manœuvres à 120 degrés de la position dans laquelle la scie exerce son action. On évite ainsi toute perte de temps dans le fonctionnement de l'outil principal.

Le même principe est appliqué au façonnage circulaire des segments, montés, au nombre de trois, sur une étoile analogue, mobile à la main autour de son centre, pendant que deux outils rotatifs rabotent simultanément la face intérieure et la face extérieure en ménageant entre elles l'épaisseur correspondant à celle de la jante que l'on veut obtenir.

L'affranchissement des deux bouts de chaque segment et leur perçage se faisant sur une seule machine, il faut opérer deux mises en place successives au moyen de petites presses à vis, opérations dans lesquelles l'ouvrier se trouve guidé par des buttoirs dont la position est déterminée une fois pour toutes. La pièce ainsi maintenue dans la presse passe devant une scie qui coupe la face de joint et se ramène ensuite devant la mèche qui doit la percer.

Le segment ayant, dès lors, sa forme géométrique définitive, le percement des mortaises destinées à l'assemblage des rais n'est plus qu'une opération simple dans laquelle il suffit que la mèche puisse agir successivement suivant le rayon, à des intervalles équidistants. Les extrémités de ces mortaises devant être évasées dans le sens de leur plus grande dimension, la table qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

porte le segment est soumise à un mouvement d'oscillation autour d'un axe horizontal pendant le fonctionnement de la mèche.

Reste ensuite à équarrir les angles de cette mortaise, ce qui se fait, sur un bâti spécial, à l'aide d'un double bec-d'âne dont les tranchants se meuvent l'un par rapport à l'autre avec l'inclinaison réclamée par le tracé.

Façonnage mécanique des moyeux. — La première opération consiste dans le perçage du tronçon avec lequel on veut faire un moyeu. Ce tronçon est d'abord centré sur un outil mobile, sorte de presse à pointe, à l'aide duquel on le présente dans un support à griffe faisant partie du chariot à coulisse qui guide le moyeu pendant qu'il est soumis à l'action d'une mèche animée d'une très-grande vitesse. Le trou cylindrique, ainsi obtenu, servira, dans les opérations ultérieures, à assurer la vraie position de la pièce préparée.

Le tour à moyeu est particulièrement remarquable et peut être considéré comme résolvant complétement le problème pour lequel il a été combiné. Le moyeu brut est centré sur une broche par le trou de forage, et il se trouve animé, à la main, d'un mouvement de rotation autour de son axe pendant que l'outil qui doit lui donner le profil tourne très-rapidement autour d'un axe parallèle par l'intermédiaire d'une poulie commandée mécaniquement. Pour que le travail fût parfait il fallait, dans cette condition, que l'outil n'agît jamais que sous une inclinaison suffisante pour éviter les éclats; M. Guilliet a donné cette inclinaison à sa disposition générale. Il fallait, en outre, que les parties les plus saillantes fussent atteintes en premier lieu et que l'outil, assez résistant pour ne pas vibrer, fût évidé de manière à ne rencontrer la surface à raboter que par son tranchant. Aussi sa forme est-elle compliquée, mais si satisfaisante cependant, que les copeaux les plus épais sont enlevés sans hésitation en déterminant une surface tout d'abord très-bien dégrossie et qui se perfectionne par un dernier rapprochement du chariot qui porte la pièce. Aucune des machines à outil fixe qui ont été essayées jusqu'à présent n'avait réussi d'une manière pratique, ce qui donne une véritable valeur à la solution actuelle.

Inutile d'ajouter que deux rabots accessoires sont chargés de dresser en même temps les deux faces planes du moyeu qui est, dès lors, préparé pour l'opération du mortaisage. Deux petites rainures ménagées dans l'outil principal reçoivent, d'ailleurs, deux cordons en saillie pour guider la mise en place dans cette dernière opération.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tournage du moyeu se termine sur la machine à mortaiser, qui est disposée de manière à faire successivement les différentes mortaises qui doivent être également espacées, au moyen d'un diviseur que porte la machine. Le moyeu est monté sur un axe fixé à un chariot qui peut prendre l'inclinaison à donner aux rais et glisser entre des limites fixées par des arrêts sous un foret vertical, limité aussi dans ses mouvements. Quand le travail du foret est terminé, un nouveau déplacement du chariot fait passer la mortaise devant le bec-d'âne qui est chargé d'en équarrir les extrémités.

D'une manière générale on peut dire que toutes les machines de M. Guilliet sont composées d'outils fonctionnant par courroies avec la vitesse convenable et dans des conditions telles que le mouvement de transport des pièces travaillées et, dans certains cas, les déplacements des outils eux-mêmes sont effectués à la main, par l'intermédiaire de leviers bien disposés et en tenant suffisamment l'ouvrier à distance.

Tel est, Messieurs, l'ensemble du système imaginé et réalisé par M. Guilliet; toutes les opérations sont convenablement ordonnées; le résultat de chacune d'elles est satisfaisant sous le rapport de la rapidité du travail et d'une exécution irréprochable. La machine à façonner les rais et surtout la machine à tourner les moyeux sont, en particulier, très-remarquables; la disposition seule des outils, imités le plus souvent, quant à la forme, de ceux de Grimpé, mérite, à un haut degré, votre approbation, et votre comité des arts mécaniques n'hésite pas à vous signaler l'œuvre de M. Guilliet comme tout à fait digne de vos éloges et de l'attention des industriels.

Les dessins des deux machines que nous venons de citer devraient, d'ailleurs, accompagner le présent rapport, dont nous vous proposons d'ordonner l'insertion dans votre *Bulletin*, en remerciant M. Guilliet de son importante communication.

Signé TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *novembre* 1871.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 471 REPRÉSENTANT LES MACHINES A FAÇONNER LES RAIS ET A TOURNER LES MOYEUX DES ROUES DE VOITURES DE M. GUILLIET.

Machine à façonner les rais.

Fig. 1. Élévation longitudinale de la machine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. Section longitudinale de ladite machine.

A A′, bâti de la machine.

B, B′, chariots porteurs des pièces de bois destinées à être façonnées en rais ; le premier, B, repose sur une table sur laquelle il peut glisser, tandis que le second est, en quelque sorte, suspendu sous la partie A′ du bâti, le long de laquelle il peut également glisser. Le mouvement de ces deux chariots est simultané, et ils peuvent se rapprocher ou s'éloigner l'un de l'autre de la même quantité.

C, arbre horizontal commandant le mouvement de translation des deux chariots B, B′, et muni, à cet effet, de deux filetages à pas contraires (fig. 2).

D, D′, pièces de bois équarries par une précédente machine, et destinées à être façonnées en rais; il y en a sept semblables portées par le chariot B′, tandis que le chariot B n'en porte que six, parce qu'il reçoit le rais en fer qui sert de gabarit ou modèle pour la confection des treize autres. Ces pièces de bois sont disposées parallèlement en deux séries, et chacune d'elles est animée d'un mouvement de rotation sur elle-même.

E, E′, pignons moteurs des pièces de bois D, D′ ; au nombre de sept pour chaque chariot, ils sont mis en mouvement par l'arbre C au moyen de roues d'engrenage.

F, F′, semelles fixées à l'extrémité de chacun des axes des pignons E, E′, et recevant l'un des bouts des pièces de bois D, D′, tandis que l'autre bout est maintenu par des vis à pointe analogues à celles des tours ordinaires ; ces vis sont adaptées à la traverse d'arrière de chacun des chariots.

On voit que l'arbre C commande à la fois le mouvement de translation des deux chariots et le mouvement de rotation des pièces de bois D, D′ ; on verra plus loin comment il est mis lui-même en mouvement.

G G′, grand levier oscillant en son milieu G′, et portant, à chacune de ses extrémités, sept outils destinés à travailler chacune des pièces de bois correspondantes D, D′; l'un des bras de ce levier se recourbe au-dessus du chariot B et porte ses outils en dessous, tandis que l'autre bras se recourbe en dessous du chariot B′ et porte ses outils en dessus.

H, H′, outils portés par le grand levier G G′, et agissant sur les pièces de bois.

I, I′, petites poulies calées sur les axes des outils H, H′, qu'elles mettent en mouvement.

J, grandes poulies, à axe oblique, installées de chaque côté de la machine et mettant en mouvement les petites poulies I, I′, au moyen d'une courroie unique (fig. 1).

K, ressort agissant contre le bras inférieur du grand levier G G′, qu'il tend constamment à relever pour maintenir en prise les outils H, H′.

L, levier servant, par son inclinaison, à régler la pression du ressort K ; lorsque les rais sont façonnés et doivent être retirés, il suffit d'abaisser ce levier; le ressort K n'étant plus alors en pression, le grand levier G G′ bascule sous le poids de son bras

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inférieur qui est plus lourd que l'autre, et les outils s'écartant permettent d'enlever les rais pour les remplacer par d'autres pièces de bois.

M, arbre moteur principal de tous les organes de la machine; placé sous le grand levier GG′ et s'étendant perpendiculairement à la direction du bâti AA′, il porte une poulie qui lui transmet, à l'aide d'une courroie, le mouvement de la machine à vapeur.

N, N′, roues d'angle disposées à chaque extrémité de l'arbre M (fig. 1), et transmettant le mouvement de cet arbre aux grandes poulies J et, par conséquent, aux outils H, H′.

O, roue dentée calée sur le milieu de l'arbre à deux pas de vis C (fig. 2), et recevant le mouvement de l'arbre moteur principal au moyen d'organes intermédiaires, qui la font tourner dans un sens ou dans l'autre, en même temps qu'ils produisent l'avancement ou le recul des chariots B, B′ nécessaire pour que toutes les parties des pièces de bois D, D′ soient soumises à l'action des outils H, H′; ces organes intermédiaires sont les suivants :

P, roue à dents hélicoïdales, engrenant avec une vis sans fin calée sur l'arbre M.

Q, roue dentée, fixée sur l'axe de la roue P et faisant tourner la roue O, dans un sens ou dans l'autre, au moyen de pignons intermédiaires qui sont mis alternativement en prise avec cette roue.

R, levier à deux bras formant équerre, et dont la position met en prise avec la roue O l'un ou l'autre des pignons intermédiaires qui font tourner cette roue et, par conséquent, l'arbre C dans un sens ou dans l'autre; ce levier est fixé par son sommet, qui est son centre d'oscillation, sur l'axe de la roue Q, et chacun de ses bras porte un des pignons dont il est question.

S, S′, tringles horizontales commandant le mouvement du levier à deux bras R, ainsi que le changement de marche des chariots.

T, T′, levier à main et levier à contre-poids pour la manœuvre des tringles S, S′.

U, tige à poignée (fig. 1), qu'il suffit de tirer lorsque les rais sont terminés, pour les soulever au-dessus des semelles F, F′ et les enlever facilement pour les remplacer par d'autres pièces de bois.

Machine à tourner les moyeux.

Fig. 3. Vue de profil de la machine.

Fig. 4. Vue en dessus.

Fig. 5. Plan de l'outil principal.

Fig. 6. Épure montrant la manière dont l'outil principal attaque le bois.

Les figures 5 et 6 sont à l'échelle de 1/6 de la grandeur d'exécution.

a, bâti creux portant tous les organes de la machine.

b, b, montants venus de fonte avec le bâti *a* et formant paliers pour recevoir l'arbre moteur *c*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c, arbre moteur de l'outil principal; il est commandé mécaniquement par l'intermédiaire d'une poulie calée à l'une de ses extrémités, et accomplit environ 2 000 tours par minute.

d, d, plateaux fixés sur l'arbre *c,* et portant, à leur circonférence, l'outil principal.

e, outil principal, donnant à la pièce de bois la forme exacte qu'elle doit recevoir pour constituer un moyeu; il est muni de deux rainures *f, f* (fig. 5), qui déterminent, sur la pièce de bois, des cordons servant à guider l'opération ultérieure du mortaisage.

g, g, rabots fixés également aux plateaux *d, d,* et opérant en même temps que l'outil *e* travaille, pour dresser les deux faces planes du moyeu.

h, chariot principal, glissant sur le bâti *a* et portant la pièce de bois à travailler.

i, vis et manivelle de manœuvre du chariot *h*, qu'on rapproche ou qu'on éloigne à volonté de l'outil *e.*

j, j', chariots plus petits, montés sur le chariot principal *i* et entre lesquels se place, sur une broche centrale, la pièce de bois préalablement percée suivant son axe.

k, k', vis de manœuvre des chariots *j, j'*, servant à les rapprocher l'un de l'autre et à soutenir, entre des poupées, la broche centrale qui supporte la pièce de bois.

l, l', petits volants de manœuvre servant à déplacer les chariots parallèlement à l'arbre *c.*

m, vis sans fin avec manivelle adaptée au chariot *j,* et permettant, à l'aide d'une roue intermédiaire, de transmettre à la main un mouvement de rotation à la pièce de bois pendant que l'arbre *c* qui porte l'outil principal tourne très-rapidement.

n, roue dentée engrenant avec la vis *m.*

Voici comment fonctionne la machine. Étant donné un tronçon de bois *o* non dégrossi, mais coupé à peu près de longueur et percé suivant son axe, on commence par le centrer sur les axes des chariots *j, j'*; la position de ceux-ci étant bien arrêtée au moyen des volants *l, l',* on fait alors avancer le chariot principal *h*, qui présente le tronçon de bois à l'action des outils *e, g;* puis, en même temps que ces derniers opèrent, on fait tourner la roue *n* en agissant sur la manivelle de la vis sans fin *m.*

p, p, sont des vis buttoirs qui tournent dans les montants *b,* et qui servent à régler au point voulu l'avancement du chariot *h* et, par conséquent, le diamètre à donner au moyeu.

Quand l'opération est terminée, ce qui demande une minute à peine, on retire le chariot *h*, puis on recule d'une petite quantité les chariots *j, j'*, et le moyeu peut être alors enlevé pour être immédiatement remplacé par une autre pièce de bois.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BAUDE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* ROUE EN FER POUR LES BROUETTES *des travaux de terrassement, présentée par* M. MARCHÉ, *boulevard des Invalides*, 42, *à Paris.*

Messieurs, on ne saurait trop s'appliquer à perfectionner les instruments de travail usuel, et, parmi eux, la brouette du terrassier occupe un rôle important. Les formes de la brouette ont été très-étudiées sous le rapport de la charge, de la longueur des brancards, des inclinaisons de parois pour faciliter les déchargements. M. Marché, entrepreneur des ponts et chaussées, en Algérie, s'est occupé de la roue, partie fatiguée et fragile de la brouette.

Les roues des brouettes sont en bois avec une jante en fer; elles sont soumises à des alternatives de sécheresse et d'humidité qui les altèrent, sans parler des efforts de déformation qu'elles subissent en roulant sur des terrains gras, difficiles, malgré les planches ou madriers qu'on emploie pour faciliter le roulement.

Il fallait qu'en substituant le fer au bois dans l'établissement de la roue le poids ne fût pas sensiblement augmenté et que le prix pût rester dans des limites restreintes. Ce n'était pas tout, d'ailleurs, de remplacer le bois par du fer et de la fonte. Il fallait que les assemblages des parties de la roue fussent rigides, solides, à l'abri des chances de rupture sur des ateliers où l'outil est peu ménagé.

On va juger, par la simple description que nous donnons de la roue de M. Marché, si l'inventeur a résolu le problème. Nous dirons, d'ailleurs, par avance, que M. Marché a livré plusieurs de ses roues au Service municipal de Paris, et que les agents de ce Service paraissent s'en louer beaucoup.

La roue en fer de M. Marché, qu'il appelle *roue algérienne,* sans doute en souvenir du temps où il était entrepreneur en Afrique, se compose d'une jante de 9 millimètres d'épaisseur. Les rayons, au nombre de six, se recourbent vers la jante et sont rivés avec elle.

Ces rais, de 6 millimètres d'épaisseur sur une largeur de 25 millimètres, viennent se réunir sur un moyeu de forme particulière.

Ce moyeu se compose de deux parties qui viennent se juxtaposer, et les boulons qui traversent les rais unissent en même temps ces deux parties juxtaposées. Un évidement, venu à la fonte, renferme la tête du boulon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces assemblages présentent un grand caractère de solidité, et il est évident, à l'inspection du modèle ou du dessin de la roue, que celle-ci ne doit rentrer que bien rarement à l'atelier pour des réparations.

L'essieu, de 20 millimètres de diamètre, est embrassé par le moyeu sur une longueur de 325 millimètres.

Dans les travaux de terrassement si considérables qui s'exécutent journellement, un perfectionnement apporté aux brouettes n'est pas chose négligeable, et l'invention de M. Marché, si modeste qu'elle soit, ne saurait passer inaperçue.

C'est pourquoi nous vous proposons, au nom de votre comité des arts mécaniques, de faire insérer au *Bulletin* de la Société le présent rapport ainsi que le dessin qui l'accompagne.

Signé BAUDE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 *janvier* 1872.

LÉGENDE RELATIVE A LA ROUE DE BROUETTE DE M. MARCHÉ.

Les figures ci-dessous représentent le système de roue en fer de M. Marché.

Fig. 1. Élévation de face de la roue.

Fig. 2. Section verticale passant par l'axe du moyeu.

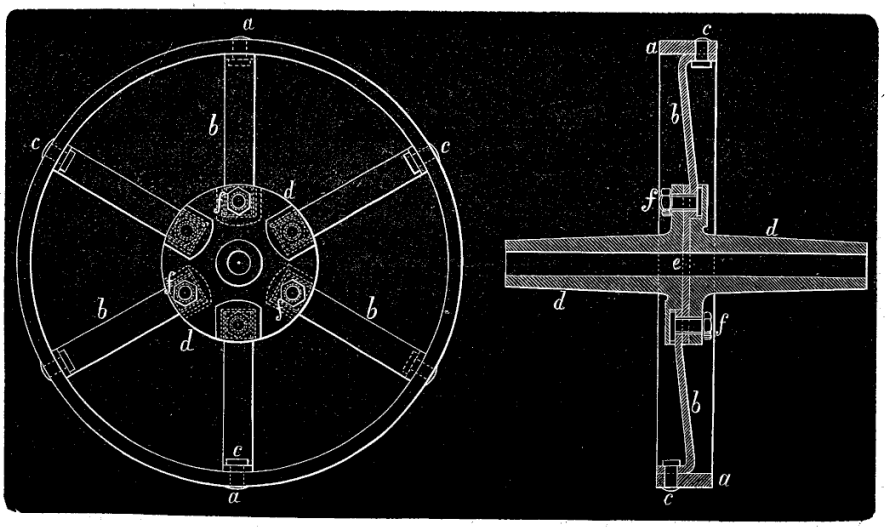


Fig. 1. Échelle de 1/6 Fig. 2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a, cercle en fer forgé formant la jante de la roue.

b, rais, au nombre de six, coudés à l'extrémité qui vient s'assembler contre l'intérieur de la jante; trois des coudes sont tournés dans un sens et les trois autres dans le sens opposé, de telle sorte qu'il y ait alternance.

c, rivets d'assemblage des rais à la jante.

d, moyeu en fonte de la roue; il est composé de deux parties, munies d'embases, venant en recouvrement l'une de l'autre; entre ces deux embases se placent les extrémités inférieures des rais, lesquelles portent chacune un trou pour le passage d'un boulon d'assemblage.

e, forte rondelle en tôle, interposée entre les deux embases du moyeu, et munie de six trous correspondants à ceux des rais.

f, boulons réunissant les rais au moyeu et produisant, en même temps, le serrage des deux embases de ce moyeu; chacun de ces boulons a sa tête noyée dans un évidement venu de fonte à chaque embase, et ils sont disposés en alternance, de telle sorte qu'entre deux boulons qui ont leur tête du même côté s'en trouve un autre qui a sa tête du côté opposé. Il résulte de ce système que, lorsque l'assemblage est fait, les têtes des boulons sont complétement dissimulées entre les deux embases du moyeu, tandis que, de chaque côté, on aperçoit trois écrous.

La roue, toute montée, pèse environ 11 kilogrammes.

(M.)

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. DE LA GOURNERIE, *au nom du comité des arts économiques, sur les* NIVEAUX *et les* CLITOGRAPHES *construits pour la pose et l'ajustage par* M. Jules LEFEBVRE, 195, *rue Saint-Antoine, à Paris.*

Messieurs, le 20 octobre 1871, M. Jules Lefebvre a présenté à la Société d'encouragement une série d'instruments destinés au nivellement et à la mesure des déclivités; mais, par une lettre du 8 décembre, il a exprimé le désir que la Société bornât son examen à ceux des instruments qui servent à la pose et à l'ajustage.

Le niveau à bulle d'air est employé, depuis longtemps, dans la construction. Indépendamment des instruments où la fiole est simplement fixée à une règle en fonte ou en bois, on possède depuis plus de vingt-cinq ans les niveaux de Ciechanski, dans lesquels la fiole est mobile autour d'un axe horizontal et commandée par une vis : lorsque la bulle a été amenée entre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ses repères, on lit sur un limbe de petit rayon l'angle que forme la règle avec un plan horizontal. M. Benoit a fait à la Société, en 1850, un rapport favorable sur les niveaux de Ciechanski (1). Nous voyons, dans le *Bulletin*, pour l'année 1825, que, dès cette époque, M. Gambey employait un instrument analogue dans ses ateliers.

M. Lefebvre a apporté divers perfectionnements aux niveaux de pose. Grâce à une rainure angulaire, pratiquée dans leur règle en fonte, les niveaux qu'il construit peuvent être placés sur un cylindre ou une arête aussi facilement que sur une surface plane. La fiole est équilibrée par un ressort à boudin, et recouverte par une enveloppe en fonte qui laisse voir seulement la bulle entre ses repères. L'instrument, ainsi protégé, supporte sans se briser des chocs assez violents.

Dans des instruments plus complets que M. Lefebvre appelle *clitographes* ou *niveaux de pente parlants*, la fiole est portée par une alidade en cuivre dont le repère marque, sur un limbe de même métal, la pente en millimètres, ce qui rend les résultats immédiatement applicables. L'alidade et le limbe sont placés à l'intérieur d'un cadre en fonte, qui peut être appliqué sur l'un quelconque de ses côtés, et servir ainsi comme niveau et comme aplomb; cette dernière disposition, du reste, n'est pas nouvelle.

Dans le type le plus adopté, l'alidade est verticale; sa longueur atteint 25 centimètres. Elle indique la pente jusqu'à 250 millimètres par mètre, avec toute l'exactitude que l'on peut désirer pour la pratique. Plusieurs clitographes de pose ont une alidade de visée à pinnules, solidaire avec l'alidade qui porte le niveau et faisant un angle droit avec elle. Un instrument de ce genre peut servir, sur le terrain, comme niveau ordinaire ou comme niveau de pente pour des opérations à petite portée. On le place alors sur un pied à trois branches, par l'intermédiaire d'une douille de calage et d'un support à fourchette.

En résumé, M. Lefebvre a introduit, dans les instruments destinés à la mesure des pentes, plusieurs perfectionnements dont les principaux sont : la graduation en tangentes, la forme de la règle de pose dans laquelle il ménage une rainure angulaire, pouvant emboîter les parties cylindriques, l'augmentation de longueur de l'alidade, et l'addition d'une alidade de visée.

---

(1) Voir *Bulletin* de 1850, 1re série, t. XLIX, p. 362.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La construction courante de M. Lefebvre remonte à l'année 1860; ses instruments sont appréciés dans les différents arts de la construction, et principalement dans l'établissement des machines.

Le comité des arts économiques vous propose de remercier M. Lefebvre de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin*, avec le dessin des principaux types de niveaux et de clitographes de pose.

Signé DE LA GOURNERIE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 19 *janvier* 1872.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 472 REPRÉSENTANT LES INSTRUMENTS DE M. JULES LEFEBVRE.

Clitographe ou niveau de pente parlant.

Fig. 1. Vue en élévation du clitographe ou niveau de pente parlant.

Fig. 2. Vue de profil, le cadre de l'instrument étant coupé verticalemeut par le milieu.

Fig. 3. Vue partielle du même instrument adapté à une règle à rainure.

Fig. 4. Section transversale correspondant à la figure 3.

A, cadre en fonte de l'instrument.

B, alidade verticale mobile en cuivre.

C, limbe en cuivre, dont les divisions indiquent la pente par mètre.

D, niveau à bulle d'air ordinaire, fixé à l'alidade B.

E, vis servant à régler la position du niveau quand l'alidade est au zéro du limbe.

F, règle à rainure, à laquelle on peut adapter l'instrument (fig. 3 et 4); c'est une pièce en fonte portant en dessous une rainure angulaire, et munie, à ses extrémités, de deux oreilles verticales avec vis de pression, dans lesquelles on place le cadre A du clitographe.

Niveaux de pose.

Fig. 5. Vue d'un niveau-équerre.

Fig. 6. Section transversale.

G, cadre rectangulaire portant, sur chacun de ses côtés, une rainure angulaire; la fiole est placée intérieurement à ce cadre suivant son grand axe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 7. Vue d'un niveau simple.

Fig. 8. Section transversale.

H, règle en fonte portant, en dessous, une rainure angulaire.

I, fiole renfermée dans la règle même; une fenêtre oblongue, ménagée en dessus, permet d'apercevoir la bulle entre ses repères.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HENRI BOUILHET, *au nom du comité des arts économiques, sur un* NOUVEL APPAREIL GAZATEUR *présenté par* M. MALDINÉ, *rue Saint-Anastase,* 9, *à Paris.*

Messieurs, le nouvel appareil gazateur présenté par M. Maldiné ressemble, quant à la forme extérieure, à l'appareil gazogène inventé, il y a plus de vingt-cinq ans, par M. Briet et dont le succès a consacré l'usage.

Il se compose, comme ce dernier, de deux capacités de volumes différents, dont l'une sert à produire le gaz acide carbonique et l'autre constitue le récipient pour le liquide que l'on veut saturer de gaz. Les deux parties sont réunies par deux garnitures métalliques en étain, se vissant l'une sur l'autre.

La modification introduite par M. Maldiné, et qu'il soumet au jugement de la Société, porte sur la manière de mettre en communication les deux réservoirs. Dans l'appareil Briet, cette communication se fait au moyen d'un bouchon métallique creux, traversé par un tube s'élevant dans le vase supérieur à une hauteur déterminée par la quantité d'eau à introduire dans le réservoir inférieur. L'eau nécessaire à la dissolution des sels descend par ce tube et le gaz produit s'échappe par le bouchon creux, en passant au travers d'une petite plaque d'argent percée de trous capillaires.

M. Maldiné a supprimé le bouchon creux et le tube et les a remplacés par une valve en étain, percée de trous coniques, mise en mouvement horizontalement au moyen d'une tige munie d'un bouton cylindrique et placée sur le raccord du vase supérieur et du côté opposé au robinet. Cette valve glisse dans une rainure métallique, et l'herméticité de la fermeture est obtenue au moyen d'une sorte de « stuffing-box » garnie de deux rondelles de caoutchouc et d'un presse-étoupe au travers duquel se meut la tige de la valve.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour faire fonctionner l'appareil, on dévisse le récipient supérieur que l'on remplit d'eau et que l'on ferme en poussant le bouton de la valve. Les sels sont mis dans le récipient inférieur; on réunit les deux vases en les vissant l'un sur l'autre, puis on ouvre la valve de manière à laisser passer une quantité d'eau égale à la moitié de la capacité du vase inférieur. Cela fait, on ferme la valve; la décomposition du bicarbonate s'opère, et le gaz produit se tamise en passant au travers des trous coniques de la valve pour venir saturer rapidement l'eau du récipient supérieur.

On voit que dans ce nouvel appareil un seul organe, la valve percée de trous, remplit les deux fonctions attribuées, dans l'appareil Briet, au tube servant à l'introduction de l'eau et au bouchon muni d'une plaque percée de trous servant au passage du gaz. Il en résulte non-seulement une grande simplicité dans la mise en marche de l'appareil et dans son fonctionnement, mais encore une grande facilité de réparation en cas d'usure. En outre, et c'est là le point sur lequel insiste M. Maldiné, l'appareil pouvant être agité avec force sans crainte d'introduire une trop grande quantité d'eau dans le récipient inférieur, on obtient plus rapidement une eau plus saturée de gaz qu'avec les appareils employés jusqu'ici.

Ces faits, que nous avons vérifiés par un usage prolongé, nous ont semblé de nature à attirer l'attention de la Société d'encouragement sur cet appareil, et votre comité des arts économiques a l'honneur de vous proposer d'approuver la disposition imaginée par M. Maldiné et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec un croquis de l'appareil.

Signé Henri Bouilhet, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 19 *janvier* 1872.

LÉGENDE RELATIVE A L'APPAREIL GAZATEUR DE M. MALDINÉ, REPRÉSENTÉ PLANCHE 472.

La figure 9 est une section verticale partielle de l'appareil.

a, vase supérieur, destiné à contenir l'eau qu'on veut saturer de gaz.

b, vase inférieur de capacité moindre, dans lequel se placent les sels.

c, garniture métallique du vase supérieur.

d, garniture métallique du vase inférieur.

e, valve percée de trous coniques destinés à laisser passer le gaz du vase inférieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le vase supérieur ; ainsi que l'indique la figure, le plus petit diamètre de ces trous est placé sur la face de dessous de la valve.

f, tige horizontale munie d'un bouton extérieur pour la manœuvre de la valve *e*.

g, tube métallique extérieur faisant corps avec la garniture *c* du vase supérieur, et dans lequel glisse la tige *f* lorsqu'on manœuvre la valve.

(M.)

ARTS TEXTILES.

SUR LES PROGRÈS RÉALISÉS EN FRANCE DANS LE TRAVAIL DU CHANVRE, DU LIN ET DE LA SOIE, PAR M. M. ALCAN,

Membre du Conseil (*Suite et fin*) (1).

« Aujourd'hui, Messieurs, mon intention est de vous parler de la soie et des quelques progrès réalisés dans le travail de cette précieuse matière textile.

« On sait que l'industrie de la soie embrasse plusieurs spécialités distinctes, lors même que celles-ci sont réunies dans un seul établissement. C'est d'abord la magnanerie ou l'élève des vers, la production des cocons ; le dévidage des cocons pour faire la soie grége ; le moulinage destiné à imprimer une torsion variable, suivant la destination des fils, et en raison du décreusage ultérieur ; la filature des déchets, des frisons, des bourres, de la fantaisie ; la teinture ; enfin, le tissage dans ses différentes variétés. Il y aurait encore à ajouter deux petites spécialités, intéressantes surtout par les moyens dont elles font usage : le tirage de la soie des organes sériques pour former un engin de pêche et la fabrication des cordes de violon. Les cordes en soie ne sont pas tout à fait aussi estimées que les meilleures cordes en boyaux, mais celles-ci sont rares, tandis que les cordes en soie sont plus régulièrement homogènes. C'est, croyons-nous, une industrie éminemment française.

« Enfin, une branche manufacturière toute nouvelle et susceptible d'acquérir un grand développement mérite d'être signalée. Jusqu'ici, les effilochages

(1) Communication faite dans la séance du 22 mars et faisant suite à celle de la séance du 26 janvier 1872. (Voir cahier d'avril dernier, p. 181.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de laine et ceux du coton étaient presque exclusivement employés. Les chiffons désagrégés et travaillés à l'aide de procédés plus ou moins complets fournissent ce qu'on appelle de la *renaissance*, c'est-à-dire des filaments qui, mêlés avec une certaine proportion de laine neuve, servent à la confection de tissus très-médiocres. La fabrication de ces étoffes, considérable surtout en Angleterre (1), gagne du terrain dans notre pays. La mauvaise qualité des produits ainsi obtenus tient à ce que la matière première qui constitue l'effilochage a déjà été travaillée, feutrée, usée au porter; en outre, le mélange de la laine neuve à la vieille laine constitue un assemblage aussi défectueux qu'un attelage composé d'un bon et d'un mauvais cheval, où le dernier laisse à son voisin toute la charge. La laine neuve résiste seule.

« Pour les déchets de soie, il n'en est heureusement pas de même. Les chiffons hors de service conservent leur solidité, et le délaissement de ces matières résultait des difficultés inhérentes à leur effilochage. Depuis quelque temps, des moyens perfectionnés permettent de les consacrer à la production de fils qui valent encore de 40 à 50 francs le kilog. selon la finesse.

« Je n'ai pas à entretenir la Société des différentes spécialités mentionnées; je me bornerai à dire que la France est l'une des contrées qui les exploite toutes et qui marche à la tête des nations industrielles, tant sous le rapport de la quantité que de la perfection. La production générale moyenne des industries séricicoles, sans tenir compte de la valeur de tous les déchets, s'élève, en France, dans les années normales, au chiffre de six à sept cents millions.

« Le meilleur mode d'étouffage serait, sans contredit, l'air chaud; mais, là encore, l'appareil en usage n'est pas assez parfait. Tels sont les motifs qui ont fait généralement adopter l'étouffage à la vapeur, d'un emploi facile, prompt et peu coûteux. Ce procédé, par contre, présente le sérieux inconvénient d'absorption d'une quantité considérable d'humidité, et si les cocons ne sont pas séchés avec tous les soins voulus, si, après l'emmagasinage, ils ne sont pas remués tous les jours, ils moisissent et occasionnent un déchet d'autant plus onéreux que la soie est plus chère.

« On a, par suite, cherché d'autres procédés en vue d'étouffer les cocons, surtout depuis la crise, pour les pays hors d'Europe (Levant, Chine, Perse et

(1) Voy. le mémoire *Sur l'utilisation des résidus*, par M. Peter Lund Simmonds, *Bulletin* de 1862, 2e série, t. IX, p. 401.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même Amérique du Sud). Les grands importateurs, et, entre autres, des maisons d'Angleterre, ont compris l'importance de la question qui embrasse non-seulement l'étouffage, mais encore le séchage pour pouvoir aplatir et expédier les cocons sous la forme de ceux dont je présente quelques échantillons. On les comprime à cet effet à la presse hydraulique; il faut donc qu'ils soient entièrement secs pour que la chrysalide ne tache pas la soie, ce qui serait un défaut grave et ferait perdre une partie de la valeur à la matière soyeuse. Une maison d'Angleterre a, dans ce but, fait construire, à Paris, pour 20000 francs de calorifères, destinés à l'étouffage et à la dessiccation des cocons en Chine.

« Pour simplifier le procédé, j'ai eu l'idée d'étouffer les cocons à l'aide d'un corps volatil, le camphre, employé comme il va être indiqué :

« J'ai fait venir du Midi 15 kilogrammes de cocons dans une caisse contenant une petite quantité de camphre, et sur les joints de laquelle des bandes de papier avaient été collées de manière à empêcher la pénétration de l'air. Expédiés par grande vitesse au moment de l'éclosion, c'est-à-dire à l'époque de l'année où la température favorise la métamorphose de la chrysalide, ces cocons demeurèrent quelques semaines dans mon cabinet du Conservatoire. Je déclouai ensuite la boîte et ne trouvai pas un seul papillon. Les cocons avaient été asphyxiés par l'évaporation du camphre. Ils étaient parfaitement sains, et la chrysalide se trouvait en quelque sorte embaumée; noire, racornie, elle avait diminué sensiblement de volume et ne tachait pas.

« Au contraire, la quantité de camphre mise dans la boîte n'avait, pour ainsi dire, pas diminué de poids. La déperdition du camphre est donc peu considérable, et le procédé trouverait une application intéressante quand il s'agit de transporter les cocons des lieux de production plus ou moins éloignés aux centres principaux de la filature, à l'époque de l'éclosion des papillons qui peut être hâtée par une élévation subite de température ou le mouvement occasionné par le transport. Il y aurait, dans tous les cas, avantage à mettre un peu de camphre dans les paniers ou dans les caisses qui servent à l'expédition.

« Je me hâte de revenir au progrès dont je désire entretenir la Société. Pour faire comprendre combien le dévidage de la soie grége simple en apparence est délicat de fait, je rappellerai que, pendant longtemps, les soies de Perse, de Chine, du Levant étaient plus chères que les soies d'Europe. Grâce aux progrès industriels, il existe aujourd'hui un écart considérable en sens contraire entre le prix des soies d'Italie et de France d'une part, et celui des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soies de Chine, du Levant, de l'Inde, etc., de l'autre. Tandis que les soies exotiques se vendent de 50 à 70 fr., suivant les qualités, celles d'*ordre* de France et d'Italie valent de 100 à 110 fr. Ces prix ont, d'ailleurs, varié d'une façon curieuse; les indications des cours au dernier siècle, donnés par le *Dictionnaire du commerce* de Savary et relevés sur la place d'Amsterdam, démontrent que les soies de France étaient alors les moins estimées; elles valaient de 4 à 5 fr. la livre, tandis que les soies du Levant, de Chine, de Perse étaient cotées à un prix notablement plus élevé.

« Cet état de choses a duré aussi longtemps que les soies d'Europe furent traitées comme elles le sont encore aujourd'hui en Asie, et dans l'Orient en général. Sans détailler les causes des modifications qui se sont produites, j'en citerai les points essentiels énumérant les difficultés que présente le dévidage du cocon.

« La soie grége la plus ordinaire, et de la plus grande finesse, est composée, au moins, de trois ou quatre fils élémentaires ou *baves* et, par conséquent, de trois ou quatre cocons, qui sont dégommés dans l'eau chaude, pour amollir les couches de fils. Il est nécessaire de rappeler que ces fils isolés n'ont pas de sections égales sur toute leur longueur, et qu'ils ne sont pas ronds. Or, il faut faire avec ces fils de longueurs différentes, de diamètres variables dans un rapport très-sensible, et qui sont aplatis par suite de la superposition et de la compression de la matière molle, un fil cylindrique d'une égale section sur toute la longueur. Il faut, de plus, que ce fil soit net à la surface et aussi brillant que possible. C'est la réalisation de ces conditions qui donne à la soie sa valeur. Pour vérifier les caractères et les qualités du produit, il suffit d'en examiner la cassure. Si celle-ci est nette, les divers éléments réunis se comporteront comme un seul brin; si le fil *s'emmèche*, c'est que la jonction a été mal faite.

« Cette jonction ou soudure s'obtient en réunissant les fils par une sorte de tordage ou torsion momentanée, qui fait passer les fils les uns sur les autres dans une partie de leur parcours de la bassine à eau chaude au dévidoir et exerce ainsi une pression circulaire afin d'arrondir la grége.

« Pour arriver à un résultat convenable avec la même grége et la même nature de cocons, la longueur de la partie tordue doit être constante.

« Vaucanson, préoccupé de cette condition essentielle, imagina un petit appareil constitué par une sorte de lunette ou poulie à gorge en deux cercles concentriques; ces deux cercles peuvent tourner l'un sur l'autre à l'aide d'une ficelle s'enroulant sur la circonférence extérieure, tandis que les fils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont fixés isolément en des points opposés de la circonférence intérieure.

« La *fausse torsion* qui résulte de cette disposition est nécessairement uniforme pour une poulie déterminée, et indépendante de l'attention plus ou moins soutenue de l'ouvrière.

« Les bouts arrondis pour une torsion mutuelle se rendent séparément sur le dévidoir, où ils forment des écheveaux distincts. Afin de régulariser l'effet, le nombre de tours est réglé par un arrêt (1).

« Un second point important consiste dans le maintien d'un titre ou numéro constant. Aussi, à mesure que le dévidage s'effectue et que les brins deviennent plus fins, des cocons neufs sont ajoutés successivement pour compenser l'amincissement des premières baves. Cette opération délicate nécessite parfois un apprentissage de deux à trois années.

« Enfin une troisième condition non moins digne d'être prise en sérieuse considération se traduit par l'éclat du produit.

« Lorsque les fils élémentaires, insuffisamment dressés, présentent un vrillement microscopique, la soie paraît duveteuse.

« Lorsque les brins, au contraire, se trouvent convenablement tendus suivant une direction rectiligne, ils réfléchissent nettement la lumière, et le fil acquiert un brillant caractéristique. Il est donc indispensable de pouvoir effectuer le dévidage conformément aux principes qui viennent d'être indiqués.

« C'est surtout à l'intervention de la vapeur que la filature des cocons doit ses progrès les plus signalés; car, pendant longtemps et peut-être encore dans quelques localités isolées, le dévidoir était mû à la main par une femme appelée *tourneuse*, tandis que la *fileuse* surveillait les cocons dans la bassine. Mais la tourneuse se fatigue, même en supposant des relais; de là insuffisance et irrégularité de la traction exercée sur le fil.

« Depuis l'application de la vapeur on a pu régler la vitesse des tours de façon à obtenir le dévidage complet du fil, à condition, toutefois, que les cocons soient bien préparés, c'est-à-dire bien dégommés.

« Le tournage à la vapeur a permis, en outre, de concentrer le travail dans

(1) L'appareil primitif dont le principe est mis en pratique est déposé dans les galeries du Conservatoire des arts et métiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des usines et de corriger certaines imperfections accessoires, inhérentes aux opérations manuelles. Mais il restait une méthode vicieuse. Le dévidage ne pouvant se faire qu'avec de l'eau chaude, les conditions sont d'autant plus favorables que l'eau se trouve à une température plus élevée et plus uniforme. Or, jusqu'en 1810, on se servait de bassines chauffées à feu nu. Les produits inférieurs obtenus par ce procédé étaient désignés sous le nom de *paquetaille*. Il n'y avait ni suite, ni uniformité, ni précision dans les titres; les soies, malgré la qualité des cocons, étaient rarement bonnes, quelquefois médiocres, et plus souvent très-mauvaises.

« En 1810, Gensoul eut l'idée aussi simple qu'efficace de chauffer l'eau par un jet de vapeur, amené directement dans la bassine. Il réussit ainsi à maintenir l'eau à une température constante et suffisamment élevée, et créa un progrès qui fait époque dans l'histoire de l'industrie de la soie.

« Depuis lors, les améliorations ont surtout consisté dans les soins apportés par la fileuse et dans une surveillance scrupuleuse de tous les détails des transformations. Il y a, en effet, une foule d'éléments nécessaires pour arriver à la perfection.

« La *préparation* des cocons en est l'âme en quelque sorte. Depuis deux ou trois ans, un appareil destiné à cette préparation a été introduit dans nos centres sériciccoles. Le but principal de notre communication est de signaler à la Société les résultats de cette innovation.

« Ordinairement, chaque fileuse reçoit une certaine quantité de cocons dans un sac ou dans un panier muni d'un numéro. Elle prépare ces cocons comme elle l'entend, puis rend la soie au bout de la journée. Elle est, d'ailleurs, obligée d'avoir les mains dans l'eau bouillante, comme il a été dit. S'il y a cent bassines dans une usine, il y a, en général, cent prépareuses ou batteuses de cocons. Quelquefois, cependant, des batteuses spéciales préparent pour un certain nombre de fileuses. Mais, avec l'un ou l'autre système, la cuite ou préparation a lieu directement dans la bassine. Là, se présente le plus grand écueil.

« D'abord les cocons peuvent être dans des états de siccité et de dureté différents. Quand on travaille toute l'année, il arrive que l'on file des cocons vieux dont l'enveloppe offre la dureté du parchemin. Il faut ramollir ces cocons de manière qu'ils puissent se dévider sans effort, sans *crier*, comme on dit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La nature des cocons, leur forme, la manière dont le fil est disposé par l'insecte, varient également.

« Dans les cocons de nos contrées, le fil est disposé en un ∞ horizontal dans le sens de la plus grande longueur. Dans les cocons de l'Inde, l'entrecroisement du fil est inverse.

« Dans certains cocons la pointe est faible, etc.; il faut modifier la préparation en conséquence, et toutes les batteuses ne sont pas aptes à le faire. Il arrive alors ou que l'on ne cuit pas assez, et le dévidage s'effectue difficilement en occasionnant un déchet anormal et des vrillements nuisibles au produit, ou que la cuite est poussée trop loin, et l'on fait, dans ce cas, ce qu'on appelle des *bassinets*. Les premières couches se dévident facilement, les dernières s'emmêlent, se pelotonnent, se nouent et causent encore un déchet anormal.

« L'appareil destiné à obvier aux inconvénients signalés et à donner une excellente soie qu'on appelle *soie cuite,* même pour la grége, est dû à un ancien élève de l'École centrale, aujourd'hui manufacturier et maire de Cosne, M. Limet. Cet ingénieur s'est beaucoup occupé de la question des soies, et l'appareil qu'il a fait breveter, et qui fonctionne dans quelques grandes filatures sur plus de cent bassines, fait prévoir un nouveau progrès non moins important que celui réalisé par Gensoul.

« Le principe de l'invention repose sur l'action successive et combinée de l'eau et de la vapeur. Le fonctionnement de l'appareil se borne à la manœuvre de quelques robinets. Un premier robinet fournit la vapeur pour imprégner et ramollir les cocons, quels que soient leur dureté et leur aplatissement; un second sert à la pénétration des cocons par l'eau sur laquelle agit la vapeur; enfin, si on laissait les cocons dans cet état, ils plongeraient au fond de la bassine, ce qui serait un inconvénient grave; pour l'éviter, on ouvre un troisième robinet qui fait redescendre l'eau introduite sous la pression de la vapeur, gonfle les cocons, en diminue le poids et leur permet de surnager dans la bassine. La préparation totale dure de deux à six minutes selon la dureté, l'espèce et la provenance des cocons. Le dévidage ultérieur est d'une facilité telle, que les fileuses, ordinairement très-rebelles à tout perfectionnement, ne veulent plus, une fois en possession du nouveau procédé, revenir à l'ancien système.

« La soie obtenue de la sorte est d'une grande beauté, le rendement est augmenté d'un cinquième. De plus, les mauvais cocons produits, dans ces dernières années, en si grande quantité, et connus sous le nom de *cocons*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rouillés, ou moisis, se travaillent de façon à diminuer notablement les déchets et la dépense. On peut, en résumé, avec cet appareil, agir sur une grande masse (celle-ci ne dépend que des dimensions de l'appareil) comme si l'on agissait sur *un seul cocon,* c'est-à-dire avec toute la précision et toutes les précautions que réclame une matière aussi précieuse que la soie. L'opération se caractérise :

« 1° Par l'action de la vapeur répartie et divisée à l'infini pour atteindre chaque cocon uniformément;

« 2° Par la cuisson ou dégommage à l'eau chaude mélangée de vapeur, réglé de manière à éviter les chocs, frottements ou écrasements des cocons qui se traduisent toujours par une plus grande quantité de *frison* ou déchet;

« 3° Par l'action de la vapeur pour expulser l'eau des cocons et les faire surnager au filage.

« L'application de ces moyens donne les résultats suivants :

« 1° Les cocons parfaitement et régulièrement préparés se dévident mieux; le fil casse moins souvent; il y a moins de bassinets (percés) et la fileuse fait au moins un cinquième de travail en plus;

« 2° La soie est plus nette, sans ce duvet qui fait le désespoir des fabricants d'étoffes unies; elle est plus cuite, plus régulière de titre, plus nerveuse et *plus dense;*

« 3° L'appareil pouvant préparer pour trente fileuses en six minutes et pour cent en vingt-cinq minutes, il en résulte une économie de temps, de vapeur et de main-d'œuvre, dont il est facile de se rendre compte si l'on compare à la préparation opérée par cent fileuses séparément et, par conséquent, de cent manières différentes;

« 4° Les cocons les plus rebelles, durs, rouillés, aussi bien que les plus délicats, tels que les satinés blancs, se préparent avec la même facilité; il suffit de faire varier la durée de l'opération;

« 5° Aucun changement n'est apporté au filage et aux habitudes des ouvrières;

« 6° Enfin, comme conséquence dernière, si l'on tient compte de la densité plus grande de la soie et des pertes au décreusage, le rendement est notablement augmenté. Après très-peu de temps de pratique, chaque fileuse s'habitue rapidement à traiter avec plus de soin et de ménagement des cocons mieux préparés. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

NOTE SUR LE FOUR A PUDDLER ROTATIF DE M. DANKS,

PAR M. H. FRONTAULT,

Ingénieur, ancien élève de l'École des ponts et chaussées.

L'immense développement de la consommation du fer, depuis un demi-siècle, fait faire à la métallurgie des progrès dont il serait difficile, croyons-nous, de trouver les équivalents dans beaucoup d'industries. Il y a quelques années, le procédé Bessemer opérait, dans la fabrication de l'acier, une véritable révolution ; plus récemment, l'introduction d'un nouveau système de chauffage au gaz, de M. Siemens, faisait faire encore un pas considérable à cette même fabrication. Aujourd'hui, une nouvelle révolution semble à la veille de s'accomplir dans le puddlage du fer, à l'aide d'une méthode essayée plusieurs fois en Europe, mais restée jusqu'ici incomplète et sans résultat pratique.

Cette méthode est celle du *puddlage rotatif de Danks,* que nous nous proposons de décrire, et au sujet de laquelle un habile maître de forges anglais s'exprimait ainsi dernièrement :

« J'ai fait des expériences, je suis si content des résultats obtenus que je vais établir « des appareils nouveaux dans toute mon usine, et, dans six mois, celle-ci sera com- « plétement transformée (1). »

Ce fut au mois d'août 1871, dans un grand meeting tenu, à Dudley, par l'*Iron and Steel Institute,* que M. Samuel Danks fit connaître à l'Angleterre son système de puddlage et ses principales applications aux États-Unis.

Le four dont il est l'inventeur se compose essentiellement de trois parties :

1° *Une partie fixe,* — le foyer;

2° *Une partie tournante,* — le four à puddler proprement dit;

3° *Une partie mobile,* — pièce de tête ou de raccordement avec la cheminée.

La *partie fixe,* ou foyer, n'offre rien de très-remarquable. Au-dessus et au-dessous de la grille, assez semblable à celle des autres fours, une soufflerie active la combustion ; des soupapes permettent de donner le vent avec une régularité parfaite et d'augmenter ou de diminuer à volonté l'intensité du chauffage. Le cendrier et l'orifice de chargement sont pourvus de portes, et une disposition particulière permet de rafraî-

(1) M. Hopkins, de Middlesbrough, au meeting tenu, en mars dernier, par l'*Iron and Steel Institute.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chir constamment et l'orifice de chargement et le pont qui sépare le foyer du four proprement dit; du côté du foyer et à sa partie supérieure, ce pont présente une surface de briques réfractaires, tandis que, du côté du four, elle est défendue par une sorte de revêtement (*fettling*), dont nous ferons plus tard connaître le mode de formation. A la pièce qui supporte le pont est fixé un anneau, présentant, d'un côté, une surface plane sur laquelle vient frotter l'une des extrémités de la *partie tournante* de l'appareil; des vides ménagés à l'intérieur de cet anneau permettent de le rafraîchir, autant qu'il est nécessaire, au moyen de courants d'eau.

La *partie tournante,* celle où s'opère le puddlage, se compose de deux couronnes de fonte réunies par des douelles de même nature, de façon à former une sorte de cylindre ou *tonneau,* ouvert par les deux bouts, et recevant toute la solidité désirable, tant du système d'armatures adopté pour l'assemblage de ses diverses pièces, que de nervures creuses habilement ménagées servant, en même temps, au rafraîchissement des parois du four et au soutien du revêtement intérieur dont il sera parlé plus loin. L'extrémité de la couronne la plus exposée au feu est formée d'anneaux susceptibles d'être remplacés.

Le cylindre que nous venons de décrire repose horizontalement sur des galets, destinés à en faciliter la rotation qui lui est communiquée, au moyen d'une grande roue dentée adaptée sur son pourtour, par un mécanisme spécial permettant, à tout moment, d'obtenir la vitesse désirée. L'une de ses extrémités, ainsi que nous l'avons vu, s'applique à frottement doux contre l'anneau décrit ci-dessus, et livre passage aux flammes sortant du foyer; l'autre est destinée au chargement et au déchargement de l'appareil, et donne issue aux produits de la combustion dans la *partie mobile*.

La *partie mobile*, ou pièce de tête, possède à peu près la forme d'un tronc de cône dont la grande base serait ouverte et la petite fermée. En place, elle repose sur un châssis mobile, sa grande base s'appuie exactement sur l'extrémité du cylindre opposé au foyer, et elle donne ainsi passage aux produits de la combustion, qu'elle conduit à des carneaux, d'où ils se rendent sous les chaudières ou à la cheminée. Son déplacement, au contraire, laisse le cylindre ouvert et permet de le charger ou de le décharger; une grue, manœuvrant à une hauteur convenable, permet de l'enlever aisément.

La pièce de tête est, comme les autres parties du four, pourvue des conduites d'eau nécessaires pour en empêcher l'échauffement excessif. Enfin, au milieu de la petite base, on a ménagé un regard permettant, à tout instant, de se rendre compte de l'opération.

Telles sont les principales dispositions du *four à puddler rotatif* de M. Danks; mais l'innovation de ce dernier ne consiste pas uniquement dans la substitution du puddlage mécanique au puddlage à la main, elle se trouve surtout dans la façon efficace dont il forme le revêtement intérieur de la capacité où s'opère le puddlage.

L'oxyde de fer est la base de ce revêtement. Pour l'appliquer, on forme d'abord un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mélange de minerai de fer pulvérisé et de chaux pure, que l'on délaye de manière à obtenir une pâte grossière ; on recouvre de cette pâte, sur un tiers environ de la circonférence, la surface intérieure du cylindre puddleur, de façon à former une couche dépassant de 1 pouce les nervures qui la soutiennent, et dont nous avons parlé plus haut; au bout de quatre heures cet enduit a fait prise et, en recommençant la même opération à côté, on obtient, dans tout l'intérieur du cylindre, ce que M. Danks appelle le revêtement « initial. » Cela fait, on procède à l'application du revêtement principal ou *fettling*. On jette dans le cylindre, garni de son premier revêtement, une certaine quantité de minerai en poudre, puis on chauffe le cylindre et on le fait tourner jusqu'à ce que le minerai soit complétement fondu. Alors l'appareil est arrêté et la partie de minerai fondu qui n'a pas été absorbée pour vernir le revêtement « initial » tombe au plus bas du tonneau, sous forme de masse pâteuse, dans laquelle on jette une certaine quantité de petits et de gros morceaux de minerai; les dimensions de ces morceaux étant choisies de façon à ce qu'ils s'élèvent de 2 à 6 pouces ($0^m,05$ à $0^m,15$) au-dessus du liquide, on égalise la surface rugueuse ainsi obtenue, à l'aide d'une nouvelle quantité de minerai en poudre. Ceci terminé, on fait encore tourner le cylindre jusqu'à ce qu'une nouvelle quantité de minerai, ajoutée comme précédemment, soit liquéfiée ; puis on recommence une opération semblable à côté, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toute la surface intérieure se trouve protégée par le même *fettling*.

On emploie de 2 tonnes à 2,5 tonnes de minerai pour faire le revêtement d'un appareil destiné à recevoir 700 livres (318 kilog.) de fonte.

Voici maintenant comment se fait le puddlage :

Sur le *fettling,* préparé comme nous venons de le dire, on jette une certaine quantité de scories en poudre et, sur la couche ainsi formée, on fait la charge de la fonte en lingots ou en fusion, à l'aide d'une fourche ou d'une cuiller, manœuvrée au moyen d'une grue, et introduite dans le cylindre, après avoir enlevé, pour un instant, la pièce de tête, comme nous l'avons vu plus haut.

Si la fonte est en lingots, la fusion demande de trente à trente-cinq minutes, pendant lesquelles on fait tourner le four de temps en temps, de façon à exposer également tous les côtés à l'action de la flamme.

Lorsque la charge entière est fondue, on imprime au cylindre un mouvement de rotation d'un ou de deux tours par minute, durant cinq ou dix minutes, dans le but d'obtenir, sur la fonte en fusion, l'effet le plus complet des scories, agissant de concert avec le *fettling*. En même temps, l'ouvrier puddleur lance, à travers le regard de la pièce de tête, un jet d'eau qu'il dirige le long de la ligne de contact des scories flottantes et de la paroi intérieure de l'appareil, du côté de la descente : une certaine quantité de scories se trouve ainsi fixée à cette paroi et entraînée par le mouvement à l'intérieur du bain de fonte. Au bout de cinq à dix minutes, le métal commence à s'épaissir, on arrête la rotation et on donne un coup de feu, de façon à liquéfier entièrement les scories qui viennent flotter au-dessus du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métal en fusion et sont expulsées par un trou de coulée. Cela fait, on élève de nouveau la température, on donne au cylindre une vitesse de rotation de six à huit tours par minute, qui brasse fortement la charge et permet à la décarburation de s'achever. Au bout d'un certain temps, sans rien changer au chauffage, on ramène la vitesse de rotation à deux ou trois tours par minute, et la loupe ne tarde pas à se former. Si le puddleur aperçoit quelques parties métalliques adhérentes aux parois du cylindre, il les amène toutes d'un même côté de la loupe, et, à l'aide d'une rotation partielle, il les fait recouvrir par celle-ci, de manière à n'avoir plus qu'une masse unique. On enlève ensuite la pièce de tête, on écarte le châssis sur lequel elle reposait, et, à l'aide de la grue dont nous avons déjà parlé, on introduit auprès de la loupe une grande fourche sur laquelle celle-ci vient d'elle-même se placer au moyen d'un nouveau mouvement de rotation de l'appareil; la fourche est alors enlevée par la grue et la loupe portée au cingleur ou *squeezer*. On refait un chargement, la pièce de tête est remise en place et l'opération continue.

On peut faire huit ou dix charges successives avant de changer le *fettling,* en ayant soin, toutefois, de réparer les parties les plus usées.

Les expériences de M. Danks furent commencées, au mois de mai **1868**, aux *Cincinnati Railway Works,* où il établit un petit four capable de puddler **250** à **300** livres de fer. Le succès fut complet, et bientôt on construisit, à la même usine, deux grands fours qui furent en marche en avril **1869**, et, depuis cette époque, n'ont pas cessé de fonctionner. En avril **1870**, la compagnie se trouva tellement satisfaite du nouveau procédé, qu'elle ordonna de substituer, dans toutes ses usines, le puddlage tournant au puddlage à la main, et, au moment où parlait M. Danks, elle était à la veille d'avoir, dans ses divers ateliers, dix fours produisant des loupes de **700** livres.

En février **1871**, la *Roane, Iron Company,* à *Chattanooga, Tennesee,* essaya, à son tour, les fours de **700** livres, et, dès le mois de mai suivant, elle traitait pour l'installation de dix autres fours.

Au moment même du meeting, la *Indianapolis Rail Mill Company* était en train d'établir une forge nouvelle, qui allait commencer ses opérations avec quatre fours de **700** livres, et comptait en élever le nombre à dix.

Ces divers renseignements, communiqués par M. Danks au meeting de Dudley, établissaient nettement la valeur pratique de son invention; ils ne pouvaient manquer de frapper l'esprit des Anglais. L'*Iron and Steel Institute* invita immédiatement une de ses sections, le *Puddling Committee,* à former une commission chargée d'aller étudier, en Amérique, la nouvelle méthode, et, bientôt après, cette commission fut composée de MM. *A. Jones,* de Middlesbrough, *G. J. Snelus,* de Dowlais, *J. Lester,* de Wolverhampton. Ceux-ci se mirent à l'œuvre sans retard, et, lorsque récemment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ils sont revenus de leur mission, ils ont pu confirmer pleinement les espérances qu'avaient fait naître les déclarations de M. Danks.

En arrivant aux États-Unis, en effet, au mois de novembre dernier, les commissaires anglais ne trouvèrent pas moins de *vingt fours en activité* dans diverses usines et, de plus, ils en comptèrent *dix-huit en construction.*

Le travail des fours se faisait sans qu'il fût besoin d'ouvriers bien exercés : la moitié de ceux-ci étaient des jeunes gens qui ne s'étaient jamais occupés de puddlage. A chaque four étaient attachés deux hommes pour le contrôle de l'ouvrage, un chef puddleur et son aide. Entre deux appareils, se trouvait un ouvrier chargé d'enlever les scories, et de manœuvrer la grue pour le chargement et le déchargement; deux autres hommes étaient chargés de conduire les loupes du four au cingleur, puis, à la sortie du cingleur, de la charger sur le chariot qui la conduit au four à réchauffer. Enfin un dernier ouvrier était employé au marteau.

L'appareil fonctionnait avec une telle perfection que, dans un rapport spécial, M. Lester ne craint pas de s'exprimer ainsi : « Aucun homme, aucun groupe d'hommes « ne peut opérer le puddlage avec la perfection du four Danks. »

Aux *Cincinnati Iron Works,* sur neuf fours, il y en avait huit en service constamment, le neuvième seulement était tenu en réserve.

Partout les hommes pratiques de l'Amérique proclamaient hautement le succès du nouveau procédé. — « Quelques-uns, à la vérité, rapportent les membres de la com- « mission, quelques-uns nous disaient, après en avoir fait l'éloge : « le procédé de « M. Danks est excellent pour la fabrication des rails, mais il ne donnera pas un fer « assez pur, assez homogène pour les fers à petites sections ! » — Mais nos propres expé- « riences nous ont montré que cette assertion est erronée. »

Et, certes, le soin avec lequel les délégués de l'*Iron and Steel Institute* ont fait leurs recherches doit inspirer la plus grande confiance.

Préoccupés, non-seulement de savoir si la nouvelle invention était bonne en elle-même, mais aussi de voir jusqu'à quel point elle était applicable, en Angleterre, telle qu'elle se présentait, ils poussèrent le scrupule jusqu'à employer, pour leurs expériences, les fontes anglaises et les minerais dont on se sert, en Angleterre, conformément, d'ailleurs, aux instructions reçues du *Puddling Committee,* qui avait envoyé pour eux, en Amérique, 40 tonnes de fontes diverses de la Grande-Bretagne et une grande quantité de minerais.

Ils obtinrent, ainsi qu'ils le déclarent dans leur rapport, un fer meilleur, en somme, que le fer des fours ordinaires, et leur témoignage a été confirmé par tous ceux qui avaient vu ou effectué des opérations du même genre. A la vérité, ils furent surpris, tout d'abord, de l'aspect que présentait la cassure des loupes après le cinglage, ils s'étonnèrent de trouver là un état spongieux assez prononcé, et une certaine quantité de scories; mais ces mêmes loupes, réchauffées et passées au laminoir, donnaient un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fer dans lequel il était impossible de trouver plus de scories que dans les fers puddlés ordinaires, et dont la cassure présentait le même aspect que ces derniers.

Aucune loupe, sauf une, n'a présenté, dans sa cassure, des débris de *fettling* non réduit.

Sauf dans des cas particuliers, le fer recueilli avait un poids très-sensiblement supérieur à celui de la fonte introduite, conformément à la remarque que nous avons faite plus haut.

En cent cinquante-sept opérations :

On a traité six espèces de fonte pesant, en tout.	94 225 livres,
et on a obtenu, en fer.	100 606 livres.

D'après les calculs de M. Snelus,

			Livres.	
600 livres de fonte du Cleveland pourraient donner. . .			729,06	de fer.
600	—	du Staffordshire — . . .	714,66	—
600	—	du Derbyshire — . . .	730,08	—

On a recherché ensuite quel déchet ce fer présentait dans quelques opérations ultérieures, et on a trouvé les résultats suivants :

1 484	livres de fer puddlé ont donné. . .	1 373	livres de tôle,
18 335	— — . . .	16 944	livres de fer en barre.

La proportion de charbon employé varie sensiblement, comme on le pense bien, suivant qu'on travaille ou qu'on ne travaille pas d'une façon continue, c'est-à-dire nuit et jour. En toute hypothèse, la commission conseille de ne traiter, dans les fours Danks, que des fontes liquides venant directement du haut fourneau ou d'un fourneau spécial pour la refonte.

Nous ne pouvons rendre compte en détail de toutes les expériences faites par elle, avec les diverses fontes anglaises, pour rechercher la quantité de combustible nécessaire. Nous indiquerons seulement les résultats suivants, qui nous paraissent représenter assez bien une situation moyenne et qui ont été obtenus avec des charges de 600 livres de fonte en lingots.

En trois jours, en marchant jour et nuit,

On a brûlé.	28 984 livres de houille,
Avec lesquelles on a traité. . .	22 200 livres de fonte,
Et on a obtenu.	24 241 livres de fer puddlé.

M. Jones, d'ailleurs, s'est chargé de mettre en évidence les résultats financiers présentés par la nouvelle méthode.

Il suppose que l'on ait pu produire, dans le pays de Cleveland, 600 tonnes de fer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puddlé par semaine; « avec l'ancien système, dit-il, il faudra cinquante fours à pud-
« dler qui coûteront, en chiffres ronds, 33000 livres (825000 fr.), en prenant pour
« base la fonte à 50 shillings (62f,50), et tout le reste en proportion, et en ne comptant
« ni le prix du terrain ni celui d'aucun accessoire. Avec le procédé Danks, il faudra
« douze fours seulement, faisant au minimum dix loupes de 10 quintaux (500 kilog.)
« par douze heures, et coûtant 34000 livres (850000 fr.). Il y aura donc, avec le
« procédé Danks, une légère augmentation dans les frais de premier établissement,
« mais les économies réalisées dans l'opération seront telles que, dans les premiers
« fours, le fer puddlé reviendra à 4 liv. 11 sh. 2 d. (113f,96) la tonne, tandis que,
« dans les seconds, il ne reviendra qu'à 4 liv. 0 sh. 6 d. (100f,63), soit à 10 sh. 8 d.
« (13f,33) de moins. »

En résumé, la méthode nouvelle apporte à la fois amélioration dans la qualité des fers et diminution dans le prix de revient, en même temps qu'elle affranchit l'homme de l'un des travaux les plus pénibles auxquels il puisse être soumis. Elle ne peut manquer de se répandre promptement en Angleterre et sur le continent, si, toutefois, un nouveau et plus remarquable perfectionnement, dans une direction analogue, ne vient pas l'arrêter dans son essor. On annonce, en effet, que M. Siemens se livre à des recherches sur la réduction directe des minerais par un procédé dont nous ne connaissons pas encore les détails, mais dont le résultat serait le même que celui du travail à la forge catalane, avec la perfection de rendement et d'épuration que comportent les moyens actuels d'exécution.

Voici, en effet, les paroles pleines de confiance que le savant anglais adressait, dans le mois de mars dernier, au meeting de l'*Iron and Steel Institute:*

« Je recherche, disait M. Siemens, le moyen de réduire les oxydes métalliques à
« l'aide d'appareils tournants, et mes expériences ont déjà assez réussi pour m'auto-
« riser à espérer que bientôt je pourrai faire à l'Institut une communication à ce
« sujet. Mon procédé serait juste la contre-partie du procédé Danks. »

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

RAPPORT SUR UN MÉMOIRE DE M. GRUNER RELATIF A L'ACTION DE L'OXYDE DE CARBONE SUR LE FER ET SES OXYDES, PAR M. H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE (1).

« L'oxyde de carbone est le réducteur le plus souvent utilisé dans les opérations métallurgiques; cela tient à ce qu'il est le produit définitif, ou au moins prédominant,

(1) Commission composée de MM. Boussingault, Balard, Frémy et H. Sainte-Claire Deville.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la combustion du charbon, quand celui-ci est en excès et porté à une haute température dans les foyers de toutes formes employés dans l'industrie. C'est surtout pour la fabrication de la fonte, de l'acier et du fer, où l'oxyde de carbone joue un rôle considérable, qu'il est utile de connaître avec précision toutes ses propriétés et toutes ses réactions sur les divers oxydes du fer et sur le fer lui-même. L'étude des faits qui se rattachent à ces questions primordiales a occupé un grand nombre de chimistes éminents, qui les ont fait servir à l'explication des phénomènes que l'on observe dans la pratique de la métallurgie du fer pur ou carburé. MM. Laurent et Le Play, dans des Mémoires (1) connus de tout le monde, ont agité la question de savoir si l'oxyde de carbone pouvait aciérer le fer pur. M. Margueritte, dans des travaux récents (2) d'une netteté et d'une précision remarquables, dont les résultats ont été confirmés depuis leur publication et dont les conclusions sont en complet accord avec les propriétés nouvelles reconnues dans l'oxyde de carbone, semble avoir résolu le problème posé par ses prédécesseurs. Le colonel Caron (3), en apportant, dans la discussion de ces questions, des faits nouveaux, en découvrant et utilisant, pour la théorie de la formation de l'acier, l'influence des gaz carburés, le phénomène remarquable de la réduction par le silicium de l'oxyde de carbone, etc.; MM. Troost et Hautefeuille (4), dans un mémoire sur l'oxydation à haute température des fers carburés et silicés, ont complété l'étude des phénomènes produits au contact de l'oxyde de carbone et du fer fortement chauffé.

« Mais ces phénomènes deviennent tout autres lorsqu'on les étudie à des températures basses, par exemple entre 400 et 500 degrés du thermomètre centigrade.

« Le docteur Stammer (5) a découvert un fait très-étrange : il a fait voir qu'en faisant passer, à une température inférieure au ramollissement du verre, de l'oxyde de carbone sur de l'oxyde de fer, on obtenait, en outre du fer réduit, une quantité considérable d'un charbon très-volumineux, uniformément imprégné de fer, où la proportion du métal atteint à peine quelques centièmes de la masse totale, tant est grande la quantité de charbon déposée par cette réaction. Le colonel Caron a depuis confirmé tous ces résultats (6), et s'en est même servi pour expliquer les phénomènes d'aciération observés par M. Margueritte. Ces faits ont été étudiés à nouveau en 1869, par M. Lowthian Bell, propriétaire de la belle usine à fer de Clarence Works, près de Middlesborough. Cet habile métallurgiste a rendu compte de ses premières expériences dans

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXV, p. 403.
(2) *Id.*, 4e série, t. VI, p. 5.
(3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LV, LVI, LVII, LIX, LXII, LXIII, LXVI.
(4) *Id.*, t. LXX, p. 252.
(5) *Annales de Poggendorff*, t. LXXXII, p. 136.
(6) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 333.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le *Journal de la Société chimique de Londres* (1), puis dans un mémoire spécial sur la théorie des hauts fourneaux (2).

« La haute position sociale et scientifique que M. Bell (3) occupe en Angleterre, les moyens puissants d'expérimentation et d'observation qu'il possède, donnent un grand crédit et une grande influence à ses publications. Nous n'en extrairons néanmoins que ce qui concerne le sujet spécial qui est traité dans ce rapport et en abrégeant, pour ne pas abuser de l'attention de l'Académie.

« En soumettant, comme l'a fait M. Bell, à l'action des gaz d'un haut fourneau du minerai de fer porté à une température voisine de 400 degrés, on le voit, au bout de quelques heures, se réduire partiellement, se couvrir de charbon floconneux, puis tomber en poussière en augmentant de volume. La proportion de carbone ainsi déposé peut aller jusqu'à 20 et même 25 pour 100 du poids du minerai. Le même effet se produit par l'oxyde de carbone pris à cette même température, tandis que, en opérant la réduction à la chaleur rouge, il n'y a jamais de charbon déposé ni avec l'oxyde de carbone pur, ni avec le gaz des hauts fourneaux. M. Bell explique ce singulier phénomène; mais il hésite entre plusieurs théories. D'après l'opinion à laquelle il semble s'arrêter dans une lettre inédite du 19 juin 1870, « l'oxyde de fer se trouverait ramené « par l'oxyde de carbone à un degré inférieur, tel que $Fe^{x}O_{y}$; puis celui-ci se réoxy- « derait de nouveau aux dépens de l'oxyde de carbone, en isolant le carbone flo- « conneux. »

« Pour compléter l'exposé succinct de nos connaissances sur ces réactions, nous décrirons une observation faite en 1865, dans le laboratoire de l'École normale, à l'époque où l'un de nous répétait les expériences de M. Margueritte. Dans un tube de porcelaine chauffé, on plaçait un faisceau de fils de fer de clavecin qui dépassait de part et d'autre la portion du tube de porcelaine exposée à l'action de la chaleur (4). De cette manière, le fer était dans ses différents points à toutes les températures comprises entre 400 et 1300 degrés environ. En faisant passer sur ce faisceau de l'oxyde de carbone, le fer se recouvrait de charbon pulvérulent à ses deux extrémités peu

(1) Numéro de juin 1869.

(2) *On the development and appropriation of heat in Iron blast furnaces*, etc.

(3) M. L. Bell, gendre de M. Pattinson, auquel l'industrie est redevable de grands et fructueux progrès, a mis sa grande fortune au service de la science. Il a, depuis longtemps, avec le concours de M. Brivet, fabriqué de l'aluminium à son usine de Washington, près Newcastle. Dès que les procédés d'extraction du thallium ont été publiés par M. Lamy, il en a fait préparer des quantités considérables, qui ont été distribuées dans les laboratoires de l'Europe, et, en particulier, dans notre pays, avec une générosité qu'il est juste de reconnaître ici.

(4) Ce tube, rempli de fer, servait aussi à purifier l'oxyde de carbone employé dans d'autres expériences, et à le dépouiller du bioxyde d'azote qu'il pouvait contenir, à cause des impuretés de l'acide oxalique et de l'acide sulfurique servant à sa préparation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

échauffées et se transformait en acier dans la partie rouge. En coupant, pour les fondre, les portions de fer recouvertes de charbon, on avait un mélange de fonte saturée de charbon et de charbon en excès. On établissait ainsi que l'oxyde de carbone peut, à haute température, aciérer le fer sans jamais le saturer, conformément aux conclusions de M. Margueritte, et produire les éléments de la fonte, pourvu que la température fût convenablement abaissée. On sait, en outre, par les expériences de l'un de nous et de M. Cailletet, que l'oxyde de carbone peut être dissocié par la seule action d'une température élevée.

« M. Bell observa la plupart de ces faits en faisant varier la température.

« C'est à ce moment que M. Gruner, inspecteur général des mines, dont les nombreux travaux font autorité dans la métallurgie, entreprit d'élucider ces faits importants par des expériences précises, par des analyses multipliées et une critique sévère de tous les détails de ces phénomènes obscurs (1).

« M. Gruner, non-seulement répète et confirme les expériences de ses prédécesseurs sur la production du charbon floconneux, au contact de l'oxyde de carbone et de l'oxyde de fer à basse température, mais encore il fait une analyse immédiate du plus haut intérêt sur le produit définitif de cette réaction nouvelle. Voici ses résultats :

« En faisant passer de l'oxyde de carbone pur sur du sesquioxyde de fer naturel, à une température voisine de 400 degrés (2), le premier effet obtenu est la transformation du sesquioxyde en un oxyde, ou un mélange d'oxydes moins oxygénés, sans dépôt bien notable de charbon. Puis celui-ci apparaît et se produit dès lors avec une rapidité très-grande. En opérant sur de très-petites quantités de matières, on épuise l'action du gaz réducteur; en analysant par les procédés les plus rationnels le mélange résultant, on trouve les nombres suivants :

Charbon.	33,40		
Oxyde magnétique.	3,75	tenant oxygène.	1,05
Argile du minerai.	0,61		
Fer métallique.	61,19		
Oxygène uni à ce fer. . . .	1,05		1,05
	100,00		2,10

« Le colonel Caron avait déjà constaté la présence de l'oxygène dans le charbon ferrugineux (3).

---

(1) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 151.

(2) Votre commission a vérifié que cette température devait être supérieure à 350 degrés, point d'ébullition du mercure, dans la vapeur duquel la réaction est sensiblement nulle et pouvait être inférieure à 440 degrés, point d'ébullition du soufre, dans la vapeur duquel la réaction se développe complétement.

(3) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 335.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« M. Gruner conclut de ces nombres que la réduction totale de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone dans ces conditions est impossible, et que le dépôt de charbon par le dédoublement de l'oxyde de carbone devient très-faible, sinon nul, dès que la réduction de l'oxyde de fer est parvenue à ses limites extrêmes.

« L'analyse immédiate démontre, en outre, que le charbon ferrugineux, résultat définitif de l'action de l'oxyde de carbone, est une matière complexe formée avec du carbone, du fer métallique, du protoxyde de fer, ou peut-être du sous-oxyde (1), solubles dans l'acide nitrique très-faible, et enfin de l'oxyde magnétique insoluble dans cet acide. L'expérience prouve que le fer ne peut jamais décomposer l'oxyde de carbone pur avec production d'oxyde magnétique. Si la présence de cet oxyde est un indispensable produit de la réaction complexe que nous venons d'étudier, il s'ensuivra que l'oxyde de carbone pur ne pourra jamais la déterminer, et que ce gaz ne déposera jamais de charbon sur le fer pur. L'action d'un gaz oxygéné devra précéder l'action de l'oxyde de carbone, ou un oxyde de fer devra être mélangé au fer lui-même.

« C'est ce que l'auteur essaye de démontrer par les expériences dont nous allons donner brièvement les principaux résultats.

« On peut, sans grand inconvénient, employer du fil de carde, en le supposant exempt d'oxyde appartenant à la scorie dont sa substance n'est jamais complétement dépouillée ; mais il est plus difficile de se procurer de l'oxyde de carbone entièrement privé d'air et surtout de bioxyde d'azote, quand on le prépare avec de l'acide sulfurique et de l'acide oxalique qui ont eux-mêmes été préparés avec de l'acide nitrique (2) et en retiennent les éléments avec une grande ténacité. Il vaut donc mieux, pour ces expériences, employer l'oxyde de carbone obtenu avec l'acide carbonique et le charbon. Mais on sait combien il est difficile de dépouiller les gaz de l'air que les matières et les appareils de production et d'épuration contiennent et gardent obstinément, malgré les précautions les plus rigoureuses. D'un autre côté, on verra que 2,10 d'oxygène seulement sont contenus dans le charbon ferrugineux au moment où 63,89 de fer ne peuvent plus déterminer le dédoublement de l'oxyde de carbone, et que, par conséquent, une très-petite quantité d'oxygène suffit, au contact du fer, pour déterminer la décomposition d'une grande quantité d'oxyde de carbone. Il en résulte que les expériences de M. Gruner, que nous allons décrire, doivent paraître concluantes.

---

(1) Les expériences de M. Debray (*Comptes rendus*, t. XLV, p. 1018), faites, il est vrai, à une température plus élevée que 400 degrés, prouvent, d'une manière indubitable, qu'un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique à volumes égaux transforme le fer ou l'un quelconque de ses oxydes en protoxyde de fer.

(2) Aujourd'hui, la plus grande partie de l'acide oxalique répandu dans le commerce provient d'une autre source et doit être exempte d'acide nitrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« M. Gruner prend du fil de fer de carde très-fin et en construit des hélices qu'il introduit dans un tube de verre chauffé vers 400 degrés, et qui est traversé par de l'oxyde de carbone provenant de la réduction de l'acide carbonique par le charbon rouge. Le gaz est purifié par de la potasse, du pyrogallate de potasse, par un mélange de vitriol vert et de potasse caustique, et, enfin, complétement desséché. La réaction entre le fer et l'oxyde de carbone paraît alors sensiblement nulle : à peine quelques traces de charbon dans les sillons tracés par la filière à la surface du fer, à peine une augmentation de poids de quelques milligrammes sur plus de 3 grammes de fil de fer et au bout de cinq heures.

« Mais, si, sans déranger le tube de verre et pendant le même temps, on fait passer sur le même fer, ou sur d'autres hélices, de l'oxyde de carbone non dépouillé de l'acide carbonique qui domine toujours au commencement de l'opération, les hélices se couvrent bientôt de charbon ferrugineux en quantité telle, que le tube est obstrué et que le poids du métal a augmenté de plus de 1 cinquième de sa valeur primitive. Le fer s'est sans doute oxydé avant de provoquer le dépôt du charbon.

« Le même phénomène se produit lorsqu'on fait agir de l'oxyde de carbone sur du fer, en introduisant dans l'appareil un peu d'oxyde magnétique (1).

« Ainsi M. Gruner conclut de ces expériences que, pour être réduit par le fer, l'oxyde de carbone doit apporter avec lui ou rencontrer une certaine quantité d'acide carbonique ou d'oxygène.

« Le charbon ferrugineux obtenu avec du fer de carde dans ces circonstances contient :

Charbon.	92,14		
Oxyde magnétique.	1,67	contenant oxygène. . . .	0,45
Fer.	5,57		
Oxygène.	0,62	—	0,62
	100,00	Oxygène.	1,07

« Les méthodes d'analyse immédiate employées par M. Gruner ne permettent pas

(1) La commission a répété cette expérience dans les circonstances suivantes : 2 grammes de fer provenant de la réduction du sesquioxyde pur ont été soumis, pendant six fois vingt-quatre heures, à l'action de l'oxyde de carbone pur ; il s'est formé 107 milligrammes d'acide carbonique, et le fer a simplement changé de couleur en noircissant légèrement. On a introduit dans le tube qui contenait le fer 1 décigramme d'hématite, et, dans le même temps, avec le même gaz, on a obtenu $6^{gr},633$ d'acide carbonique, et le tube a été obstrué par le charbon ferrugineux formé aux dépens de l'oxyde et du fer lui-même, ce qui a mis fin à l'opération. Le fer, qui était en éponge solide et brillante, s'est changé en une poudre noire et veloutée, et le charbon déposé s'est élevé à $2^{gr},98$. Le tube de verre était chauffé dans de la vapeur de soufre. Pendant le même temps, de l'oxyde de carbone pur a passé sur du fil de carde chauffé très-légèrement par une flamme de gaz, sans qu'il se soit produit autre chose qu'une légère coloration superficielle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'admettre que l'oxygène rapporté à l'oxyde magnétique ne lui appartient pas, et qu'il se trouve combiné au charbon pour former un de ces oxydes graphitiques que M. Brodie a découverts et que M. Berthelot a étudiés avec tant de soin.

« M. Gruner termine son mémoire en développant un système d'explication qu n'est pas tout à fait différent de celui qui a été adopté par M. Bell. Nous n'exposerons pas les opinions de l'auteur sur ce point, pour ne pas augmenter l'étendue de ce rapport.

« On en trouvera une discussion très-développée et très-habile dans le mémoire auquel nous renvoyons les personnes curieuses d'approfondir ces questions délicates.

« En résumé, le travail de M. Gruner contient un grand nombre de faits de la plus haute importance pour l'étude des propriétés du gaz oxyde de carbone, de son action sur le fer et les oxydes de fer, pour la théorie de la fabrication du fer et de la cémentation, et nous demandons à l'Académie de vouloir bien insérer son Mémoire dans le *Recueil des savants étrangers*. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Résumé et conclusions du mémoire de M. Gruner.

1° Si l'on fait passer de l'oxyde de carbone sur du minerai de fer porté à la température de 300 à 400 degrés, l'oxyde de fer est progressivement réduit à partir de la surface extérieure de chaque fragment. Or, dès qu'une portion quelconque de la croûte externe de ces morceaux se trouve ainsi amenée à l'état métallique, le minerai se fissure dans tous les sens, foisonne beaucoup et se couvre de carbone pulvérulent. Cette réaction se produit, d'ailleurs, quel que soit le mode de préparation de l'oxyde de carbone.

2° A mesure que la réduction approche de son terme, le dépôt charbonneux devient moins abondant et cesserait même de se produire très-probablement à partir du moment où l'oxyde de fer est complétement réduit, si toutefois cette réduction *absolue* pouvait se réaliser dans les conditions des expériences faites par l'auteur. En tout cas, il faudrait, pour cela, un temps fort long.

3° Si l'on fait passer de l'oxyde de carbone sur du fer métallique à la température de 300 à 400 degrés, ce fer se couvre également de carbone pulvérulent, dès que l'action réductrice de l'oxyde de carbone se trouve *partiellement tempérée*, soit par la présence d'une faible proportion d'acide carbonique, soit par la présence d'une source quelconque d'oxygène pouvant transformer en acide carbonique une minime partie de l'oxyde de carbone lui-même.

4° Par contre, l'oxyde de carbone pur et sec abandonnera au fer métallique d'autan moins de carbone que ce dernier sera plus complétement exempt de tout mélange

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'oxyde, en sorte que la réaction serait probablement nulle vers 300 à 400 degrés, si l'expérience pouvait être faite sur du fer *absolument privé de tout mélange d'oxyde.*

5° Le carbone pulvérulent qui se dépose, soit sur les minerais au moment de leur réduction, soit sur le fer métallique lorsque l'oxyde de carbone agit de concert avec une faible dose d'acide carbonique, est une sorte de *carbone ferrugineux*, un véritable composé de carbone et de fer, tenant au maximum 5 à 7 pour 100 de fer métallique, sorte d'intermédiaire entre le carbone de l'acier et le graphite hexagonal de la fonte grise.

Enfin ce carbone ferrugineux renferme toujours aussi une faible dose de *fer oxydé,* en majeure partie *magnétique,* dont le rôle semble essentiel dans la réaction qui provoque le dépôt de ce carbone.

6° L'acide carbonique agit comme oxydant sur le fer. Mais, à la température de 300 à 400 degrés, l'action est peu intense; il ne se produit qu'une faible dose, en proportions variées, de peroxyde, oxyde magnétique et protoxyde de fer, et ces oxydes ne sont jamais accompagnés d'un dépôt de carbone.

7° La formation du *carbone ferrugineux* est le résultat d'une sorte de dédoublement de l'oxyde de carbone : $2\,CO$ se transformant en $CO^2 + C$; mais cette réaction ne se produit, en dernière analyse, jamais *directement.* Il faut, pour qu'elle se manifeste, la *présence simultanée du fer métallique et du protoxyde de fer :* le fer métallique pour fixer le carbone; le protoxyde de fer, pour retenir momentanément l'oxygène.

Mais cette réoxydation passagère du protoxyde, qui s'oppose, par cela même, à sa réduction finale, ne peut se produire que si l'action réductrice de l'oxyde de carbone est *partiellement tempérée* par l'acide carbonique. C'est, on doit le répéter, la condition *sine quâ non* du dépôt de carbone. Cette double réaction se trouve exprimée par les formules

$$3\,FeO + CO = Fe^3O^4 + C \text{ (ce carbone était uni au fer),}$$

et

$$Fe^3O^4 + CO = 3\,FeO + CO^2,$$

et ainsi de suite indéfiniment, pourvu que l'oxyde de carbone soit toujours tempéré, dans son action réductrice, par une certaine dose d'acide carbonique.

En un mot, l'oxyde de carbone *pur* n'est pas dédoublé par le fer absolument privé de tout élément oxydé. De même, l'acide carbonique, s'il agit *seul* sur le fer, ne fournit pas davantage du carbone ferrugineux. Enfin, les *deux gaz réunis,* pourvu que l'oxyde de carbone soit en excès, produisent en abondance du *carbone ferrugineux* par leur action simultanée sur le fer métallique à la température faible de 300 à 400 degrés centigrades.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

8° Le fer spathique, ou le protoxyde de fer, est rapidement transformé en oxyde magnétique sous l'action de l'acide carbonique, et cela sans aucun dépôt de carbone, tandis que l'oxyde de carbone, dans les mêmes circonstances, dépose promptement beaucoup de carbone ferrugineux.

9° Si, dans les expériences qui donnent du carbone ferrugineux, on élève la température jusqu'au rouge vif, le dépôt de carbone cesse aussitôt; bien plus, le carbone antérieurement déposé sera de nouveau brûlé, si, du moins, il se trouve encore en présence d'une proportion suffisante d'oxyde de fer non réduit.

Sous ce rapport, les réactions sont tout autres à la température de 300 à 400 degrés et au rouge vif.

10° Au point de vue de la théorie des hauts fourneaux, il est à remarquer que le carbone doit se déposer sur le minerai dans la partie supérieure des fourneaux et que ce carbone pulvérulent, par son mélange intime avec l'oxyde de fer, doit faciliter, dans les régions moyennes des hauts fourneaux, la réduction ultérieure du minerai et celle de l'acide carbonique.

En tout cas, par suite de cette réaction, le carbone déposé sera de nouveau brûlé avant de parvenir à la zone de fusion.

11° Le dédoublement de l'oxyde de carbone se fait avec développement de chaleur. A chaque kilogramme de carbone déposé correspond un dégagement de 3134 calories.

ART DES MINES.

MÉMOIRE SUR LES MINES MÉTALLIQUES DE LA FRANCE, AUTRES QUE LES MINES DE FER, PAR M. ALFRED CAILLAUX, INGÉNIEUR. (*Extrait.*)

Introduction.

Si l'on jette un coup d'œil sur l'industrie minérale de la France dans le cours de ce siècle, on voit que la production des combustibles et du fer est entrée dans une voie de progrès considérable, tandis que celle des métaux autres que le fer a été, pour ainsi dire, nulle jusque dans ces dernières années et est encore aujourd'hui presque insignifiante (1).

L'examen des documents qui se rapportent à ces productions diverses semblerait

---

(1) Cette production est actuellement de 5 à 6 millions de francs par an; en 12 ans, de 1847 à 1858, la production des mines a été de 16 à 17 millions. (*Comptes rendus des Ingénieurs.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire croire que la France est dépourvue de métaux ; cette idée prend une consistance plus grande lorsque l'on voit que dans l'espace de onze ans, de 1858 à 1868, il a été importé, pour entrer dans la consommation, une valeur métallique de plus de 800 millions, sans compter celle de l'argent et de l'or, qui est de près de 1 400 millions. Les relevés statistiques des douanes fournissent, en effet, les chiffres suivants :

Métaux importés de 1858 à 1868.

161 781	tonnes,	cuivre,
261 930	—	plomb,
2 131	—	mercure,
336 838	—	zinc,
32 158	—	étain,
243	—	nickel,
437	—	cobalt,
110	—	arsenic,
909	—	antimoine.
2 118 920	kilog.	argent brut,
621 525	—	or brut.

Une pareille situation tend donc à fortifier l'opinion admise par beaucoup de personnes, que les substances minérales autres que le fer et la houille n'existent pour ainsi dire pas sous notre territoire, ou bien que, si elles y existent, elles s'y trouvent dans de telles conditions qu'il ne saurait y avoir aucun avantage à les en extraire. Mais cette opinion repose-t-elle sur des données certaines, et faut-il l'accepter, quelle qu'en soit la source? C'est là ce dont il est permis de douter.

Laissant, par conséquent, de côté toute idée préconçue, nous avons fait un grand nombre de recherches, et nous avons bientôt partagé l'opinion des ingénieurs les plus compétents, parmi les ingénieurs de l'État ou parmi les ingénieurs civils, qui admettent que non-seulement la défaveur qui frappe les mines nationales n'est pas justifiée, mais que la France possède un grand nombre de mines de plomb et argent, cuivre, étain, exploitables aujourd'hui avec avantage.

Nous avons reconnu que la plupart de ces mines avaient été exploitées dans des temps éloignés, et que leur abandon, pour le plus grand nombre, ne saurait être attribué, comme on l'a dit si souvent, comme on le répète encore, à la découverte de l'Amérique, à l'élévation de la main-d'œuvre ou à l'abaissement du prix des métaux, mais proviendrait de causes indépendantes de leur richesse, parmi lesquelles il faut compter les nombreuses crises que le pays a eu à subir à différentes époques.

Nous avons reconnu que la décadence réelle de cette branche si importante de l'industrie minérale remonte particulièrement au moment où l'action gouvernementale s'est exercée sur les mines, action qui, sous l'influence d'une puissance centralisatrice

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

croissante, a multiplié les entraves et a créé jusqu'à nos jours, au nom de l'intérêt public et sous des formes législatives diverses, de continuels obstacles à leur développement.

Nous allons essayer de prouver ce que nous avançons en jetant un coup d'œil rapide sur la constitution géologique de la France, sur l'histoire des mines et sur les causes plus directes qui, dans le XIX^e^ siècle, ont réagi sur leur exploitation.

Nos efforts tendront à jeter quelque lumière sur une question dont l'importance nous est révélée par les chiffres d'importation que nous avons donnés plus haut. Ils tendront surtout à attirer l'attention des hommes de bonne volonté sur une branche d'industrie dont les conditions économiques s'améliorent chaque jour par le progrès des sciences, par les perfectionnements de la machine à vapeur et des chemins de fer, par la création de forces et de moyens nouveaux permettant de pénétrer dans les roches les plus dures ou d'atteindre les plus grandes profondeurs; ils tendront enfin à justifier les mesures élémentaires que nous considérons comme utiles à adopter et que nous indiquons à la fin de ce travail.

D'ailleurs, après les terribles événements qui viennent de frapper la France, c'est un devoir sacré que de rechercher par tous les moyens possibles, même dans les plus minutieux détails, à multiplier le travail et à élargir les sources de la fortune publique.

I.

Le sol de la France, considéré géologiquement, peut être aussi métallifère que les contrées qui l'environnent. — L'examen général de la constitution géologique de la France nous montre l'existence de toutes les roches que l'expérience indique comme se rattachant de la manière la plus intime aux productions métallifères.

Dans les cinq groupes montagneux qui forment les principaux reliefs : les Pyrénées, les Alpes, le Plateau central, la Bretagne et les Vosges, nous retrouvons, en effet, le granit, la syénite, la leptynite, etc., l'eurite, les porphyres brun, rouge et quartzifère, les ophiolites et leurs variétés, ainsi que les terrains azoïque, silurien et dévonien, qui, sur tous les points de la terre, sont le principal siége des exploitations minérales.

Nous retrouvons ces roches au milieu de contrées alpestres et profondément découpées, et autour d'elles se rencontrent encore de nombreuses sources thermales que l'on considère aujourd'hui comme les représentants actuels des phénomènes qui, dans les périodes géologiques, ont présidé à la formation des gisements minéraux.

Ces terrains et ces roches, y compris le trias, occupent une étendue de plus de 180 000 kilomètres carrés, plus du tiers de la surface de la France, et ils ont la plus grande analogie avec ceux de même âge de l'Angleterre ou de l'Allemagne.

On y remarque, en outre, dans le Cantal, dans les Pyrénées, dans le Morvan, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le Gard, l'Ardèche, la Loire, la Creuse, la Haute-Vienne, l'Aveyron, le Tarn, etc., d'immenses filons de quartz qui se redressent, comme autant de puissantes murailles, au-dessus du sol, et suivent quelquefois les inflexions des montagnes sur plus de 10 kilomètres de longueur.

Ces filons quartzeux se retrouvent partout, sur les trois continents, au sein des contrées véritablement métallifères. Liés intimement aux productions métalliques, ils ne sauraient avoir perdu, chez nous, leur caractère propre; ils l'ont perdu d'autant moins que, dans quelques départements français, on peut voir autour d'eux des gisements qui, d'après l'auteur de la carte géologique de l'Aveyron, offrent la plus grande analogie avec ceux du Hartz, de l'Oural et de la Suède.

Si maintenant on examine cette vaste étendue au point de vue des mines, on voit, d'après la note qui en a été publiée par l'Administration en 1846, que cinquante départements renferment plus de 700 gisements ou filons métalliques, et si on parcourt les documents qui s'y rapportent, ou, mieux encore, si on va visiter les lieux, comme nous l'avons fait pour beaucoup de localités, on en peut compter un nombre infiniment plus considérable, sur tout le pourtour des massifs granitiques, au milieu des terrains schisteux ou de transition, et dans les granits eux-mêmes, ou à leur contact.

La conclusion que l'on pouvait prévoir, c'est que la France paraît être tout aussi métallifère que les contrées qui l'environnent. Nous n'aurons plus aucun doute à cet égard quand nous rappellerons les nombreux vestiges d'anciens travaux, abandonnés depuis longtemps, que l'on peut voir disséminés sur les versants ou sur les sommets des montagnes, vestiges dont nous allons donner une idée.

II.

La France possède de nombreuses mines qui ont été l'objet d'exploitations considérables. — Nous ne dirons que peu de mots de l'Alsace, qui renferme de nombreuses mines d'argent et où l'on voit, à côté de bien d'autres, une galerie d'écoulement de plus de 8 kilomètres de longueur; mais nous rappellerons les versants des Vosges et de la haute Saône qui appartiennent encore à la France.

Autour du ballon d'Alsace, à la vieille hutte, à Saint-Jean-d'Auxelles, à Château-Lambert, à Lacroix-aux-Mines, à Giromagny, et sur un grand nombre d'autres points, on peut voir encore, aujourd'hui, d'immenses déblais et des excavations profondes dont quelques-unes devaient se développer sur plus de 3000 mètres de longueur, dans le sens de la direction.

Dans le centre de la France, dans la Creuse et dans le Limousin, on retrouve les anciens placers aurifères et stannifères gaulois ou gallo-romains, et, sur une multitude de points, on remarque de longues excavations linéaires et des amas de roches que l'on avait toujours considérés comme les ruines de châteaux ou de villes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

disparus ou comme les vestiges de camps de César. Aujourd'hui, on sait que toutes ces prétendues ruines sont les traces d'anciennes exploitations d'or ou d'étain, et l'on voit un immense croisement de filons stannifères qui traversent de vastes étendues granitiques et principalement l'extrémité des derniers chaînons du Limousin.

Dans la Dordogne et sur tout le pourtour du plateau central, jusqu'en Bretagne, on retrouve les traces de nombreuses exploitations de plomb, plomb et argent, et d'étain, dont les traditions sont perdues.

Dans les Pyrénées, sur les territoires français et espagnol, on peut entrer, encore aujourd'hui, dans de nombreux et immenses travaux qui peuvent remonter aux Carthaginois et se développent sur de grandes étendues.

Dans le Vivarais, on voit les traces de nombreuses excavations, et les déblais accumulés autour de quelques-unes d'entre elles sont encore vernis par le feu dont on se servait anciennement pour l'exploitation et l'abatage de la roche à traverser.

Dans le Lyonnais et le Beaujolais, nous voyons les vestiges des anciennes exploitations que Jacques Cœur, le grand argentier de Charles VII, entretint pendant plus de vingt-cinq ans, et qui ne furent arrêtées que par la spoliation dont elles furent l'objet. Les documents qui s'y rapportent nous parlent de longues galeries ou de travaux importants qui y ont été faits.

Dans l'Aveyron comme dans les Corbières, des amas linéaires de roches amoncelées, se poursuivant quelquefois sur 2 et 3 kilomètres de longueur, et de larges dépressions du sol occupant la place d'anciens puits, nous montrent que des exploitations importantes ont existé dans ces contrées.

Dans les Alpes, à côté d'une série de travaux de diverses époques, nous retrouvons, au pied des glaciers, les vieilles mines, abandonnées, de cuivre, d'argent et de plomb de la chaîne des Rousses. Les déblais existants encore aujourd'hui auprès des excavations éboulées, les vestiges de routes et de constructions, indiquent toute l'importance des travaux exécutés jadis en ces lieux.

Enfin les nombreuses galeries que l'on voit à Saint-Georges-d'Hurtières, au Planais, dans la montagne de Rognat, les traces de vieux travaux sur un grand nombre de points nous montrent que la Savoie a été travaillée activement à diverses époques.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette grande quantité d'anciens travaux disséminés dans nos montagnes, dont nous n'avons donné qu'une idée sommaire. Nous en avons dit assez pour montrer que de nombreuses mines existent sous le sol de la France, et que l'argent, l'or, l'étain, le plomb et le cuivre ont été abondamment produits dans des usines oubliées aujourd'hui, et dont il ne reste que rarement des traces ou des souvenirs.

A l'exception de deux ou trois points, tous ces travaux sont encore, aujourd'hui, dans l'abandon. La plus grande obscurité règne sur la plupart d'entre eux et nous ne pouvons les voir sans nous demander comment, depuis soixante ans, dans un siècle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'activité comme le nôtre, où les substances métalliques sont devenues de plus en plus l'une des nécessités de la vie, comment ils ont pu, à l'exception d'un très-petit nombre d'entre eux, rester ainsi ignorés du public. On est vraiment étonné à la pensée que, depuis si longtemps, il ne se soit trouvé personne en France pour dissiper l'obscurité qui les enveloppe.

Nous allons essayer de rechercher par quel enchaînement de faits ces mines sont parvenues à un anéantissement si complet; l'examen rapide que nous allons faire de leur histoire, depuis les Gaulois jusqu'à nos jours, nous permettra peut-être d'apprécier les causes de leur abandon, de reconnaître que cet abandon n'est dû, pour un grand nombre d'entre elles, ni à la stérilité du sol, ni à leur épuisement, ni aux modifications économiques qui auraient pu résulter de variations dans l'ordre politique ou social, et que de grandes richesses existent encore aujourd'hui dans leur profondeur.

III.

Gaule indépendante. — Travaux superficiels. — Enfance de l'art. — Nous n'avons que peu de mots à dire des Gaulois, au temps de la Gaule indépendante. Ils recherchaient particulièrement l'or qu'ils trouvaient dans les sables du Rhin, au pied des Pyrénées, dans les Alpes et dans le centre de la France.

Inventeurs de l'étamage et du placage du cuivre avec l'argent, ils extrayaient l'étain, le cuivre et l'argent du sein de la terre. Les médailles ou les débris d'ustensiles de leur époque, que l'on a trouvés dans le Rouergue et dans le Limousin, ne laissent aucun doute à cet égard; mais, dépourvues de routes, de machines et de moyens d'épuisement, leurs mines ne devaient consister, suivant toute apparence, qu'en travaux à ciel ouvert, établis sur la crête des filons, ou en boyaux étroits, suivant le minerai riche et massif, de proche en proche, et abandonnés aussitôt qu'une première difficulté venait à être rencontrée; leurs travaux, comme ceux des Finnois, dans l'Oural, quelques-uns des Étrusques, ou ceux de peuplades inconnues, que l'on a retrouvés autour du lac Supérieur, aux États-Unis, ne durent avoir que peu d'extension en profondeur, et n'enlevèrent que peu de chose à la richesse des gisements sur lesquels ils étaient établis.

Période romaine. — Travaux plus étendus sur les seuls points où il y avait peu ou pas d'eau. — Invasion des Barbares. — Temps de Charlemagne. — Les Gaules avaient une grande réputation de richesse, particulièrement au point de vue de l'or, quand les Romains en firent la conquête. Apportant une civilisation très-avancée, ceux-ci y créèrent des édifices d'une splendeur remarquable, des routes et des voies somptueuses, et, pendant près de quatre siècles, le commerce et l'industrie, sous l'influence d'une organisation puissante, purent acquérir un développement inconnu jusqu'alors.

Les mines furent exploitées avec une grande activité, si l'on en juge par la grandeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des excavations qu'on leur attribue, dans les Pyrénées, dans le centre de la France et dans les Alpes ; suivant toute apparence, il existait des fonderies impériales, ainsi que semblent l'indiquer deux saumons de plomb portant l'empreinte de Septime Sévère, que l'on voit à Châlons-sur-Saône et à Rouen.

Mais les Romains, comme les Grecs, chez qui ils avaient puisé, à l'origine, les règlements et les coutumes civiles, professaient une sorte de mépris pour les arts mécaniques et pour les travaux manuels. Ces travaux et ces arts étaient considérés comme indignes de l'homme libre, et ils n'étaient exécutés que par des esclaves. L'exploitation des mines, encore plus méprisée, était donnée à forfait, comme la perception des impôts, aux *publicains,* qui n'y employaient que des malfaiteurs condamnés à des peines infamantes, ou ces mêmes esclaves pour lesquels on était habitué, à Rome, à méconnaître les lois et les droits de l'humanité.

Jamais le travail de l'esclave n'a valu le travail de l'homme libre, ainsi que le dit Montesquieu, et ceux qui connaissent tous les caprices des productions métalliques au sein de la terre, toutes les irrégularités de leurs veines au travers des couches, les amincissements presque imperceptibles de leur richesse au milieu des roches stériles, tous les soins et toute l'attention qu'il faut apporter pour retrouver le filon perdu, ceux qui savent l'imperfection des moyens d'épuisement dont on disposait dans ces temps reculés, admettront sans hésitation que les montagnes pouvaient être percées lentement par un rude labeur, mais que, dans ces conditions, il était impossible que les mines fussent l'objet d'exploitations convenables ou de recherches suffisamment étendues. C'est pour cette raison que, si, d'un côté, nous admirons la perspicacité des anciens à découvrir les gisements métalliques, nous sommes en droit de croire, d'autre part, que leurs travaux sont restés dans les limites de l'enfance de l'art, que ces travaux ont pu acquérir une grande extension là où l'eau était peu abondante, tant que les esclaves suffisaient à son épuisement, et qu'ils devaient recéler encore de grandes richesses pour les générations futures, lorsque, dans le IV^e^ siècle, les Barbares apparurent sur le sol de la Gaule.

Ce fut le commencement de calamités et de désastres immenses. Les invasions continuèrent jusqu'au règne de Charlemagne ; les campagnes furent la proie des Barbares, et la plupart des mines de la France durent être nécessairement abandonnées, non pour insuffisance de richesse, mais à cause des troubles sans cesse renaissants.

Sans nous étendre davantage sur cette période de notre histoire, il est facile de conclure que les mines eurent, en France, des temps d'une prospérité relative, avant et pendant la domination romaine, que ces mines durent être abandonnées peu à peu à partir du IV^e^ siècle, presque entièrement dans le V^e^, par suite des calamités qui pesaient sur le pays tout entier, et ne posséder qu'une bien faible activité sous la domination des rois mérovingiens.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'après Gobet, qui collectionna, en 1779, les œuvres des anciens minéralogistes de la France, « le siècle de Charlemagne fut une époque célèbre pour l'exploitation des mines en France et en Allemagne. » Nous ignorons ce qui s'est passé à cette époque, mais l'ordre que l'on admire dans les Capitulaires de l'Empereur, la sécurité rétablie dans la majeure partie de l'Europe, le progrès des sciences et des lettres, donnent lieu de croire que les mines purent être en effet reprises; mais après le démembrement de l'empire, nous voyons, pendant près de deux siècles, renaître et persister l'anarchie au milieu d'un ensemble d'ignorance, de rudesse et de superstition qui était loin de favoriser le mouvement de l'industrie, et particulièrement celui de l'industrie minérale.

Pourtant quelques mines semblent avoir subsisté; les Sarrasins, refoulés dans les Alpes, purent en extraire le cuivre et l'argent, pendant le IX^e^ et le X^e^ siècle; mais c'est véritablement à partir de la fin de ce dernier, et particulièrement du XI^e^, que commence, pour la France et l'Allemagne, et même pour l'Europe entière, une véritable période d'exploitation des mines, qui persista, d'après les historiens, jusque dans le courant du XIII^e^ siècle. Cette période est précisément celle du moyen âge qui paraît avoir été, chez nous, une période d'une très-grande activité, ainsi qu'on va le voir.

IV.

Moyen âge. — Période de travail considérable pour les mines. — Les siècles, comprenant le moyen âge, qui suivirent le démembrement de l'empire de Charlemagne, nous apparaissent, d'après ce que l'on nous a enseigné, comme des siècles d'anarchie, de désordre et d'obscurantisme; mais, en étudiant avec soin cette époque, on arrive à reconnaître que, dès le commencement du XI^e^ siècle, à partir de la trêve de Dieu et de l'institution de la paix, et malgré bien des agitations, elle fut, dans son ensemble, au dire de Montesquieu lui-même, une époque d'immense travail, de progrès et de liberté.

Un mouvement considérable s'était produit dans les esprits; jamais la nation n'avait montré plus de vitalité, et, après de longues années de trouble, qu'avait momentanément interrompues le règne de Charlemagne, le progrès matériel et social reprenait sa marche et se manifestait par l'exécution de grands travaux sur la plus grande partie de la surface de l'Europe. C'est ainsi qu'on vit s'opérer, en France, le grand défrichement du XII^e^ siècle et s'élever partout, sous l'influence de l'exaltation de la foi, de majestueuses cathédrales où travaillait toute une légion de maîtres-ès-œuvres, tels que Jehan de Chelles, qui étaient autant d'éminents artistes.

Les moines étaient devenus industriels, agriculteurs et métallurgistes; nous pouvons admirer, encore aujourd'hui, les savants et les sages de cette époque, tels qu'Abailard, Suger, Saint-Bernard, Albert le Grand, l'Anglais Roger Bacon, et tant d'autres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les mines subirent l'influence de ce mouvement général; leur reprise sur presque tous les points, qui répondait aux besoins de l'époque, était particulièrement favorisée par la division de la France en souverainetés féodales, où chaque souverain avait intérêt à leur exploitation. Aussi les documents historiques nous montrent de nombreuses mines ouvertes, pendant les XI^e^ et XII^e^ siècles, dans le Béarn, dans les Pyrénées, dans l'Auvergne, dans le Forez, le Vivarais, les Alpes, le Rouergue et le Gévaudan; les rois de Navarre, les dauphins, les comtes de Foix, de Toulouse, du Forez, l'évêque de Viviers, etc., y prélevaient des redevances importantes. La plupart de ces travaux furent suspendus, en France et en Allemagne, vers la fin du XIII^e^ siècle.

Suivant toute apparence, les mines étaient travaillées par des corporations dans lesquelles les ouvriers participaient aux bénéfices des entreprises, comme cela existait dans celles des Républiques italiennes, et comme cela eut lieu encore aux mines de Chitry, en France, ouvertes dans le XV^e^ siècle. Ces corporations, nées sous un régime libre, et qui n'avaient pas encore été altérées par les abus et les oppressions des maîtrises, payaient des redevances aux seigneurs féodaux. Ces redevances, prélevées en nature, étaient généralement très-fortes; elles s'élevaient, dans quelques cas, jusqu'à 20 pour 100 du produit brut, comme cela résulte d'une lettre de Philippe le Bel, écrite, en 1298, à son sénéchal du Rouergue, lettre que nous retrouvons dans Champollion-Figeac; elles descendaient rarement au-dessous de 10.

Pendant cette même période, le prix de l'argent (1), qui dut exercer une grande influence sur les mines argentifères, nombreuses en France, s'était maintenu de 321 à 360 francs, entre les années 1100 et 1265, et ne valait plus que 228 à 258 francs à la fin du XIII^e^ siècle. On comprend donc, d'après ce que nous avons dit plus haut, comment, à cette dernière époque, un grand nombre de mines d'argent de l'Europe, et particulièrement quelques-unes de la France, dans les Pyrénées, dans le Rouergue, dans l'Alsace et ailleurs, purent être abandonnées faute de bénéfices.

Garrault, le maître général des monnaies sous Henri III, qui écrivait en 1579, attribue l'abandon des mines, à cette époque, à l'abondance des eaux, au mauvais air dans les travaux, à l'avidité des seigneurs. Cette opinion paraît très-vraisemblable, car l'exploitation des mines se faisait alors par l'application du feu; les galeries d'écoulement, à de rares exceptions près, étaient généralement incon-

(1) Ce prix est calculé, sans tenir compte du pouvoir de l'argent, et en estimant sa valeur poids pour poids, comparée à celle d'une même unité d'or pur au prix actuel. Il ne saurait être absolu, car on éprouve de grandes difficultés à établir les comparaisons des poids et mesures entre ces temps éloignés et les temps présents; mais les chiffres que nous donnons, bien qu'approximatifs, établis d'après les auteurs du temps ou ceux du XVIII^e^ siècle, suffisent pour établir les fluctuations de la valeur de l'argent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nues, et l'on dut avoir à lutter, avec le temps, contre des difficultés, toujours croissantes, d'épuisement et d'aérage que l'imperfection des moyens dont on disposait alors pouvait rendre insurmontables. De plus, les redevances à payer aux seigneurs pesant toujours d'un poids plus lourd, le prix de l'argent diminuant lui-même dans de fortes proportions (1), il dut nécessairement arriver un moment où la plupart des mines furent abandonnées, non pas comme dépourvues de minerais dans les profondeurs, mais parce que les charges de leur exploitation étaient devenues trop grandes.

Néanmoins, malgré ces circonstances défavorables, nous voyons, d'après la lettre de Philippe le Bel, citée plus haut, que des mines existaient encore à la fin du XIII^e^ siècle, malgré la dépréciation de l'argent, et nous savons que, si de nombreuses exploitations restèrent dans l'abandon, d'autres furent reprises, en France, dans le XIV^e^ et le XV^e^ siècle, quoique la valeur de l'argent se fût abaissée à 228 francs le kilog. au commencement du XIV^e^ siècle, à 178 francs vers 1400, pour se relever à 240 francs vers la fin du XV^e^. Nous retrouvons quelques-unes de ces mines, dans les Corbières, en 1316 ; dans le Gévaudan, dans le Lyonnais, le Beaujolais et la Savoie, en 1450.

Les Anglais avaient aussi exploité les gisements du Rouergue, et vers 1492 nous voyons s'ouvrir dans le Morvan les mines d'argent de Chitry qui motivèrent de nombreuses lettres royales jusque vers 1554.

Pendant cette dernière période, la France avait supporté de terribles épreuves; elle avait vu la guerre de Cent ans, ou les luttes pour l'indépendance du territoire et la jacquerie. L'Auvergne, le Limousin et le Poitou avaient été ravagés, et le Languedoc, qui avait déjà subi la guerre des Albigeois, s'était dépeuplé dans l'espace de trente ans sous le poids des impôts excessifs et de la mortalité entretenue par la peste.

Le commerce avait éprouvé les plus funestes atteintes par l'altération des monnaies, qui avait eu lieu vingt-quatre fois dans le XIV^e^ siècle, neuf fois dans le XV^e^ et, après les grands désastres financiers et l'immense crise commerciale qui avaient frappé les principaux banquiers de l'Europe au milieu du XIV^e^ siècle, on ne pouvait trouver d'argent qu'au taux de 30 et 40 pour 100.

On voit, par ce qui précède, que les mines de la France ont été mises en grande activité pendant le moyen âge, qu'elles ont été suspendues, pour la plupart, comme celles de l'Allemagne, par suite de l'imperfection des procédés et des charges qui pesaient sur

---

(1) Ces fluctuations du prix de l'argent, à cette époque, semblent s'expliquer facilement par les souvenirs historiques. — La richesse consistait alors uniquement dans la possession du métal; on n'avait probablement pas, comme aujourd'hui, les ressources du crédit et du papier. — Les grands travaux entrepris partout et les expéditions vers l'Orient faisaient rechercher l'argent dont le prix, suivant les exigences de l'offre et de la demande, devait s'élever. — A la fin du XIII^e^ siècle et après les Croisades, les ports du Levant étant fermés, les exportations ne se faisaient plus, et l'argent devenant plus abondant, son prix devait s'abaisser; c'est ce qui eut lieu bien avant la découverte de l'Amérique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elles, et que, malgré la dépréciation de l'argent, malgré le taux élevé du change, quand on pouvait croire qu'elles allaient être toutes abandonnées, quelques-unes d'entre elles subsistèrent encore, et de nouveaux travaux furent ouverts dans les intervalles de paix ou de calme, au milieu des grandes agitations des XIV^e^ et XV^e^ siècles.

V.

XVI^e^ et XVII^e^ siècles. — Reprise active des mines en Europe. — Progrès dans l'art des mines. — Au commencement du XVI^e^ siècle, l'Europe venait d'apprendre avec étonnement la découverte de l'Amérique. Les récits que l'on faisait de ces nouvelles contrées étaient merveilleux, et tout faisait présager l'arrivage prochain de métaux précieux dont l'abondance allait altérer le cours des prix de toutes choses et modifier l'existence matérielle des populations. Telles étaient les craintes; mais elles étaient plus spécieuses que réelles, car d'autres causes beaucoup plus générales avaient, depuis longtemps, modifié le cours des prix et abaissé le pouvoir de l'argent.

Néanmoins on pouvait croire que les capitaux allaient s'éloigner entièrement des entreprises de mines; mais il en fut tout autrement. Il semble, au contraire, que la découverte de l'Amérique eut pour effet de rappeler l'attention sur les mines de l'Europe. Malgré le bas prix de l'argent, qui atteignait à peine 200 francs le kilogramme, un grand nombre d'exploitations du moyen âge, reprises et abandonnées plusieurs fois depuis longtemps, furent de nouveau remises en activité dans la première moitié du XVI^e^ siècle, en Allemagne, en Suède, en Alsace, dans la Lorraine, dans la Franche-Comté, dans le centre de la France, dans le Rouergue, etc. En 1536, on construisait un hôtel des monnaies à Villefranche, dans l'Aveyron.

C'était le moment de la renaissance des arts, nouvelle époque de grandeur et de magnificence où brillaient d'un grand éclat des hommes tels qu'Adam de Crapone, Bernard Palissy, Jean Goujon, Philibert Delorme, Germain Pilon, etc. Ce fut aussi pour les mines, en général, une remarquable époque, puisque, au dire de Sébastien Munster, qui écrivait en 1550, on mit alors en application les grandes galeries d'écoulement dont on n'avait conçu l'exécution que dans le cours du siècle précédent, et dont on commença à généraliser l'emploi. C'était un immense progrès dans l'art des mines, qui permettait d'utiliser désormais des richesses que les difficultés du travail avaient, dans le principe, rendues improductives et que l'on avait dû abandonner.

Enfin, au commencement du XVI^e^ siècle, l'avenir était plein de promesses. Mais, sous la dynastie des Valois, les plus grands malheurs allaient fondre sur la France; l'explosion des guerres religieuses allait déchaîner sur le pays toutes les fureurs et renouveler les ruines effroyables des guerres des Anglais.

Au moment de la Saint-Barthélemy, les mineurs du Rouergue, et sans doute beaucoup d'autres, perdirent la vie dans les massacres qui durèrent plus de deux mois.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1579, d'après Garrault, il n'y avait plus de mines d'argent en France; l'industrie minérale était anéantie.

Seules, les mines de l'Alsace qui appartenaient à l'Allemagne et dans lesquelles étaient intéressés les ducs d'Autriche, celles de la Lorraine qui, ainsi que les deux provinces voisines, ne devait, que plus tard, concourir à l'unité antique de la France, enfin celles de la Franche-Comté, où les rois d'Espagne entretenaient des amodiataires, purent échapper à tous ces désastres. De grands travaux y furent mis paisiblement à exécution; le plomb, le cuivre, l'argent y coulèrent abondamment, et dans la première de ces contrées on comptait, alors, plus de 3 000 ouvriers mineurs.

Malheureusement, presque toutes ces mines devaient subir aussi l'influence des événements et le sort des mines françaises. De 1633 à 1638, après plus de cent ans de travail continu, elles furent pour la plupart dévastées, comme un grand nombre de mines de l'Allemagne, de la Saxe et autres lieux, pendant la guerre de Trente ans; à la suite de plusieurs années de combats ou d'occupation militaire, les mineurs se dispersèrent et les établissements furent abandonnés.

Ces mines devinrent alors possession française; mais, pendant que le plus grand nombre de celles de l'Allemagne qui, comme elles, avaient éprouvé les rigueurs de la guerre, reprenaient leur essor grâce à un régime législatif intelligent, elles, au contraire, n'ont pu retrouver leur ancienne activité, si bien que, depuis le XVII^e^ siècle jusqu'à nos jours, elles sont restées dans un état d'abandon presque complet.

XVII^e^ siècle. — Pendant tout le XVII^e^ siècle, à l'exception des mines de l'Alsace, de la Lorraine et de la Franche-Comté dont nous venons de parler, il n'y eut pour ainsi dire pas d'autres mines ouvertes en France que les mines de fer. Henri IV avait tenté de remettre en exploitation les mines des Pyrénées, et probablement celles dont on avait déjà perdu le souvenir, qui, dans le moyen âge, avaient enrichi les comtes de Foix. Il y avait envoyé Malus, maître des monnaies de Bordeaux, mais la mort vint empêcher l'exécution de ses projets.

Pendant le règne de Louis XIII, l'industrie nationale était éteinte; tout venait de l'étranger, et les mines restèrent dans un abandon presque absolu, ou dans l'état le plus déplorable, malgré les travaux entrepris par le baron et la baronne de Beausoleil, qui dépensèrent en recherches des sommes considérables et ne trouvèrent auprès de Richelieu d'autre récompense de leurs efforts que la misère et la mort, l'un à la Bastille et l'autre au château de Vincennes.

Le règne de Louis XIV fut tout aussi triste pour l'industrie minérale. Colbert, particulièrement occupé à créer les manufactures de la France et à relever les finances en mauvais état, mourut en 1683, sans avoir eu le temps de porter plus activement son attention sur le développement des mines.

Si quelques concessions ont été données pendant la durée de ce long règne, nous voyons, d'une manière certaine, par les mémoires des intendants, recueillis par Boulainvilliers, et exécutés par ordre du roi pour l'instruction du duc de Bourgogne, que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vers **1698** et **1704**, c'est-à-dire à la fin du XVII^e^ siècle, il n'existait que quatre ou cinq mines dans toute l'étendue du royaume (1) : trois de cuivre dans le Midi, et quelques

(1) Extrait des Mémoires des intendants (1698-1704).

— État des mines métalliques autres que le fer à la fin du XVII^e^ siècle.

Province du Dauphiné (1698). « Une mine de plomb aux environs d'Allevard. — Il a été ouvert « une mine à l'Argentière, sur la Durance, dont le travail a cessé à cause du peu de minerai que « l'on en retirait. »

(*Cette mine a été reprise depuis quelques années; elle a abondamment fourni du minerai expédié à Marseille. — La continuation de la richesse métallique y a été reconnue en profondeur et elle attend l'achèvement d'une galerie d'écoulement, pour être dans une situation prospère.*)

Généralité de Lyon(1698). « Il y a des mines métalliques, mais aucune n'est travaillée, soit parce « qu'elles ne sont pas assez abondantes ni assez aisées pour être travaillées avec succès, soit parce « que les conditions dans lesquelles ces sortes d'entreprises se poursuivent sont trop onéreuses aux « entrepreneurs.

« A Chessy et à Saint-Bel, il y a du vitriol et du cuivre.

« On ne peut douter qu'il n'y ait eu autrefois des mines dans le Beaujolais, et qu'elles n'y fussent « de quelque considération, puisque l'on voit, sur d'anciens états conservés dans le trésor des titres « à Villefranche, que les seigneurs de Beaujeu avaient des officiers sous le titre de garde des « mines. On avait seulement continué l'exploitation d'une mine de couperose dans la montagne de « Vautorte; elle a cessé depuis sept à huit ans, ce qu'on attribue tant à la mésintelligence des « entrepreneurs qu'à la rareté des gros bois nécessaires pour ces travaux, à la difficulté des trans- « ports, à la rudesse extrême du pays. »

(*Nous voyons que l'intendant avait complétement perdu de vue les exploitations de Jacques Cœur, les grands travaux qui y avaient été commencés, leur importance et la spoliation dont elles avaient été l'objet. En* **1870**, *exploitation importante à Saint-Bel. Les mines de Jacques Cœur ont été reconnues par un ingénieur civil, M. Poyet.*)

Généralité de Montauban, **1699**.

Élection de Villefranche (Aveyron). — « Les registres de l'hôtel de ville de Villefranche font foi « qu'il y a eu des mines d'argent dans les environs. La tradition est qu'on y a travaillé jusqu'à la « fin du dernier siècle, sans qu'on puisse dire pourquoi ce travail a cessé. »

(*En* **1870**, *l'une de ces mines est en pleine activité, et est destinée à donner lieu à une production importante d'argent. Nous savons aujourd'hui que les mines dont parle l'intendant ont été suspendues par suite des massacres de la Saint-Barthélemy.*)

« Des mines de cuivre ont été ouvertes par ordre du roi en **1672** et **1673** vers Najac, Corbières et « la Guépie, on y extrait actuellement de la mine. »

Élection de Rodez. — « Une mine d'azur sans travail. »

Élection de Foix. — « Des mines d'argent ont été abandonnées, il y a peu de temps, parce que « les veines n'étaient que de petits filons épars et qui ne se suivaient pas. »

(*En* **1869**, *on tire des quantités importantes de minerais de plomb et d'argent des montagnes de l'Ariége.*)

Généralité d'Orléans, **1698**.

Élection de Vézelay. — « On a opinion dans le pays qu'il y a des mines de plomb, cuivre et ar- « gent. »

(*C'est évidemment la tradition qui rappelle les exploitations abandonnées du Morvan, à Chitry, Clamecy, Montceaux.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travaux de peu d'importance dans l'Alsace et le Haut-Rhin; les autres étaient complétement oubliées. Toutes ces mines d'étain, de plomb, d'argent, de cuivre, qui, dans tous les groupes montagneux de la France, avaient été si actives au temps des Gaulois, des Romains et du moyen âge, étaient déjà perdues dans les broussailles et

---

Généralité de Riom, **1698.**

« On a prétendu qu'il y avait une mine d'argent à Pontgibaud, mais que la dépense excéderait « de beaucoup le profit; feu M. le duc de Lude, seigneur de cette petite ville, l'ayant fait ouvrir, « l'abandonna pour cette raison. »

(*Ces mines ont été, en effet, exploitées par les Romains, puis reprises à diverses époques; elles sont aujourd'hui, en* **1870**, *en pleine activité; en* **1868**, *on en a extrait plus de* **6 000** *kilog. d'argent.*)

Province d'Alsace, **1697.**

« Il y a dans la Haute-Alsace des mines d'argent, de cuivre, de plomb et de fer. Dans certains « cantons les mines d'argent et de cuivre sont mêlées et se trouvent à Giromagny et au Puix; elles « appartiennent à M. le duc de Mazarin à cause du comté de Belfort.

« Le duc n'en tire que 5 ou 6 000 livres de rente.

« Il n'y a présentement que deux mines d'argent dans ce canton : l'une appelée *Saint-Pierre*, « l'autre *Pheningtorhn*, toutes les autres sont abandonnées.

« Dans le canton de Giromagny il y avait, en **1633**, une mine d'argent et de cuivre qui a été « abondante avant la guerre; elle est aujourd'hui remplie d'eau et de rochers et l'on ne peut y « rentrer.

« Il y a dans le val Saint-Amarin, à Saint-Nicolas, au village de Steinback, près de Cernay, au « val de Sainte-Marie, au val de Munster, des mines d'argent, cuivre, plomb, qui ont été aban- « données après la guerre et dont les titres ont été perdus. »

(*Un très-grand nombre de documents, tant allemands que français, relatifs à ces mines, ont été recueillis, vers* **1860**, *dans les archives de Colmar, par MM. Kœchlin et Delbos, et publiés par eux dans leur géologie du Haut-Rhin.*)

« Cependant on travaille depuis quelque temps à la mine de Steinback et dans le val de Munster.

« Il est sans doute que la guerre a été jusqu'à présent un grand obstacle dans la province, parce « que, outre que le commerce y a été interrompu, ce qu'il y avait de bons ouvriers a été dispersé « à cause des quartiers d'hiver, des milices et des fréquents passages des gens de guerre. »

Lorraine, **1704.**

« A Sainte-Marie-aux-Mines, au village de Lacroix, il y a des mines d'argent; on y travaillait « quand le duc est sorti de ses États en **1670.**

« Depuis ce temps, les fermiers du roi, dans le bail desquels étaient comprises ces mines, ont « négligé d'y faire travailler, parce que, apparemment, ils n'y trouvaient pas leur compte. En « effet, la mine n'était pas abondante et le travail coûtait plus que le profit qu'on en retirait. »

(*Néanmoins on y avait travaillé pendant plus d'un siècle, on y avait fait des travaux immenses, apparemment parce qu'ils étaient productifs.*)

Évêché de Quimper, **1698.** — « Il y a une mine de plomb qui est celle de Carnot, ouverte de- « puis quelques années et assez abondante, si les personnes qui en ont le droit étaient en état d'y « faire la dépense qui conviendrait; c'est la seule qui soit en Bretagne. »

(*Cette mine se trouve dans la concession de Poullaouen, d'où l'on a tiré pendant longtemps des bénéfices importants, et suspendue depuis peu d'années. Mais cette concession renferme plusieurs autres filons travaillés anciennement et sur lesquels il n'a jamais été fait de travaux sérieux depuis cette époque.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne présentaient plus qu'un amas de ruines accumulées depuis plus de soixante ans pour les unes, depuis un ou plusieurs siècles pour les autres.

Pendant cette dernière et longue période, qui fut celle du grand roi, on ne peut pas dire que les mines restèrent dans l'abandon à cause du prix élevé de la main-d'œuvre ou du bas prix des métaux ; rien ne serait plus faux. Si on étudie les conditions économiques et sociales de ces temps malheureux, d'après les historiens de l'époque, et particulièrement d'après les nombreux et consciencieux travaux de M. Moreau de Jonnès, on voit qu'au-dessous des splendeurs de Versailles se trouvait la plus épouvantable misère : jamais, pendant tant d'années, le peuple n'avait été soumis à de plus cruelles épreuves ; jamais, croyons-nous, la main-d'œuvre n'avait été à si bas prix. Les populations ouvrières, décimées par les disettes et les famines périodiques, gagnaient à peine le pain nécessaire à leur subsistance. Le prix des métaux n'avait pas sensiblement varié, et, par conséquent, c'est à d'autres causes qu'il faut attribuer l'anéantissement, à cette époque, de l'industrie minérale, autre que l'industrie du fer.

Ces causes se retrouvent en partie dans les malheurs des temps, en partie dans l'action administrative, qui commence à s'exercer, ainsi que nous allons le voir tout à l'heure, vers la fin du xv^e^ siècle. A partir de cette époque, le pouvoir monarchique et la centralisation vont présider à un nouvel ordre social ; l'industrie minérale, comme tout ce qui se rattache à la fortune publique, va être désormais soumise à une administration, qui sera pendant bien longtemps plus ou moins arbitraire, et les mines, pendant plusieurs siècles, vont être, en France, considérées comme faisant partie du domaine royal. Ce sera le commencement de leur abandon et le commencement de l'oubli de leurs traditions.

Pendant le même temps, les mines étrangères resteront oubliées en Espagne et en Sardaigne, comme en France, sous l'influence d'une législation pleine d'entraves ; par contre, malgré la fluctuation du prix des métaux, malgré les variations de la main-d'œuvre, elles seront remises en activité en Allemagne, où le prix de la main-d'œuvre se maintient assez bas, en Angleterre où il s'élève sans cesse, et, dans ces deux pays, leur fortune ira croissante avec le développement des travaux et la multiplicité des découvertes, parce qu'elles auront, ici toute la liberté d'action, et là une protection pratique, sage et éclairée.

Sans nous étendre davantage sur ce sujet, et avant de poursuivre l'examen du travail des mines dans les temps qui vont suivre, voyons rapidement en quoi consistait l'action administrative dont nous venons de parler.

VI.

Action administrative. — Pour étudier l'action administrative, nous nous reporterons au commencement du xv^e^ siècle, sans remonter plus haut ; car, ainsi que l'ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fait remarquer les écrivains qui ont traité la question, il ne paraît pas que l'administration se soit occupé de mines avant cette époque.

C'est alors que parut l'ordonnance de Charles VI, de **1413**, renouvelée en **1437**, **1483**, **1498**, **1515**, **1543**, dans laquelle nous voyons les rois prétendre à la possession du dixième du produit brut des mines dont avaient joui et dont continuèrent à jouir, plus ou moins, jusqu'en **1548**, les seigneurs, tant d'église que séculiers, possesseurs de la terre.

En **1471**, parut l'ordonnance de Louis XI, affirmant pour le roi un droit de propriété.

On se ferait, très-probablement, illusion, si l'on supposait que ces ordonnances diverses ont été faites dans un but d'intérêt public. Elles n'avaient réellement qu'un but fiscal et n'étaient que la continuation de la lutte existant entre les seigneurs et la royauté, lutte qui se termina par l'élévation de la royauté sur les ruines de la puissance féodale.

La seconde ordonnance, celle de Louis XI, fut remarquable, en ce qu'elle servit, pour ainsi dire, de point de départ à la législation qui régit aujourd'hui les mines en France; mais elle le fut principalement en ce qu'elle servit de point d'appui aux ordonnances royales suivantes, qui mirent toutes les mines sous la dépendance de l'État.

Peu de temps après, en **1548**, cette absorption était faite au nom de l'intérêt public, et, à ce moment, Henri II put conférer à une seule personne, avec le titre de surintendant et le don du dixième, le droit exorbitant, mais temporaire, de chercher et exploiter « toutes mines dans ce royaume de France. » Ce surintendant, comme tous ceux qui le suivirent, jusqu'aux édits de Louis XV, de **1739** et **1741**, qui supprimaient tous les offices de mines, soumettaient ces mines à un conseil et réduisaient le dixième au quarantième pur et affiné, particulièrement occupés à percevoir le dixième des mines de fer et autres en activité, ne s'occupèrent qu'à multiplier les entraves à l'exploitation et aux travaux de recherches; ils ne firent rien par eux-mêmes, et tous les écrivains les ont dépeints comme des hommes n'étant mus que par des sentiments d'ambition, d'intrigue et de cupidité.

On voit que cette action administrative, unie aux malheurs des temps, suffit pour expliquer l'anéantissement de l'industrie minérale, depuis la fin du XV^e^ siècle jusque dans le courant du XVIII^e^. Cette interprétation est généralement admise, et elle a déjà été donnée, en **1789**, par un avocat du Parlement, M. Drevier de Breuilly, qui résume, ainsi qu'il suit, toute cette phase de **1300** à **1789** :

« **1°** De **1300** à **1548**. — Liberté absolue d'exploiter les mines. Les rois se bornent à protéger les ouvriers et extracteurs, et ne demandent à ces mines que le dixième qu'exigeaient les Romains pour le fisc.

« **2°** **1548** à **1601**. — De Henri II à Henri IV. — Les rois usent des mines comme de leur domaine; on passe de la liberté absolue à un privilége exclusif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 3° 1601 à 1722. — Cette période ne diffère de la précédente qu'en ce qu'on ne donne pas de concession générale ; mais il faut dépendre des pouvoirs d'un grand maître et de ses officiers. On étend et on rectifie les règlements précédents, mais les obstacles suscités par le grand maître et ses officiers n'en laissent point fructifier les résultats.

« 4° 1722 à 1741. — Retour à une Compagnie exclusive. Les mêmes causes produisent les mêmes effets, c'est-à-dire un néant presque absolu.

« 5° 1741 à 1789. — Plus de grand maître, plus de Compagnie générale, l'administration est confiée à un Conseil. »

Nous allons voir, maintenant, ce qui s'est passé dans le cours de ce XVIII^e^ siècle si grand, pendant lequel surgirent toutes ces inventions merveilleuses, comme les tissages, l'application de la vapeur, la fabrication du fer par la houille, qui, pendant le XIX^e^ siècle, devaient exercer une si grande influence sur la civilisation moderne.

VII.

XVIII^e^ siècle. — Ainsi que nous l'avons vu jusqu'ici, presque toutes les mines métalliques de la France étaient dans l'abandon au commencement du XVIII^e^ siècle ; mais à cette époque, quelques concessions furent accordées, et il semblait que l'industrie minérale fût appelée à reprendre, au moins en partie, son ancienne activité. La poudre se répandait de plus en plus dans le travail des mines ; elle offrait un horizon nouveau pour le développement des travaux et, en 1715, le régent ayant ordonné des recherches dans toutes les provinces avait fait écrire à ce sujet à tous les intendants. On se rappelle qu'à ce moment les finances de la France étaient dans un état désespéré, et l'on cherchait par tous les moyens à les relever, jusque dans les spéculations effrénées de Law qui conduisirent à de nouveaux désastres.

C'est dans ces circonstances que fut constituée, en 1722, une Société royale, sous le nom de Jean Galabin, pour l'exploitation de toutes les mines du royaume, avec remise du droit régalien pour trente ans. Bien que cette concession exorbitante fût réduite sur les remontrances du Conseil d'État, la Société ne s'en constitua pas moins avec grand bruit. Des travaux furent commencés sur un grand nombre de points dans le Roussillon ; des bocards, des laminoirs, des fonderies furent construits avant que le sort des mines fût assuré, et quelques années plus tard, après un laps de temps qui permettait à peine de fonder une entreprise de ce genre, tout ce qui restait du capital de la Compagnie était gaspillé par les créanciers de Galabin. En 1738, tous les travaux étaient pleins d'eau, quand Lemonnier, membre de l'Académie des sciences, vint les visiter. Un tel résultat devait jeter la plus grande défaveur sur les mines en général.

C'est encore vers cette époque que l'on donna à Kair de Blumenstein plusieurs concessions, qui comprenaient plus d'un million d'hectares et un très-grand nombre de filons, dans le Dauphiné et l'Auvergne. Les mines ouvertes par la famille de Blu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

menstein ont subsisté pendant plus d'un siècle et jusqu'en 1841, quand la dernière fut fermée à la suite des inondations du Rhône. Mais si nous nous en rapportons à l'ingénieur König, envoyé sur les lieux par l'Administration en 1766, « on n'avait, en quelque sorte, qu'écrémé les filons, ce qui ne serait sans doute pas arrivé si la concession eût été moins étendue. » Et, d'après M. l'inspecteur général Grüner, qui, en 1857, donna de nombreux détails sur ces mines, les travaux se poursuivaient avec peu d'activité, sans constance et sans plan préconçu.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails sur les travaux relatifs au commencement du XVIIIe siècle ; nous dirons seulement que c'est à partir de 1741, et surtout sous Louis XVI, que leur nombre commença à acquérir une véritable importance. Sous ce règne, les idées s'étaient transformées, et des hommes de génie, tels que Necker, Turgot et Malesherbes, cherchaient à diriger le torrent qui entraînait la nation vers un avenir inconnu; de tous côtés, des travaux considérables étaient en voie d'exécution, sous l'impulsion que leur donnaient les États provinciaux. Cet avenir promettait, quand, malheureusement, les événements de 1793 vinrent arrêter l'élan qui venait d'être donné. Celles des mines de la France qui étaient à peine ouvertes, qui n'avaient, pour se soutenir, ni passé connu, ni traditions, dont les travaux de production n'étaient pas encore achevés, ou qui se virent abandonnées par leurs propriétaires, durent, sans que leur appauvrissement en fût la cause, succomber encore une fois sous le poids des terribles luttes de la révolution.

Si l'on examine le plus grand nombre des travaux ouverts dans le cours du XVIIIe siècle, on voit que, dans un grand nombre de cas, on a été surpris par la rencontre des anciens ouvrages dont on ignorait l'existence, ou que l'on croyait moins développés ; que des capitaux ont été dissipés, ainsi que le dit Gobet, en entreprises ridicules, que beaucoup de mines des Alpes ont été suspendues, après des années prospères, à cause de l'épuisement des bois autour d'elles et de la cherté des transports. Cet examen montre, en outre, ce fait saillant et significatif : le succès répondant toujours à une pratique éclairée. Les seules mines qui, véritablement, ont réalisé les espérances qu'elles faisaient concevoir, en dehors de celles qui furent ouvertes après 1780, sont les mines que dirigeaient des hommes tels que Blumenstein, Jars et Blanchet, König, Latour et Schreiber qui fut, en 1802, le directeur de l'École des mines.

Il faudrait joindre à ces noms celui de Genssane, qui a rendu tant de services en France et dont le nom doit être honoré ; mais ses nombreux travaux dans la chaîne des Vosges pourraient, au premier examen, offrir un caractère blâmable de dissémination et d'inconstance qui devaient souvent conduire à l'insuccès. Cependant, en y regardant de plus près, on s'empresse de rendre justice à ce savant mineur ; car la plupart de ces travaux, soumis aux agents intéressés ou malhabiles du duc de Mazarin, propriétaire et seigneur des contrées où se trouvaient les mines, n'étaient autorisés que pour un petit nombre d'années, cinq ou six ans ; ils devaient donc, pour ainsi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dire, forcément se tenir dans les anciens ouvrages, très-développés généralement, et subir enfin des exigences très-nuisibles aux intérêts des exploitants.

Quelques-uns des travaux ouverts en France, à cette époque, comme ceux de Chessy, de Vialas et du Dauphiné, ont traversé le siècle plus ou moins péniblement ; d'autres, comme ceux de Poullaouen, en Bretagne, ont été arrêtés par l'affluence des eaux, après avoir réalisé des bénéfices ; mais la plupart, indépendamment de l'absence de mineurs, de fondeurs expérimentés ou de l'insuffisance des moteurs mécaniques, ont eu plus ou moins à lutter contre des obstacles provenant de l'Administration, et qui ont entravé leur marche en même temps qu'ils ont nui au développement général de l'industrie des mines.

Ainsi, les concessions mal délimitées étaient données sur des étendues immenses, comme nous l'avons vu pour le sieur de Blumenstein, sans que les droits du propriétaire du sol fussent suffisamment définis. Elles en excitaient toutes les jalousies et faisaient naître pour les exploitants des embarras et des obstacles de tout genre. D'un autre côté, ces concessions n'étaient accordées que pour un temps déterminé, plus long sans doute que dans le Haut-Rhin, mais pour vingt ans seulement; l'exploitant se trouvait ainsi forcé de vivre en quelque sorte au jour le jour, et n'osait ni entreprendre des travaux de longue haleine pour atteindre le fond des anciens travaux et y retrouver les richesses abandonnées jadis, ni mettre à exécution un plan d'ensemble sur une grande échelle.

La vaste étendue des concessions nuisait encore à l'industrie minérale, en restreignant le nombre des entreprises qui n'avaient, d'ailleurs, que des capitaux fort limités ; en empêchant les recherches de se multiplier, elle laissait un grand nombre de gisements dans un nouvel abandon, ainsi que cela est arrivé, pour de pareilles causes, dans le cours du XIX^e^ siècle.

Nous avons vu que sous le règne de Louis XVI, et dans les dernières années qui précédèrent la révolution, de **1780** à **1789**, un élan presque général s'était manifesté pour la reprise des mines ; c'est encore sous ce règne que furent prises les mesures véritablement utiles qui devaient coopérer au développement de l'industrie minérale.

Peu de temps après la transformation administrative de **1741**, des ingénieurs, tels que Jars, Orry, de Blumenstein, avaient été envoyés à l'étranger pour y étudier les mines et la métallurgie du plomb, de l'or, de l'argent, etc. En **1778**, on pensa à l'enseignement, qui avait toujours manqué, et on créa, à Paris, une chaire de métallurgie docimasique; en **1783**, on fonda l'École des mines.

Cette École, qui devait servir de base à l'enseignement et répandre, sur le pays, des ingénieurs expérimentés et instruits dans l'art des mines, était fondée pour douze places d'élèves, que soutenaient les fonds de l'État. Ces élèves étaient choisis parmi les fils des directeurs ou des principaux ouvriers des mines; ils devaient passer cinq mois de chaque année dans une exploitation, sous la surveillance du directeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont ils devenaient les subordonnés et en rapporter des notes conformes à leur mérite et à leur aptitude.

Pour terminer ce qui est relatif au XVIII^e^ siècle, nous rappellerons que les législateurs, appréciant tous les inconvénients et les abus des formes administratives antérieures, promulguèrent une loi des mines en **1791**. Cette loi fut adoptée malgré les avis de Turgot, qui voulait une liberté absolue en cette matière et une réglementation aussi restreinte que possible. Elle conservait la distinction entre la propriété du dessus et celle du dessous; elle augmentait la durée des concessions, réduisait leur étendue et en fixait le maximum; elle ne prélevait aucune redevance, mais, dans son désir de respecter la propriété et le droit, elle prescrivait des mesures qui, pour les mines de houille particulièrement, la rendaient d'une application difficile dans la pratique; aussi réclamait-elle de nombreuses modifications.

En résumé, nous voyons que dans le cours du XVIII^e^ siècle, particulièrement après **1741** et surtout depuis **1780**, sous l'impulsion des États provinciaux, pendant le règne de Louis XVI, une reprise des mines a été tentée avec énergie sur un grand nombre de points de la France, malgré la dépréciation de l'argent, avec des moyens d'exécution peu différents de ce qu'ils auraient pu être dans les années antérieures, très-inférieurs par conséquent à ce qu'ils deviendront dans le cours du XIX^e^ siècle; que le succès a toujours répondu à l'attente, là où les travaux ont été dirigés par un esprit véritablement pratique, et qu'enfin presque toutes les mines de la France se sont trouvées de nouveau abandonnées, par suite des malheurs de la révolution plutôt que par défaut de richesse.

(*La suite prochainement.*)

ENSEIGNEMENT.

COURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AGRICOLE INSTITUÉ A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES.

M. le Ministre de l'agriculture et du commerce a décidé par un arrêté du **7** mars **1872**, rendu sur la proposition du Conseil de perfectionnement de l'École centrale des arts et manufactures, qu'il serait organisé à cette École un enseignement supérieur agricole.

Cette décision a été prise dans les circonstances qui vont être exposées.

Considérations générales.

La loi adoptée le **3** octobre **1848** établissait, pour l'agriculture, trois degrés d'instruction relatifs aux trois aspects qu'on retrouve dans toute industrie : le métier, l'art, la science.

Les *Fermes-Écoles* pouvaient offrir les types du métier perfectionné.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les *Écoles régionales* devaient enseigner l'art, le présenter sous des formes appropriées aux besoins, aux habitudes et aux conditions d'une contrée déterminée, et le rattacher, toutefois, aux données et aux doctrines de la science.

L'*Institut national agronomique de Versailles* était chargé d'enseigner la science même de l'agriculture. Il s'adressait à des esprits d'élite; aux fils de propriétaires riches, voulant cultiver leurs domaines avec l'intelligence des lois de la nature; aux futurs professeurs des chaires d'agriculture qu'on se proposait de multiplier. Il s'appuyait sur la science pure pour conduire aux applications. Il embrassait celles-ci dans toute leur généralité et pour toutes les variétés de climat, de région, de sol, d'usages ou de cultures. Deux années passées à l'École étaient consacrées à la théorie. Une troisième année passée dans le domaine devait initier à la pratique.

Dès la fondation de l'École centrale, la question avait été agitée. Comprendrait-elle l'agriculture dans ses programmes, ou bien celle-ci en serait-elle exclue? Résolue négativement alors, la question revint, à l'époque de la suppression de l'Institut de Versailles, d'abord, et à l'occasion de l'enquête agricole, ensuite. Dans cette dernière circonstance, le Conseil ayant émis un avis favorable, le directeur de l'École soumit au Ministre de l'agriculture et du commerce un projet auquel les événements de la guerre ne permirent pas de donner satisfaction.

Dès le retour des études à l'ordre régulier, au commencement de décembre 1871, le Conseil résolut de constituer définitivement cet enseignement de l'agriculture, si souvent ajourné, considérant la mesure comme nécessaire aux intérêts du pays, et le moment comme opportun. L'opinion du président du Conseil n'avait jamais varié; il avait toujours soutenu que l'École pouvait donner l'enseignement théorique de l'Institut de Versailles avec plus de profondeur et non moins d'étendue; qu'il suffisait d'avoir à la disposition des élèves un champ d'expériences, et qu'il fallait laisser à des études personnelles le soin de compléter leur instruction par la pratique.

L'École n'en agit-elle pas ainsi pour les ingénieurs civils qu'elle fournit à l'industrie? Ne vont-ils pas immédiatement chercher la pratique réelle dans les usines, sans faire aucun stage dans des manufactures officielles? Ce système n'est-il pas applicable à l'agriculture, à plus forte raison?

Les conseils de l'École, après une étude qui a duré deux mois, ont adopté la proposition à l'unanimité.

Ils espèrent, par cette décision, avoir fourni le moyen de résoudre un problème qui intéresse l'avenir de la nation, et qui excite même si vivement la sollicitude des amis de l'agriculture, qu'il a paru nécessaire d'exposer ici la marche de la discussion sur laquelle on l'appuie.

L'École centrale crée une spécialité nouvelle en faveur des agriculteurs. Pour en suivre les études, il faudra subir l'examen d'admission de l'École; pour en recevoir le diplôme, il faudra y avoir passé trois ans et avoir subi des épreuves semblables ou parallèles à celles que subissent les élèves destinés à l'industrie.

Ce but élevé ne peut être poursuivi que par un petit nombre de jeunes gens; les uns, aisés, arrachés aux oisivetés de la vie de campagne ou aux études, presque inutiles pour eux, des Écoles de droit; les autres, moins favorisés de la fortune, boursiers, selon les cas, de l'État ou des départements, et destinés à devenir des professeurs d'agriculture dans les Écoles régionales ou dans les villes.

L'École centrale, tout en se rendant compte de la grandeur des intérêts, que l'agriculture représente, sait que cet enseignement, de même que celui de l'Institut national agronomique de Versailles, appellera tout au plus vingt-cinq ou trente élèves par an. Ce n'est pas pour elle une question de prospérité; le nombre des élèves qu'elle possède lui suffit.

Mais il y avait un service à rendre au pays; elle pouvait le rendre sans compromettre sa situation; elle s'est offerte pour trancher une question qui, sans son concours, semblait insoluble,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même avec de grandes dépenses; qui, avec son concours, n'en exige aucune de la part de l'État. L'École n'a besoin, en effet, que de trois nouveaux cours, placés dans les trois derniers semestres de son enseignement.

Tout en reconnaissant l'opportunité de la nouvelle création et sa convenance, l'exécution ne devait-elle pas en être subordonnée, cependant, à un concours financier ou matériel de la part de l'État?

Le Conseil de perfectionnement n'a pas jugé que ce concours fût indispensable, et il a pensé que l'État avait, en ce moment, à supporter des charges telles, qu'il fallait éviter tout ce qui pourrait les aggraver. Il a laissé, avec confiance, à l'avenir le soin de déterminer, à quelle époque, sous quelles formes et par quels procédés les pouvoirs du pays pourront témoigner de l'intérêt que leur inspire cette nouvelle création et de leur désir d'en assurer les développements.

Les pères de famille qui possèdent des domaines ou des fermes dont l'exploitation puisse occuper utilement la vie de leurs fils, embarrassés pour en diriger l'éducation, ont pris, depuis longtemps, faute de mieux, le chemin des Écoles de droit. Pour la partie contentieuse de l'agriculture, rien de plus convenable. Mais cette éducation apprend-elle au campagnard à s'intéresser aux phénomènes de la vie des plantes qu'il cultive ou à celle des animaux qu'il élève; à tenir compte des lois de la physique et de la météorologie; à discerner les actions chimiques qui se passent sous ses yeux et qui font sa fortune ou sa ruine; à diriger l'assainissement ou l'irrigation de ses terres? Le prépare-t-elle même à tirer parti des conseils des hommes compétents, qu'il demeure hors d'état d'apprécier? Ne le laisse-t-elle pas livré aux entreprises des charlatans et à celles des fraudeurs?

Ce n'est point en traversant les Écoles de droit, mais en débutant par l'étude sérieuse des lois de la nature, que se sont formés les Olivier de Serres, les Réaumur, les Duhamel du Monceau, les Lavoisier, les Mathieu de Dombasle, les Gasparin, les Morel de Vindé, c'est-à-dire ces grands esprits de la vieille France, aimant l'agriculture, familiers avec les secrets du sol et les mystères de la vie, admirateurs intelligents des œuvres de la création, venant demander de hautes pensées et de nobles aspirations au spectacle des champs, au lieu d'y chercher un asile pour le désœuvrement, ou un théâtre pour les distractions de la chasse.

Les départements qui désirent fonder des chaires d'agriculture trouveront, parmi les élèves que l'École centrale aura formés, des professeurs dignes de leur confiance; de même que l'Université, les écoles professionnelles et les villes ont trouvé parmi leurs prédécesseurs des professeurs compétents pour toutes les branches de l'industrie. Les modifications que l'École centrale prépare dans son régime intérieur assureront de plus en plus à ses élèves les avantages propres à une École normale supérieure des sciences appliquées.

Principes généraux de l'enseignement.

La création d'un établissement de haut enseignement agricole est l'objet des vœux de tous les esprits éclairés. L'Assemblée nationale, le Gouvernement, les sociétés spéciales et, en particulier, l'Association des agriculteurs de France, l'opinion publique, enfin, la désirent ou même la réclament énergiquement. La place de cet enseignement agricole supérieur, marquée à l'École centrale, ne trouverait nulle part des chances plus sérieuses de succès.

La science de l'agriculture se compose, en effet, de la connaissance de toutes les énergies de la nature et de l'étude de la plupart des matières que nous rencontrons à la surface du globe : les unes, utiles, pour les mettre à profit; les autres, nuisibles, pour en éloigner les inconvénients.

On peut entreprendre l'étude de la nature de deux manières : au point de vue des forces et de leur calcul, de l'action réciproque des corps et de l'expérience du laboratoire, c'est-à-dire par la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mécanique, la Physique et la Chimie ; au point de vue de l'observation et de la comparaison méthodique des substances qui composent le sol, des plantes que l'homme cultive, des animaux qu'il a rendus domestiques; c'est-à-dire, par les procédés de l'Histoire naturelle, à qui l'agriculture, après lui avoir donné naissance, reste toujours unie par des liens étroits.

Pour constituer, sous le rapport purement scientifique, un agriculteur complet, toutes ces connaissances sont nécessaires, sans doute; mais, il y a cette différence, que celui qui aborde l'agriculture par les sciences naturelles parvient difficilement à s'ouvrir le chemin des sciences de précision; tandis que celui qui s'y prépare par l'étude des sciences mathématiques ou physiques ne se ferme pas la route des sciences d'observation.

L'absence d'un enseignement agricole spécial dans ses programmes a-t-elle empêché, en effet, nombre d'anciens élèves de l'École centrale de se vouer à l'agriculture et d'y réussir? Les fortes connaissances qu'ils avaient acquises en Mécanique, en Physique, en Chimie, en Géologie, en Hydraulique et en Construction, la méthode scientifique dont ils s'étaient pénétrés, sous la direction de ses professeurs, n'ont-elles pas suffi pour leur permettre de devenir des agriculteurs estimés et de prendre rang quelquefois parmi les plus éminents, soit à l'étranger, soit en France? On pourrait répondre à ces questions par une liste éloquente de noms tellement considérables, qu'on s'est demandé si, pour étendre à l'agriculture l'enseignement de l'École, il était nécessaire de le modifier.

Le lien étroit qui unit les études de l'École centrale et celles de tout enseignement agronomique élevé trouve encore sa démonstration dans ces institutions, écoles, universités mêmes, pour l'enseignement des sciences appliquées, qu'on rencontre à l'étranger. Beaucoup d'entre elles sont de fondation plus récente que l'École centrale; plusieurs ont pris cet établissement pour type et ses programmes pour guides, soit en Allemagne, soit en Suisse, soit aux États-Unis; la plupart joignent aux études qu'il possède cet enseignement agricole qu'on propose d'y réunir. Pourquoi, après leur avoir servi de modèle, ne les suivrait-on pas dans une voie où elles ont trouvé l'utilité et le succès?

Il y a dix ans, les États-Unis ne possédaient pas une seule école de ce genre. Ils en comptent aujourd'hui plus de trente, dont la dotation dépasse cinquante millions. L'Angleterre fait pénétrer dans ses Universités les plus célèbres le double enseignement des Arts mécaniques et de l'Agriculture, fondé sur la base de la pure science.

Des Écoles spéciales d'agriculture ont existé déjà, il est vrai, et existent encore en France. Sans s'occuper des critiques, fondées ou non, dont elles ont été ou peuvent être l'objet, on peut affirmer que ce qui est réclamé par l'opinion publique, c'est la résurrection d'un enseignement, analogue à celui de l'Institut national agronomique de Versailles.

Or, cet établissement se composait de l'école et du domaine.

Les règlements et les programmes de l'École de Versailles montrent qu'elle possédait une organisation semblable à celle de l'École centrale, qui lui avait servi de modèle pour la discipline et les travaux intérieurs : cours, répétitions, manipulations, examens généraux. Les candidats y étaient admis, il est vrai, après un examen portant sur des connaissances en mathématiques ou sciences physiques moindres que celles qui sont exigées pour l'entrée à l'Ecole centrale ; mais cette infériorité, imposée par la nécessité de réunir le nombre d'élèves indispensable à l'émulation, n'existera pas pour elle, qui compte un personnel d'élèves plus que suffisant à cet égard.

Les cours de l'Institut agronomique de Versailles, ou plutôt ceux de son École, étaient les suivants :

1° Botanique et physiologie végétale;
2° Zoologie appliquée à l'agriculture;
3° Chimie;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° Physique, minéralogie, géologie et météorologie en un seul cours;
5° Génie rural;
6° Agriculture;
7° Zootechnie;
8° Sylviculture;
9° Levés et dessins (topographie, architecture, machines);
10° Économie et législation rurales.

Cette énumération donne une idée exacte des points de contact entre l'École centrale et l'Institut de Versailles.

L'enseignement de l'École centrale est plus complet pour les mathématiques et leurs applications. Il comprend la Chimie, la Physique, la Météorologie, la Minéralogie et la Géologie. La Mécanique, et spécialement les moteurs animés, les moteurs à air, à eau, à vapeur, ainsi que les machines agricoles, y ont leur place. Il en est de même de l'étude des cours d'eau, de leur emploi comme force motrice, des procédés en usage pour les irrigations et pour le drainage. La fabrication des briques, des tuiles, des tuyaux de drainage; celle de la chaux et du plâtre; les levés sur le terrain, l'arpentage, la topographie et les constructions rurales y sont étudiés d'une manière spéciale et pratique. Les industries agricoles, le choix et le travail des bois, la mouture, les huileries, la préparation des matières textiles ; l'étude des laines, peaux et cuirs ; la fabrication de la fécule; celle du sucre; la préparation des vins et des boissons alcooliques; la distillation des alcools, l'exploitation des résines, etc., font partie des cours de l'École. La nature, le rôle et les moyens d'analyse et d'essai des amendements et des engrais sont exposés avec soin. Enfin, son enseignement comprend un cours de Législation industrielle qu'il est facile de compléter et d'étendre à la Législation rurale.

Ce résumé prouve qu'il suffit d'ajouter un petit nombre de cours à ceux de l'École, pour que les élèves reçoivent, sur toutes les matières autrefois traitées à l'Institut agronomique, une instruction toujours aussi efficace et souvent plus approfondie.

Les connaissances plus élevées en Mécanique, en Physique, en Chimie, en Construction, que les élèves acquièrent à l'École centrale, assureront leur supériorité. Ce n'est pas avec des cours multipliés : pour l'Agriculture, l'Horticulture, la Sylviculture, la Viticulture, l'Arboriculture, et même l'Apiculture; ce n'est pas avec des professeurs distincts : pour l'arpentage, le drainage, les irrigations, les amendements; ce n'est pas en visant aux subdivisions et aux détails qu'on forme des hommes réellement instruits.

Le Conseil de l'École, s'inspirant des principes sur lesquels elle a été fondée, a pris la question de plus haut. Il veut donner aux élèves ce qui leur est nécessaire pour devenir, par la pratique, de bons agriculteurs; mais, ainsi qu'il le réalise, avec un succès incontesté, depuis quarante ans, pour l'industrie, ce n'est point à l'École même, c'est dans les champs que la pratique agricole devra s'acquérir. Son enseignement agricole demeurera classique et supérieur. Il ne descendra pas aux particularités. Prenant pour base la connaissance des principes de la science et celle de ses méthodes, il laissera le détail à la vraie pratique, au métier.

Il n'existe pas de Mécanique, de Physique, de Chimie, ni d'Histoire naturelle agricoles. Celui qui possède le vrai sentiment de ces sciences les applique à l'Agriculture aussi bien qu'à l'Industrie, et descend des principes aux faits particuliers. Celui qui en ignore les règles et les méthodes remonte difficilement, au contraire, des faits qu'il ne sait pas voir à des principes qu'il ne connaît pas et qu'il serait obligé de découvrir ou d'inventer.

Les élèves suivent, il est vrai, certains cours de Technologie à l'École. Mais ceux-ci n'ont jamais eu pour objet de leur apprendre la Technologie dans toute son étendue; ils montrent seulement, par quelques exemples choisis, comment la méthode scientifique pénètre dans les détails de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pratique, comment elle les discute et comment elle apprend à les prévoir, à les expliquer et à les corriger, s'il y a lieu.

Le Conseil de l'École applique le même système à l'Agriculture. Il peut dispenser les élèves agronomes de suivre ces cours spéciaux de Technologie, puisqu'il les remplace, à leur égard, par des cours parallèles destinés à leur apprendre comment on étudie, comment on discute et comment on résout les principales questions de l'industrie agricole, au moyen des données de la science.

A l'égard du régime, celui de l'École centrale a fait ses preuves. Il ne constitue ni un externat caserné comme l'École polytechnique, ni un externat libre comme l'École de droit. Les élèves, entrés à huit heures et demie du matin, en sortent à quatre heures du soir, après avoir employé la journée à écouter les leçons des maîtres, à tracer des épures, à effectuer les diverses manipulations nécessaires à l'intelligence des cours, ou à subir les examens.

Le soir, ils résument leurs notes sur des cahiers qu'ils doivent présenter a leurs examinateurs.

L'industrie connaît et apprécie les résultats de cette discipline qui, sans contrainte étroite, obtient le travail régulier; qui crée la fraternité de l'École en s'appuyant sur la famille; et qui anime les élèves d'un esprit commun, sans les soustraire à ces contacts du monde extérieur où l'individualité reprend ses droits, et où les sentiments personnels se retrempent et se redressent au besoin.

Ce qu'on ne sait pas assez c'est qu'il est permis à l'École, après quarante années d'existence, d'envisager avec satisfaction les fruits de cette discipline. Chaque année amène un nouveau progrès dans les études; jamais élève n'a quitté volontairement l'École; ceux que l'état de leur santé en éloigne, même pour longtemps, n'en sortent qu'avec l'esprit de retour; l'intérêt que les études inspirent, loin de faiblir, s'accroît avec leur durée jusqu'à leur conclusion, et le souvenir de l'École ne s'efface jamais de la mémoire des Ingénieurs qu'elle a formés.

Indication sommaire des cours et conditions du nouvel enseignement.

Voici sur quelles bases le Conseil de l'École se propose d'asseoir l'enseignement supérieur agricole :

L'École possède, en première année, un cours d'*Hygiène* et d'*Histoire naturelle appliquée* qui a été, autrefois, presque identique, par son programme, avec le cours de Zoologie de Versailles. En le ramenant à sa forme première, en y ajoutant les leçons nécessaires, on aura un cours de Botanique et de Zoologie.

En seconde année, se placeront deux cours d'une durée de vingt-cinq à trente-cinq leçons chacun, consacrés : l'un à la *Zootechnie* ou histoire des animaux utiles ou nuisibles; l'autre à la *Phytotechnie* ou histoire des plantes utiles ou nuisibles. Le premier correspondra au cours de Zootechnie de Versailles; le second, au cours de Botanique, en même temps qu'à une partie des cours de Sylviculture et d'Agriculture.

En troisième année, sera placé le cours d'*Agriculture proprement dite* et d'*Économie rurale*, comprenant cinquante à soixante leçons.

Avec ces leçons nouvelles s'ajoutant aux cours actuels de l'École, les élèves recevront un enseignement au moins aussi complet que celui d'aucune autre école d'agriculture existante. La longueur des programmes de certains cours d'agriculture professés à l'étranger, où l'on reprend la physique et la chimie la plus élémentaire, ne donne pas la mesure de leur valeur agricole. Avec des élèves bien préparés en mathématiques, mécanique, physique, chimie et histoire naturelle; avec des leçons substantielles, d'ailleurs, il suffira d'un enseignement qui comprendra environ cent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vingt leçons spéciales ajoutées à un nombre égal de leçons concernant l'agriculture et déjà professées dans les cours actuels de l'École.

Tout enseignement qu'un élève peut se donner à lui-même par la simple lecture d'un livre et qui, pour être compris, n'exige pas l'aide d'un professeur capable d'en adapter l'exposé à la force de conception de celui qui l'écoute n'est-il pas superflu?

L'enseignement agricole sera donc convenablement assuré avec cent vingt leçons spéciales nouvelles, environ, dont soixante en deuxième année, et autant en troisième année. Était-il possible de les introduire dans les anciens programmes? Le tableau de l'emploi du temps des élèves était déjà tellement rempli, qu'on a dû renoncer à y trouver place pour ces leçons, sans en supprimer un nombre équivalent.

Cette suppression faite, tous les élèves devaient-ils continuer à suivre tous les cours? Le Conseil des études a décidé que le nouvel enseignement, destiné aux élèves agronomes, s'appliquerait seulement à ces derniers. Il en résultera une spécialité de plus, celle des agronomes, distincte et jusqu'à un certain point séparée des quatre divisions actuelles, savoir : mécaniciens, métallurgistes, chimistes, constructeurs.

Mais les élèves sortis de l'École centrale ne changent-ils pas quelquefois de spécialité? Si certains d'entre eux qui se préparaient à devenir industriels se sont transformés en agriculteurs, l'inverse ne pourra-t-il pas se produire? L'obligation de choisir leur carrière, imposée de trop bonne heure aux élèves de l'École centrale, ne mettra-t-elle pas les familles dans l'embarras?

Pourquoi un élève âgé de 19 à 20 ans ne pourrait-il pas découvrir sa voie? S'il s'agit des professions dites libérales : pour les théologiens, les professeurs, les jurisconsultes, les médecins, par exemple, la séparation des études spéciales ne commence-t-elle pas dès cet âge? N'est-il pas utile que les élèves de l'École centrale s'accoutument aussi au sentiment de la responsabilité et qu'ils prennent eux-mêmes les décisions qui intéressent leur avenir?

Hâtons-nous d'ajouter que, s'ils se trompent dans le choix de leur spécialité, les études ne sont pas assez dissemblables à l'École centrale pour empêcher un constructeur de devenir métallurgiste, et qu'elles permettront toujours à un agriculteur de se transformer en chimiste, s'il est doué des aptitudes convenables et que l'occasion le lui prescrive. Quand on sort d'une école à 22 ou 23 ans et qu'on y a reçu l'éducation forte de la science, c'est par la pratique qu'on est spécialisé, et elle y suffit, qu'il s'agisse de l'Agriculture ou des Arts.

Les élèves agronomes ayant à suivre des études propres, convenait-il de les séparer des élèves des autres spécialités, dès leur entrée à l'École, et même avant leur entrée, et de rédiger pour eux un programme d'admission moins étendu que celui qui est exigé des autres candidats? On a repoussé ces idées pour trois motifs.

1° Cette séparation absolue des élèves en deux catégories, dès l'origine des études, créerait à l'École des difficultés pratiques et des embarras capables de compromettre ce qui existe, sans profit certain pour le nouvel enseignement.

2° La publication de deux programmes d'admission, dont l'un serait réduit, établirait, pour la spécialité agricole à laquelle il serait destiné, une présomption d'infériorité peu propre à en assurer le succès.

3° La question étant envisagée de plus haut, il a paru nécessaire, dans l'intérêt du pays, que les futurs élèves agriculteurs fussent des hommes d'une intelligence sûre et ouverte, assez instruits pour exercer sur la production agricole de la France la même influence que les ingénieurs sortis de l'École centrale ont incontestablement exercée sur son industrie, dont ils ont rehaussé le niveau et grandi la puissance. Avec un programme d'admission abaissé, avec des épreuves intérieures moins exigeantes, on aurait sans doute des élèves plus nombreux; mais l'École centrale n'a jamais spéculé sur le nombre de ses élèves : elle a fondé son succès sur leur valeur. Si elle peut doter, tous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les ans, l'Agriculture française de quelques hommes capables de la diriger un jour dans la voie du progrès, ce résultat lui suffira et restera conforme à la dignité de sa mission.

La séparation des spécialités s'effectuera donc seulement dans le courant de la deuxième année, les élèves agronomes ayant à suivre pendant les trois premiers semestres tous les cours généraux organisés pour les élèves actuels.

Pour placer en deuxième année à partir du deuxième semestre les soixante ou soixante-dix leçons de Zootechnie et de Phytotechnie, on supprime en nombre égal les leçons jugées les moins utiles aux agriculteurs dans les cours suivants : céramique; teinture; verrerie; exploitation des mines; métallurgie du cuivre, plomb, etc.; résistance des matériaux; travail des métaux et machines-outils.

On place en troisième année les leçons du cours d'Agriculture et d'Économie rurale, aux dépens de certaines parties jugées les moins indispensables des cours suivants : docimasie; exploitation des mines; métallurgie; grands ponts; chemins de fer.

Les élèves des spécialités actuelles continueront à suivre leurs cours, sans autres modifications que celles qu'on pourra plus tard y introduire, s'il y a lieu, à l'égard des travaux publics.

Partie pratique de l'enseignement.

Une objection se présente à l'esprit, malgré ce qu'on a exposé plus haut. Les élèves ne feront-ils donc point de pratique?

Parmi les plans proposés pour la constitution d'un enseignement agricole national, celui qui avait été particulièrement remarqué dans l'enquête agricole demandait la création, à Paris ou dans ses environs, d'une École normale pour former des professeurs chargés d'enseigner l'Agriculture, la Zootechnie, la Botanique et la Physiologie végétale, la Physique et la Chimie, la Géologie et la Minéralogie.

L'École centrale possédera toutes ces chaires, elle y joint le Génie rural, la Machinerie agricole, les Industries rurales, les Constructions et la Législation agricole. Elle représente donc bien cette École normale renonçant à faire étudier la pratique, qu'on voulait placer à Paris, et pour l'enseignement de laquelle on se contentait, quant au nombre des chaires et quant au niveau des études, d'une mesure qu'elle est sûre de laisser bien loin, grâce au personnel dévoué et éprouvé qui l'entoure.

On n'entend pas contester, cependant, l'extrême importance de la pratique en agriculture; on lui assigne même un rang plus élevé que lorsqu'il s'agit de l'industrie. L'expérience agricole est plus lente à acquérir que l'expérience industrielle. En agriculture, les faits comparables ne sont pas dans la main de l'homme, et ne se renouvellent pas même une fois par an. Dans les opérations de l'industrie, les circonstances identiques, au contraire, peuvent se rencontrer tous les jours ou même se reproduire à la volonté de l'observateur.

Mais les trois quarts des élèves de l'Institut national agronomique de Versailles étaient des fils de propriétaires ruraux. C'est sur eux que l'École centrale compte pour recruter sa nouvelle spécialité, et parmi eux elle ne désire que les candidats d'élite. Elle cherche donc seulement à attirer des jeunes gens des campagnes se destinant à l'agriculture, intelligents, laborieux, en contact avec la pratique dès leur enfance, pour lesquels l'expérience aura commencé de bonne heure, et pour qui elle continuera à se former, plus fructueuse chaque jour. Pour ceux de ses élèves qui se destinent à l'industrie, et le plus souvent même pour les fils de manufacturiers, il en est autrement; leurs premières années ne se sont guère passées au milieu des ateliers ou des ouvriers. Il y a plus de jeunes agriculteurs déjà praticiens, que de jeunes manufacturiers dans le même cas; l'École centrale forme des industriels, cependant, tout en laissant à ses élèves le soin de prendre le vrai

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sentiment de la pratique dans les ateliers; elle obtiendra le même résultat pour l'agriculture. Ce qui s'est trouvé vrai dans le premier cas le sera dans le second.

L'Institut agronomique de Versailles avait à sa disposition des fermes dépendant de l'établissement : quels services ce domaine a-t-il rendus pour l'instruction des élèves de l'École? La pratique sérieuse ne s'acquiert pas dans une exploitation factice régie par l'État, mais dans une exploitation ayant pour but la recherche d'un bénéfice matériel.

Le Conseil de l'École a été obligé de rompre, dès l'origine de la création de l'établissement, avec les partisans exagérés de la pratique. Il répète, à plus de quarante ans de distance, avec la pleine autorité qui appartient à une expérience demi-séculaire, que ce n'est point à l'École centrale, non plus que dans tout autre établissement analogue, que les élèves agriculteurs deviendront des praticiens.

Les fondateurs de l'École centrale n'ont pas oublié le peu d'encouragement que leurs projets rencontrèrent parmi les praticiens. Ceux-ci faisaient à son enseignement industriel exactement les objections que certains agriculteurs feront à son enseignement agricole. L'École n'a pas essayé de les combattre; elle a marché, et l'évidence a convaincu les manufacturiers les plus éloignés de ses idées; aujourd'hui, ils envoient tous leurs fils à l'École centrale; il en sera de même pour l'agriculture.

Les élèves agriculteurs ne trouveront donc pas à l'Ecole des terres à cultiver, des bestiaux à soigner, mais, de même que leurs camarades sont conduits dans les usines ou sur les chantiers, ils seront mis également en position de constater et de vérifier sur des exemples réels, sur une large échelle et dans une ferme expérimentale, s'il se peut, les résultats et les faits énoncés dans les cours.

L'École possédera des collections et des salles pour les diverses manipulations microscopiques ou chimiques, en rapport avec l'enseignement. Pour l'étude de la Botanique et celle des cultures, le Jardin des plantes, les pépinières de la Ville mettent à la portée des élèves de véritables écoles pratiques, où se trouvent réunies les types des espèces utiles ou nuisibles, ainsi que toutes les variétés de greffe, de taille ou d'aménagement. Pour la Zoologie et la Zootechnie, le Jardin des plantes encore, le Jardin d'acclimatation, l'École vétérinaire d'Alfort et les marchés aux bestiaux leur viendront en aide, sans parler des exploitations que possèdent les Écoles régionales, les Fermes-écoles, les Fermes expérimentales ou stations agricoles, à proximité de Paris.

L'École centrale trouvera parmi les agriculteurs instruits, pour les démonstrations de ses professeurs et pour les études personnelles de ses élèves, l'accueil favorable et bienveillant que les chefs des grands établissements industriels ne leur ont jamais refusé.

Pendant les vacances, commençant plus tôt pour les élèves agriculteurs, ceux-ci effectueront des voyages ou des séjours dans diverses régions du pays et seront obligés d'en rapporter ces cahiers de notes ou travail des vacances, que l'École vérifie toujours avec soin. Une entente avec les Sociétés d'agriculture ou avec les primes d'honneur des départements rendra ces séjours plus instructifs; ils rectifieront les impressions incomplètes que laisse l'usage d'un champ d'expériences unique, car les élèves verront l'agriculture aux prises avec les diversités de climat, de terrains, de main-d'œuvre, d'usages locaux et même de bonne ou mauvaise administration.

M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, à titre de motif puissant d'émulation, de récompense et de complément d'instruction, pourra faire revivre ces fructueuses missions agronomiques dans les pays étrangers que son département accordait aux frais de l'État aux trois premiers élèves de l'Institut agronomique de Versailles.

Résumé.

L'École centrale a été fondée sous le régime protecteur, en 1829, en prévision des nécessités

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'un commerce plus libre devait créer tôt ou tard pour l'industrie française. Ses fondateurs s'occupaient de préparer, dès lors, pour une lutte inévitable, les chefs intelligents qui pouvaient en diminuer les périls. L'expérience a démontré la justesse de leurs calculs; c'est à la science que les directeurs de nos établissements ont demandé des armes pour tenir tête à la concurrence étrangère; c'est par les ingénieurs sortis de l'École centrale, indépendamment des services qu'ils ont rendus pour la création et pour l'exploitation des chemins de fer, que s'est opérée la transformation ou l'appropriation nouvelle de l'outillage industriel du pays.

Aujourd'hui, l'École centrale demande à l'agriculture de s'inspirer, à son tour, des grandes vues de la science. L'Angleterre met en avant ses Indes noires, ses mines de houille, lorsqu'il s'agit de justifier la confiance que son avenir lui inspire et de montrer sur quelles hypothèques repose sa grande fortune industrielle. Le soleil des temps antédiluviens, travaillant pour elle, accumulait, en effet, ces dépôts immenses de charbon qu'elle convertit aujourd'hui, dans ses usines, en chaleur, mouvement et force.

Pourquoi la France agricole oublierait-elle que le soleil de l'époque actuelle la favorise à son tour; que sa lumière répand incessamment sur un sol généreux, et sans s'épuiser, la chaleur, le mouvement et la force; qu'elle y développe les productions les plus variées, les plus recherchées et les plus délicates; que la surface entière du pays constitue un vaste laboratoire qui ne demande qu'à produire, toujours prêt à joindre ses efforts à ceux de l'astre qui l'échauffe et de l'homme intelligent qui les met à profit.

Les richesses agricoles de la France peuvent être augmentées dans une proportion tellement considérable, par une meilleure exploitation de cet admirable domaine, qu'on ne répétera jamais assez avec Sully : « Labourage et pâturage sont les deux mamelles de l'État. »

De nos jours, comme du temps de nos pères, l'agriculture constitue la base solide des finances de la Patrie française; elle assure le recrutement de ses armées; elle conserve l'esprit de famille; elle apprend la prévoyance et le respect de l'épargne; elle accoutume, par l'isolement, au sentiment de la responsabilité; par la vie au grand air, elle maintient la vigueur du corps; elle élève le niveau des âmes par le spectacle de la nature; elle apprend à l'homme sa faiblesse et sa force à la fois, en lui montrant qu'il ne dépend pas de lui de changer les lois de l'univers, mais qu'il est capable de les comprendre et de les diriger; elle vit de traditions, répugne aux changements et se porte, avec la même abnégation et la même foi, à la défense du clocher, à celle du drapeau, à celle de la frontière attaquée, à celle de l'ordre compromis ou de la loi offensée.

Ménageons à cette population, si digne de sollicitude, des chefs dignes d'elle, capables de la guider par leurs conseils ou par leur exemple dans l'art difficile de cultiver la terre; des chefs faits pour comprendre les opérations de la ferme, en état de combattre les ennemis des récoltes et de prévoir les chances des saisons. Nous aurons, à la fois, doté les campagnes de ces instituteurs supérieurs dont elles ont besoin pendant la paix, et préparé aux jeunes laboureurs, pour les besoins de la guerre et pour les grands périls de la patrie, des officiers de réserve, familiers avec les exigences des armes savantes.

Les élèves de l'École centrale, anciens ou actuels, ont prouvé, en effet, dans la cruelle épreuve que la France vient de traverser, qu'ils étaient, non-seulement par leur patriotisme, à la hauteur de tous les dangers, comme tous les Français, mais aussi, par leur savoir, leurs études spéciales et leur discipline, à la hauteur de tous les devoirs que les responsabilités de la guerre peuvent imposer.

En résumé, les Conseils de l'École ont été d'avis :

1° De demander l'autorisation d'ajouter à l'enseignement de l'École centrale des arts et manufactures l'enseignement supérieur de l'agriculture dans les conditions exposées plus haut;

2° De demander, en faveur des élèves du nouvel enseignement et pendant la durée de leurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

études, des autorisations spéciales pour visiter, sous la conduite de leurs professeurs, à Paris ou, pour leurs études et travaux personnels de vacances, dans les départements : les galeries d'instruments d'agriculture du Conservatoire des arts et métiers, les services de l'École d'Alfort, les marchés aux bestiaux et aux chevaux, les collections et les cultures du Muséum d'histoire naturelle, les cultures de la ville de Paris, celles des Écoles régionales et celles des Fermes-écoles;

3° D'émettre le vœu de voir rétablir, en faveur des élèves de l'enseignement supérieur agricole, les missions à l'étranger que le Ministère de l'agriculture et du commerce avait mises autrefois à la disposition des trois meilleurs élèves de l'Institut de Versailles.

Disposant de ces compléments pratiques d'études, coordonnés avec un enseignement classique de l'agriculture, l'École centrale réunit les moyens d'instruction théorique ou pratique nécessaires pour préparer :

1° Des agriculteurs et des propriétaires éclairés, en état de surveiller ou de diriger, soit l'exploitation de leurs propres domaines, soit celle des domaines d'autrui;

2° Des administrateurs capables et instruits pour les divers services publics où les intérêts agricoles sont engagés;

3° Des professeurs spéciaux pour l'enseignement agricole à tous les degrés,

Tel était le but en vue duquel avait été fondé l'Institut national agronomique de Versailles et que l'École centrale s'est proposé d'atteindre, sans imposer aucune dépense à l'État et sans toucher à l'économie de ses anciens cours.

J. DUMAS,
Ancien Ministre de l'agriculture et du commerce,
Président du Conseil de perfectionnement.

SOLIGNAC,
Lieutenant-colonel d'artillerie, directeur faisant fonctions.

JORDAN,
Professeur, secrétaire.

TABLEAU SOMMAIRE *des principales matières comprises dans les cours, travaux et exercices des élèves de l'enseignement supérieur de l'agriculture, à l'intérieur de l'École;*

COMPRENANT

La préparation générale du domaine; — l'aménagement des eaux; les irrigations; les desséchements; — le drainage; — les constructions rurales; — les machines agricoles; — les plantes culturales; — les animaux domestiques; — les principes généraux de culture; — les assolements; — les engrais et amendements; — les industries agricoles, sucreries, distilleries, etc.; — les vignes et vins; — les mûriers et magnaneries; — les bois et forêts; — la géographie agricole de la France; — la statistique agricole; — la législation et l'économie agricole (1).

PREMIÈRE ANNÉE.

Cours.

1. Analyse et mécanique générale.
2. Géométrie descriptive.
3. Cinématique.

---

(1) Pour les cours désignés par un astérisque, qui sont nouveaux, des programmes plus détaillés seront soumis à l'approbation de M. le Ministre de l'agriculture et du commerce.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4. Matériaux employés dans la construction des machines. — Construction des pièces des machines.

5. Physique générale.

6. Chimie générale.

7*. Botanique et spécialement Flore des plantes vulgaires de la France.

8*. Zoologie et spécialement Faune des animaux communs de la France.

9. Minéralogie et spécialement étude des minéraux les plus communs.

10. Géologie et spécialement géologie de la France.

11. Principes d'architecture.

12. Dessin. — Croquis. — Dessin d'ensemble. — Levés à vue. — Levés de mémoire.

Exercices.

Manipulations de chimie générale.

Manipulations de physique générale.

Manipulations de stéréotomie.

Lavis et travaux graphiques.

Carte minéralogique et carte géologique de la France.

Problèmes. — Examens.

Travaux graphiques.

DEUXIÈME ANNÉE.

Cours.

1. Machines. — Principes d'hydraulique.

2. Constructions civiles et rurales. — Distributions d'eau et de gaz dans les intérieurs.

3. Physique appliquée. — Combustibles. — Chauffage à la vapeur, à l'eau chaude, à l'air chaud. — Chaudières à vapeur. — Calorifères. — Ventilation. — Chauffage des liquides. — Évaporation. — Distillation. — Fours à plâtre, à chaux. — Fours de boulanger. — Séchoirs. — Production du froid. — Glacières.

4. Chimie industrielle. — Matières minérales. — Sel marin. — Soude. — Potasse. — Ammoniaque. — Nitrates. — Phosphates. — Calcaires et chaux. — Plâtres. — Argiles. — Terres. — Cendres, etc.

5. Chimie analytique. — Analyse et essai des matières étudiées dans le cours de chimie industrielle.

6*. Phytotechnie ou étude des plantes utiles :

Plantes des prairies naturelles ou permanentes.

Plantes des prairies temporaires ou artificielles.

Plantes produisant les graines alimentaires ou céréales.

Plantes légumineuses.

Plantes à tubercules ou racines alimentaires.

Plantes industrielles, sucrées, oléagineuses, textiles, tinctoriales.

Tabac, houblon, garance, etc.

Vignes. — Mûriers. — Oliviers, etc.

Arbres à fruits, à pépins, à noyaux ; arbres forestiers.

Plantes nuisibles. — Moyens de s'en défendre.

7*. Zootechnie ou étude des animaux utiles :

Cheval. — Ane. — Mulet.

Espèce bovine.

Moutons.

Porcs.

Chèvres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Caractères distinctifs. — Produits utiles. — Soins généraux. — Hygiène. — Alimentation. — Engraissement. — Travail. — Reproduction. — Conservation des races. — Leur amélioration, par sélection, par croisements. — Importation des races. — Distribution géographique des principales races.

Oiseaux de basse-cour.

Pisciculture : poissons des rivières et eaux douces de France.

Vers à soie.

Abeilles.

Étude des animaux nuisibles aux récoltes, aux prairies, aux plantes industrielles, aux arbres ou arbustes fruitiers, à la vigne, aux arbres des forêts, aux bois et produits agricoles en magasin. — Moyens de combattre leurs ravages ou de prévenir leur multiplication.

8. Étude spéciale des matières textiles : coton, lin, chanvre, paille, soie, plumes, poils, etc. — Préparation, dessuintage, décrassage et blanchiment de ces matières.

9*. Météorologie. — Géographie agricole ou distribution, sur la surface de la France, des cultures caractéristiques et des espèces ou races de bétail.

10. Législation industrielle.

Exercices.

Manipulations de chimie analytique.

Manipulations de physique appliquée.

Levés de terrain.

Jaugeages des cours d'eau.

Maniement et essai des machines agricoles.

Préparation microscopique des organes des plantes et des tissus élémentaires des animaux.

Projets et problèmes se rattachant aux constructions rurales, aux distributions intérieures d'eau ou de gaz, aux appareils producteurs ou distributeurs de chaleur : chaudières à vapeur, appareils de circulation, de distillation, etc.

Travaux des vacances.

TROISIÈME ANNÉE.

Cours.

1. Mécanique appliquée, hydrostatique, hydraulique. — Machines hydrauliques.

2. Machines à vapeur.

3. Travaux publics : routes, chaussées, petits ponts, ponceaux, canaux, desséchement des marais, drainage, irrigations.

4. Construction des machines. — Machinerie agricole.

Matériel de culture à l'extérieur de la ferme :

Charrues, cultivateurs, herses, rouleaux, semoirs, houes, moissonneuses, faucheuses, faneuses, râteaux.

Matériel de culture à l'intérieur de la ferme :

Machine à battre, moulin de ferme, hache-paille, laveur, coupe-racines, concasseurs, pressoirs, etc.

5. Chimie industrielle et agricole : fabrication des engrais, sucreries, distilleries, féculeries, huileries, préparations des vins et eaux-de-vie, de la bière, des vinaigres, des résines, des huiles volatiles, fabrication de la gélatine, tannerie, fromages, conservations alimentaires, salaisons, etc.

6. Chimie analytique : méthodes à suivre pour l'essai et pour l'analyse; des terres, engrais ou amendements; des farines, fécules, sucres, vins, eaux-de-vie, huiles et autres produits organiques.

7. Exploitation des mines. — Résumé de la classification des terrains. — Roches applicables à la construction, dans les terrains de transition, secondaires, tertiaires, alluviens; dans les terrains éruptifs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Gisement des combustibles minéraux : puissance, allures et accidents des couches. — Richesse des principaux bassins de l'Europe.

Gisement du sel gemme.

Application de la géologie à l'agriculture. — Sols et sous-sols. — Altitudes. — Déclivités. — Absorption de l'eau par les roches. — Eau de carrière, eau d'imbibition. — Terres argileuses, calcaires, siliceuses, ferrugineuses. — Amendements des roches les unes par les autres. — La chaux considérée comme engrais. — Le sable; les tangues. — Les phosphates de chaux. — Les guanos.

Les eaux souterraines. — Eaux pluviales. — Roches perméables, roches imperméables. — Circulation de l'eau dans les fissures. — Sources. — Puits artésiens. — Disposition de la stratification et des roches pouvant déterminer les puits artésiens. — Puits absorbants.

Les niveaux d'eau. — Avaleresses dans les divers terrains. — Indépendance des niveaux. — Débits minimum et maximum dans les terrains tertiaires et secondaires.

Divers procédés de sondage. — Outillage pour l'exécution des forages.

Carrières. — Travaux à ciel ouvert. — Conditions générales pour les ateliers et transports. — Traçage, havage; détachement des blocs de formes déterminées : colonnes, dalles, pavés, etc. — Meules à la Ferté-sous-Jouarre. — Ardoisières.

Exploitation de la tourbe, au louchet, à la drague. — Dessiccation.

Exploitation des combustibles minéraux, des minerais de fer et des principaux minéraux utiles.

8. Métallurgie générale et spécialement celle de la fonte et du fer.

9e. Agriculture : objet de l'agriculture. — Fabrique de matières végétales ou animales pour les besoins de l'homme. — Sa première mission est de produire des plantes en utilisant les éléments de l'air, ceux de l'eau et ceux des engrais ou du sol.

Du sol et des sous-sols. — Classification des terres sous le rapport de leur composition chimique, de leur nature minéralogique, de leurs propriétés physiques et de leurs propriétés hygrométriques.

Expériences qui peuvent donner la mesure de leur fertilité pour les diverses plantes culturales.

Nécessité générale des amendements ou engrais complémentaires, soit en raison de la nature première des sols, soit pour leur restituer les emprunts faits par les récoltes exportées hors du domaine.

Préparation des terres. — Assainissement. — Drainage.

Irrigations : circonstances qui font varier leur rôle; elles agissent tantôt comme eau, tantôt comme engrais par les substances qu'elles tiennent en dissolution.

Assolements : lois qui les régissent. — Assolement triennal. — Jachères. — Assolements longs. — Réparation du sol. — Restitutions dont il a besoin. — Divers systèmes de culture. — Importance des traditions locales.

Culture intensive : ses procédés. — Ses avantages. — Précautions qu'elle exige.

Opérations générales de la culture : préparation du sol. — Défrichements. — Labours. — Semailles. — Récoltes. — Battage. — Nettoyage des grains.

Étude spéciale des principales cultures et de leurs produits :

Prairies permanentes : pâturages.

Prairies temporaires ou artificielles.

Plantes donnant les graines alimentaires : céréales.

Plantes oléagineuses.

Plantes à fibres textiles.

Plantes industrielles : betterave à sucre, tabac, houblon, chicorée, garance, etc.

Rôle important de la betterave à sucre comme plante sarclée à racine pivotante et comme plante

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont les produits d'exportation, sucre ou alcool, convenablements purifiés, empruntent tout à l'air et n'enlèvent rien au sol.

Vigne : sa grande importance dans l'agriculture française. — Mode de culture dans les diverses régions et pour les divers cépages.

Préparation des vins dans les diverses contrées de la France. — Diversités qui les caractérisent. — Conservation des vins. — Leurs maladies. — Chauffage des vins.

Maladies de la vigne. — Moyens de les combattre.

Olivier : huile d'olive.

Mûrier : magnaneries. — Races et variétés de ver à soie. — Maladies du ver à soie. — Procédé de M. Pasteur pour les prévenir.

Arbres à fruits : à pépins, à noyaux.

Arbres forestiers.

Sylviculture. — Conservation. — Exploitation des forêts. — Repeuplements.

Utilité des forêts dans les terrains en pente. — Reboisement des montagnes. — Essences à croissance rapide.

Économie rurale : modes divers d'exploitation du sol. — Direct, métayage, fermage. — Fermage en argent. — Fermage en nature. — Débouchés. — Statistique agricole de la France.

Rôle important de l'agriculture française, favorisée par le sol, le climat, la variété de ses produits, leur qualité et les facilités d'exportation qu'elle possède.

10. Hygiène.

11*. Législation rurale.

Exercices.

Manipulations de chimie : analyse ou essai : des terres, amendements et engrais; des textiles, pâtes à papier, bois et écorces; des grains, farines, fécules, pâtes et pains; des sucres; des liqueurs fermentées ou vins, bières, cidres, poirés; des vinaigres; des alcools et eaux-de-vie; des huiles, suifs et savons; des laits, beurres et fromages; des sangs, viandes, os, cornes, laines, poils et débris animaux de toutes sortes.

Étude pratique des plantes culturales et de leurs produits : froment, betterave, chanvre, lin, colza, etc.

Étude pratique des organes ou produits utiles appartenant aux animaux : lait, sang, os, etc.

Étude microscopique des ferments. — Expériences sur les fermentations.

Projets de machines agricoles, de constructions rurales, de bâtiments ou usines pour des industries agricoles.

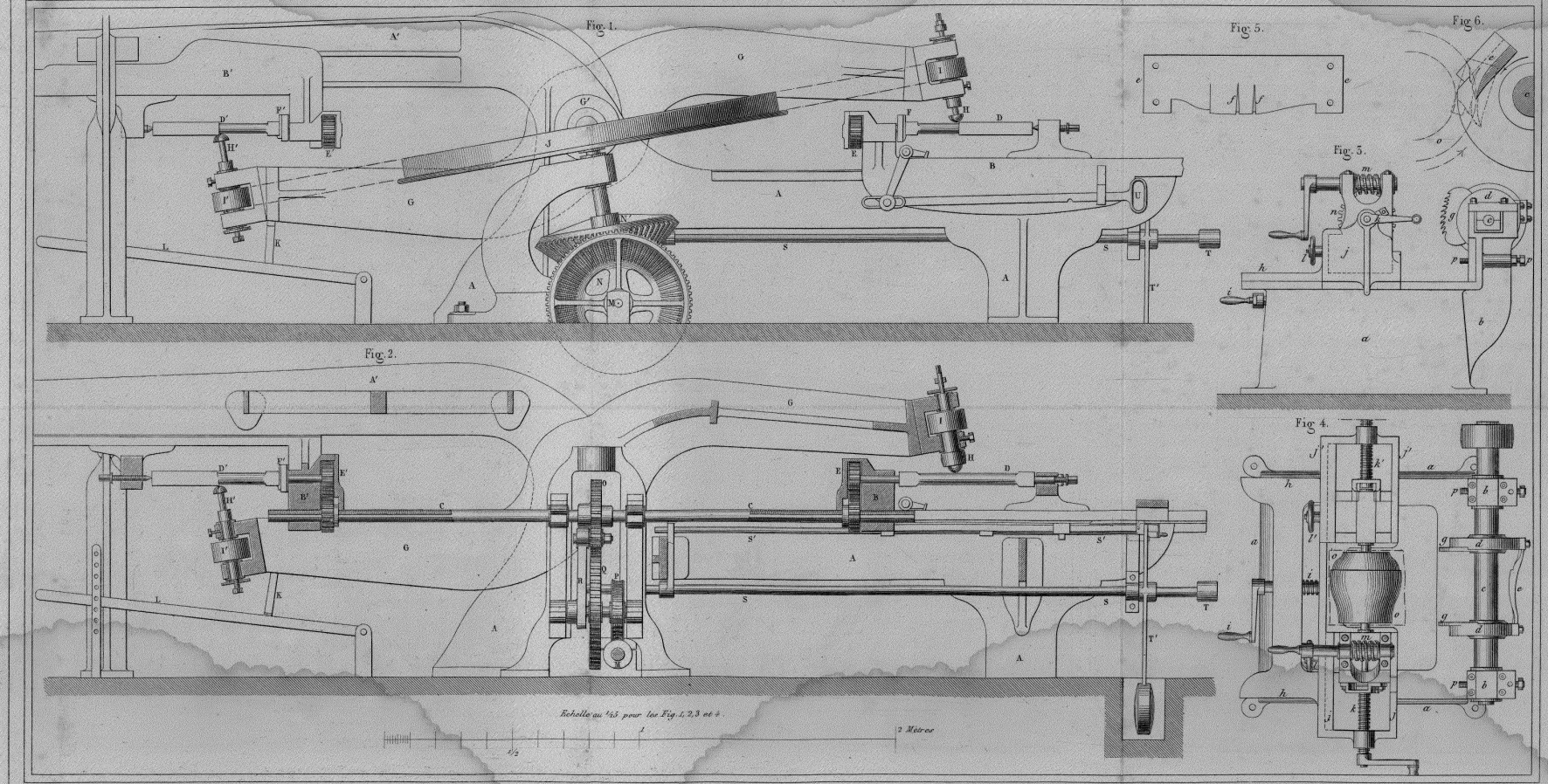
Plans d'irrigations ou de drainages.

Indépendamment de ces travaux ou études effectués à l'intérieur de l'École, les élèves sont conduits par leurs professeurs, toutes les fois qu'une démonstration sur les objets réels semble nécessaire, dans l'un des établissements suivants : au Conservatoire des arts et métiers, au Jardin des plantes, à l'École vétérinaire d'Alfort, dans les jardins et pépinières de la Ville, dans les marchés aux chevaux et aux bestiaux, dans les fabriques d'instruments aratoires.

Ils visitent enfin, soit pendant le cours de l'année, soit pendant les vacances, les écoles régionales ou les fermes qui leur sont recommandées comme exemples pratiques.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

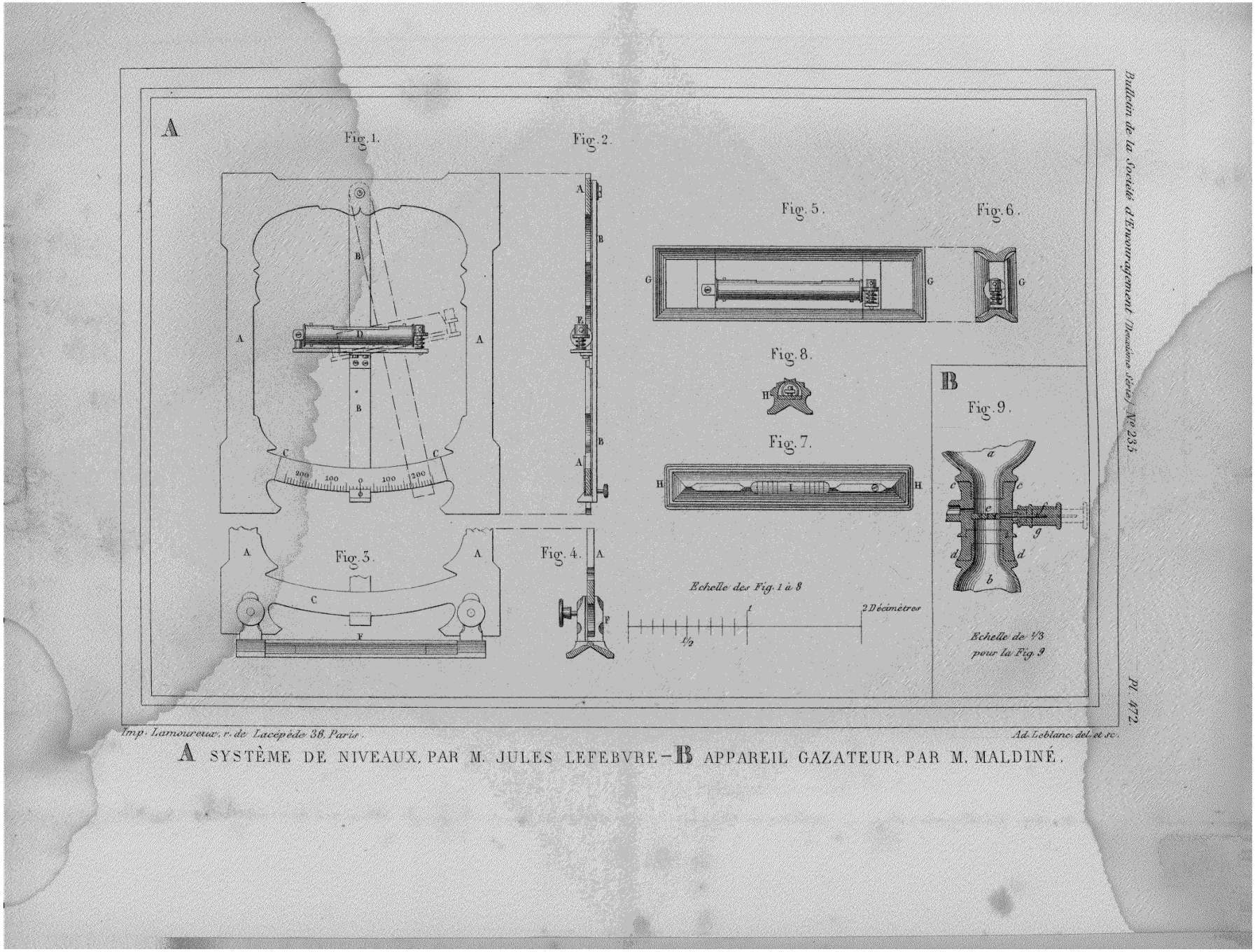
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux r. Lacépède 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

MACHINES A FAÇONNER LES RAIS ET A TOURNER LES MOYEUX DES ROUES DE VOITURES, PAR M. GUILLIET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris. Ad. Leblanc, del. et sc.

A SYSTÈME DE NIVEAUX, PAR M. JULES LEFEBVRE. – B APPAREIL GAZATEUR, PAR M. MALDINÉ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Août 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CHEMINS DE FER.

RAPPORT *fait par* M. BAUDE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* FREIN A COINS ARTICULÉS *de* M. STILMANT, *rue Montmartre*, 33, *à Paris.*

Messieurs, l'esprit d'invention pour perfectionner les moyens d'arrêt des trains de chemins de fer ne se lasse point. Nous vous avons entretenus, il y a déjà plus de deux années, de l'intervention puissante de la machine par l'emploi de la contre-vapeur, d'après le système de M. Le Chatelier, pour la marche retardatrice des trains ou pour leur arrêt. Mais cet utile auxiliaire, placé sous la main du mécanicien, ne dispense pas des freins placés sur le tender et sur le waggon à bagage, sur le waggon d'arrière et même sur des waggons intermédiaires, suivant le nombre des voitures qui entrent dans la composition du train.

L'idéal pour beaucoup d'inventeurs qui ont plus de zèle que de pratique ou de théorie est d'enrayer à la fois toutes les roues de waggons, s'imaginant que toute transmission sur des attelages rendus rigides ou à peu près reproduit sur chaque waggon l'effort du garde-frein. Ce n'est pas que le problème soit insoluble, puisqu'on a une force produite ou quantité d'action qui dépend de la masse et du carré de la vitesse des roues ; mais on n'a pas trouvé encore les moyens de l'utiliser convenablement, et nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

devons nous trouver heureux d'avoir à vous entretenir aujourd'hui d'un frein vraiment perfectionné, et dont l'emploi gagne tous les jours dans l'exploitation des chemins de fer français et même de quelques chemins étrangers.

La communication faite par M. Stilmant à la Société d'encouragement est déjà ancienne, et nous vous en aurions entretenus plus tôt, si, d'accord avec l'inventeur, nous n'avions attendu les derniers perfectionnements qu'une expérience déjà longue lui avait indiqués.

On sait que le frein ordinaire se compose de deux sabots, fixés au bout de tiges commandées par les extrémités d'un levier. Ce levier fixé à un arbre horizontal, que le conducteur de frein fait tourner par l'intermédiaire de bielles, engrenages et volant, presse les deux sabots contre les jantes intérieures des roues. On s'est plaint, bien des fois, que ces freins se manœuvraient avec trop de lenteur, que les pressions des sabots contre les roues n'agissaient pas assez efficacement pour arrêter les roues dans le temps strictement nécessaire pour éviter toute chance de rupture dans l'appareil.

Voici comment l'appareil de M. Stilmant remédie aux inconvénients ou à l'insuffisance que nous venons de signaler, et comment il obtient un enrayage des roues aussi rapide qu'on peut le désirer.

C'est le coin qui est le principe de transmission de la force développée pour enrayer les roues, et c'est avec raison que M. Stilmant appelle *frein à coins articulés* son système d'enrayage.

Deux pièces de fonte, réunies par un assemblage à charnière, sont attachées à l'extrémité d'une bielle verticale. Cette bielle est assemblée sur un levier fixé sur un arbre horizontal suspendu aux châssis du waggon.

La bielle verticale qui commande le grand levier monte ou descend, suivant que la vis qui lui fait suite se meut de bas en haut ou de haut en bas dans son écrou, au moyen du volant horizontal qui est sous la main du garde-frein. Les coins articulés montent ou descendent sous l'action imprimée à ce volant.

Deux pièces de fer, entre lesquelles passe le coin, sont suspendues au châssis et s'écartent si le frein les presse. Chacune d'elles porte un œil, où s'assemble une bielle qui vient presser le sabot contre la roue du waggon.

Le sabot et la bielle sont soutenus par une tige fixée au châssis, et, quand le coin est relevé et ne tend plus à presser les sabots sur l'une et l'autre roue, de petits ressorts agissant contre les tiges empêchent tout frottement des jantes contre le fer du sabot.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La vue des figures de la planche jointe à ce rapport donnera l'intelligence complète de la description générale que nous venons d'indiquer du frein à coins articulés de M. Stilmant.

On peut se rendre compte de la pression des sabots sur les roues.

L'effort du garde-frein sur le volant agit à la façon du treuil par rapport à l'arbre vertical; il devient le produit de cet effort, multiplié par le rayon du volant et divisé par le rayon de la tige.

La pression résultante s'augmente et, par l'intermédiaire de la vis, elle devient le produit de cette pression par la circonférence de la vis, divisé par le pas de cette même vis.

Une troisième transformation donne une pression, sur le coin articulé, en raison inverse des bras de levier.

Enfin, l'angle sous lequel agit le coin étant connu, il en résulte que ce dernier effort aura été augmenté dans le rapport du côté prolongé du coin, au côté de sa base horizontale, pour en arriver à la pression finale.

Sans entrer dans le détail des calculs faciles que nous venons d'indiquer, en supposant le garde-frein capable de produire un effort de 45 à 50 kilogrammes, on arrive à un effort final de 16 000 kilogrammes, c'est-à-dire que le sabot peut agir sur la roue qu'il veut enrayer avec une pression de 4000 kilogrammes.

Maintenant que le frein de M. Stilmant a été bien compris dans son principe, il est facile d'en déduire tous les avantages sur les freins ordinaires. Les pressions qu'il développe sont presque instantanées. Dans ses premiers freins, où le pas de la vis était un peu plus allongé, le garde-frein se bornait à déclancher le volant, et le poids du frein, aidé par l'entraînement des roues à leur vitesse initiale, donnait même des arrêts trop brusques, ce qui est, en général, un inconvénient. Les roues d'un véhicule trop subitement arrêtées, alors que le train est encore entraîné à toute vitesse, ne produisent pas tout l'effet qu'on semblerait en attendre. Des observations minutieuses et répétées ont fait reconnaître que, sous les inégalités de la voie, à la jonction des rails, le waggon se soulevait légèrement et perdait alors une partie de l'effet que le frottement de glissement devait lui assurer. Il y a donc un certain ménagement à garder dans l'enrayement de la roue.

Par la disposition du frein, les roues agissent par entraînement, au moyen d'œils ménagés autour des tourillons des bielles qui agissent sur les mâchoires des freins. Ces mâchoires forment, entre elles, un angle qui varie de 19 à 23 degrés. Comme elles sont en contact avec un frein articulé à larges surfaces,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les pressions sont bien réparties. Elles ne tendent pas, d'ailleurs, comme dans les freins ordinaires, à produire sur l'arbre horizontal une torsion qui déforme l'appareil et le rend moins efficace; aussi le frein Stilmant rentre rarement aux ateliers de réparations.

Ces avantages ont d'abord été reconnus sur les chemins de fer de l'Est, où le frein Stilmant a commencé par être essayé; ils ont été successivement affirmés par des commandes nombreuses. Il y a, en effet, aujourd'hui, sur divers chemins de fer, près de 3500 freins de ce modèle.

Le frein appliqué aux tenders pèse environ 750 kilogrammes, où la fonte entre pour 180 kilog. Les pressions y sont presque doubles de celles que nous avons calculées plus haut par l'augmentation du bras de levier qui transmet aux coins articulés la pression initiale de la manivelle. Pour les fourgons et waggons, le poids est réduit à 450 kilog., dont 100 kilog. de fonte.

Ces freins, fabriqués dans une usine du département des Ardennes, sont livrés et posés au prix de 1 fr. 10 le kilogramme. Quand les compagnies les construisent elles-mêmes, le droit de brevet est de 100 francs par frein.

D'après les mêmes principes, M. Stilmant a appliqué aux trains de marchandises des freins à main qui sont d'un fort bon usage. Le frein à main avec un seul sabot pèse 90 kilog.; avec deux sabots, le poids est de 130 kilog.

Votre comité des arts mécaniques estime que le frein de M. Stilmant constitue un véritable progrès dans l'exploitation des chemins de fer. Il vous propose, en conséquence, de remercier l'inventeur de son intéressante communication, et de faire insérer le présent rapport, ainsi que les dessins qui l'accompagnent, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé BAUDE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 *janvier* 1872.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 473 REPRÉSENTANT LE FREIN DE M. STILMANT.

Application du frein à un tender.

Fig. 1. Vue longitudinale partielle du tender
Fig. 2. Plan partiel.
A, manivelle fixée à la vis de commande du frein.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B, tringle terminée, à chacune de ses extrémités, par une fourche; l'une de ces fourches tient l'écrou de la vis de commande, l'autre le bout du grand levier C.

C, grand levier de l'arbre du frein.

D, enveloppe en tôle destinée à garantir la vis de commande.

E, support de la crapaudine servant de point d'appui à la vis.

F, petits leviers de l'arbre du frein.

G, arbre à trois leviers mettant les coins en jeu.

H, bielle de pression des coins.

I, glissières des coins.

J, bielles de pression des sabots, avec écrous pour le réglage.

K, tiges de suspension des sabots.

L, sabots et porte-sabots en fer.

M, entretoises maintenant l'écartement des sabots et des coins.

N, support des glissières des coins.

O, supports des sabots.

P, coins en fonte articulés au milieu.

Q, petits ressorts de rappel destinés à empêcher tout frottement des jantes contre les sabots quand les coins sont relevés.

Frein à main appliqué à un waggon-tombereau.

Fig. 3. Vue longitudinale partielle du waggon-tombereau.

R, grand levier tenant la bielle de pression du sabot.

S, sabot et son guide (avant).

T, glissière du guide du sabot d'avant.

U, sabot d'arrière.

V, suspension du sabot d'arrière.

W, tringle des suspensions avec écrous de réglage.

X, crémaillère.

Y, support du grand levier.

(M.)

CHAUDIÈRES A VAPEUR.

RAPPORT *fait par* M. LECOEUVRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* FLOTTEUR AVERTISSEUR *présenté par* M. GILLET, 23, *rue des Cendriers, à Paris.*

Messieurs, quand les produits de la combustion d'un foyer agissent sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une portion de chaudière en contact à l'intérieur avec de la vapeur, il y a une prompte destruction de la tôle, et, si celle-ci est portée au rouge, l'arrivée subite d'une certaine quantité d'eau peut déterminer une explosion.

Pour éviter les explosions des chaudières provenant d'un abaissement du niveau de l'eau, le décret du 25 janvier 1865, concernant les appareils à vapeur, exige que le niveau de l'eau dépasse d'un décimètre au moins la partie la plus élevée des carneaux. On peut s'assurer que cette prescription est observée, en se servant d'un flotteur d'alarme, d'un flotteur ordinaire, d'un tube indicateur en verre et de robinets d'épreuve placés à différents niveaux.

Nous ne nous occuperons ici que des flotteurs. Le flotteur ordinaire le plus simple est formé d'une pierre surmontée d'une tige d'un faible diamètre, articulée à l'une des extrémités d'un balancier portant un poids à l'autre extrémité. La tige traverse une boîte à étoupe pour empêcher toute déperdition de vapeur. Quand le levier est horizontal, l'eau est à son niveau normal ; une position inclinée dans un sens ou dans l'autre indique que le niveau est trop haut ou trop bas. Pour que l'appareil occupe moins de place, on remplace quelquefois le balancier par une poulie à gorge circulaire, entourée d'une chaîne se reliant d'une part à la tige du flotteur et portant un poids à son autre extrémité. Avec l'une ou l'autre de ces dispositions, on n'est jamais certain du degré de serrage du presse-étoupe ; par conséquent, il peut se faire que l'appareil ne donne aucune indication, et de plus il arrive que le chauffeur cale le balancier ou la poulie sans qu'on s'en aperçoive.

C'est pour remédier à ces deux inconvénients, pouvant occasionner de graves accidents, que M. E. Bourdon a construit le flotteur qui lui a valu, en 1845, une récompense de la Société (1). Dans cet appareil, qui sert à la fois de flotteur de niveau et de flotteur d'alarme, le flotteur fait osciller, dans l'intérieur de la chaudière, un petit arbre horizontal qui est maintenu entre la pointe d'une vis et une embase conique. La partie de l'arbre qui traverse la boîte creuse tenant lieu de support est garnie d'une aiguille mobile devant un cadran divisé.

Le flotteur avertisseur que M. Gillet a soumis à l'examen de la Société ne

(1) Voir *Bulletin* de 1845, 1re série, t. XLIV, p. 295.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

renferme pas non plus de presse-étoupe, et il est également établi de manière que le chauffeur ne puisse empêcher son fonctionnement. Ce qui distingue cet appareil de sûreté de ceux qui sont actuellement en usage, c'est qu'il renferme une disposition qui permet à la machine à vapeur de s'arrêter d'elle-même, si la chaudière alimente un moteur à vapeur, quand le niveau de l'eau se trouve trop haut ou trop bas.

L'appareil se compose d'un flotteur creux en métal, relié par un filetage à une tige cylindrique sur laquelle sont fixées, à hauteur convenable, deux plaques circulaires en bronze servant à fermer la prise de vapeur de la machine, lorsque le niveau de l'eau s'écarte trop de la position qu'il doit occuper. La partie supérieure de la tige est assemblée avec une crémaillère qui, par son mouvement alternatif de va-et-vient, fait tourner une aiguille indiquant sur un cadran gradué la hauteur du niveau. L'appareil est surmonté d'un sifflet d'alarme ordinaire, qui fonctionne quand l'eau est trop haute ou trop basse.

Les deux plaques s'appliquent exactément contre une surface plane dans l'intérieur d'un tube en bronze, qui est percé d'une ouverture circulaire correspondant à la tubulure de prise de vapeur.

Le tout est renfermé dans deux tuyaux en fonte superposés et assemblés avec des boulons. Le tuyau inférieur, de forme cylindrique, reçoit le tube en bronze. Le tuyau supérieur, celui qui porte le cadran, est à section rectangulaire à angles arrondis.

L'arbre à l'extrémité duquel est montée l'aiguille traverse le tuyau supérieur en s'appliquant contre la paroi intérieure, par l'intermédiaire d'une embase conique parfaitement rodée. L'aiguille est trop flexible pour que le chauffeur puisse arrêter les indications du flotteur par un simple calage.

La description que nous venons de donner de l'appareil du système de M. Gillet est suffisante pour faire comprendre qu'en cas d'un abaissement ou d'une élévation du niveau de l'eau au delà des limites préalablement fixées, l'une des plaques circulaires fermera complétement l'orifice de sortie de la vapeur; par conséquent, dans ces positions extrêmes, la machine motrice ne pourra plus fonctionner. On n'arrivera jamais à un arrêt complet, car dès qu'un ralentissement notable de la vitesse aura été signalé on sera prévenu que le niveau n'est plus dans sa position normale, surtout si la résistance des machines opératrices n'a pas été changée et si la pression de la vapeur est restée la même.

Bien que le flotteur avertisseur de M. Gillet soit plus compliqué que celui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont on se sert ordinairement, que la vapeur soit un peu étranglée quand la prise de vapeur est en partie fermée et que l'intérieur du tube en bronze soit d'un ajustement difficile, il faut savoir gré à M. Gillet, modeste chauffeur, d'avoir imaginé une disposition qui présente toute sécurité à un propriétaire, même lorsque la conduite d'un générateur est confiée à un chauffeur peu expérimenté. La crainte d'un ralentissement de la machine tiendra son attention plus en éveil, et il s'efforcera davantage de maintenir le niveau à la hauteur convenable.

Le flotteur avertisseur du système Gillet, qui peut rendre de bons services quand il est appliqué à une chaudière de puissance moyenne, présenterait probablement quelques difficultés d'exécution dans les générateurs destinés à desservir des machines à vapeur importantes, à cause de l'adhérence des tiroirs contre les surfaces fixes. Il faudrait, dans cette hypothèse, faire usage de tiroirs équilibrés pour éviter l'emploi de flotteurs trop volumineux.

Les flotteurs ne sont pas exclusivement destinés à indiquer le niveau de l'eau. Ils servent quelquefois à mettre en mouvement un robinet amenant de la vapeur en abondance sous la grille pour diminuer l'intensité de la combustion, à soulever la soupape d'aspiration des pompes d'alimentation et à régler la position du registre dans les cheminées. Dans ces diverses fonctions, il est essentiel de ne faire usage du flotteur que pour mouvoir des organes qui n'exigent qu'un faible effort.

Sous le mérite des réserves qui précèdent, nous avons l'honneur de vous proposer : 1° de remercier M. Gillet de sa communication, et 2° d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*, avec un dessin du flotteur avertisseur.

Signé LECOEUVRE, *rapporteur*.

***Approuvé en séance**, le 19 janvier* 1872.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 474 REPRÉSENTANT LE FLOTTEUR AVERTISSEUR DE M. GILLET.

Fig. 1. Élévation de l'appareil.
Fig. 2. Section verticale dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 1.
Fig. 3. Plan montrant le boisseau du cadran et le porte-sifflet.
Fig. 4. Section transversale suivant I, II de la figure 2.
A, flotteur creux en métal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B, tige transmettant les oscillations du flotteur aux organes de l'appareil.

C, C, disques ou valves en bronze fixés sur la tige B et destinés, suivant que le niveau de l'eau est trop haut ou trop bas dans la chaudière, à venir fermer la prise de vapeur de la machine; le disque supérieur est pour le minimum d'eau et le disque inférieur pour le maximum ; par conséquent, leur écartement, qu'on règle à volonté, correspond à l'écart entre ces deux limites.

D, prise de vapeur de la machine.

E, tube en bronze portant deux rainures verticales, dans lesquelles glissent les disques C, C; il est fermé, en haut, par une plaque munie d'ouvertures destinées à laisser passer la vapeur qui doit actionner le sifflet d'alarme.

F F′, tuyau en fonte renfermant tout l'appareil et se montant sur la chaudière; il est composé de deux parties assemblées par brides et boulons, dont l'une F, cylindrique, renferme le tube en bronze E et l'autre F′ est un cylindre aplati (fig. 3) contenant, dans un renflement ou boisseau, le rouage qui fait fonctionner l'aiguille indicatrice du niveau et le sifflet d'alarme.

G, cadran portant les indications données par l'appareil.

H, aiguille indicatrice du niveau.

I, petite roue dentée, fixée sur l'axe de l'aiguille H.

J, crémaillère fixée à la tige B du flotteur, et engrenant avec la roue dentée I qu'elle fait tourner dans un sens ou dans l'autre, suivant que le flotteur s'élève ou s'abaisse.

K, sifflet ordinaire monté sur le tuyau FF′.

L, petite tige mise en mouvement par la crémaillère J, et commandant le sifflet K.

M, plaque de regard pour visiter le rouage IJ.

N, autre plaque de regard pour régler l'écartement des disques C, C.

O, tubulure venue de fonte avec la partie inférieure du tuyau FF′, et destinée à recevoir une soupape de sûreté d'un système quelconque.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom du comité des arts économiques, sur les* TUBES VIDES ET LES TUBES LUMINEUX *de* M. ALVERGNIAT, *passage de la Sorbonne, à Paris.*

Messieurs, M. Alvergniat, un de nos plus habiles souffleurs de verre, a présenté à notre Société des appareils intéressants, que votre comité des arts économiques a examinés et dont il m'a chargé de vous rendre compte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier de ces appareils est un tube traversé par deux pointes de platine, et dans lequel on a fait le vide; malgré la faible distance des pointes (1 à 2 dixièmes de millimètre), l'électricité de tension ne traverse pas le tube; on peut s'assurer qu'une bobine d'induction produisant dans l'air des étincelles de 15 millimètres de longueur ne donne pas, dans cet appareil, la moindre lueur ni la plus petite étincelle.

On croyait, autrefois, que le vide était bon conducteur de l'électricité; les expériences de Davy, faites à l'aide d'un tube barométrique rempli, soit de mercure, soit même d'étain fondu qu'on laissait solidifier ensuite, avaient accrédité cette erreur.

M. Gassiot a fait voir, le premier, que la présence d'une certaine quantité de matière pondérable était indispensable pour transmettre la décharge électrique. Il a, en effet, fait le vide dans un tube renfermant de l'acide carbonique et dans lequel il avait introduit préalablement un fragment de potasse. Ce fragment absorbait les dernières traces d'acide carbonique, ou, du moins, ne laissait dans le tube que la quantité infinitésimale de ce gaz capable de faire équilibre à la tension de dissociation inappréciable que possède, à la température ordinaire, le sous-carbonate de soude; il a obtenu ainsi les premiers tubes où le vide était assez parfait pour que l'étincelle électrique ne pût les traverser, même à très-petite distance.

Il était utile que cette expérience importante pût être répétée dans les cours. M. Alvergniat a essayé de mettre en pratique le procédé de M. Gassiot et a reconnu qu'il présentait des difficultés, mais il est arrivé à réussir sûrement par un procédé très-simple que nous allons indiquer.

Il prend un tube en verre très-peu fusible, portant les fils de platine et muni d'une tubulure latérale d'un petit diamètre. Il fait le vide dans ce tube, à l'aide de sa machine pneumatique à mercure, jusqu'à ce que le manomètre à mercure ne donne plus de tension appréciable.

Il chauffe alors le verre jusqu'à une température voisine de son ramollissement, tout en continuant à entretenir le vide à son extrême limite; quand le tube est prêt à s'écraser sous la pression extérieure, il ferme à la lampe la tubulure capillaire et laisse refroidir l'appareil.

Ce chauffage à haute température a évidemment pour effet de reculer notablement la limite de raréfaction qu'atteint le gaz après son entier refroidissement; mais il a aussi l'avantage de chasser complétement les traces d'humidité adhérentes à la surface du tube.

Nous sommes aussi portés à croire que cette haute température amène la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

calcination des germes organiques qui peuvent être restés dans l'appareil. M. Alvergniat trouve, en effet, que si, après avoir fait le vide dans le tube avec une machine parfaite, il le chauffe fortement et le laisse revenir à la température ambiante, la tension dans la chambre barométrique s'est augmentée sans qu'il y ait eu rentrée d'air.

Quelles que soient, du reste, les causes qui rendent efficaces le mode de raréfaction de l'air adopté par M. Alvergniat, nous pouvons affirmer que le succès est complet et que, désormais, cette expérience si importante pourra être répétée à peu de frais dans tous les cours.

M. Alvergniat a également présenté au Conseil des tubes lumineux par frottement, dont les propriétés singulières ont vivement excité l'attention des savants.

Ces tubes renferment du bromure ou du chlorure de silicium. Le vide y a été fait à un degré beaucoup moindre que dans les tubes de Geissler; il suffit que la tension de la vapeur qui reste dans l'appareil soit comprise entre 5 et 8^{mm}.

Dès qu'on frotte ces tubes, avec la main sèche, avec une peau de chat, ou qu'on promène à leur surface une plaque de caoutchouc durci que l'on a électrisée par friction, on voit se développer, dans le tube, des effluves de lumière ayant la forme de longs filaments entre-croisés, et dont l'aspect rappelle la phosphorescence de la mer.

Avec le bromure de silicium, la lueur est jaune verdâtre; elle est rose avec le chlorure.

Un tube à chlorure, où le vide est fait à 12^{mm}, électrise par influence, à $0^{m},04$ à $0^{m},05$, le tube à bromure. L'effet inverse ne se produit pas.

Ces expériences resteront-elles à l'état de faits curieux et isolés, ou seront-elles le point de départ de recherches fructueuses pour la science de l'électricité ? L'avenir prononcera à cet égard. Mais, quoi qu'il en soit, les recherches de M. Alvergniat ont paru dignes à votre comité des arts économiques des encouragements du Conseil.

Nous vous proposons donc de féliciter M. Alvergniat de ses utiles recherches, de le remercier de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé LISSAJOUS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 22 *mars* 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BARRAL, *au nom du comité des arts chimiques, sur la* FABRICATION DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE ET DE PHOSPHATES DIVERS *sur une grande échelle, par* M. BLANCHARD, *rue de Tilsitt*, 16, *à Paris.*

Messieurs, M. Blanchard, manufacturier, demeurant à Paris, rue de Tilsitt, 16, a écrit à la Société que, depuis quelques années, il fabrique, soit pour l'industrie, soit pour l'agriculture, sur une grande échelle, et relativement à bon marché, de l'acide phosphorique et divers phosphates. Il a demandé que ses procédés de fabrication fussent examinés et que les faits de la production économique des produits de son usine fussent vérifiés. La question a été renvoyée à l'examen du comité des arts chimiques. Je viens, en son nom, rendre compte des observations qui ont été faites.

M. Blanchard a établi son usine à Puteaux, 46, quai National, où elle occupe une surface de 28 ares; le développement des affaires l'a conduit à créer, dès maintenant, une seconde usine qui aura une surface double sur un terrain placé près de la première, dans la rue de Paris, 4. On commence cette nouvelle installation. La première usine emploie cinquante ouvriers; elle se compose d'un premier atelier renfermant douze cuves doublées de plomb, d'une contenance moyenne de 4 mètres cubes chacune, pour y faire les réactions et six presses hydrauliques mues par une machine à vapeur de dix chevaux. Dans un autre atelier se trouvent un four Porion pour l'évaporation des liqueurs salines; sept bacs à serpentin doublés de plomb, d'une contenance totale de 11 mètres cubes, pour la concentration de l'acide et un grand nombre de petits bacs pour la cristallisation des sels. Le chauffage, dans cet atelier, se fait au moyen de deux chaudières de la puissance de trente-cinq chevaux chacune. Il y a, en outre, quatre pompes pour l'élévation de l'eau et pour la circulation des liquides, quatre réservoirs souterrains et deux réservoirs surélevés, tous doublés en plomb, d'une contenance totale de 18 mètres cubes. Le mouvement des pompes est donné par une machine à vapeur de vingt chevaux. Enfin, deux turbines sont destinées à l'essorage des sels; elle sont mues par la machine à vapeur des presses. Les transports des matières premières ou des produits fabriqués s'élèvent, chaque jour, à 30 ou 40 tonnes et occupent dix-huit chevaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La matière première essentielle de l'usine est le phosphate de chaux fossile. Jusqu'au commencement de cette année, M. Blanchard s'était procuré des phosphates, un peu dans les Ardennes, beaucoup en Espagne; pendant ces derniers temps, il en a fait venir d'assez fortes quantités du département du Lot; ces derniers ont la qualité d'être très-riches, car ils renferment de 52 à 80 pour 100 de phosphate tribasique de chaux. Il trouve une grande concurrence de la part des industriels anglais, qui cherchent à enlever ceux qui présentent les plus forts dosages. Il a fait des marchés avec des propriétaires exploitants, qui se sont engagés à lui fournir 3000 tonnes par an. Ce n'est encore que le tiers de ce qu'il compte travailler avec le second établissement en préparation. D'après les renseignements que nous a fournis M. Bang, l'habile directeur actuel des travaux chimiques de l'usine, la composition moyenne serait :

Phosphate de chaux tribasique.	72	pour 100.
Carbonate de chaux.	7 à 8	—
Peroxyde de fer phosphaté.	2	—
Fluorure de calcium.	4 à 5	—
Silicates de chaux et d'alumine, environ. . . .	10	—

Il existe, en outre, dans beaucoup d'échantillons, quelques millionièmes d'iode que votre rapporteur a pu parfaitement constater dans deux attaques successives, faites en sa présence par l'acide sulfurique, l'une de 1000 kilog., l'autre de 1200 de phosphates gris du Lot. Au bout de quelques instants, des vapeurs d'un noir brun se sont élevées au-dessus de la masse, et ensuite ont apparu de magnifiques vapeurs d'iode violettes. Un papier d'amidon, placé au-dessus du bain, s'est immédiatement coloré en bleu caractéristique. En même temps, il se dégage des masses considérables d'acide fluorhydrique qui forment des nuages rampant sur le sol.

Tous les phosphates fossiles ne se comportent pas de la même manière. Ainsi les phosphates jaunes ne donnent pas naissance aux vapeurs d'iode que produisent les phosphates gris. Quelques phosphates dégagent des corps particuliers, d'une nature non déterminée, irritant vivement les yeux. Néanmoins, malgré l'énorme quantité de gaz produits, les ouvriers ne se plaignent d'aucun accident; ils nous ont affirmé n'avoir jamais contracté aucune maladie à la suite de leur travail.

Les principaux produits que livre maintenant l'usine sont : deux types de superphosphate de chaux pour l'agriculture, l'un contenant de 10 à 11,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre de 17 à 18 pour 100 d'acide phosphorique rendu soluble; l'acide phosphorique concentré de manière à marquer 45 à 50 degrés à l'aéromètre de Baumé; le phosphate d'ammoniaque tribasique pour les fabriques et les raffineries de sucres; le phosphate de soude ordinaire cristallisé pour des applications diverses non déterminées, mais qui s'élèvent à plusieurs milliers de kilogrammes par mois; du phosphate d'ammoniaque ne contenant qu'un équivalent de base pour la pharmacie; du phosphate acide de chaux pur cristallisé ou liquide à 42 degrés B., pour des opérations métallurgiques (principalement des soudures); du phosphate double de potasse et d'ammoniaque contenant 11 d'acide phosphorique, 5,7 d'ammoniaque et 3,5 de potasse, le reste étant constitué par du sulfate de chaux, pour l'agriculture; du phosphate ammoniaco-magnésien comme engrais et généralement tous les composés possibles dans lesquels entre l'acide phosphorique. Les produits qui sont vendus à l'agriculture sont acquis par elle en comptant de 1 fr. 10 à 1 fr. 20 le kilog. d'acide phosphorique anhydre, les autres éléments étant cotés au prix ordinaire du commerce.

La réaction essentielle de cette industrie consiste à attaquer le phosphate fossile, préalablement pulvérisé, par l'acide sulfurique. La pulvérisation s'effectue en ce moment dans une usine spéciale située à la Chapelle, et au moyen de cinq paires de meules. On commence l'installation de moulins dans l'usine de Puteaux. L'acide sulfurique est employé entre 50 et 53 degrés. Il est acheté par M. Blanchard dans les usines de MM. Peret, Olivier et comp., et de MM. Camus et fils. La moyenne de la consommation est actuellement de 10 tonnes par jour. L'attaque s'est faite, devant nous, dans les conditions suivantes pour fabriquer le superphosphate de chaux : 1 000 de phosphate de chaux fossile pulvérisé et 1 000 d'acide sulfurique à 50 degrés. Après un quart d'heure de brassage et une attente d'une demi-heure, la masse est prise, elle a un aspect spongieux, et elle peut être mise immédiatement en barriques pour être expédiée soit aux fabricants d'engrais, soit directement aux agriculteurs.

Pour faire l'acide phosphorique, on emploie les mêmes proportions d'acide sulfurique et de phosphate fossile que nous venons d'indiquer. Seulement, après quelques instants, on y fait couler 1 200 kilog. d'eau, en continuant à brasser avec des racles en bois. Au bout d'une heure, on ramasse avec des seaux le produit boueux pour le porter dans les presses hydrauliques qui sont garnies de toiles grossières et entourées de douilles en bois criblées de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trous. Il s'écoule de la presse une solution de phosphate acide de chaux, marquant 18 degrés à l'aéromètre Baumé.

Il reste dans les sacs du sulfate de chaux plus ou moins imprégné de phosphate acide de chaux. Ce produit est la base du superphosphate du type à 10 pour 100. On fait, en ce moment, seize à dix-sept pressions par jour. Le liquide produit est réuni daus une citerne, d'où il est enlevé par les pompes, pour être conduit dans un réservoir supérieur, d'où il se déverse soit dans le four Porion, soit dans les bacs à serpentin. Le liquide est employé directement à faire les phosphates alcalins purs. Pour avoir l'acide phosphorique pur, il faut enlever le dernier équivalent de chaux par l'addition d'un équivalent d'acide sulfurique; on concentre par la chaleur après cette addition, et le sulfate de chaux se dépose. On peut pousser la concentration plus ou moins loin; j'ai vu de l'acide phosphorique, marquant 61 degrés Baumé. En créant l'industrie nouvelle de la préparation en grand de cet acide, M. Blanchard s'est proposé surtout de fournir cet agent pour toutes les combinaisons dont l'industrie pourrait avoir besoin; c'est à ce titre qu'il fabrique, dès maintenant sur une grande échelle, le phosphate d'ammoniaque et le phosphate de soude, se tenant prêt à faire les autres sels que le commerce viendrait à demander.

Le four Porion évapore 20 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures; les bacs à serpentin, de 12 à 13 mètres cubes. Pour le phosphate d'ammoniaque, l'acide pur est saturé par de l'ammoniaque achetée dans le commerce. Les fabricants de sucre et les raffineurs tiennent à la plus grande pureté de ce sel, qu'ils emploient pour débarrasser des sels de chaux leurs jus déjà concentrés, avant de faire passer ceux-ci sur le noir. Toute la chaux se précipite à l'état de phosphate tribasique. Par des liqueurs d'épreuve d'oxalate d'ammoniaque et de sucrate de chaux, on a soin de constater qu'on a mis assez du réactif et qu'il n'y en a pas en excès. Les sels ammoniacaux qui restent dans les jus paraissent ne pas nuire à la cristallisation. On obtient, en fait, des rendements de premier jet beaucoup plus considérables que par le passé. Ce résultat est incontestablement dû à la facilité que les fabricants de sucre rencontrent aujourd'hui de se procurer des phosphates, grâce à l'industrie créée par M. Blanchard. La raffinerie de MM. Guillon et comp. à Paris, la fabrique de MM. Daniel et comp., à Pont-Sainte-Maxence (Oise), ont été les premières usines à sucre qui se soient servies, sur une grande échelle, du phosphate tribasique d'ammoniaque.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Blanchard vient d'établir, à Pantin, une petite usine sur le canal du déversoir du dépotoir de la Villette. Il espère pouvoir y traiter une grande quantité des eaux-vannes pour en extraire l'ammoniaque, dont on vient de voir qu'il a grand besoin pour la fabrication de sels que l'industrie et l'agriculture lui demandent en quantités chaque jour croissantes. Ainsi, pour la prochaine campagne sucrière, on commence à lui faire des commandes considérables.

En s'attaquant aux eaux-vannes des vidanges, M. Blanchard poursuit l'idée, qu'il avait dès avant 1867, d'arriver à l'assainissement des fosses d'aisances et à la conversion des vidanges en engrais, ainsi qu'il résulte du rapport de votre illustre président, M. Dumas; ce rapport a été publié à l'occasion de la médaille d'or décernée à M. Blanchard à l'Exposition de 1867.

L'opération qui a été faite en notre présence, dans l'usine de Pantin, a consisté dans l'application du procédé suivant. Un ventilateur envoyait de l'air en quantité suffisante à travers les eaux-vannes préalablement traitées par un lait de chaux, en même temps qu'on faisait arriver, dans la masse, de la vapeur d'eau pour entretenir constamment une température de 30 à 35 degrés. L'air se chargeait d'ammoniaque, qu'il abandonnait ensuite en passant à travers une couche d'acide sulfurique ou autre acide, selon le sel ammoniacal qu'on voulait produire. L'extraction de l'ammoniaque sur 4 mètres cubes exigeait environ une demi-heure d'insufflation; la masse ne renfermait plus ensuite qu'un demi-millième d'azote à peu près. On faisait écouler dans des bassins, où la décantation s'effectuait spontanément en très-peu de temps. Les liquides surnageants étaient à peu près clairs et sans odeur, et il restait une poudrette qui se desséchait très-facilement et très-rapidement.

Cette usine de Pantin n'est, quant à présent, qu'une annexe de l'industrie principale de M. Blanchard. Mais l'usine de Puteaux est, dès maintenant, une de nos grandes fabriques de produits chimiques spéciaux. Elle livre au commerce un grand nombre de sels, dont quelques-uns n'étaient qu'à l'état d'échantillons rares dans les collections des laboratoires. Beaucoup d'applications nouvelles en ont été la conséquence, et certainement l'industrie n'a pas dit son dernier mot à cet égard.

Il y a donc un service remarquable rendu, grâce à la très-louable et persévérante énergie du créateur de cette nouvelle branche de production dans les arts chimiques. C'est ce que votre comité vous propose d'encourager

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en remerciant M. Blanchard de son intéressante communication et en votant l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de vos séances.

Signé J. A. BARRAL, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 *avril* 1872.

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. HEUZÉ, *au nom du comité d'agriculture, sur les études pratiques de métayage dans le Bourbonnais, par* M. BIGNON.

Messieurs, les terres du centre de la France sont exploitées par trois classes d'agriculteurs : les propriétaires, les fermiers et les métayers.

Les propriétaires agriculteurs sont encore peu nombreux, mais un certain nombre ont adopté avec empressement la culture améliorante. Les fermiers forment deux catégories distinctes : la première comprend les cultivateurs qui exploitent directement les terres qu'ils ont louées; à la seconde appartiennent ceux qui louent un ou plusieurs domaines qu'ils font cultiver par des métayers ou colons partiaires; ces fermiers généraux vivent aux dépens de l'avenir de la propriété et du bien-être des métayers; il leur importe peu que les colons soient heureux; ce qui leur faut, avant tout, ce sont des grains et des bestiaux pour la vente. Le 20 vendémiaire an VII, l'inspecteur du département de l'Allier disait dans son rapport : « L'état de pauvreté dans lequel on retient le métayer l'oblige à suivre la marche routinière à laquelle il est habitué; on a toujours l'œil ouvert sur lui et, selon la cupidité du fermier ou du propriétaire, on lui diminue ses produits en lui demandant des servages ou en le surchargeant du fardeau des impositions. » Les choses ont peu changé depuis, le fermier général vit toujours aux dépens de la misère des colons. Quand donc les propriétaires des régions à métayage mettront-ils un terme à cette exploitation de l'homme par l'homme ?

M. Bignon, propriétaire depuis vingt-deux ans du domaine de Theneuille, dans le Bourbonnais, a compris, dès le début de sa carrière agricole, tout ce que ce mode de faire-valoir a de défectueux. Toutefois, reconnaissant les avantages que présente le métayage, il s'est imposé la loi de le conserver;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais il a modifié les bases qui régissent encore ce contrat dans un grand nombre de localités. Il a alors proposé à ses colons le statut suivant :

1° Les travaux seront discutés entre le propriétaire et le colon ;

2° Le propriétaire fournira la chose et le colon en fera le transport ;

3° Des engrais commerciaux seront payés par moitié ;

4° Les produits seront partagés par moitié ;

5° Le propriétaire payera les engrais commerciaux qu'on appliquera sur les terres à convertir en prairies, et, si celles-ci sont bien établies, il allouera au colon 50 francs par hectare à titre d'encouragement.

Ces conditions ont été acceptées par les colons qui vivent sur la propriété de Theneuille depuis 1849.

Les métayers du Bourbonnais ont, généralement, peu de chose : un chétif mobilier et quelques animaux. Les colons de Theneuille, sans être riches, sont dans l'aisance, se nourrissent bien, ont un excellent mobilier, de nombreux animaux, et ils avouent, sans regret, leur ignorance passée. De plus, ils ne craignent pas de dire qu'ils ont ri, comme les autres, des innovations de leur propriétaire, quand ce dernier a entrepris, il y a vingt ans, de transformer près de 300 hectares de landes en terres arables.

Aujourd'hui, la propriété de Theneuille, d'une contenance de 500 hectares, comprend sept métairies reconstruites à neuf, de belles prairies, de magnifiques récoltes, un bétail bien choisi et considérable, et de nombreuses plantations.

M. Bignon ne regrette nullement d'avoir lutté pendant plusieurs années contre une nature ingrate dans le but d'accroître la fortune de ses enfants, et le bonheur et l'aisance de sept familles agricoles qui vivent sur sa propriété.

Quand le métayage est ainsi compris, les deux associés sont heureux ; leur bien-être s'accroît d'année en année et l'association persiste en suivant une marche progressive.

Quiconque a visité Theneuille et la Roche-d'Iré s'est plu à constater dans toutes les métairies une aisance peu commune, qui atteste les bienfaits du métayage établi sur des bases en rapport avec les progrès intellectuels de la société.

Ces colons, je puis et dois le dire, avaient peu de confiance dans le savoir et les lumières agricoles de leurs propriétaires, et tous, pendant les premières années, ont exécuté, avec une certaine défiance, les ordres qu'ils recevaient.

Mais, en présence des résultats matériels, des recettes annuelles réalisées sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chaque métairie, ils ont bientôt compris que leurs propres intérêts étaient intimement liés à ceux de leurs propriétaires. C'est pourquoi ils n'ont plus hésité, depuis, à suivre exactement leurs conseils.

Le métayage bien compris est une véritable association. D'un côté, se trouvent le capital, l'intelligence, une protection bienveillante, paternelle et même généreuse; de l'autre, un travail incessant et opiniâtre, une probité à toute épreuve et une foi robuste en l'équité et l'expérience du maître.

Je m'arrête, Messieurs, je ne veux pas abuser de vos instants; cependant permettez-moi, en terminant, de rappeler ce qu'on disait, en 1869, du métayage moderne, alors que ce contrat recevait au concours régional d'Angers une éclatante approbation.

Le métayage, bien compris, peut exercer la plus heureuse influence sur le bien-être des populations agricoles, parce qu'il est une œuvre éminemment sociale. Il est utile, en effet, au progrès agricole, qui, le plus souvent, faute de capitaux, reste stationnaire, en plongeant les métayers dans la misère; il est utile à la morale et à la société, car le travail rémunérateur apporte l'aisance. Certes, la solidarité d'intérêts, la confiance mutuelle lient entre eux le propriétaire et le travailleur en leur inspirant une estime réciproque, véritables garanties de l'ordre social qui accroissent les forces des nations et assurent la stabilité des institutions.

Les idées sociales qui préoccupent en ce moment les esprits m'autorisent à demander à la Société d'encouragement une haute récompense pour M. Bignon. J'ose espérer que la Société reconnaîtra combien il est utile de proclamer bien haut les résultats incontestables obtenus par cet agriculteur, à l'aide d'une œuvre qu'on ne saurait trop signaler et encourager dans les circonstances actuelles. C'est par une telle association, c'est par une semblable solidarité que les métayers sortiront de l'état de pauvreté dans lequel ils existent encore dans diverses provinces de la France, que l'homme des campagnes trouvera, dans ses travaux, une aisance véritable pour lui et sa famille et qu'il aimera davantage la vie rurale, cette existence si belle et si noble, qui connaît, plus que toute autre industrie, le prix du calme, du bonheur et de la liberté !

Le 15 août 1755, le marquis de Turbilly, en organisant un comice agricole dans l'Anjou, distribuait solennellement une médaille d'argent et une somme assez importante à chacun de ses métayers qui avaient obtenu les plus belles récoltes. C'était la première fois qu'un tel honneur était accordé, en France, à des colons partiaires. Le 20 vendémiaire, an VII, M. Darche proposait que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trois prix fussent distribués annuellement, dans le Bourbonnais, aux métayers qui auraient cultivé le plus de prairies artificielles.

Mais, si c'est aux comices qu'il appartient d'encourager le travail, c'est à la Société d'encouragement qu'incombe la tâche d'honorer l'intelligence, quand celle-ci, par une solidarité heureusement comprise, est parvenue à améliorer le bien-être matériel et moral des cultivateurs privés de capitaux et des bienfaits de l'instruction.

Je la prie donc de vouloir bien sanctionner la proposition que j'ai l'honneur de lui faire.

Signé HEUZÉ, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 mars 1872.

SUBSTANCES MINÉRALES.

SUR LE BITUME ET SES APPLICATIONS AUX TRAVAUX PUBLICS, PAR M. HOMBERG,

Membre du Conseil (1).

Le bitume a été connu dès la plus haute antiquité. Tout le monde sait que, dans les édifices de Babylone et de l'Orient, il était en usage et servait à lier les matériaux des constructions.

Les mortiers et ciments calcaires employés par les Grecs et les Romains avec tant de succès ont obtenu la préférence chez les peuples modernes.

L'usage du bitume dans les constructions était abandonné depuis bien des siècles, lorsque, vers 1840, des mastics bitumineux furent essayés en France pour le dallage des trottoirs et les chapes des voûtes en maçonnerie. Le succès complet qui couronna ces essais éveilla l'attention publique et propagea rapidement l'usage de ces mastics. On se rappelle encore la vogue dont a joui alors le bitume, l'engouement du public pour tous les nouveaux produits bitumineux qui surgirent à cette époque, et le mouvement d'affaires plus ou moins heureuses et plus ou moins honnêtes auquel ils donnèrent lieu.

(1) Communication faite dans la séance du 9 février 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, à côté du mastic formé avec l'asphalte naturel des mines de Seyssel et du bitume minéral de Lobsann, une foule de produits similaires, composés avec des bitumes factices extraits du charbon de terre dans la fabrication du gaz, furent offerts au public et prétendirent rivaliser avec l'asphalte naturel.

Les insuccès de la plupart de ces produits faillirent alors ruiner, dès son origine, cette nouvelle industrie ; mais le temps et l'expérience ont fait justice de beaucoup de ces inventions, et aujourd'hui les mastics bitumineux naturels et factices sont bien connus et ont pris chacun la place qui leur appartient dans les travaux publics et particuliers.

Le succès obtenu par l'emploi de l'asphalte dans les dallages de trottoir engagea naturellement à chercher à l'utiliser également pour la construction des chaussées, et de nombreux essais furent dès lors vainement tentés dans ce but. Ce ne fut, toutefois, que plus de vingt ans après, que l'on parvint à construire ces chaussées en asphalte comprimé qui couvrent actuellement plus de 5 000 mètres de nos voies de Paris, et que nos voisins d'outre-mer commencent à substituer, dans les rues de Londres, au macadam dont, comme nous, ils ont reconnu les inconvénients.

Le moment où de puissantes compagnies se forment en Angleterre pour exploiter de nouveaux gisements d'asphaltes et pour étendre, à Londres et dans les principales villes de la Grande-Bretagne, les dallages en bitume et les chaussées d'asphalte comprimé, nous a paru convenable pour vous donner quelques renseignements sur une matière encore peu connue.

L'origine du bitume, qui paraît être le résultat d'une distillation souterraine de matières organiques ou des houilles et lignites, est encore fort incertaine, et beaucoup d'hypothèses ont cours tant sur sa formation que sur le mode d'imprégnation des diverses substances qui le renferment.

Le bitume est d'ailleurs un corps très-complexe, composé d'hydrogènes carbonés simples, accompagnés de carbures d'hydrogène oxygénés, dans des proportions variables ; de même que les corps gras sont un composé d'oléine et de stéarine, de même les bitumes présentent une substance solide, très-carburée, combinée ou amalgamée à des huiles essentielles plus ou moins volatiles. Ces huiles s'évaporent lentement à l'air libre, et de là vient que le bitume se trouve dans la nature sous des formes variées, plus ou moins solide, liquide ou visqueux.

Suivant son degré de consistance, il a reçu les divers noms de bitume, poix ou goudron minéral, pétrole, malthe, naphte, asphalte, etc. Aujour-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'hui, suivant la classification proposée par M. Malo en 1861, on donne généralement le nom de *bitume* au principe même des matières bitumineuses, quel que soit son degré de consistance, et on réserve le nom d'*asphalte* au calcaire imprégné de bitume, qui forme la base des mastics employés pour les dallages, et qui, pur, constitue la matière des chaussées en bitume comprimé.

Le bitume paraît être très-répandu dans la nature où il se rencontre : 1° soit à l'état de complète liberté ; 2° soit mêlé et agglutinant des sables quartzeux et des matières terreuses ; 3° soit imprégnant des schistes ; 4° soit enfin combiné ou au moins pénétrant très-intimement des roches calcaires et formant avec elles ce que nous nommons l'asphalte.

Les sources de bitume libre connues dès l'antiquité la plus reculée, et qui paraissent avoir été très-abondantes jadis, sont toutes très-faibles aujourd'hui et semblent s'affaiblir encore de jour en jour.

Celles de Judée, qui fournissaient tout le bitume employé à Babylone, ne donnent actuellement que peu de produits ; celle de Gabian, dans l'Hérault, qui a donné jadis jusqu'à 1 500 kilogrammes par an, est presque épuisée ; et la célèbre fontaine de poix de Clermont est à peu près tarie. Il paraît, toutefois, qu'en Chine on en trouve encore de grandes quantités.

Près des îles du cap Vert, le bitume surnage souvent sur la mer, et, dans la Judée, il s'élève sur les eaux comme une écume que le vent pousse au rivage. Enfin, dans l'île de la Trinité, sur le fond d'anciens lacs desséchés, on le trouve en masses solidifiées par l'évaporation des huiles essentielles et par la présence de matières étrangères. C'est, comme nous le dirons bientôt, ce bitume épuré qui sert actuellement dans la fabrication des mastics.

A Seyssel, à Bastennes en Auvergne, et dans beaucoup d'autres lieux de France, d'Espagne, de Suisse, etc., on trouve des couches de sable quartzeux imprégnées de bitume. Ces *mollasses*, comme on les appelle, sont très-souvent voisines des bancs d'asphalte et leur sont en général inférieures. On en extrait le bitume, en les faisant bouillir longtemps dans l'eau. Le bitume vient à la surface comme de l'écume.

Enfin, le bitume, soit à l'état de vapeur, soit à l'état liquide, sous des influences et dans des circonstances tout à fait inconnues, a pénétré des marnes, des schistes et enfin des bancs de calcaire jurassique de formation lacustre, avec lequel il s'est intimement mêlé et peut-être même combiné.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les schistes bitumineux sont assez communs dans les bassins houillers d'Autun (Saône-et-Loire), de Buxière (Allier); ils se trouvent en Provence, en Dauphiné, et sans doute en beaucoup d'autres endroits; mais le calcaire imprégné de bitume ou *asphalte*, paraît être jusqu'à présent la manifestation la plus rare du bitume, comme il en est la plus précieuse. On ne connaît guère encore, en France, que quatre ou cinq gisements de cette roche pouvant être exploités avantageusement. Les exploitations les plus anciennes et les plus connues sont celles de Seyssel, Seyssel-Volant, le val de Travers, en Suisse, et Maestre, en Espagne. Depuis, on a mis en exploitation quelques gissements dans la Haute-Savoie et plusieurs carrières situées près d'Alais, qui semblent pouvoir rivaliser par la bonté de leurs produits avec les carrières de Seyssel et du val de Travers.

Quelques exploitations ont été aussi tentées en Auvergne, près de Clermont; mais l'imprégnation de bitume dans ces calcaires est si peu uniforme et si irrégulière, que jusqu'à ce jour on n'a pu les exploiter avec profit.

Le calcaire bitumineux, ou asphalte proprement dit, a l'aspect de la pierre à plâtre; sa couleur est celle du chocolat et est plus ou moins foncée, selon la proportion de bitume dont il est pénétré : lorsqu'on le coupe, la surface entamée présente cette apparence blanchâtre que le couteau laisse aussi sur le chocolat. Le grain est fin, et, lorsqu'on examine attentivement la structure, on voit que chaque particule de calcaire est environnée d'une couche de bitume; tout grain est ainsi isolé de son voisin par un vernis qui sert en même temps à les coller énergiquement l'un à l'autre. Pendant les chaleurs de l'été, ce vernis devient visqueux et souvent le poids seul d'un bloc suffit pour le rompre; dans l'hiver, au contraire, le bitume devient sec et la roche prend une remarquable dureté. Exposé sur une feuille de tôle, à une chaleur de 170 à 180 degrés, l'asphalte décrépite et se met en poudre.

La proportion de bitume contenue dans la roche d'asphalte varie de 15 à 7 ou 8 pour 100. En général, celle du val de Travers et de la Haute-Savoie contient 12 pour 100 en moyenne; celle de Seyssel, 8 à 10 seulement. Les carrières du département du Gard se composent de bancs superposés, imprégnés de bitume dans des proportions diverses, mais uniformément dans chaque banc. Les plus riches contiennent jusqu'à 15 ou 20 pour 100 et les plus pauvres 7 à 8 pour 100.

Cette quantité de bitume mélangé ou combiné avec le calcaire dans la roche d'asphalte même la plus riche n'est pas suffisante pour que cette roche, chauffée, se mette en fusion et devienne même seulement pâteuse. Lorsque,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

après l'avoir concassée en fragments de 8 à 10 centimètres, on la chauffe à 130 ou 140 degrés, ces fragments, comme nous l'avons dit, se réduisent en poudre, et, si l'on élève la température plus haut, le bitume se décompose et répand d'épaisses fumées.

Si, au contraire, on jette cette poudre dans du bitume pur fondu, elle s'y dissout pour ainsi dire et on peut en introduire une très-grande quantité (90 pour 100 même), avant que la masse devienne pâteuse. C'est sur cette propriété très-remarquable qu'est fondée la fabrication des mastics bitumineux.

Autrefois Bastennes, dans les Landes, et Lobsann, dans le Bas-Rhin, fournissaient le bitume à l'état liquide, ou plutôt visqueux, nécessaire pour cette fabrication; ces sources, comme presque toutes les autres, sont épuisées aujourd'hui.

On ne peut plus se procurer ce bitume qu'en faisant bouillir longtemps, dix à douze heures, dans l'eau les mollasses ou sables graveleux imprégnés de bitume. C'est ainsi que l'on opère à Seyssel; mais ce mode est coûteux et imparfait, car le bitume obtenu ainsi contient toujours du sable, et le sable qui se précipite au fond des chaudières retient toujours près de moitié du bitume. Aussi, même à Seyssel, où cependant on trouve des mollasses très-près de la roche asphaltique, on y a presque renoncé, et, là comme ailleurs, on remplace ce bitume visqueux naturel par du bitume sec de la Trinité que l'on fait dissoudre dans des goudrons de schistes, goudrons obtenus par la deuxième distillation des schistes bitumineux qui se trouvent en grande quantité dans le département de l'Ain.

Sur 800 kilog. de bitume de la Trinité on ajoute environ 250 kilog. de goudron, et on fait bouillir pendant 8 à 10 heures ce mélange en l'agitant; on obtient ainsi ce que l'on nomme le bitume épuré de la Trinité, et ce bitume visqueux remplace ceux de Bastennes ou de Lobsann.

Pour obtenir le mastic bitumineux employé à la construction des dallages ou des chapes de pont, on jette peu à peu et pelletée par pelletée, dans ce bitume fondu et remué par un agitateur, la roche de calcaire bitumineux ou asphalte, précédemment réduite en poudre, soit par décrépitation au moyen de la chaleur, soit mécaniquement à froid. Ce dernier moyen est de beaucoup préférable, car le premier altère souvent l'asphalte en le brûlant.

100 kilog. de bitume épuré de la Trinité peuvent absorber ainsi jusqu'à 1400 kilog. de poudre d'asphalte. Après six à sept heures de cuisson, et lorsque le mélange commence à devenir pâteux, on le coule dans des moules

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portant la marque de fabrique, et l'on obtient ainsi les pains de mastic livrés au commerce.

Autrefois ces pains étaient apportés à pied d'œuvre des applications, ainsi que des fourneaux à chaudières, et on faisait fondre sur place les pains de mastic avec une addition de 5 à 6 pour 100 de bitume épuré ; après la fusion et le mélange intime, on y ajoutait 60 à 70 pour 100 de gravier fin, et l'on étendait ce produit sur la surface à couvrir. Cette manipulation, qui exige au moins cinq ou six heures et produit une fumée et une odeur très-désagréables, avait de graves inconvénients dans les rues fréquentées de Paris; aujourd'hui, en général, le mastic est fondu et amalgamé avec le gravier dans l'usine et est apporté au lieu d'emploi dans des chaudières locomobiles où il est, pendant le voyage, entretenu chaud par un petit fourneau à coke et remué par un agitateur mû par l'essieu ou à la main.

Le succès complet obtenu par l'emploi des mastics bitumineux pour le dallage des trottoirs a donné, dès l'origine, le désir de les utiliser également pour les chaussées des rues; on a essayé, naturellement, d'abord, de former ces chaussées avec un béton composé de pierres dures cassées et de mastic d'asphalte ou de former des pavés avec des fragments de pierre très-dure liés entre eux par ce même mastic. Les alternatives de température et d'humidité détruisent assez rapidement l'adhérence des pierres avec le mastic, et ces essais n'ont pas réussi.

Beaucoup d'autres tentatives sont également restées infructueuses, et ce n'est qu'après plus de dix ans d'essais et de tâtonnements, que l'on est parvenu à construire ces chaussées en asphalte qui couvrent aujourd'hui plus de 40 000 mètres superficiels dans Paris, et que Londres commence à établir sur ses voies principales. Tandis qu'on n'obtenait aucun résultat favorable de toutes les tentatives faites à Paris pour construire, par des moyens compliqués, des chaussées en mastic bitumineux, on observait que, près des mines de Seyssel et du val de Travers, les chemins sur lesquels des fragments de roche asphaltique tombaient et s'écrasaient sans cesse se couvraient d'une couche homogène très-compacte et très-résistante. C'est cette observation qui a conduit à essayer l'emploi de la roche elle-même dans son état naturel, et c'est ainsi que, après quelques tâtonnements, on est arrivé à construire les chaussées connues aujourd'hui sous le nom de chaussées d'asphalte comprimé.

Pour obtenir ces chaussées, la roche asphaltique est réduite en poudre fine et portée à une température uniforme de 130 ou 150 degrés; on la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

répand en couches de 5 à 6 centimètres d'épaisseur sur une aire en béton, et on la comprime fortement en la pilonnant jusqu'à complet refroidissement. Elle s'agglutine alors et forme une masse compacte et homogène plus résistante que la roche dans son état naturel.

Dans l'origine on réduisait l'asphalte en poudre en faisant décrépiter des fragments de roche de 10 à 15 centimètres, que l'on plaçait et que l'on remuait sans cesse sur des feuilles de tôle fortement chauffées. La roche la plus riche en bitume, celle du val de Travers seule, alors réussissait et encore souvent était-elle en partie brûlée et décomposée.

Aujourd'hui on pulvérise à froid, par des moyens mécaniques fort ingénieux, la roche de toute provenance, pourvu qu'elle soit bien homogène et qu'elle contienne au moins 8 ou 10 pour 100 de bitume. La poudre d'asphalte est ensuite placée dans de vastes cylindres en tôle, tournant au-dessus de foyers ardents établis sur des chariots qui, à l'aide de rails, viennent se placer sous ces cylindres tournants. Lorsque la poudre a atteint la température de 150 degrés, les foyers sont enlevés et sur les mêmes rails viennent se placer, sous les cylindres, des fourgons à double paroi qui reçoivent la poudre chaude et la conduisent immédiatement au lieu d'emploi. Le refroidissement, dans le trajet, n'est que de quelques degrés et, dès qu'elle arrive, elle est répandue et pilonnée ou roulée fortement par des pilons ou rouleaux légèrement chauffés.

Le succès de l'opération dépend beaucoup de l'état de l'atmosphère au moment de l'opération. Lorsque le temps est froid et surtout humide, la poudre se refroidit trop vite et ne fait prise qu'à la surface ; dès que cette surface est entamée, toute la chaussée est détruite.

Beaucoup des premières chaussées faites ainsi ou réparées dans une saison défavorable n'ont résisté que peu de temps. Aujourd'hui on n'exécute plus de travaux d'asphalte comprimé pendant l'hiver ; on ajourne les constructions et réparations jusqu'à la belle saison et on se borne à des réparations provisoires en remplissant les trous, qui se forment, avec du caillou ou du bitume coulé que l'on enlève dès que le temps permet de faire la réparation définitive.

Les chaussées en asphalte comprimé coûtent moins cher de première construction que les chaussées pavées et moins cher d'entretien que celles d'empierrement; elles ne produisent pas le bruit et les cahots du pavage, ni la boue et la poussière des empierrements. La résistance à la traction y est variable; en hiver elle est inférieure même à celle qui a lieu sur le pa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vage; mais, par les chaleurs de l'été, elle est supérieure à celle qui a lieu sur l'empierrement.

Le défaut de ce genre de chaussées est de devenir très-glissantes dès qu'une boue grasse les recouvre; il faut donc toujours les tenir dans un grand état de propreté. Leur plus grand inconvénient est celui que nous avons signalé, de ne pouvoir être réparées en tout temps.

ARTS CHIMIQUES.

SUR LE NOUVEAU PROCÉDÉ DE FABRICATION DU CHLORE DE MM. GASKELL, DEACON ET COMP., DE WIDNES (ANGLETERRE), PAR M. LAMY.

Membre du Conseil (1).

Messieurs, le nouveau procédé de fabrication du chlore que je désire faire connaître succinctement à la Société est appliqué aujourd'hui sur une grande échelle en Angleterre, par MM. Gaskell, Deacon et comp., de Widnes.

Avant de décrire ce procédé, et pour en mieux faire comprendre l'importance, je demande la permission de dire en quelques mots comment on prépare le chlore dans la plupart des fabriques de produits chimiques, et quels sont les efforts tentés jusqu'à ce jour pour rendre plus économique le mode de préparation généralement suivi.

On sait que le chlore est un des deux éléments du sel marin, qui contient en nombres ronds, sur 100 parties, 61 de chlore et 39 de sodium (2). En décomposant le sel par l'acide sulfurique, on obtient, comme produit principal, le sulfate de soude, employé directement à la fabrication du verre ou transformé ultérieurement en soude commerciale, et, comme produit secondaire, le gaz acide chlorhydrique. Dans les trente fabriques de produits

(1) Communication faite dans la séance du 8 mars 1872.

(2) En réalité :

60,68	chlore,
39,32	sodium.
100,00	

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chimiques que possède aujourd'hui la France, on décompose annuellement 100000 tonnes de sel, et l'on obtient industriellement 120000 tonnes de sulfate et 140000 tonnes d'acide chlorhydrique en dissolution marquant 20 à 22 degrés à l'aréomètre de Baumé. C'est cet acide que l'on emploie directement à la fabrication du chlore. Près de la moitié de la quantité produite, c'est-à-dire une soixantaine de mille tonnes environ, sert à cet usage.

On prépare le chlore au moyen de l'acide chlorhydrique, en faisant chauffer lentement cet acide, au bain-marie à 100 degrés environ, avec le minéral qu'on appelle bioxyde de manganèse. La moitié du chlore se dégage à l'état gazeux, l'autre moitié reste à l'état de chlorure de manganèse dans les récipients en pierre ou en poterie dans lesquels la décomposition s'est faite.

Le chlore gazeux est mis ensuite en contact avec la chaux éteinte, et en s'unissant à elle il constitue ce que l'on nomme le chlorure de chaux sec ou poudre de blanchiment, immédiatement applicable dans les arts.

Quant au résidu liquide de la préparation, il est resté, jusqu'à ce jour, un des plus incommodes et des plus embarrassants pour les fabriques. Il renferme tout le manganèse uni à la moitié du chlore de l'acide chlorhydrique décomposé, 8 à 15 pour 100 de cet acide non utilisé, une notable proportion de fer, et tous les autres éléments étrangers contenus dans le minerai de manganèse lui-même. On s'en débarrasse comme on peut : facilement, si la fabrique est située près de la mer ou d'un fleuve sur lequel il n'existe pas d'industries qui puissent en souffrir quelque dommage (1); difficilement presque toujours, et non sans frais, si on ne peut le faire couler dans les cours d'eau du voisinage.

Depuis longtemps on s'est préoccupé non-seulement de rendre inoffensif ce résidu acide de la manière la plus économique, mais encore et surtout d'en utiliser l'élément le plus important, le manganèse, en rendant à ce métal tout l'oxygène qu'il a perdu, c'est-à-dire en régénérant le bioxyde. Dans la fabrication du chlore, en effet, c'est le bioxyde de manganèse qui est la matière première la plus coûteuse. Il vaut actuellement 16 francs les 100 kilog. à 70 degrés de pureté. La France n'en possède que des mines peu importantes;

(1) Une trace de manganèse dans l'eau qui sert aux teintureries suffit pour faire tache sur les tissus blanchis au chlore.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'Allemagne, l'Angleterre n'en fournissent également que de faibles quantités relativement. Les trois quarts environ de ce minéral consommé en Europe, soit 30000 tonnes au moins, sont fournis par l'Espagne, par les mines d'Huelva principalement. Quant à l'acide chlorhydrique, il a une valeur environ quatre à cinq fois moindre, car il ne coûte que 4 à 5 francs au plus les 100 kilog., et encore dans les localités où il est le plus cher.

D'après ces considérations, on comprend que les efforts des savants et des industriels ont dû avoir surtout pour but d'économiser le manganèse, ou même d'en supprimer complétement l'usage par l'emploi d'une matière première moins coûteuse.

D'abord, on a essayé de régénérer le bioxyde de manganèse, à l'aide du chlorure de ce métal perdu dans les résidus.

Déjà, en 1856, M. Dunlop, mettant en pratique les recherches de M. Forchammer sur la conversion du carbonate de manganèse en peroxyde sous l'influence de la chaleur, avait pu réaliser industriellement la régénération du peroxyde dans le grand établissement de M. Tennant, de Glascow.

Ce procédé, bien qu'appliqué encore aujourd'hui sur une grande échelle, a le grave inconvénient d'exiger beaucoup de combustible et d'être très-coûteux. Par ce motif, il n'a pu se répandre même en Angleterre, et à plus forte raison en France où le charbon est deux à trois fois plus cher.

Un procédé de régénération plus économique a été appliqué, depuis six ans, dans l'usine de Dieuze, par MM. P. Buquet et Hofmann (1). Ce procédé est comme le complément du traitement des marcs de soude en vue d'en retirer le soufre au moyen des résidus de la fabrication du chlore ; s'il ne s'est guère répandu, c'est surtout parce que la régénération du soufre des marcs de soude a pu se faire directement par l'emploi de l'acide chlorhydrique, d'une façon économique, eu égard au très-bas prix de ce dernier. (Procédé Mond.)

Enfin, il y a trois ans, M. Walter Weldon a imaginé un procédé de régénération du bioxyde de manganèse, qui a eu un assez grand retentissement en Angleterre pour provoquer une baisse momentanée du prix de cette matière première. La confiance a même été telle, que l'on a pu dire et croire un moment que l'industrie du chlore allait bientôt se passer de manganèse, et que les propriétaires des mines de Huelva, effrayés de ces prévisions, ont restreint

(1) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 80.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

notablement leur exploitation; si bien qu'aujourd'hui, le stock étant insuffisant et la production au-dessous de la demande, les prix du manganèse ont haussé très-notablement (de 20 pour 100 environ). J'indiquerai seulement le principe de ce procédé, sans vouloir l'examiner au point de vue théorique, les explications qu'en donne l'auteur paraissant contestables.

Le procédé Weldon pour la régénération du bioxyde de manganèse est basé sur ce fait, que le protoxyde de manganèse, précipité du chlorure au moyen de la chaux, s'oxyde plus ou moins complétement, ou se transforme partiellement en bioxyde, sous l'influence d'un courant d'air chaud (55 degrés cent.), et en présence de la chaux en excès, soit que cette base constitue le composé particulier que M. Weldon appelle *manganite* de chaux, soit que la chaux n'entre pas réellement en combinaison avec le bioxyde.

Ce qui est aujourd'hui certain, c'est que le procédé en question, s'il n'a pas répondu à toutes les espérances qu'il avait fait concevoir, a été adopté par un certain nombre d'établissements, en Angleterre surtout, qu'il continue à être exploité, et que nous connaissons personnellement plusieurs fabricants anglais qui en sont très-satisfaits.

Au lieu de chercher à régénérer le bioxyde de manganèse, quelques savants et industriels ont cherché à s'en passer; c'est le caractère du procédé qui fait plus particulièrement l'objet de cette communication, et qui est appliqué par MM. Gaskell, Deacon et comp. dans leur usine de Widnes.

Dans ce procédé, on substitue au bioxyde de manganèse le bioxyde de cuivre et l'on fait réagir sur celui-ci, à la température de 400 degrés centigrades environ, un mélange de gaz chlorhydrique et d'air, par l'intermédiaire de larges surfaces rugueuses ou poreuses en terre cuite. La raison de cette substitution, c'est qu'on obtient un courant continu de chlore, avec une quantité constante d'oxyde de cuivre, lequel se régénère pour ainsi dire indéfiniment dans les appareils de production, sans manipulations secondaires ou accessoires. Dans ce procédé, l'oxyde de cuivre ferait, en quelque sorte, la navette entre l'acide chlorhydrique et l'oxygène de l'air pour dégager le chlore, à peu près comme l'acide hypoazotique, dans la fabrication de l'acide sulfurique, sert d'intermédiaire entre le gaz sulfureux et l'air (1).

(1) D'autres oxydes, tels que les oxydes de manganèse, de chrome, de fer, de plomb, peuvent, dans les mêmes circonstances, mais à des températures différentes, donner un semblable dégagement continu de chlore.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que la préparation du chlore sans l'emploi du bioxyde de manganèse n'est pas nouvelle, et peut se faire théoriquement de bien des manières. On a même tenté plusieurs essais en grand dans cette direction. Ainsi, chez M. Tennant, de Glascow, on exploite la décomposition d'un mélange de sel marin et de nitrate de soude par l'acide sulfurique.

M. Peligot a proposé le chromate de potasse et l'acide chlorhydrique; M. Shanks a breveté l'emploi du même acide et le chromate de chaux comme plus économique. M. Vogel en Allemagne, M. Gatty en Angleterre, plus tard M. Laurens en France, ont indiqué l'emploi de l'oxyde de cuivre. Mais l'opération était intermittente, et, en somme, le procédé, bon théoriquement, a été reconnu impraticable industriellement. Enfin, en 1868, M. Mallet a fait connaître un procédé pour produire du chlore au moyen du protochlorure de cuivre, lequel se transforme facilement en bichlorure, déjà au-dessus de 100 degrés, en présence d'un mélange d'acide chlorhydrique et d'air humide. Ce bichlorure, chauffé ensuite en vase clos, dégage immédiatement du chlore. Mais, dans le procédé de M. Mallet comme dans les précédents, les réactions sont intermittentes. D'ailleurs, les limites de température où le rendement est maximum ne sont pas définies, et, en somme, nous ne sachons pas que le procédé ait été appliqué industriellement.

En résumé, on savait que l'acide chlorhydrique se combine à l'oxyde de cuivre à une certaine température, et que le chlorure résultant peut être décomposé en abandonnant la totalité du chlore, sous l'influence d'un courant d'oxygène ou d'air suffisamment chaud. Aussi l'invention brevetée par M. Deacon ne consiste-t-elle pas dans l'application de cette production intermittente de chlore, mais bien dans la continuité du dégagement de ce gaz sous les conditions ci-dessus énoncées.

J'ajouterai quelques développements pour donner une idée de la disposition des appareils et du mode d'opération.

Le gaz chlorhydrique sortant des fours à décomposition du sel est dirigé par aspiration avec une quantité d'air convenable, d'abord dans une première chambre en maçonnerie, remplie de briques placées de champ les unes sur les autres et convenablement espacées. De cette chambre, appelée régulateur de chaleur, où il a pris la température de 400 degrés environ, le mélange des gaz se rend dans une série de colonnes verticales, les unes à côté des autres dans un même massif prismatique, convenablement chauffées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par plusieurs foyers, et qu'il traverse successivement dans toute leur longueur. Ces colonnes sont remplies de tuyaux étroits en poterie cuite, semblables aux tuyaux de drainage et placés bout à bout dans le sens vertical. Les tuyaux ont été imprégnés préalablement de sulfate de cuivre par une ébullition dans une dissolution saturée de ce sel, et lorsqu'ils ont été chauffés vers 400 degrés, ou au-dessus, dans l'appareil même, l'acide sulfurique a été éliminé au moins partiellement, et ils sont recouverts de bioxyde de cuivre.

C'est au contact de ce bioxyde que l'acide chlorhydrique gazeux est décomposé en chlore qui s'échappe avec l'eau produite en même temps, et en chlorure cuivreux ou sous-chlorure de cuivre, qui serait à son tour décomposé par l'air pour faire de l'oxyde de cuivre. En sortant de la série des colonnes, où s'est opérée incomplétement la décomposition de l'acide chlorhydrique, le mélange gazeux va traverser un deuxième régulateur de chaleur, puis passe dans de nouvelles colonnes semblables aux premières, remplies aussi de tuyaux étroits ou de petites boules grossières en terre cuite, où s'achève *à peu près* la décomposition de l'acide; je dis : à peu près, car, selon M. Deacon lui-même, 30 pour 100 d'acide environ échappent à la décomposition.

Le chlore résultant des réactions opérées dans les colonnes à oxyde de cuivre est très-impur; car il est mélangé d'abord avec 30 pour 100 d'acide non décomposé, puis avec de la vapeur d'eau, et, enfin, de l'air où l'azote prédomine. Pour purifier ce chlore autant que possible, ou plus exactement pour le séparer de la plus grande partie d'acide chlorhydrique et d'eau qui l'accompagnent, on lui fait traverser successivement d'abord une première capacité ou citerne en pierre pour refroidir et condenser partiellement l'acide chlorhydrique, puis une colonne à coke mouillé du même acide faible pour achever la condensation de ce gaz sans absorber sensiblement de chlore (1), enfin une colonne de chlorure de calcium, ou mieux une colonne à coke mouillé par de l'acide sulfurique concentré dans le but de retenir l'eau. Ainsi purifié et séché, le mélange de chlore et d'azote est dirigé dans les chambres contenant de la chaux éteinte, où le chlore est absorbé pour faire le chlorure commercial.

Mais cette absorption est très-difficile, précisément à cause de la grande quantité de gaz inerte avec lequel le chlore est mélangé. Aussi, pour la rendre

(1) Cet acide, non décomposé, est employé aux usages ordinaires de l'acide chlorhydrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus complète, a-t-on eu soin d'augmenter beaucoup le nombre et la surface des tablettes à chaux, de diminuer leur distance et d'allonger le parcours du mélange gazeux. M. Deacon a, de plus, adopté, dans la disposition des chambres à chlorure, le principe de la saturation méthodique. A cet effet, il dirige le mélange des gaz à travers une série de chambres à tablettes où le chlore est graduellement absorbé sous cette condition, que l'entrée du mélange ait toujours lieu par le compartiment dont la chaux est le moins chargée de chlore; en d'autres termes, que, là où le chlore est abondant, il rencontre de la chaux déjà en partie saturée, qu'il peut saturer encore davantage, et que, là, au contraire, où le gaz est rare, difficilement absorbable, il soit en contact avec de la chaux pure, capable d'en prendre et d'en retenir les moindres traces (1).

Le mouvement des gaz à travers l'ensemble des appareils est déterminé par le moyen d'une cheminée ou d'un aspirateur mécanique, placé à la suite des chambres de condensation du chlore.

Tel est, dans son ensemble et d'une manière sommaire, le procédé de fabrication du chlore installé à Widnes, chez MM. Gaskell, Deacon et comp.

Ce procédé soulève plusieurs objections; je me bornerai à signaler les principales :

1° La dessiccation du chlore et son absorption par la chaux en poudre nous paraissent très-difficiles pratiquement. Aussi pensons-nous que le procédé nouveau trouverait mieux son application à la fabrication du chlorure liquide qu'à la fabrication du chlorure sec;

2° En ce qui concerne la chaleur nécessaire pour que les réactions indiquées donnent un courant continu de chlore, la température est-elle réellement la même sur tous les points, ou doit-elle varier avec la nature des réactions, chloruration et oxydation du cuivre? Quelle est la température donnant le maximum de rendement?

D'après les renseignements que m'a fournis M. Deacon lui-même, ce second point n'est pas encore élucidé, faute de pyromètre convenable pour mesurer les températures.

Malheureusement les conditions dans lesquelles on opère ne permettent

(1) M. Deacon a aussi breveté, dans le but d'absorber le chlore, une disposition tout à fait analogue à celle qui est employée pour l'épuration méthodique et continue du gaz d'éclairage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

guère de se rendre un compte exact de la théorie du procédé, ni même d'affirmer la continuité de production du chlore. Car on peut objecter que les proportions d'air et de gaz chlorhydrique, étant variables à cause de la variation même de ce dernier aux diverses époques de la décomposition du sel, sur certains points des surfaces imprégnées d'oxyde, le gaz chlorhydrique est en excès par rapport à l'air et produit du chlorure, tandis que, sur d'autres points, c'est l'air qui se trouve en excès et qui décompose le chlorure produit, celui-ci pouvant se reformer sous l'action du courant gazeux lorsque l'acide chlorhydrique redeviendra prédominant, et ainsi de suite. Enfin, il n'est guère possible d'admettre la constance de température du mélange gazeux, non plus que celle des colonnes à oxyde de cuivre; de sorte que de ce fait encore résulte une incertitude sur la cause des réactions.

Comme on le voit, le sujet et complexe et réclame des expériences précises, qui, seules, pourront nous éclairer sur la théorie et la marche du nouveau procédé (1).

3° L'oxyde de cuivre peut-il servir, je ne dis pas indéfiniment, mais assez longtemps pour que l'on n'ait pas à craindre une perte de ce corps qui compromettrait toute l'économie du procédé.

Déjà l'on s'est aperçu que les appareils avaient besoin d'être nettoyés ou débarrassés de poussières ferrugineuses, qui se déposaient sur l'oxyde de cuivre. Ces poussières proviennent sans doute de la poterie elle-même, qui est attaquée, altérée par le courant gazeux. L'altération serait analogue à celle qu'on avait déjà observée autrefois, à de plus hautes températures, il est vrai. M. Gatty avait, en effet, remarqué que les chlorures de cuivre corrodent et détruisent rapidement les vases en poterie, et même les briques les plus réfractaires, en sorte qu'il n'avait pu trouver de vases dans lesquels la dessiccation et la calcination des chlorures pussent être effectuées sans inconvénient. Quoi qu'il en soit de cette explication, ce qu'il y a de certain, c'est que M. Deacon, dans le but de débarrasser l'oxyde de cuivre de la poussière qui tend à le recouvrir, a reconnu la néces-

(1) D'après des expériences que nous avons entreprises sur ce sujet, nous pouvons affirmer qu'à une température aussi constante qu'on peut l'obtenir aujourd'hui dans nos laboratoires, dans la vapeur du soufre en ébullition sous pression constante par exemple (450 degrés), la production du chlore est bien *continue*, mais que le phénomène est plus compliqué qu'il ne semble au premier abord.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sité de disposer des jours ou des intervalles verticaux dans les colonnes de réaction, en ménageant, au bas, des espaces vides où peut tomber la poussière; et tout récemment, il a fait une addition à son brevet pour le nettoyage des appareils par l'emploi de courants d'air puissants dont on peut à volonté renverser la direction.

Néanmoins, si, théoriquement et même pratiquement, le procédé de M. Deacon nous paraît encore laisser à désirer, nous devons considérer l'application qui en est faite à Widnes comme très-sérieuse industriellement, d'abord parce que MM. Gaskell, Deacon et comp. n'ont pas reculé devant les frais considérables d'une grande installation, ensuite parce que la quantité de chlorure de chaux qu'ils obtiennent atteint déjà plusieurs tonnes par semaine, enfin parce qu'une dizaine d'autres fabricants se disposent à monter en ce moment, nous affirme-t-on, des appareils pour faire l'essai du procédé nouveau.

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

NOTE SUR L'AFFINAGE DE L'OR CASSANT A LA MONNAIE DE LONDRES, PAR M. ERNEST DUMAS,

Ancien Directeur des Monnaies de Rouen et de Bordeaux, Essayeur au Bureau de la garantie de Paris.

On sait depuis longtemps qu'il suffit de la présence, en très-faible quantité, de certains métaux dans l'or pour le rendre aigre, cassant et tout à fait impropre à la fabrication des monnaies. Tant que les lingots ainsi infectés ont été rares, on s'est contenté de les répartir par petites quantités dans des fontes composées de métaux purs dont ils n'altéraient pas sensiblement la ductilité.

Cependant les Directeurs de Monnaies ont toujours beaucoup redouté ces matières, qu'il est impossible de reconnaître à première vue, et qui ne manifestent leur défaut que lorsque la fabrication est arrivée à son terme. En effet, cet or s'allie au cuivre aussi bien que l'or ordinaire, subit les laminages et les recuits sans difficulté, donne des flans aussi beaux et aussi souples qu'on peut le désirer, mais qui éprouvent lors du frappage une modification telle, que les pièces sortant d'entre les coins peuvent se rompre sans difficulté entre les doigts les moins robustes et ne sauraient être mises en circulation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les mines d'Australie produisant une quantité assez considérable de cet or, on a dû rechercher la cause de cette altération et les moyens d'y remédier.

C'est surtout en Angleterre, où cet or arrive en abondance, et où, en une seule année, sur 73,000 kilog. de lingots envoyés par la Banque, la Monnaie a dû en refuser pour ce motif 23,000 kilog., que l'on s'est préoccupé de cette question.

Dès l'année 1803, Hatchett, chimiste anglais, avait démontré que ce défaut provient de la présence de quantités presque inappréciables (0,0005) de plomb, d'arsenic ou d'antimoine.

De nombreux essais ont été faits, depuis quelques années, pour purifier ce métal et lui rendre sa malléabilité.

Un nouvel affinage plus soigné que le premier suffit, il est vrai; mais ce procédé est trop coûteux pour être employé sur de grandes quantités.

On a proposé l'addition aux fontes de chlorure de mercure ou de peroxyde de cuivre; mais ces deux procédés offraient encore de graves inconvénients.

Par le premier, on convertit bien les métaux nuisibles en chlorures volatils que la chaleur élimine, mais le prix élevé de ce produit et le danger de ses émanations se sont toujours opposés à son emploi. Il occasionnait, d'ailleurs, une perte considérable de métal précieux, qui était projeté hors du creuset par la vivacité de la réaction (0,0008 au lieu de 0,00017, déchet ordinaire de fonderie) : on a donc dû y renoncer immédiatement.

Par le second procédé, l'opération de la fonte était très-ralentie; il fallait deux heures de contact entre l'oxyde de cuivre et l'or à la température de fusion; de plus, les creusets s'altéraient et se perçaient rapidement sous l'influence de ce réactif, et, enfin, le cuivre provenant de la réduction de l'oxyde changeait le titre de l'alliage d'une manière irrégulière et obligeait à couler le métal en lingots et à opérer une seconde fonte.

Des essais dirigés par M. Chandler-Roberts, directeur des essais de la Monnaie royale de Londres, ont donné les résultats les plus satisfaisants sous le rapport de la promptitude, de la certitude et de l'économie.

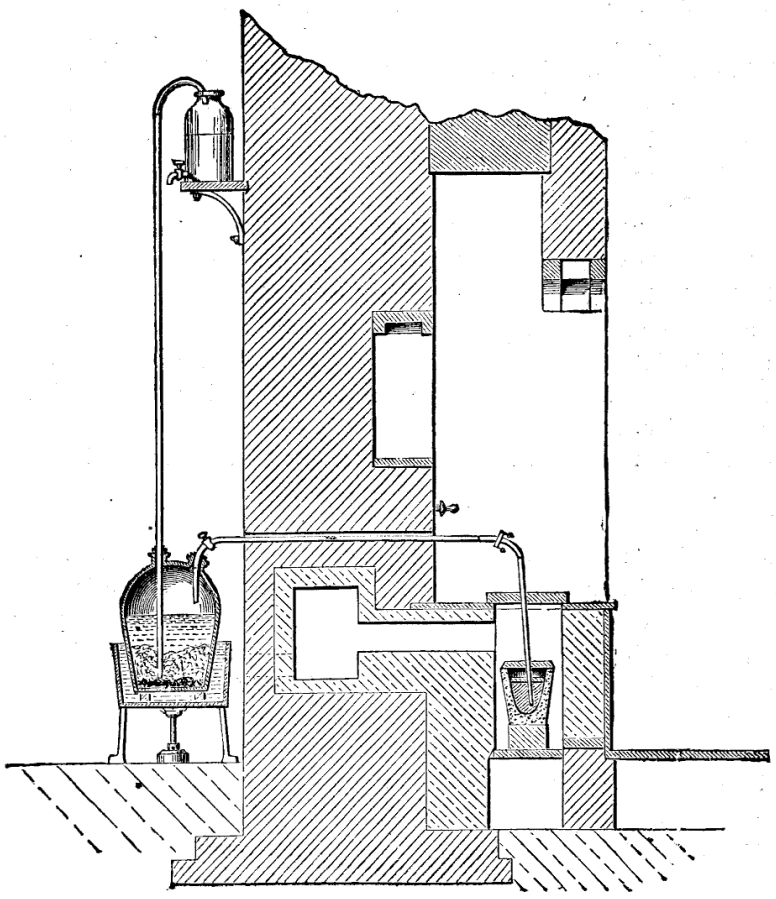
Ce procédé, inventé par M. F. Bowyer Miller, de la Monnaie de Sidney, présente une grande analogie avec le procédé d'affinage de la fonte imaginé par M. Bessemer; on y remplace seulement le courant d'air par un courant de chlore.

La disposition de l'appareil est très-simple; le croquis ci-joint dispense de toute description.

L'appareil générateur du chlore, d'une capacité de 120 litres environ, est mis en communication avec le creuset par un tube en terre réfractaire, et la pression est donnée par un tube de verre de $2^{m},50$ de longueur qui communique avec la source d'acide chlorhydrique. Un passage de gaz de 3 à 5 minutes suffit pour affiner convenablement un poids de 35 à 45 kilog. d'or et le débarrasser de tout métal nuisible; les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chlorures de plomb, d'antimoine, d'arsenic, qui sont volatils, s'échappent en fumée; le chlorure d'argent, qui est fusible, se rend à la surface du bain et se retrouve dans



le borax dont on a soin de le couvrir. Cet appareil fonctionne environ trois jours par mois à la Monnaie royale de Londres; il a déjà servi à purifier 75000 kilog. d'or cassant et à les rendre propres à la fabrication. La dépense qu'il occasionne est insignifiante; l'appareil tout entier n'a pas coûté 500 fr., et la production du chlore nécessaire à la purification de 5000 kilog. d'or n'entraîne pas une dépense supérieure à 4 ou 5 francs. Le petit excès de perte d'or éprouvé à la suite de ce traitement est peu de chose en comparaison des avantages qu'il présente, si l'on considère surtout que la plus grande portion de cet or se retrouve dans les cendres du fourneau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici, du reste, les procès-verbaux de quelques opérations qui montrent à quel point ce procédé est satisfaisant sous tous les rapports :

Lingot A.

Un lingot d'or refusé comme cassant par la Monnaie, de couleur orange, se brisant aisément sous le marteau avec une cassure cristalline, du poids de 241^{onces},20 (7^{k},570), contenant, d'après l'essai, 221^{onces},059 d'or fin (6^{k},850), a été fondu dans un creuset de terre réfractaire; on y a fait passer le courant de chlore pendant 3 minutes. Le lingot pesait après l'opération 0^{k},00527 de moins que le métal employé; perte représentant les métaux nuisibles éliminés, le cuivre transformé en chlorure et volatilisé et la petite quantité d'or entraînée mécaniquement avec les métaux volatilisés. Cette quantité d'or devait être insignifiante, car, ce lingot ayant été refondu avec un poids de cuivre correspondant à la perte, on a reconnu, en procédant à l'essai, que le titre s'était légèrement élevé; il n'y a donc eu réellement aucune perte d'or.

Ce métal, qui avant le traitement se brisait au moindre choc, cède alors au marteau; on le lamine suivant les procédés ordinaires; il ne donne aucun signe d'aigreur, et est finalement monnayé en pièces que l'on peut plier en deux sans les briser.

Cette opération, conduite avec le plus grand soin et après laquelle on a broyé et lavé attentivement le creuset pour réunir tous les globules de métal, n'a occasionné aucune perte d'or.

Lingot B.

Un autre lingot refusé comme cassant, pesant 632 onces 4 (19^{k},605), au titre légal (916,6), a été divisé en deux parties pour faciliter le travail. Il a subi le courant de chlore pendant 3 minutes; la perte totale de matière a été de 0^{once},7 (0^{k},021); allié à 0^{once},72 (0^{k},0213) de cuivre suivant les indications données par l'essai, il a donné un lingot d'or très-ductile; la perte totale d'or a été de 0^{once},03 (0^{k},009).

Pour confirmer ces résultats on a fait des essais sur des alliages synthétiques, composés exprès et contenant des quantités exagérées d'antimoine et d'arsenic (0,05 de chacun de ces métaux); cet or, ayant subi le passage du chlore pendant 3 minutes 1/2 ou 4 minutes, est devenu parfaitement ductile.

Enfin, on a préparé un alliage dans les proportions suivantes :

Or	»
Cuivre	»
Antimoine	0,3
Plomb	0,2
Zinc	0,2
Fer	0,2
Étain	0,2
Arsenic	0,3
Bismuth	0,1
	1,5 pour 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet alliage, impossible à travailler, ne présentait plus la couleur de l'or, se brisait entre les doigts, et ressemblait à de la cassonade. Fondu dans un creuset de terre réfractaire, soumis au courant de chlore pendant 8 minutes et coulé en lingot, il était encore un peu cassant; mais, refondu et soumis au courant de chlore pendant 10 minutes encore (ce qui était trop, 3 minutes auraient suffi), il a donné un métal parfaitement ductile et accepté par les officiers de la Monnaie comme d'excellente qualité.

La perte sur ce lingot a été de $8^{onces},10$ ($0^{k},243$). Comme il contenait primitivement $4^{onces},51$ ($0^{k},136$) de métaux nuisibles, il avait donc seulement perdu $3^{onces},39$ ($0^{k},099$) de cuivre et quelques traces d'or.

Refondu avec une quantité de cuivre égale à la perte totale, il a donné un lingot que l'on a essayé, et la perte totale en or s'est élevée à 3 dwts ($0^{k},0045$).

Si l'on considère la nature toute particulière de ce métal et la rapidité de l'opération, on doit être très-satisfait du résultat.

ÉLOGE DE M. PAYEN

PRONONCÉ LE 10 NOVEMBRE 1871 A L'OUVERTURE DU COURS DE CHIMIE INDUSTRIELLE DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS,

Par M. AIMÉ GIRARD, professeur.

« Messieurs, le professeur éminent auquel j'ai l'honneur de succéder aujourd'hui nous a quittés au milieu d'événements si douloureux, que sa mort est passée presque inaperçue, qu'un petit nombre d'amis seulement ont pu, au prix de dangers sérieux, l'accompagner à sa dernière demeure, et qu'à peine quelques paroles d'adieu ont été prononcées sur sa tombe, alors que tant de corps constitués, tant d'associations scientifiques eussent désiré apporter sur cette tombe l'expression de leur estime et de leurs regrets (1).

« C'est pourquoi j'ai pensé qu'en entrant dans cet amphithéâtre mon devoir était de consacrer mes premiers soins à vous rappeler quelle a été la part prise par M. Payen au mouvement scientifique de notre époque, quelles sont les découvertes qui ont illustré son nom et, enfin, quelle influence considérable il a exercée par quarante années de professorat sur le développement de la science industrielle et sur les progrès de l'industrie elle-même.

« En vous parlant de M. Payen, Messieurs, je ne vous dirai pas de ces anecdotes dont

---

(1) M. Payen, né en 1791, est mort le 13 mai 1871.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les orateurs aiment à semer les éloges qu'ils font de ceux qui ne sont plus; la gravité du lieu ne le comporte pas. Je le voudrais, d'ailleurs, que je serais fort embarrassé pour le faire; je ne connaissais pas, fort peu d'entre nous connaissaient la vie privée de M. Payen. C'était une de ces existences patriarcales et modestes, où le travail tient toute la place et dont le public ne sait rien. Je ne connais pas, du reste, de plus bel éloge que l'on puisse faire de la vie privée d'un savant.

« Mais si l'homme privé doit nous rester étranger, le savant nous appartient tout entier et, croyez-le bien, Messieurs, nous trouverons dans l'œuvre considérable qu'il nous laisse assez de travaux importants, assez d'enseignements utiles, pour que votre attention n'ait pas besoin d'être distraite par des questions étrangères à la science.

« M. Payen avait eu cette fortune singulière d'être un industriel savant avant que d'être un savant industriel; il était né dans une manufacture de produits chimiques, et son enfance s'était écoulée au milieu de ces opérations industrielles dont l'étude devait être la préoccupation de toute sa vie.

« Son père, manufacturier habile, faisait partie de cette phalange d'hommes distingués et entreprenants, qui, au commencement de ce siècle, s'étaient donné la mission de guider dans ses premiers pas l'industrie française alors naissante; et, dès cette époque, il avait marqué sa place à côté des chefs mêmes de cette phalange, à côté de ces hommes dont le nom, aujourd'hui célèbre, ne doit être prononcé qu'avec reconnaissance; à côté de Chaptal, de d'Arcet, de Descroizilles, de Clément-Desormes.

« Constamment aux prises avec ces problèmes sans nombre qui surgissent chaque jour au cours des opérations manufacturières, doué lui-même d'une instruction étendue, et pénétré de l'importance des services que peut rendre l'alliance raisonnée de la science théorique et de la pratique industrielle, le père de M. Payen avait de bonne heure indiqué à son fils le chemin du laboratoire.

« Vauquelin fut son premier maître : c'est dans le laboratoire de ce savant illustre, dont M. Chevreul était alors le préparateur, et auquel la chimie, la chimie minéralogique surtout, doivent tant et de si grands progrès, que M. Payen fit, vers 1808, ses premières études scientifiques. Lorsqu'il le quitta pour aborder la fabrication des produits chimiques, il y laissa le souvenir d'un esprit sagace, inventif, et en emporta cet amour de la recherche, ce désir ardent de savoir, qui devaient être les guides de sa vie entière.

« Il donna bientôt des preuves de ces qualités : d'une part, en publiant d'intéressantes recherches scientifiques; d'une autre, en introduisant, dans les fabrications dont la direction lui était confiée, des améliorations importantes, en créant même, et d'après les données de la science, des industries nouvelles.

« Il est bien difficile aujourd'hui, et en se reportant à si longue distance, de reconstituer l'œuvre manufacturière de M. Payen. Les publications scientifiques étaient rares à cette époque; les contemporains ont malheureusement, et pour la plupart, disparu; et bien des progrès dus à l'initiative de M. Payen sont depuis tant d'années passés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans la pratique journalière, que la génération actuelle a quelque peu oublié leur auteur.

« Cependant, parmi ces travaux que voyait naître chaque jour, il en est qui, par leur importance, dépassent tous les autres et dont le souvenir est toujours vivace. J'en indiquerai quelques-uns : ils suffiront, je l'espère, pour vous faire apprécier la portée des services rendus dès cette époque à l'industrie par M. Payen.

« Nous ne savons plus aujourd'hui, grâce au progrès de la salubrité publique, quels embarras créaient jadis aux populations les débris des animaux morts, soit dans les villes, soit dans les campagnes : ces débris nous ne les voyons plus. Il n'en était pas de même autrefois. Sans remonter bien haut, reportons-nous seulement à l'année **1825**, et écoutons ce que disait à ce sujet la Société centrale d'agriculture : « En général, « les animaux morts sont de suite dépouillés, et leurs corps sont enfouis dans la « terre; ou bien ils sont laissés sur le sol et deviennent la pâture des oiseaux de proie, « des chiens maraudeurs, ou des loups qu'ils attirent dans le voisinage des habita- « tions. » A la vérité, ces débris étaient recueillis dans quelques grandes villes et partiellement utilisés; mais combien étaient grossiers, barbares, les procédés suivis pour cette utilisation! Et quelle répugnance vous éprouveriez si, ouvrant le rapport publié en **1827** par Parent-Duchatelet, je vous faisais voir ces clos de Montfaucon dont le souvenir seul inspire le dégoût! Aujourd'hui l'utilisation des débris d'animaux morts est une industrie normale. Allez auprès de Paris, à Aubervilliers, et là vous verrez une usine importante, où la chair des animaux morts dans la grande ville, soumise d'abord à une cuisson convenable, puis séchée et pulvérisée, devient la base d'engrais estimés et recherchés par l'agriculture. Cette industrie est une création de M. Payen; c'est lui qui, répondant en **1826** à l'appel de la Société d'agriculture, a minutieusement décrit et fait connaître les procédés salubres et utiles que je viens de résumer.

« Le borate de soude, ou, pour donner à ce sel son nom vulgaire, le borax, est un produit important, dans lequel l'industrie des métaux et la céramique trouvent un auxiliaire utile : la première pour souder et pour braser, la seconde pour donner à certaines couvertes une fusibilité convenable. Autrefois l'Europe tirait ce sel de l'Inde, de la Chine, de la Perse; il arrivait sur nos marchés sous la forme de petits cristaux susceptibles de s'effleurir au contact de l'air en perdant une partie de leur eau de cristallisation. Pour éviter cette altération, qui se traduisait par une perte de poids, les indigènes avaient imaginé d'enrober ces cristaux d'une couche de matière grasse qui les préservait assez complétement; de là, la nécessité d'un raffinage ayant pour but de mettre à nu le borax à l'état de pureté. L'industrie du raffinage, longtemps secrète à Venise, puis concentrée en Hollande, fut importée en France ver **1805**. Mais la purification était difficile et, malgré tous les soins dont elle était l'objet, les solutions boraciques ne fournissaient jamais que de petits cristaux mal définis que le commerce ne voulait pas accepter; si bien que, jusqu'en **1815**, le prix du borax raffiné n'était pas moindre que **7** à **8** francs le kilogramme. Vers cette époque, l'acide borique, découvert

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à la fin du siècle dernier dans les soffioni de la Toscane, commençait à se montrer sur les marchés européens ; M. Payen entrevit, dès lors, la possibilité de renverser le monopole hollandais, non pas en s'attachant à un raffinage inutile, mais en formant de toutes pièces le borax à l'aide de l'acide borique toscan et du carbonate de soude français. Ses essais furent presque immédiatement couronnés de succès, et, dès l'année 1820, il offrait au commerce des cristaux de borax, fabriqués à Grenelle, beaucoup plus beaux que ceux envoyés habituellement en France par les raffineurs hollandais. Un préjugé fâcheux, que les essais infructueux tentés antérieurement n'avaient fait qu'entretenir, fit tout d'abord rejeter le nouveau produit ; mais au premier rang des qualités de M. Payen figurait une indomptable ténacité ; il savait que le borax préparé artificiellement devait rendre service à l'industrie de son pays ; il voulait le voir entrer dans la consommation, il y entra ! Le borax hollandais avait une teinte brunâtre, on colora le borax français ; les emballages hollandais avaient une allure spéciale, on imita cette allure ; les cristaux arrivaient en France émoussés par le transport, on plaça les cristaux fabriqués à Grenelle dans des tonneaux, et on roula ces tonneaux dans les cours de l'usine jusqu'à ce que les arêtes fussent émoussées de même par le frottement. Le préjugé fut bientôt vaincu ; la Hollande perdit le monopole du commerce du borax, et le prix de ce produit tomba rapidement de moitié ; il ne dépasse pas actuellement 2 fr. 50 le kilogramme.

« Peu de personnes ignorent aujourd'hui le rôle important que joue le noir animal dans la fabrication et le raffinage du sucre. Chacun sait qu'au contact de cette substance les jus sucrés s'épurent, se décolorent, et que, sans son aide, il serait impossible, quant à présent du moins, d'obtenir ces sucres blancs et cristallisés qui satisfont notre vue autant que notre goût. Mais beaucoup ignorent, à coup sûr, qu'à l'origine de l'industrie sucrière européenne le noir animal n'était pas encore en usage. La chimie avait depuis longtemps fait connaître l'action décolorante du charbon de bois, mais celle du charbon laissé par la calcination des os n'était pas connue ; ni l'une ni l'autre d'ailleurs n'avaient, au commencement de ce siècle, pénétré dans l'industrie. C'est en 1809 que, pour la première fois, un habile raffineur, nommé Guillon, imagina d'appliquer à l'épuration des jus sucrés l'action décolorante du charbon de bois ; il fabriqua ainsi des sirops blancs, d'un goût agréable, qui furent immédiatement recherchés par la consommation. Deux ans plus tard, en 1811, Figuier, de Montpellier, appelait le premier l'attention des savants sur les propriétés du charbon animal, propriétés qu'il avait reconnues fort supérieures à celles du charbon végétal. M. Payen fabriquait alors, dans sa manufacture de Grenelle, des sels ammoniacaux, en calcinant en vase clos des matières animales et notamment des os. Dans les cornues dont il faisait usage restait, comme résidu sans emploi jusqu'alors, ce mélange de substance calcaire et de charbon divisé, qui, conservant la forme primitive de l'os, constitue le produit habituellement désigné sous le nom de noir animal. C'est ce produit que, le premier, M. Payen conçut l'idée d'appliquer à la décoloration des sucres. Le succès,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tout d'abord, ne répondit point à son attente : soit maladresse, soit mauvaise volonté, les manufacturiers auxquels il avait confié le soin des premières expériences ne surent tirer du noir animal aucun parti et en rejetèrent l'emploi. M. Payen ne se découragea pas. Bientôt il rencontra dans M. Derosne un collaborateur convaincu : de nouveaux essais furent tentés qui donnèrent des résultats merveilleux, et la valeur du noir d'os se trouva victorieusement établie. Mais, dans ce cas encore, M. Payen rencontra d'énormes résistances : la routine repoussait l'emploi du nouvel agent; il la vainquit. Les raffineurs de Paris cédèrent les premiers : deux fabriques de noir animal furent créées à Paris ; elles furent bientôt insuffisantes. Une troisième fut montée à Orléans ; d'autres suivirent, et le succès gagnant de proche en proche, l'emploi du noir ne tarda pas à devenir général, non-seulement en France, mais dans tous les pays producteurs de sucre.

« Le développement de cette fabrication, qui doit la vie à M. Payen, a suivi proportionnellement le développement de l'industrie sucrière, et, en France seulement, on ne compte pas moins de soixante établissements aujourd'hui, qui, chaque année, livrent au commerce une quantité de noir animal représentant une valeur de 6 000 000 de francs.

« J'ai cité ces travaux de M. Payen parce qu'ils ont laissé des traces profondes, parce que sur eux reposent de grandes industries dont il a été le créateur. J'en pourrais citer d'autres encore; je pourrais rappeler que c'est à son initiative et à celle de son collaborateur Cartier, que sont dus les premiers appareils rationnels destinés à la production de l'acide sulfurique; je pourrais développer les recherches sur la composition de la betterave, qu'il publiait en 1825, recherches dans lesquelles, le premier, il annonçait que celle-ci ne renferme que du sucre cristallisable; je pourrais, enfin, par bien d'autres citations, montrer combien dès cette époque les travaux de M. Payen étaient nombreux et importants; mais ce que j'ai dit suffit, je pense, à en faire apprécier la valeur. Cependant, et quel que fût leur intérêt, ces travaux n'auraient pas suffi pour donner à M. Payen cette célébrité, qui, vers la fin de sa vie, lui avait acquis sur maintes questions une autorité indiscutable. Il était classé parmi les manufacturiers les plus intelligents de l'époque, parmi les chercheurs sérieux, auxquels les savants aimaient à faire appel; mais il n'avait pas encore pris rang parmi ceux-ci. Il ne devait pas tarder à le faire.

« M. Payen avait alors 35 ans. Ses travaux l'avaient mis en rapport avec quelques-uns des hommes les plus éminents de cette époque. M. Brongniart, M. Chevreul lui avaient ouvert les portes du Muséum d'histoire naturelle; il cultiva avec bonheur leur société. Il reconnut près d'eux que certaines méthodes faisaient défaut à son activité, à son ardeur de savoir; il apprit, à leur contact, ce qu'était la science dans son expression la plus élevée; il comprit l'importance du fini dans les recherches, de la précision, de la netteté.

« Une voie nouvelle s'ouvrit alors devant lui : il y entra avec ardeur, donnant à ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contemporains ce spectacle inaccoutumé d'un homme qui, parvenu à l'âge mûr, en possession d'une réputation solide, sent qu'il a mieux à faire encore et ne considère l'œuvre utile qu'il a accomplie déjà que comme un levier qui doit lui servir à accomplir une œuvre plus importante.

« Deux savants surtout attirèrent M. Payen : ce furent M. de Mirbel, de qui il apprit la physiologie végétale et dont il devint bientôt le collaborateur, et M. Dumas, dans le laboratoire duquel, par les leçons du maître et la fréquentation d'élèves célèbres déjà, il perfectionna ses connaissances chimiques et affina, si je puis m'exprimer ainsi, son individualité scientifique.

« C'est dans ce milieu que ses confrères vinrent le chercher en 1829 pour occuper la chaire de l'École centrale des arts et manufactures qui venait d'être fondée, et, dix ans plus tard, la chaire de chimie industrielle du Conservatoire des arts et métiers.

« C'est également à cette époque que commencent les grands travaux auxquels le nom de M. Payen devra de survivre à celui qui le portait. Le nombre de ces travaux est surprenant; peu d'hommes ont laissé une œuvre scientifique aussi considérable que celle de M. Payen. S'il me fallait en analyser, ne fût-ce qu'une faible partie, je serais à coup sûr fort embarrassé; et si je me proposais de vous lire seulement les titres de tous ses mémoires, d'y joindre l'énumération des ouvrages qu'il a publiés, des rapports qu'il a rédigés, l'heure dont je dispose n'y suffirait pas. Les comptes rendus de l'Académie des sciences, à eux seuls (et leur publication ne date que de 1835), ne renferment pas moins de 160 notes ou mémoires dus à M. Payen.

« Si l'on étudie avec attention cette œuvre considérable, dont l'étendue semble au premier abord engendrer la confusion ; si on laisse de côté les mémoires que j'appellerai secondaires, quoiqu'à eux seuls ces mémoires soient plus que suffisants pour établir la réputation d'un savant distingué, on voit bientôt se dégager la pensée fondamentale dont M. Payen se montre sans cesse préoccupé, et les plus importants parmi ces travaux viennent se grouper en un ensemble régulièrement ordonné, dont le but est la détermination de la constitution chimique des végétaux.

« Pendant quarante-cinq ans, de 1825 jusqu'à sa mort, M. Payen poursuit sans trêve son dessein. Armé des instruments les plus parfaits que l'optique peut lui fournir, appelant à son aide les phénomènes les plus délicats de la chimie, il interroge le tissu végétal jusque dans ses parties les plus secrètes, et porte dans ces parties les réactifs qui doivent lui en dévoiler la composition. Merveilleusement habile au maniement du microscope, il fait du porte-objet un véritable laboratoire de physiologie végétale; puis, lorsque sa conviction est formée, qu'il s'agit de convaincre les autres, il transporte avec une égale habileté dans le laboratoire du chimiste les réactions et les phénomènes que le micrographe a su découvrir; il montre, ainsi, quelle est la composition chimique des divers organes des végétaux, et, des faits qu'il a su observer, il déduit des lois générales qui établissent, entre la composition de ces organes et leurs fonctions, des rapports intimes et réguliers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Vingt années ont été nécessaires à M. Payen pour résoudre les questions multiples et complexes que soulevait l'étude de la composition chimique des végétaux. Vers 1825 il commençait ses recherches; de 1830 à 1842, sept mémoires étendus sur ce sujet étaient présentés par lui à l'Académie des sciences; en 1846 enfin, un huitième mémoire, à la rédaction duquel s'était associé M. de Mirbel, venait résumer les premiers, confirmer les résultats acquis, et donner par des observations nouvelles une force plus grande aux conclusions précédemment émises.

« Cependant, alors même que ces travaux paraissent complets à tous, alors que les faits qu'il a découverts sont passés dans le domaine de l'enseignement classique, M. Payen ne se trouve pas satisfait encore. Son esprit sévère, amoureux de la vérité, cherche chaque jour des preuves nouvelles et, dans chacun des faits que le développement d'autres travaux ou les hasards de la discussion l'amènent à étudier, il poursuit la confirmation des lois qu'il a établies. C'est ainsi que nous le voyons, dans les dernières années de sa vie, revenir fréquemment sur ce sujet qu'il affectionnait entre tous.

« Il n'est pas sans intérêt de rechercher par quelle filiation d'idées M. Payen a été conduit à entreprendre cet immense travail; c'est dans ses premières observations sur l'emploi des débris animaux en agriculture qu'on en trouve le point de départ. Préoccupé, dès 1820, de l'influence des engrais azotés sur le développement des plantes, M. Payen avait été amené à se demander si cette influence devait être considérée comme s'exerçant simultanément sur le végétal tout entier ou spécialement sur certains tissus déterminés. Gay-Lussac, quelques années plus tard, avait appelé l'attention des physiologistes sur la présence de l'azote dans les graines, et dans la découverte de ce fait important M. Payen avait trouvé la confirmation de ses vues. Il essaya, dès lors, de généraliser ses observations, de déterminer la composition des tissus végétaux au moment même où ils prennent naissance, et bientôt il reconnut quel était le rôle des matières azotées dans la nutrition et le développement de ces tissus.

« C'est à M. Payen qu'on doit la découverte de ce fait capital, que les matières azotées, douées d'une composition quaternaire analogue à celle des produits animaux, sont inégalement réparties dans les tissus végétaux. Accumulées en grandes quantités dans les jeunes organes où se concentre la force vitale des plantes, c'est-à-dire dans l'embryon naissant, dans la radicule et la gemmule des graines, dans les spongioles des radicelles, et dans les parties centrales des bourgeons non développés, ces matières ne se retrouvent plus qu'en faible proportion dans les tissus anciens, et se retirent de ceux-ci au fur et à mesure qu'ils avancent en âge. Le rôle des matières azotées est facile à déduire de ces observations; elles sont les agents essentiels du développement des tissus dans les circonstances où les organes doivent pourvoir eux-mêmes à leur propre nutrition. Ces matières azotées, M. Payen les retrouve, avant toute autre organisation discernable, dans le cambium, c'est-à-dire dans cette gelée organique d'où

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

naît le tissu utriculaire, et il devance ainsi, comme M. Decaisne le faisait récemment remarquer avec juste raison, les célèbres observations de M. Hugo Mohl sur la composition de l'utricule primordiale.

« A la suite de ces recherches, une étude non moins importante s'imposait d'elle-même à M. Payen, c'était l'étude de la matière amylacée, vulgairement désignée sous les noms d'amidon et de fécule. La science ignorait encore, à cette époque, non-seulement quel était le rôle de cette matière dans la végétation, mais encore quelle était sa constitution chimique ; elle ignorait même si l'amidon était une espèce unique ou si les plantes en renfermaient des variétés infinies.

« C'est au cours de ces recherches que M. Payen fit, en collaboration avec M. Persoz, la découverte mémorable de la diastase : composé singulier, riche en azote, qui prend naissance dans la graine même pendant la germination, et qui, doué de la propriété de transformer la substance amylacée en matières solubles, la fluidifie peu à peu et transporte à la tige naissante les sucs nourriciers qui doivent la consolider et en former le tissu.

« Dans l'histoire de la chimie moderne, on trouve peu de questions dont l'étude ait été aussi approfondie que l'a été par M. Payen l'étude de la matière amylacée. Le mémoire qu'il a publié sur ce sujet en 1836 est un chef-d'œuvre de précision et de netteté. M. Payen y démontre que les matières amylacées extraites des racines, des tiges et des graines des diverses plantes peuvent varier dans leurs formes, leurs dimensions, même dans leur état d'agrégation, mais que ces matières constituent une seule et même espèce chimique, offrant toujours la même composition, qu'elle provienne des tubercules de la pomme de terre ou de graines de la betterave, des tiges du cactus ou des rhizomes du canna.

« La constitution anatomique de l'amidon était, à cette époque, une question fort controversée, M. Payen la résout victorieusement, en démontrant que les grains de matière amylacée ne renferment aucun produit liquide, et que chacun d'eux est formé d'une série de tuniques minces qui s'enveloppent les unes les autres et augmentent de cohésion avec l'âge. Il établit que l'amidon ne se rencontre jamais dans les tissus rudimentaires, qu'il s'accumule, au contraire, dans les organes développés, et que, là, il constitue une réserve de matière assimilable, capable de concourir, dans des conditions déterminées, à la nutrition végétale.

« L'action de l'eau sur la matière amylacée est, de la part de M. Payen, l'objet d'un examen approfondi. Il prouve que cette matière ne se dissout jamais, à moins qu'elle ne se transforme ; que l'empois, même le plus léger, reste toujours un mélange d'eau et de granules amylacés, gonflés, distendus dans d'énormes proportions.

« La transformation de l'amidon en dextrine, puis en sucre, au contact de la diastase, fixe longtemps son attention ; il étudie minutieusement les détails de cette réaction remarquable, et démontre comment l'amidon, ainsi rendu soluble, passe d'un tissu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans un autre tantôt pour s'y accumuler de nouveau, tantôt pour s'engager dans une plus forte agrégation et participer, sous une forme stable, à la formation des membranes cellulaires de ce tissu. Chemin faisant, il établit la théorie de la fabrication de la bière, découvre le procédé dont l'industrie fait usage aujourd'hui pour obtenir la dextrine, et, soutenu par M. Dumas, fixe la composition de ce corps intéressant, dont il démontre l'isomérie avec l'amidon.

« M. Payen aborde ensuite le problème plus ardu encore de la constitution chimique du tissu végétal proprement dit; il montre alors qu'une substance unique, toujours identique dans sa composition, variable seulement par ses divers états d'agrégation, la cellulose, constitue la substance même de tous les tissus végétaux, cellules, fibres, vaisseaux ou trachées; injectée de matière azotée et de silice, la cellulose forme l'épiderme des tiges et des feuilles; solidifiée par une matière organique plus riche en carbone et à laquelle M. Payen donne le nom de matière incrustante, elle forme les fibres du bois.

« Chose remarquable, d'ailleurs : la composition assignée à la cellulose par l'analyse chimique se trouve être identique à celles de l'amidon et de la dextrine, si bien que, de cet ensemble d'observations microscopiques attentives, de réactions habilement interprétées, d'analyses sévèrement contrôlées, découle avec une extrême simplicité la théorie tout entière de la nutrition végétale.

« Accumulée dans la graine où elle forme réserve, la matière amylacée s'y modifie sous l'action de la diastase et devient soluble. Dextrine ou sucre, la substance modifiée traverse la trame cellulaire déjà construite, et vient former à côté d'elle de nouveaux tissus; et ceux-ci, cellules ou vaisseaux, deviennent alors, suivant les expressions de M. Payen lui-même : « les enveloppes protectrices, les réservoirs et les conduits à l'aide desquels les corps animés qui les sécrètent et les façonnent se logent, puisent et charrient leurs aliments, déposent et isolent les matières excrétées. »

« Messieurs, je n'ai pas craint d'insister longuement sur ces travaux importants, qui, du reste, constituent la partie capitale de l'œuvre de M. Payen; il m'a semblé qu'en agissant ainsi je vous ferais apprécier la haute portée scientifique de ses découvertes plus complétement que si je me bornais à faire de celles-ci une sèche énumération. Je ne voudrais pas, cependant, quitter ce sujet sans vous rappeler que l'étude de la constitution chimique des végétaux n'a pas eu seule le privilége de fixer son attention. Les mémoires si nombreux qu'il a publiés pendant sa longue carrière embrassent bien d'autres sujets d'étude, et, s'il nous était permis de les passer en revue, nous l'y verrions successivement aborder : avec M. Boussingault, la grande question des engrais, question sur laquelle ces deux savants éminents ont jeté de si vives lumières; avec M. Dumas, la question de l'engraissement des animaux. Nous l'y verrions établir, de la manière la plus nette, la structure et la composition de la canne à sucre; apporter l'appui de son expérience à l'examen des graves problèmes soulevés, il y a vingt ans environ, par la maladie des pommes de terre et surtout par la maladie de la vigne; présenter, sur l'emploi et la fabrication de la poudre-coton, des observations importantes; aborder, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

premier, la question, jusqu'alors si obscure, du caoutchouc et de la gutta-percha ; s'attaquer, enfin, aux problèmes les plus variés, et les résoudre avec ce succès que lui assuraient toujours la finesse de ses observations et la sévérité de son jugement.

« Mais mon but ne serait pas rempli si, à côté des découvertes scientifiques de M. Payen, je ne plaçais les services qu'il n'a cessé de rendre pendant plus de quarante années, soit comme professeur, soit comme membre des principales Sociétés savantes de notre pays.

« M. Payen professait la chimie industrielle à l'École centrale des arts et manufactures depuis 1829, au Conservatoire des arts et métiers depuis 1839, et l'immense autorité qu'il a su conquérir en matière d'industrie faisait de lui l'un des maîtres les plus écoutés, les plus suivis de notre temps. En face de chacune de ces chaires il rencontrait un auditoire différent, et la flexibilité de son talent, la multiplicité de ses connaissances lui avaient permis de modifier son enseignement de façon à charmer et à instruire en même temps l'un et l'autre.

« Chargé, à l'École centrale, de préparer à la pratique manufacturière ces ingénieurs distingués que nous rencontrons aujourd'hui, non-seulement dans toutes les usines de France, mais encore dans un grand nombre d'usines étrangères, il donnait à son enseignement l'allure sévère et précise qu'exige la mise en œuvre des procédés industriels. Là, par une discussion approfondie des méthodes, des appareils, des constructions, il réussissait à mettre ses jeunes auditeurs en mesure d'appliquer à la sortie même de l'École les préceptes qu'ils étaient venus chercher près de lui.

« Au Conservatoire, en face de cet auditoire sympathique où se mêlent tant d'éléments variés, tous également désireux de savoir, mais placés, par la diversité du but qu'ils poursuivent, à des points de vue différents, M. Payen se faisait volontiers vulgarisateur. Sans rien abandonner de cette précision, qui, seule, permet à l'enseignement technique de porter des fruits, il aimait à aborder ici les sujets nouveaux, à comparer les procédés suivis à l'étranger aux procédés français, à discuter les progrès accomplis, à montrer même leur influence sur le développement de la civilisation.

« Ai-je besoin de vous dire, Messieurs, quel était son succès dans l'une comme dans l'autre de ces chaires ? Beaucoup d'entre vous, à coup sûr, ont suivi ses leçons. Vous l'avez vu aimé, écouté de ses auditeurs, prenant plaisir à leur dispenser avec une libéralité sans égale ces connaissances si nombreuses, si variées qu'il devait au travail incessant de toute sa vie. Vous l'avez vu aussi, esclave du devoir, exact à sa première comme à sa dernière leçon, fournir une carrière professorale de plus de quarante années, sans faire une seule fois appel à l'aide d'un suppléant. Lorsque arrivait l'heure du travail, M. Payen, dont la santé était souvent chancelante, ne connaissait plus le mal ni la fatigue ; il allait où le devoir l'appelait sans qu'aucune considération pût l'arrêter. Une seule fois ses forces l'ont trahi, et les jeunes ingénieurs, qui, en 1869, suivaient les cours de l'École centrale, n'ont pas oublié cette leçon, où, malade, vaincu par la fatigue, M. Payen s'évanouit dans sa chaire de professeur, et dut être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ramené presque mourant au lit qu'il n'avait quitté que quelques instants avant son cours.

« Ce sentiment du devoir, M. Payen le portait partout, et tel nous venons de le voir dans son enseignement, tel nous le retrouvons dans les travaux si nombreux que lui demandaient les Sociétés et les Commissions dont il faisait partie. Membre de l'Académie des sciences, secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture, associé libre de l'Académie de médecine, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des Conseils d'hygiène et de salubrité, président de la Société d'horticulture de la Seine, membre et rapporteur du Jury à toutes les Expositions nationales à partir de 1830, et aux Expositions internationales de 1851-1855-1862-1867, M. Payen ne négligeait aucun des devoirs que lui créaient ces fonctions multiples. Il n'admettait pas qu'une mission, si modeste qu'elle fût, pût être acceptée sans être remplie. Aussi, non-seulement le voyait-on, avec une assiduité sans égale, assister à toutes les séances des Sociétés ou des Commissions auxquelles il était attaché, mais encore le trouvait-on toujours prêt à étudier les questions soumises à ces Sociétés ou à ces Commissions. Son activité infatigable, qui ne faisait que croître avec l'âge, suffisait à tout. Qui pourrait compter les rapports faits par M. Payen pendant ces quarante dernières années? Qui pourrait dire combien de découvertes scientifiques ou industrielles ont été, par là et d'une manière incidente, l'objet de son examen? Examen consciencieux du reste et sérieux s'il en fut! Car, pour M. Payen un rapport n'était jamais une chose banale. Prudent et réservé, il n'émettait un avis qu'après de longues recherches, qui, maintes fois, furent pour lui l'occasion de découvertes nouvelles, et qui donnent à ses rapports un prix que n'ont pas toujours les travaux de cet ordre.

« Messieurs, en ce moment où la mode veut que l'on décrie sans cesse notre société française, où l'on n'est pas bien venu si l'on ne prononce à tout propos les mots d'incapacité, de faiblesse et de décadence, j'ai été heureux, je ne vous le cache pas, d'avoir à mettre sous vos yeux les services rendus par un savant de mérite supérieur, de mœurs simples et de caractère énergique. J'ai cherché à vous montrer tour à tour le manufacturier habile, créant au profit de l'industrie nationale des fabrications nouvelles, le savant profond éclairant des lumières de sa haute intelligence les problèmes les plus ardus, le professeur éminent dispensant à quarante générations les fruits de ses longues études et de son expérience consommée.

« Mais, de cette vie si bien remplie, ce que je veux surtout retenir, Messieurs, c'est cet amour ardent du travail, ce dévouement sans bornes au devoir professionnel, dont M. Payen a été, à notre époque, l'un des plus solides exemples. Ce sont là deux grandes vertus, Messieurs, qui aujourd'hui encore, quoi qu'on dise, ont dans notre pays de profondes racines, qu'un souffle impie cherche à en arracher, il est vrai, mais que, tous, nous devons consolider par nos efforts et par notre exemple; car, ne l'ou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blions pas, Messieurs, à l'aide de ces deux vertus bien modestes en apparence, mais bien puissantes en réalité, il nous sera facile de réparer nos désastres et de rendre à notre pays sa prospérité, peut-être même sa grandeur. »

(*Annales du Conservatoire des arts et métiers.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Mort du célèbre physicien Morse. — Le physicien Morse, dont le nom est intimement lié à l'histoire de la télégraphie électrique, est mort, le 2 avril dernier, à New-York. Voici les détails que donnent, à ce sujet, le *Journal of the Society of arts,* de Londres, et l'*American artisan.*

Samuel Finley Breese Morse est né à Charlestown en 1791, d'un père qui se distingua par différents ouvrages de géographie adoptés, pendant longtemps, dans les écoles de l'Amérique. Envoyé de bonne heure au collége de Yale, il y resta jusqu'en 1810, époque à laquelle il y reçut ses grades universitaires. Passionnément épris des beaux-arts, il s'embarqua, l'année suivante, pour l'Angleterre, où il vint étudier la peinture auprès de Benjamin West; là il ne tarda pas à se lier étroitement avec plusieurs artistes en renom et s'étant mis à faire de la sculpture, il y réussit au point d'obtenir, en 1813, de la Société des arts, une médaille d'or pour une statue d'Hercule mourant. On voit qu'il était alors bien loin de la physique et de l'électricité.

En 1815, il retourna dans son pays, où il était rappelé pour y occuper la chaire de professeur de littérature des beaux-arts à l'université de New-York. On prétend que c'est pendant la traversée même, qu'il conçut la première idée de l'invention qui devait illustrer son nom. A cet égard il est bon de dire qu'il n'était jamais resté étranger à l'étude des sciences, et que, dans les dernières années de son séjour au collége de Yale, il s'était beaucoup occupé de physique et de chimie, sous la direction du professeur Silliman. En revenant donc en Amérique, sur le paquebot *le Sully*, et ayant rencontré parmi ses compagnons de voyage le docteur Charles S. Jackson, célèbre géologue de Boston, la conversation s'engagea bientôt entre eux au sujet de la découverte qui venait d'être faite, en France, de la corrélation qui existe entre les phénomènes du magnétisme et ceux de l'électricité. Préoccupé de cette question pendant tout le temps de la traversée, il y revenait chaque jour avec plus de passion, si bien qu'il ne songea plus, dès son retour, qu'à se livrer à des expériences auxquelles il consacra la plus grande partie de son temps.

Mais il devait s'écouler bien des années encore avant que le premier jet de l'inven-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion ne se fît connaître, car ce n'est qu'en 1835 que Morse montra un premier appareil télégraphique rudimentaire, établi dans une chambre et permettant, au moyen d'un fil enroulé plusieurs fois sur lui-même, d'établir une correspondance entre deux points séparés par une distance d'un demi-mille. C'était un appareil enregistreur (*recording electric telegraph*), mais qui ne permettait encore de correspondre que dans une seule direction. En 1837, cependant, étant parvenu à combiner un système double à l'aide duquel on pouvait communiquer dans les deux sens, Morse en fit l'exhibition à l'université de New-York, dans le but de lui donner de la publicité ; mais, comme il arrive toujours en pareil cas, si les visiteurs ne manquaient pas, en revanche personne ne croyait alors aux résultats financiers que l'inventeur annonçait devoir obtenir avec son appareil.

A la fin de cette même année, Morse prit le parti de se rendre à Washington, et profita de la session du congrès pour solliciter la concession d'une ligne télégraphique à établir entre cette ville et Baltimore. Une commission fut alors nommée pour examiner l'affaire ; mais, malgré un rapport favorable, la session s'étant terminée sans que la question fût décidée, l'inventeur découragé partit pour l'Europe, dans l'espoir de réaliser plus facilement ses projets. Malheureusement, pas plus en France qu'en Angleterre, il ne trouva les secours et les encouragements qu'il cherchait, et il fut obligé de s'en retourner dans son pays, où il revint plus découragé qu'auparavant, mais toujours plein de foi dans l'avenir de son invention, malgré la situation presque misérable à laquelle il en était réduit. A partir de ce moment et d'année en année, il renouvela auprès du congrès de Washington sa demande de concession jusqu'en 1843, où il obtint enfin satisfaction par un vote lui accordant 150 000 fr. pour l'établissement de sa ligne d'essai, qui commença à fonctionner l'année suivante. On peut donc dire que c'est de 1844 que date l'ère de la télégraphie électrique, surtout pour les États-Unis qui ont appliqué les appareils de Morse sur toute l'étendue de leur vaste territoire, et qui sont parvenus, depuis cette époque jusqu'à ce jour, à établir entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique un réseau de fils qui ne compte pas moins de 20 000 milles de développement (32 180 000 kilomètres).

Doit-on prétendre que Morse soit l'inventeur de la télégraphie électrique? Non, sans doute, car d'autres avant lui, parmi lesquels Franklin, ont eu l'idée de faire parcourir au courant électrique une certaine longueur de fil ; mais ce qu'il faut reconnaître, c'est que Morse a eu l'incontestable mérite, tout en se servant des recherches de ses devanciers, d'en faire une véritable application pratique, et d'imaginer des appareils et un alphabet de signaux qui ont permis d'augmenter singulièrement la rapidité de la transmission. Depuis lors, bien des progrès ont été faits; mais on ne doit pas oublier que la France, et surtout l'Angleterre, emploient encore aujourd'hui le récepteur et l'alphabet Morse, et que ces deux pays ont payé leur dette de reconnaissance

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'inventeur, il y a une quinzaine d'années, en lui accordant une large récompense pécuniaire. (*Journal of the Society of arts* et *American artisan.*)

Ordonnance rendue, en Angleterre, concernant l'altération des cours d'eau. — La protection des cours d'eau est, depuis quelques années, en Angleterre, l'objet de la sollicitude du Gouvernement, qui vient d'édicter l'acte suivant :

Toute personne

1° Qui jettera ou fera couler, ou qui permettra sciemment de jeter ou de faire couler, dans un cours d'eau quelconque, quelque matière d'égout solide ou liquide,

2° Qui jettera ou fera couler, ou permettra sciemment de jeter ou de faire couler, dans un cours d'eau quelconque, quelque liquide impur ou nuisible, des eaux d'usine ou tout autre liquide altéré,

Sera reconnue coupable de causer un dommage et condamnée,

Dans le premier cas, à une amende de 5 livres au plus (125 fr.) ;

Dans le second, à une amende n'excédant pas 10 livres (250 fr.), et, en outre, pour chaque jour du temps pendant lequel le dommage continuera, à 1 livre au moins (25 fr.), et à 2 livres au plus.

En cas de récidive, l'amende sera de 20 livres au plus (500 fr.) et de 2 à 5 livres par chaque jour du temps pendant lequel le dommage continuera.

Les dispositions édictées par le présent acte ne seront applicables que deux ans après sa promulgation. En outre, à l'expiration de ces deux années, aucune des pénalités susdites ne sera appliquée, s'il est dûment constaté par les autorités que le dommage a été produit, soit par des pluies excessives, soit par des eaux d'orage, ou que le délinquant a employé les meilleurs procédés pratiques pour empêcher toute pollution des eaux ou pour les purifier, ou enfin que ledit dommage est sans importance et, en quelque sorte, inappréciable.

Les liquides reconnus susceptibles d'altérer les cours d'eau sont classés comme suit :

1° Celui qui contient, en suspension, plus de trois parties en poids de matière minérale sèche, ou une partie en poids de matière organique sèche dans 100 000 parties en poids du liquide ;

2° Celui qui contient, en solution, plus de deux parties en poids de carbone organique, ou 0,3 en poids d'azote organique dans 100 000 parties en poids du liquide ;

3° Celui qui affecte une couleur distincte à la lumière du jour, lorsqu'on en met une couche de 1 pouce ($0^m,025$) dans une assiette blanche en porcelaine ou en faïence ;

4° Celui qui contient en solution, dans 100 000 parties en poids, plus de deux parties en poids de quelque métal, à l'exception du calcium, du magnésium, du potassium et du sodium ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° Celui qui, dans 100 000 parties en poids, contient soit en solution ou en suspension, en combinaison chimique, ou tout autrement, plus de 0,05 en poids d'arsenic métallique;

6° Celui qui, après être rendu acide par addition d'acide sulfurique, renferme dans 100 000 parties en poids plus d'une partie en poids de chlore libre ;

7° Celui qui contient, dans 100 000 parties en poids, plus d'une partie en poids de soufre à l'état d'hydrogène sulfuré ou d'un sulfure quelconque soluble ;

8° Celui qui accuse une acidité plus grande que celle qui est produite en ajoutant deux parties en poids d'acide muriatique à 1 000 parties en poids d'eau distillée;

9° Celui, enfin, qui accuse une alcalinité plus grande que celle qu'on obtient en ajoutant une partie en poids de soude caustique sèche à 1 000 parties en poids d'eau distillée.

Les agents chargés de la police sanitaire devront, dans chaque district, veiller strictement à l'observation de ces prescriptions.

L'autorité locale pourra, si elle le juge convenable, modifier l'une quelconque des précédentes prescriptions relatives à l'altération des cours d'eau, soit pour diminuer ou augmenter la rigueur des dispositions qu'elles renferment; mais, dans le cas d'une augmentation, toute mesure prise n'aura de valeur qu'après un dépôt préalable de 40 jours devant les deux Chambres du Parlement.

Procédé de peinture décorative sur étain, par M. C. Daniel. — On prend une feuille d'étain aussi mince que possible, et, par conséquent, très-flexible; on l'étend sur un fond dur et lisse, par exemple sur une glace ou sur un verre épais, en ayant soin de mouiller la surface de la glace pour faciliter l'étendage et le maintien de la feuille d'étain. Cette feuille constitue alors une surface très-lisse, sur laquelle on effectue la peinture à l'huile à ton uni ou décoratif, comme sur les murailles ou les boiseries. On laisse sécher, on vernit, et la peinture enlevée de la glace avec son doublage d'étain est prête à être transportée de l'atelier dans le bâtiment pour y être appliquée.

Ce nouveau produit décoratif se transporte en rouleau, comme le papier de tenture. Le fond ou l'étain de doublage constitue une surface hydrofuge, et enfin l'étain, à cause de son extrême flexibilité, épouse toutes les moulures et les contours les plus variés.

Avant l'application, on étend sur la surface à décorer une mixtion hydrofuge ; puis on découpe la peinture-étain et l'applique en lui faisant suivre tous les contours creux ou en relief.

La peinture-étain peut remplacer également la dorure. On applique, à l'atelier, l'or sur la feuille d'étain avec l'apprêt ordinaire ; on laisse sécher, puis on découpe la dorure-étain, et, après avoir étendu de la mixtion hydrofuge sur les baguettes ou ornements à décorer, on y applique les découpures de la dorure-étain. L'avantage de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dorure-étain, comparativement à la dorure ordinaire sur métaux, c'est d'être rebelle toute oxydation (1). (*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Machine à congeler l'eau, ou pompe pneumatique de M. Edmond Carré. — La machine de M. Carré a été présentée, en 1867, à la Société par M. Balard (voy. t. XIV, 2e série, p. 407). Depuis lors, elle est passée dans le domaine de la pratique industrielle, et a subi dans les détails certains perfectionnements qui en rendent le fonctionnement plus parfait. Nous en donnons ci-dessous les dessins, que nous empruntons au *Cours de Physique* de MM. Ch. Brisse et Ch. André (2).

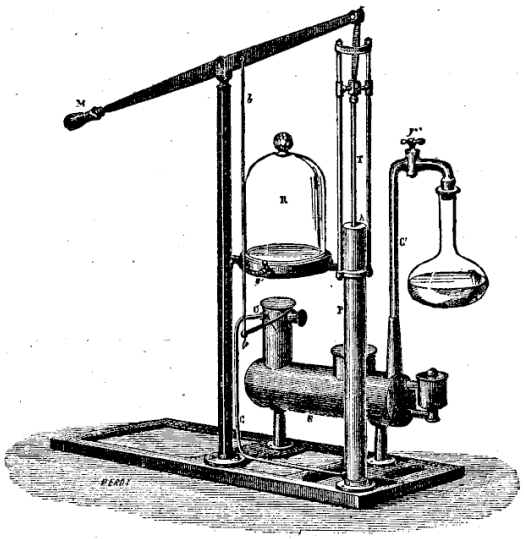


Fig. 1.

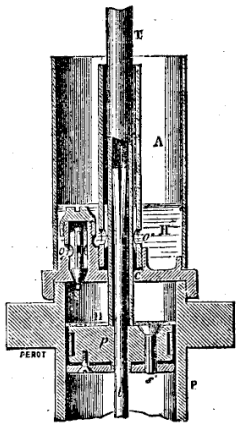


Fig. 2.

La figure 1 est une vue perspective de la machine avec addition du plateau et de la cloche à faire le vide, comme dans les machines pneumatiques ordinaires ; cette addition n'existe que dans les appareils destinés aux cabinets de physique.

---

(1) M. Dumas fait remarquer que le genre de peinture sur étain de M. Daniel a déjà la sanction d'une longue pratique sous une forme un peu différente, il est vrai. A cet égard, il rappelle que les Chinois emploient la peinture sur étain pour leurs meubles ou laques, et le plus souvent ce que l'on prend, sur ces objets, pour des dorures n'est autre chose que la feuille d'étain montrant le brillant métallique, recouverte d'un vernis jaune donnant la couleur de l'or.

(2) Paris, Dunod, éditeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 2 est une section du corps de pompe, montrant le détail des soupapes et du piston.

R est le récipient à faire le vide (fig. 1), P le corps de pompe où l'on fait mouvoir le piston par l'intermédiaire de la tige T et du balancier M ; S une petite chaudière en plomb antimonié contenant de l'acide sulfurique concentré, et dans laquelle un agitateur est mis en mouvement à l'aide de la tige auxiliaire *b*. L'une des extrémités de cette chaudière S communique, par le tube C, avec la base inférieure du corps de pompe, et sa partie supérieure, par le tube C′, avec le récipient où l'on veut faire le vide.

Dans la figure 1, l'appareil est disposé pour congeler l'eau de la carafe, opération qu'il n'est pas nécessaire d'expliquer, puisqu'il ne s'agit là que de l'application en grand de l'*expérience* dite *de Leslie*. En supprimant la carafe et en reliant par un tube métallique l'extrémité du tube C′ et celle du robinet *r* adapté au plateau du récipient R, on fait le vide sec sous la cloche.

Voici maintenant le détail de la pompe : La tige T (fig. 2) est creuse et laisse passer à son intérieur la petite tige *t*, qui porte la soupape inférieure du corps de pompe. Cette petite tige *t* est une barre de cuivre fendue à sa partie supérieure ; les portions ainsi détachées font ressort et pressent contre les parois intérieures de la tige T. Comme on le verra plus loin, il résulte de cette disposition que la soupape qui ferme l'orifice du récipient est soulevée et abaissée sans passage d'air à travers le piston. Enfin la soupape *s′* du piston *p* dépasse un peu la base inférieure de celui-ci, de manière que le jeu même de la machine l'oblige à se soulever lorsque le piston arrive au bas de sa course.

La partie supérieure du corps de pompe est fermée hermétiquement par une plate-forme métallique *c*, percée en son centre pour laisser passer la tige T, et munie d'une soupape S de forme spéciale. Lorsque le piston *p* est au haut de sa course, il appuie sur la partie inférieure de la soupape S et la soulève ; l'air que contenait le corps de pompe s'échappe et pénètre, par les trous *o*, dans une couche d'huile H renfermée au-dessus de la plate-forme dans le récipient A, puis de là gagne l'atmosphère. Lorsque, au contraire, la soupape S est fermée, l'air extérieur ne peut traverser la couche d'huile H et rentrer dans le corps de pompe, quel que soit le degré du vide auquel on soit parvenu. (M.)

Sur le lavage de la laine avec le verre soluble neutre, par MM. Baerle et comp. — Nous extrayons d'une instruction publiée par MM. Baerle et comp., de Worms, les réflexions suivantes :

L'emploi du verre soluble, pour le lavage de la laine, constitue un progrès important dans cette industrie. Le traitement est si simple et si économique, qu'il suffit d'en faire un essai en petit pour en reconnaître les avantages, surtout en ce qui concerne la laine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On prend 40 parties d'eau chaude à 50 ou 57 degrés C., et 1 partie de verre soluble neutre ; on y plonge la laine pendant quelques minutes, et on la travaille un peu avec la main ; on la lave ensuite avec de l'eau froide ou tiède, et on la trouve alors complétement blanche et exempte d'odeur. La laine, après cette opération, reste parfaitement douce, et ne perd rien de sa qualité, même lorsqu'on la laisse pendant plusieurs jours dans la solution du silicate, et que l'on attend tout ce temps pour la laver dans l'eau chaude.

On peut même la laver sur pied, en préparant la lessive d'avance, et en ayant soin de préserver les yeux des moutons au moyen d'une couverture, et de faire le lavage en une minute, avec la lessive dont on enlève le surplus avec de l'eau tiède.

Dans les filatures de laine peignée, on doit d'abord faire tremper cette laine, pendant 10 minutes, dans le bain de 40 parties d'eau, à 50 degrés ou 57 degrés centigrades, et de 1 partie de verre soluble, puis dans un autre bain de 80 parties d'eau à 37 degrés centigrades, et de 1 partie de verre soluble.

On obtient ainsi un résultat très-beau et très-économique, sans emploi de savon ou de soude, et la laine devient au moins aussi blanche, aussi propre et aussi douce que par toute autre méthode.

Ce verre soluble peut aussi être employé avantageusement pour la lessive domestique. On prépare le bain la veille, avec 20 ou 30 parties d'eau, à 50 degrés ou 57 degrés centigrades, et 1 partie de verre soluble neutre; on y plonge le linge que l'on travaille le lendemain avec un pilon, après avoir réchauffé le bain avec de l'eau ; on retire la lessive et on la fait égoutter. L'aspect du liquide extrait fait reconnaître que le linge est presque entièrement nettoyé. On achève rapidement l'opération avec un peu de savon. Il est cependant bon de passer encore la lessive dans une faible solution de verre soluble (sur 50 parties d'eau à 45 ou 50 degrés centigrades, 1 partie de verre soluble). Enfin on rince le linge dans l'eau pure. (*Gewerbeblatt für das Grossherzogthum Hessen.*) (V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 26 avril 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — MM. *Boutard* et *Lasalle,* rue d'Aboukir, 21, présentent à la Société un appareil pour les métiers à tisser, qui permet de supprimer le lanceur de la navette sans augmentation de frais. (Arts mécaniques.)

MM. *Giraudeau* et *Jolibert,* rue Daru, 15, et place de la Madeleine, 30, calorifères de cave et d'appartements. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Raffard,* rue de Richelieu, 45, projets d'un petit moteur inexplosible et d'un appareil destiné à accroître la vitesse des navires à voile. (Arts mécaniques.)

M. *Ducos Duhauren* (L.), cours Saint-Antoine, 10, à Agen, envoie à la Société le prospectus d'un nouveau moteur aérien ou moulin à vent, qu'il nomme *cyclone.* (Arts mécaniques.)

M. *Cellard,* rue des Tournelles, 28, demande une première annuité de brevet pour l'invention d'une laine végétale pour matelas et présente un système de fabrication mécanique de la ficelle pour tapissiers. (Arts mécaniques.)

M. *de Bouïjn* (Édouard), boulevard Maurel, 9, à Marseille, chemins de fer mobiles à rails tournants. (Arts mécaniques.)

M. *de Lafollye,* inspecteur des lignes télégraphiques, à Tours, soumet à l'examen de la Société un nouveau mode pour le dosage du cuivre par le cyanure d'ammonium. (Arts chimiques.)

MM. *Dunod* et *Bougleux,* rue du Faubourg-Poissonnière, 98, à Paris, fabricants de noir animal, demandent que la Société fasse examiner les procédés qu'ils emploient pour extraire des os, d'une manière rationnelle, les produits décolorants et fertilisants qu'ils contiennent. (Arts chimiques et agriculture.)

M. *Doray,* pharmacien, à Saint-Lô, procédé pour la fabrication simplifiée des capsules des cartouches Chassepot. (Arts chimiques.)

M. *Fahlman,* consul, à Stockholm (Suède), présente un système nouveau pour la désinfection et la collection des matières fécales d'une ville. (Arts chimiques et arts économiques.)

M. *de Forges de Goth,* rue Cruchinet, 3 *bis,* à Bordeaux, propose un moyen pour faire des copies de grandeur naturelle des grandes toiles de peinture de nos Musées. (Arts économiques.)

M. *Giroud,* rue d'Hauteville, 49, présente une série de régulateurs de becs de gaz pour les différents cas qui peuvent se présenter dans l'éclairage. Il prie la Société d'en faire l'examen et de les comparer aux régulateurs que M. *Bablon* a présentés de son côté. (Arts économiques.)

M. *Planchon* (Ferdinand), avenue d'Italie, 22, annonce qu'il est parvenu à perfectionner le métier à tapisserie, de manière à obtenir des résultats plus parfaits que ceux qu'on a obtenus jusqu'ici. (Arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* signalent parmi les pièces imprimées de la correspondance :

Notice sur l'enseignement supérieur agricole institué, par arrêté du 7 mars 1872, à l'École centrale des arts et manufactures, br. in-8°. (Commission du *Bulletin.*)

M. *Delesse,* Les oscillations des côtes de France. Paris, 1872, br. in-8°, avec une carte de la France.

M. *Le Hir,* Observations sur le rapport de la commission préfectorale au sujet du réseau des voies ferrées souterraines dans Paris, br. in-8°.

M. *Maurel,* fabricant d'abat-jour incombustibles, grande rue de la Chapelle, 17, à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Paris, Notice sur la fabrication du papier au Japon, extraite des Mémoires de l'Athénée oriental. (Paris, 1871, br. in-4°, avec 12 échantillons de papier japonais.)

ÉLECTION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — M. le *Président* annonce qu'un scrutin est ouvert, conformément à la demande du comité des arts chimiques et à l'autorisation du Conseil, pour la nomination d'un membre adjoint à ce comité.

Il donne lecture de la liste des candidats, qui sont : 1° M. *Grüner* et 2° M. *Guignet.*

Il procède, ensuite, après le vote, au dépouillement de ce scrutin. Le nombre des votants est de 20. Le scrutin donne 18 voix à M. *Grüner* et 2 voix à M. *Guignet.*

En conséquence, M. le *Président* déclare que M. *Grüner* est nommé membre adjoint du comité des arts chimiques.

M. *Grüner* est présent et, sur l'invitation de M. le *Président,* il prend place parmi ses collègues.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Parachute pour ascenseurs.* — M. *Haton* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un parachute pour ascenseurs, construit par M. *Salva,* ingénieur, à Rouen.

Le rapporteur propose au Conseil de remercier M. *Salva* de son intéressante communication, et de faire insérer dans le *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, ainsi que les dessins de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Acide phosphorique et phosphates divers. — M. *Barral* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur une fabrique d'acide phosphorique et de phosphates que M. *Blanchard* a établie auprès de Paris.

Le rapporteur propose de remercier M. *Blanchard* de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du rapport dans le *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 420.)

Arrosage pratique. — M. *Mangon* lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur un mémoire de M. *Tranié,* conducteur, faisant fonction d'ingénieur des ponts et chaussées dans la Haute-Garonne, contenant la description des ouvrages qui composent le système d'arrosage pratique des terres de Lestelle (Haute-Garonne).

Le comité d'agriculture propose de remercier M. *Tranié* de l'intéressante communication qu'il a faite et d'ordonner l'insertion du rapport dans le *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

M. *Mangon* fait aussi, au nom du même comité, un rapport sur les poulies de l'appareil télédynamique de M. *Hirn,* qui ont été présentées à la Société par M. *Peltier* jeune, constructeur d'instruments pour l'agriculture, rue Fontaine-au-Roi, n° 10, à Paris.

Le rapporteur propose de remercier M. *Peltier* jeune de la présentation qu'il a faite au Conseil, et d'imprimer dans le *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS. — *Ozone.* — M. *Houzeau* expose devant la Société les moyens qu'il emploie pour produire de l'*ozone* en plus grande quantité qu'on ne l'avait fait jusqu'ici.

M. le *Président* remercie M. *Houzeau* de l'intéressante communication qu'il vient de faire à l'assemblée, et le prie d'en faire l'objet d'une note détaillée qui sera insérée au *Bulletin*.

Margarine-Mouriez. — M. *Troost* donne communication, à la Société, d'un produit que M. *Mègé-Mouriez* a mis dans le commerce, et qui peut être très-utile dans les approvisionnements des navires, et dans les cas où on veut avoir à bon marché une matière grasse propre aux usages domestiques et peu altérable.

M. *Mouriez*, pendant le siége de Paris, en se reportant aux beaux travaux de M. *Chevreul* sur les corps gras, a cherché à en faire une application pratique pour la fabrication d'une matière grasse comestible avec de la graisse de bœuf, mais exempte de l'odeur spéciale qui empêche que cette graisse puisse être employée à tous les usages dans la cuisine : ces expériences l'ont conduit au résultat utile auquel il est parvenu.

Il prend de la graisse de bœuf fraîche et la divise en menus fragments en la faisant passer entre des cylindres garnis de pointes; il en met 1 000 kilog. dans une cuve avec 300 kilog. d'eau aiguisée par 1 kilog. de carbonate de soude, et avec un estomac de mouton; puis il maintient, pendant une heure ou deux, ce mélange à une température de 40 à 45 degrés, en le brassant continuellement. Dans cette opération une digestion artificielle des membranes qui enveloppent la graisse pure s'opère; la dissolution et la fusion sont complètes, et la graisse, dépouillée de tout corps étranger, surnage à la surface. Il est très-important de ne pas dépasser la température de 45 degrés, pour empêcher le développement d'une odeur de suif qu'il est essentiel d'éviter. Lorsque cette opération est terminée, on fait écouler la graisse, qui forme une couche superficielle, dans une cuve maintenue à la même température de 40 degrés; de là elle est versée dans des cristallisoirs, qui en contiennent 25 kilog. chacun, et où elle se fige à la température de 25 degrés.

Les pains ainsi obtenus se composent d'un mélange d'oléine, de margarine et de stéarine. On les divise en petits gâteaux, qu'on soumet, dans des sacs en toile, à l'action d'une puissante presse hydraulique; la stéarine reste dans les sacs, et on recueille environ 50 à 55 pour 100 d'oléo-margarine. Enfin on soumet cette substance à l'action de cylindres, qui la malaxent et en font une pâte homogène, et on a ainsi un produit utile et propre aux usages domestiques.

Cette graisse n'a pas d'odeur, elle a une consistance butyreuse; elle se conserve sans altération pendant de longs mois, et elle est propre à tous les usages culinaires, à l'approvisionnement des navires, etc.

M. *Mège-Mouriez* a pensé qu'il était possible d'obtenir un produit analogue au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

beurre, et qui en rappelât les principales propriétés ; quelques essais faits dans ce sens sur une émulsion d'oléo-margarine avec du lait ont confirmé cette prévision. Mais il n'y a rien encore sur ce sujet qui soit assez précis pour qu'on puisse faire autre chose que donner l'indication du but qu'il serait possible d'atteindre.

Ces faits ont une importance assez grande pour qu'on ait cru devoir en entretenir la Société ; ils montrent l'existence d'une substance spéciale, facile à obtenir, qui peut être employée à des usages lui donnant une valeur plus grande que celle que la graisse de bœuf a ordinairement. C'est donc, en réalité, une augmentation de valeur, c'est-à-dire d'utilité, qui est donnée à une matière abondante, et cette circonstance paraît digne d'attirer l'attention de la Société. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Gravure sur verre par le sable. — M. *Mangon* présente à la Société divers spécimens de gravure sur verre faits par le procédé de M. *Tilghman,* et qui peuvent être exécutés sans difficulté dans tous les laboratoires ; ce sont des plaques dépolies d'une manière générale, sauf des réserves ; d'autres plaques gravées de dessins variés, des éprouvettes et des flacons gradués, etc.

L'emploi d'un courant de sable projeté par un jet de vent ou de vapeur a été annoncé, l'année dernière, dans les journaux américains, et a été plusieurs fois décrit depuis cette époque. L'appareil dont on se sert consiste dans une trémie contenant du sable, qui s'écoule d'une manière continue par un tube flexible dont on règle l'inclinaison de manière à graduer à volonté la chute du sable ; cet écoulement se fait ensuite par un tube étroit qui traverse un manchon cylindrique formant une chambre annulaire dans laquelle débouche le vent de la machine soufflante. Le courant de sable débouchant par la même ouverture que le jet d'air ou de vapeur, mais en arrière de l'orifice, est entraîné violemment par ce jet et projeté avec force sur le corps qu'on veut soumettre à son action. Divers détails de construction permettent de faire varier à volonté la quantité du sable, le volume de l'air, le diamètre du jet actif, et de produire ainsi différents effets.

Dans les premières expériences de ce genre à New-York, en employant une pression de 136 kilog. on a percé, en 25 minutes, un trou de 32 millimètres de diamètre dans un bloc de corindon ; avec une pression de 45 kilog. on a percé, en trois minutes, un trou de 32 millimètres de diamètre et de 8 millimètres de profondeur dans une lime de bon acier. Le poids d'un diamant a été sensiblement diminué en une minute, et une topaze a été détruite.

L'action est nulle, au contraire, sur un corps mou comme le caoutchouc, la gélatine bichromatée employée en photographie, le papier, etc.

Pour le verre, il faut peu de pression, le soufflet d'une lampe à émailleur suffit, et on peut ainsi, sans aucune difficulté, graver, dans tous les laboratoires, des divisions de flacons d'éprouvettes, dépolir du verre, etc. ; quelques minutes suffisent pour dépolir une plaque de verre de 2 décimètres carrés. M. *Mangon* présente des objets divers,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont été dépolis ou gravés de cette manière, soit par des réserves faites sur un fond uni dépoli, soit par la préservation de la surface entière, moins la partie qui devait être gravée. Une plaque de verre de plusieurs millimètres d'épaisseur a été complétement perforée en vingt minutes.

Il ne doute pas que cette industrie ne prenne un grand développement, ne se plie aux usages les plus variés, et ne se substitue à peu près partout à la gravure du verre par l'acide fluorhydrique.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Quéruel,* ingénieur, à Paris. — *Sohy,* mécanicien, à Paris. — *Raffard* (F. J.), à Paris. — *Brehier* (Edouard), constructeur-mécanicien, à Paris.

Séance du 10 *mai* 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Chauvain* (Léonce), négociant, rue de l'Hôtel-de-Ville, 36, à Cette, demande à la Société de faire examiner sa fabrication de vins fins imités des vins étrangers, et de sa fabrique de vermout. (Agriculture.) Il fait hommage en même temps de son histoire du Portugal et de la maison de Bragance.

M. *Guénebaut* (Ed.), à Arras, demande s'il est encore temps de présenter, au concours ouvert par la Société, une encre qu'il fabrique et qui est, suivant lui, inoffensive pour les plumes métalliques. (Arts chimiques.)

M. *Digeon* (Fernand), à Limoux, se présente au concours ouvert par la Société, pour la fabrication de graine saine de vers à soie indigène. (Agriculture.)

M. *Dujardin* (Ch.), rue Chabrol, 21, à Paris, demande l'aide de la Société pour développer les procédés par lesquels il est parvenu à rendre les tissus incombustibles ou à les imperméabiliser. (Arts chimiques.)

M. *Garnier* (J.), ingénieur, boulevard Magenta, 35, demande que son nom soit joint à celui de M. *Deprez*, dans la décision de la Société d'encouragement qui a décerné une médaille à l'invention, qu'ils ont faite en commun, d'une règle pour calculer la distribution de la vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Arnou* (Émile), à l'ancienne féculerie de la Patte-d'Oie, d'Herblay, par Herblay (ligne du Nord), demande des renseignements sur les résultats obtenus par M. *Gérardin* pour la désinfection des eaux provenant des féculeries, et sur les moyens à employer pour arrêter un dégagement d'acide carbonique qui a lieu dans son puits. (Arts chimiques.)

MM. *Fisse, Thirion* et *comp.*, fabricants de vins de Champagne, à Reims, présentent à la Société : 1° un système pour le capsulage des bouteilles de vins de Champagne; 2° de nouvelles agrafes pour le bouchage des vins mousseux; 3° un système de débouchage instantané sans l'aide d'aucun instrument. (Arts économiques.)

M. *Jacoutot* (E.), à Neuilly (Seine), avenue de Neuilly, 132, adresse un modèle de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moteur par le vent, qu'il nomme *panémore* et qui est toujours prêt à agir, quelle que soit la direction du vent. (Arts mécaniques.)

M. *Dufrené* (H.), ingénieur civil, rue de la Fidélité, 10, à Paris, envoie une copie d'une note qu'il a adressée à M. le Ministre des affaires étrangères, pour attirer l'attention du gouvernement sur la situation qui est faite aux titulaires des brevets français pris en France avant la cession de l'Alsace-Lorraine.

Le gouvernement allemand, dit-il, a le plus grand tort d'exiger, sous peine de déchéance, le versement d'annuités déjà payées en France, et il met les industriels dans une position dangereuse en ne donnant aucune publicité à cette interprétation, à coup sûr erronée, du traité de Francfort. (Comité du commerce.)

M. le consul de l'empire d'Autriche-Hongrie transmet une note pour faire connaître le développement que le Gouvernement japonais donnera à la part qu'il veut prendre dans l'Exposition universelle de Vienne en 1873. (Commerce.)

M. *Raffard,* rue de Richelieu, 45, présente deux mémoires sur l'art nautique. Le premier concerne les moyens à employer pour empêcher le roulis des navires, le deuxième ceux à mettre en œuvre pour faciliter l'escrime de l'éperon et servir de paracalme. (Arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* font une analyse des pièces imprimées de la correspondance dans lesquelles on remarque les articles suivants :

M. *de Lafollye,* Mémoire sur la section, photographique et administrative, du service des dépêches par pigeons voyageurs, pendant le siége de Paris. Tours, 1871, in-18.

M. *Saint-Pierre* (C.). Deux brochures in-8°, 1870 et 1871, sur les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne.

M. *Loubet*, président du comice agricole de Carpentras. Lettre sur la maladie de la vigne. Carpentras, 1872, br. in-8.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Électricité appliquée.* — M. le comte *du Moncel* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les appareils électriques que M. *Trouvé* a construits, en vue d'appliquer l'électricité à la pratique médicale et chirurgicale et à la télégraphie de campagne.

Le comité des arts économiques propose d'adresser des remercîments à M. *Trouvé* pour ses intéressantes communications et de faire insérer dans le *Bulletin* le rapport auquel elles ont donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Ventilation, chauffage. — M. *Peligot* (Henri) présente, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur un appareil que M. *Henry*, demeurant à Saint-Denis, rue de Paris, 67, a organisé pour ventiler les locaux dans lesquels se trouvent des poêles ou des fourneaux de cuisine.

Le comité des arts économiques propose de remercier M. *Henry* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin,* avec le dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Legs de M. Herpin, de Metz. — M. le marquis *de Turenne* lit un rapport, au nom de la commission des fonds, pour proposer au Conseil d'accepter un legs fait à la Société par M. le docteur *Herpin (de Metz)*, qui était depuis quarante ans membre du Conseil. (Voir cahier de juin 1872, p. 281.)

Mines d'Australie. Matériel d'exploitation. — M. *Pihet* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un bocard et sur une pompe à sable, en usage dans les mines d'Australie, signalés au Conseil par M. *Raffard,* membre de la Société, qui a fait un long séjour dans cette contrée.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Raffard* de la communication qu'il a faite à la Société, et d'insérer au *Bulletin* le rapport, avec les dessins qu'il comporte et la description que l'auteur de la communication en a donnée.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — M. *Lissajous* fait, au nom de M. *Sidot*, une communication sur les moyens qu'il a employés pour arrêter les chevaux emportés et pour corriger les chevaux vicieux.

Ce procédé est fondé sur l'emploi d'une forte secousse électrique donnée au cheval au moment où il s'emporte ou se livre à ses habitudes vicieuses, et qui, répétée dans des conditions convenables, tend à modifier ces habitudes.

Le mors qu'il emploie pour les chevaux sujets à s'emporter présente, de part et d'autre de la traverse, deux couronnes métalliques qui correspondent à la partie qui repose sur la mâchoire inférieure, et qui sont isolées du reste du mors par des rondelles en ivoire. Ces couronnes sont en communication directe avec deux fils métalliques logés dans l'épaisseur des guides et attachés aux pôles d'une bobine d'induction, laquelle peut être animée instantanément par le courant d'une pile à fermeture hermétique du système de M. *Trouvé*. La bobine et la pile sont contenues dans une boîte en cuir fixée au garde-crotte, et qui peut avoir un mouvement de bascule autour de son centre. Un ressort est placé de manière à la ramener dans la position verticale quand la main cesse d'agir sur elle, et en même temps à interrompre le passage du courant de la pile à la bobine, mais seulement quand la boîte est dans une situation verticale. Cette description indique ce que le cocher doit faire au moment où il veut arrêter un cheval emporté. Il n'a qu'à faire tourner la boîte électrique en y appuyant la main droite ; la pile entre en action ; la bobine est excitée, et une violente décharge du courant d'induction frappe le cheval dans la mâchoire. Dans les diverses expériences qui ont été faites, des chevaux lancés à fond de train ont été arrêtés immédiatement et d'une manière subite. M. *Sidot* a la conviction que le sentiment d'étonnement que cette secousse produit dans un cheval emporté ne manquera jamais de s'arrêter.

Ce principe peut être employé pour corriger certains vices du cheval, qu'on n'aurait pas pu réduire par d'autres moyens. Ainsi M. *Sidot* l'a employé pour guérir un cheval qui *tiquait,* c'est-à-dire mordait sa mangeoire jusqu'à quinze à vingt fois par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

minute. Une première secousse donnée par un conducteur établi sur le bord de la mangeoire fit rejeter la tête en arrière et arrêta le tic pendant trente minutes; une deuxième causa une suspension d'une heure et demie, et à la quatrième l'intervalle était déjà de dix heures; au bout de deux jours, il était impossible de renouveler l'expérience devant une commission nommée pour vérifier les résultats obtenus; le cheval ne voulait plus mordre sa mangeoire.

A la suite de cette communication, M. *Lavollée* fournit quelques explications sur les expériences faites, avec ce mors électrique, il y a trois ans, à la Compagnie des omnibus. L'effet, à cette époque, était loin d'être constant, et il est arrivé même, une fois, que la secousse électrique, loin d'arrêter le cheval lancé au galop, a, au contraire, accéléré sa course.

Il pense, néanmoins, qu'il est intéressant de suivre ces expériences, et de chercher à en tirer parti; mais il demande qu'on distingue avec soin l'état d'un cheval docile bien guidé et lancé au maximum de sa vitesse, de celui d'un cheval emporté et en révolte contre son conducteur.

M. le *Président* remercie M. *Sidot* et M. *Lissajous* de cette communication. Il renvoie l'examen des procédés proposés par M. *Sidot* aux comités des arts économiques et de l'agriculture, qui tiendront certainement compte des observations présentées par M. *Lavollée*.

M. *Lissajous* donne communication, au nom de M. *Flaud* (H.), président du comité agricole et député de Dinan, de deux prix que ce comice a fondés pour les meilleurs mémoires sur la fabrication du cidre et sur celle du beurre. M. *Flaud* demande que la Société d'encouragement s'intéresse à l'amélioration des procédés de fabrication de ces deux denrées importantes, qui acquerraient une bien plus grande valeur si les méthodes de fabrication étaient améliorées; il exprime le désir que le Conseil veuille bien déléguer un de ses membres pour prendre part à l'examen des mémoires qui seront présentés à ce concours.

A la suite de cette communication, des observations sur l'importance de la culture de la vigne comparée à celle du pommier à cidre sont présentées par M. *Moll*. M. le *Président* signale, d'autre part, la puissance que les usages et les habitudes des populations exercent sur la direction du commerce et des productions d'un pays, et l'utilité qu'il y a, dès lors, à améliorer le plus possible chacune de ces productions. Il charge ensuite le comité d'agriculture d'examiner la demande de M. *Flaud*, et de lui donner une suite convenable.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

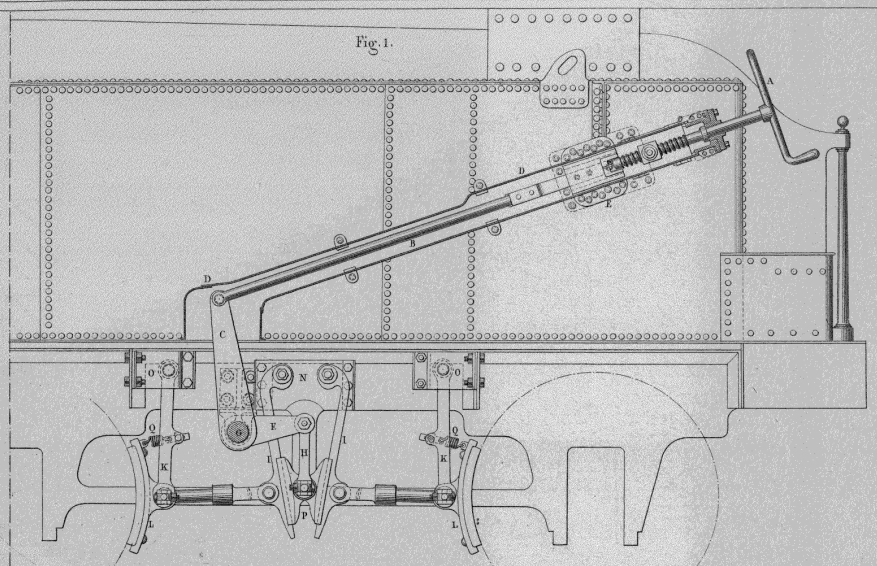


Fig. 2.

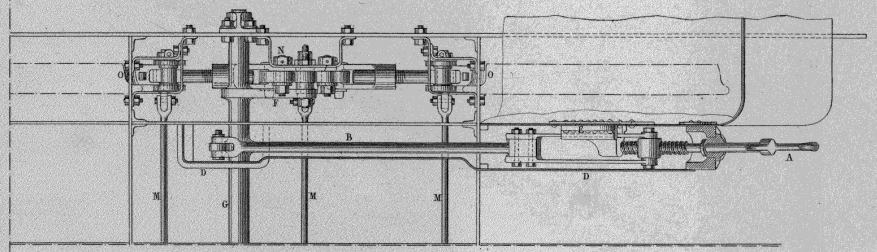
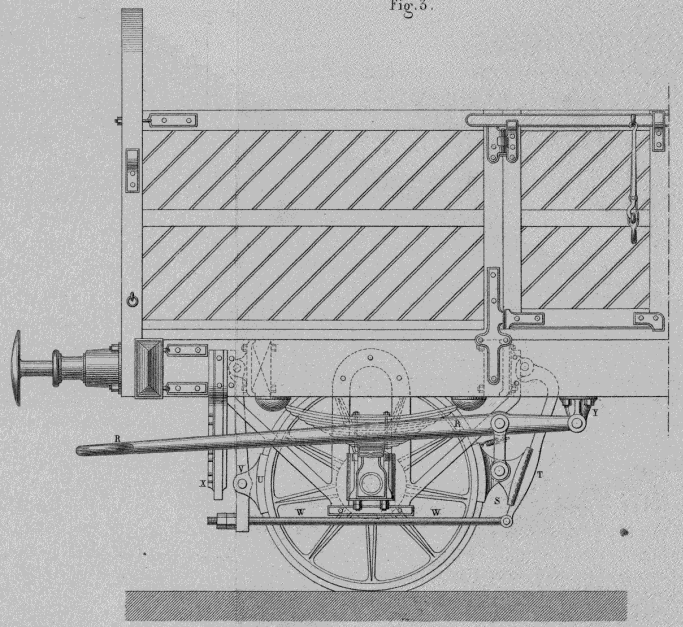


Fig. 3.



Echelle au 1/20

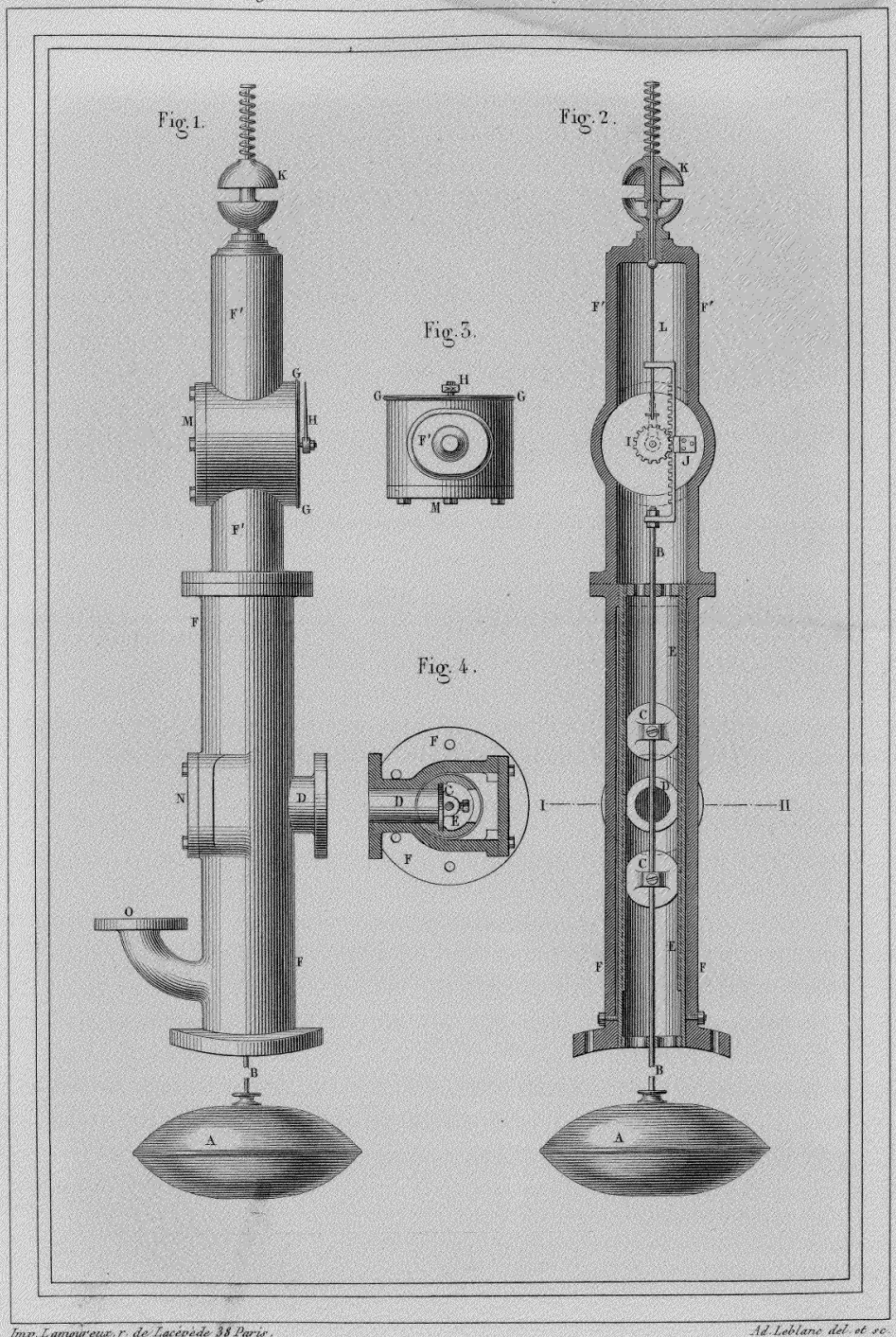


Imp. Lamoureux r. de Lacépède 38 Paris

Ad. Leblanc. del. et sc.

FREIN A COINS ARTICULÉS, PAR M. STILMANT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

FLOTTEUR-AVERTISSEUR, PAR M. GILLET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Septembre 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

RAPPORT *fait par* M. le comte DU MONCEL, *au nom des comités des arts économiques et des arts mécaniques, sur le* DÉBRAYEUR ÉLECTRIQUE *appliqué aux métiers de bonneterie et, par extension, aux métiers à tisser, présenté par* M. RICHARD, *rue Portefoin,* 12, *à Paris.*

Messieurs, l'une des difficultés les plus grandes que l'on rencontre dans la fabrication de la bonneterie est celle qui résulte de la rupture des fils sur les métiers et de l'épuisement inaperçu des bobines sur lesquelles ces fils sont enroulés en provision. Certainement, avec un peu de vigilance, un ouvrier peut parer facilement à ce dernier inconvénient, car il peut être prévu; mais cette vigilance fait souvent défaut, et il peut en résulter que le tricot s'échappe partiellement ou totalement du métier. D'un autre côté, quand la rupture d'un fil se produit, on obtient pour résultat des mailles coulées, des hachures, des aiguilles chargées, et ce dernier accident peut même, d'un seul coup, faire briser toutes les aiguilles d'un métier. Dans tous les cas, il importe que le métier se trouve arrêté aussitôt que la rupture du fil s'est produite.

C'est pour obtenir ce résultat qu'on a imaginé les casse-fils mécaniques, qui, par un système de débrayage facile à comprendre, peuvent être mis en action sous l'influence de la chute de tiges à crochet articulées, dont la position

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

normale n'est maintenue que par la tension des fils auxquels elles servent de guide et qui agissent à la manière d'un déclanchement quand elles s'abattent ; mais, comme on le comprend aisément, ce système, s'il jouit de l'avantage de procéder automatiquement à l'arrêt du métier, au moment même où la rupture du fil se produit, il ne peut la prévenir, et le problème ne se trouve résolu de cette manière que très-imparfaitement.

D'un autre côté, cette disposition ne peut être appliquée facilement que dans le cas où le nombre des fils en œuvre n'est pas très-considérable et que ces fils eux-mêmes sont assez forts pour soutenir les tiges de détente. Elle présente, d'ailleurs, un inconvénient assez grave, c'est que, quand, par suite de la rupture d'un fil ou de l'épuisement d'une bobine, une des tiges de détente vient à tomber, les autres se trouvent entraînées dans ce mouvement, et ce n'est pas chose aisée que de les tenir toutes relevées pour remettre le métier en marche. Ces appareils, du reste, sont impuissants contre les nœuds, impuretés du fil et excès de tension, qui peuvent amener la rupture de toutes les aiguilles d'un métier sans que les casse-fils aient agi.

Il résulte de ces considérations que les casse-fils aujourd'hui en usage sont loin de satisfaire complétement l'industrie de la bonneterie, et que leur perfectionnement par des moyens purement mécaniques ne peut conduire à aucun résultat satisfaisant au point de vue d'une action préventive, car les causes qui peuvent entraîner la rupture des fils ne sont pas de nature à provoquer par elles-mêmes une action mécanique assez puissante pour arrêter un métier en mouvement. Mais si l'on considère que, *sous l'influence d'une cause physique à peine appréciable, l'action électro-magnétique peut déterminer une force énergique*, la question change de face, et on reconnaît facilement que le problème peut être résolu dans d'excellentes conditions, tout à fait en rapport avec les caractères propres de l'électricité, cet agent si subtil qui a déjà rendu tant de services à l'industrie et aux arts. Or, c'est ce problème qu'a résolu M. Richard dans l'appareil appelé *feeler* qu'il vous a présenté.

L'intervention de l'électricité dans les casse-fils mécaniques des métiers de bonneterie était, du reste, depuis longtemps tellement indiquée, que MM. Radiguet et Lecène jugeant avec raison que la chute des tiges articulées de ces casse-fils ne pouvait opérer avec une grande sûreté le fonctionnement du débrayeur, en raison de la faiblesse de l'action mécanique produite, et entraînait, d'ailleurs, des complications mécaniques assez grandes, quand le métier comportait plusieurs de ces systèmes, pensèrent à employer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'électricité comme intermédiaire, et, au lieu de faire agir directement ces tiges sur le débrayeur, ils utilisèrent leur chute à la fermeture d'un courant qui, en animant un électro-aimant, pouvait mettre en action le débrayeur lui-même, sans aucun organe de transmission de mouvement, et quel que fût le nombre des systèmes de casse-fils.

Cette idée était véritablement un progrès réalisé; mais, comme je le disais, l'action de ce mécanisme était déterminée par l'effet même de l'accident survenu et ne le prévenait pas; elle ne faisait qu'en empêcher les suites, en rendant la perte de temps moins longue pour la réparation. Avec le système de M. Richard, il n'en est plus ainsi : ce sont les causes mêmes, susceptibles d'entraîner la rupture des fils, qui sont en jeu, et qui empêchent cette rupture de s'accomplir, et l'appareil étant arrêté, il devient facile de remédier au défaut qui l'a provoquée. J'ai insisté un peu sur ce point de la question, parce que MM. Radiguet et Lecène ont envoyé une réclamation de priorité à la Société d'encouragement contre M. Richard, et que ces inventeurs ne semblent pas avoir compris la différence des deux systèmes. Il suffit, du reste, de voir les machines de MM. Radiguet et Lecène (1), et les instructions qu'ils ont publiées pour leur mise en action, pour être convaincu de l'inopportunité de la réclamation qui vous a été faite. D'ailleurs, le système de MM. Radiguet et Lecène ne paraît guère susceptible de s'appliquer qu'aux métiers circulaires, tandis que celui de M. Richard peut convenir non-seulement aux métiers circulaires et rectilignes, mais même aux métiers de tissage ordinaires, soit pour les fils de chaîne, soit pour les fils de trame, comme nous allons le voir à l'instant.

Pour qu'on puisse bien comprendre le fonctionnement des différentes pièces de l'appareil de M. Richard, il faut d'abord se bien pénétrer des causes qui peuvent provoquer la rupture des fils. Ces causes peuvent provenir : 1° de solution de continuité du fil sur les bobines par de mauvaises rattaches; 2° de nœuds ou grosseurs dans le fil; 3° d'un embobinage irrégulier ou trop serré par places, qui produit un excès de tension.

Le problème à résoudre était donc de faire en sorte que le fil n'exerçant plus de tension par suite de sa rupture ou de son épuisement sur les bobines, ou déterminant une tension trop grande par suite des nœuds, gonflements

(1) Voy. le rapport sur le système de MM. Radiguet et Lecène, *Bulletin* de 1869, 2e série, t. XVI, p. 513.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou mauvais embobinage, pût réagir sur un rhéotome électrique, capable de fournir une fermeture de courant, sous l'influence de ces deux effets contraires. C'est ce à quoi est parvenu M. Richard en faisant passer les fils sur de petits chevalets métalliques à surface bien polie, sollicités à se mouvoir de bas en haut par des ressorts à boudin et pouvant osciller entre deux lames métalliques en communication directe avec l'un des pôles d'une pile, étant eux-mêmes mis en rapport avec l'autre pôle, par l'intermédiaire du circuit correspondant au débrayeur. Avec cette disposition, on comprend facilement que le fil passant sur les chevalets métalliques empêche le contact de ceux-ci avec la traverse métallique qui se trouve au-dessus, et l'étirement du fil peut se faire facilement sous une pression qui peut être réglée par la tension des ressorts à boudin qui sollicitent les chevalets ; mais, si un des fils vient à casser, le contact des deux pièces métalliques a lieu, et le courant étant fermé, le débrayeur est mis en action. Si, au contraire, l'étirement du fil entraîne une tension trop forte de la part du fil, laquelle peut amener sa rupture, le chevalet mobile fléchit sur son ressort antagoniste et se trouve mis en contact avec la traverse métallique qui est au-dessous de lui : il en résulte, comme dans le premier cas, une fermeture de courant qui provoque de la même manière l'arrêt du métier. Il est facile de comprendre que le même effet se produit quand un nœud ou une grosseur trop forte dans le diamètre du fil se présente. L'action préventive est donc bien établie avec cette disposition, et le problème se trouve ainsi résolu de la manière la plus simple.

Le débrayeur de M. Richard n'offre, du reste, rien de particulier : c'est un système à déclanchement électro-magnétique, dans lequel l'armature de l'électro-aimant, en tombant, entraîne le levier de la poulie qui tend la corde pour la transmission du mouvement, et empêche ainsi le métier d'être mis en action. En même temps cette armature agit sur un interrupteur du courant, en disjoignant, au moyen d'une petite dent d'ivoire, deux lames de ressort en contact immédiat; ce qui permet, quand le défaut est réparé, de reclancher l'armature et de remettre le métier en état de fonctionner de nouveau.

Nous avons dit que M. Richard avait pu appliquer son système aux métiers de tissage. En effet, dans le mémoire qu'il a présenté à la Société d'encouragement, il décrit une disposition où cette application peut être faite d'une manière extrêmement simple, aussi bien aux fils de chaîne qu'aux fils de trame.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les fils de chaîne, il emploie une série de lames métalliques très-rapprochées les unes des autres, et montées alternativement sur deux tringles métalliques en rapport avec les deux bouts disjoints d'un circuit voltaïque, sur lequel est interposé un débrayeur électrique.

Livrées à elles-mêmes, ces lames peuvent se toucher deux à deux, savoir une lame de rang pair avec une lame de rang impair; mais, quand le métier est monté, chacun des fils de la chaîne sépare ces deux lames et empêche ainsi la fermeture du circuit. Il n'y a que quand une rupture de l'un ou de l'autre de ces fils a lieu, ou quand un nœud se présente, que le contact des lames se produit et que le débrayage peut s'effectuer.

Pour les fils de trame, M. Richard arme la navette de l'interrupteur que nous avons décrit, et qui est réduit à un seul chevalet. Deux lames métalliques, incrustées sur les deux surfaces opposées de la navette et isolées l'une de l'autre, sont reliées métalliquement avec les deux parties isolées de l'interrupteur, et à chaque coup de navette, quand celle-ci arrive à la fin de sa course, elles se trouvent prises entre deux lames métalliques communiquant aux deux extrémités d'un circuit voltaïque correspondant au débrayeur, qui mettent celui-ci en rapport direct avec l'interrupteur de la navette. Alors, les effets que nous avons étudiés pour les métiers de bonneterie se renouvellent, et permettent l'action préventive dont nous avons parlé.

Pour être juste, nous devons dire que, dès l'année 1855, M. Peyrot a eu une idée analogue; seulement, au lieu de faire réagir le courant fermé par l'interrupteur de sa navette sur un débrayeur, il l'employait uniquement à faire tinter une sonnerie électrique pour prévenir l'ouvrier de l'embarras dont cette navette se trouvait menacée; de là, le nom de *navette-moniteur électrique*, donné à ce système par M. Peyrot. (Voir mon *Exposé des applications électriques*, tome III, p. 75). M. Peyrot, du reste, avait spécialement affecté cette disposition aux métiers pour le tissage des rubans.

L'invention de M. Richard, appliquée aux métiers de bonneterie, n'est pas restée à l'état de simple conception théorique ; elle a été appliquée sur des métiers en œuvre, et les résultats, au dire des expérimentateurs, ont été excellents. Aujourd'hui, l'appareil fonctionne à l'Exposition universelle de Londres et paraît exciter l'intérêt des personnes compétentes.

Quant à la seconde partie de l'invention de M. Richard, nous ignorons si elle a été mise en pratique. Dans tous les cas, aucune raison ne peut faire croire qu'elle puisse donner de moins bons résultats que la première; mais la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commission ne peut préciser aussi nettement son opinion à son égard, les faits manquant complétement pour consacrer son appréciation.

Le comité des arts économiques, joint à celui des arts mécaniques, représenté par M. Alcan, est donc d'avis que l'invention de M. Richard a réalisé un véritable progrès par son application aux métiers de bonneterie, et, en conséquence, il vous prie, Messieurs, de décider que des remercîments soient adressés à M. Richard pour son intéressante communication et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin* avec les dessins qui s'y rapportent.

Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 20 octobre 1871.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DU DÉBRAYEUR ÉLECTRIQUE DE M. RICHARD, REPRÉSENTÉ PLANCHE 475.

Application aux métiers de bonneterie.

Fig. 1. Section longitudinale de l'appareil proprement dit, nommé *feeler* par l'inventeur.

Fig. 2. Vue en élévation d'un des éléments ou chevalets de l'appareil.

Fig. 3. Vue en dessus dudit chevalet.

Fig. 4. Élévation longitudinale et vue debout de l'aiguille ou crochet servant à passer les fils du métier dans l'appareil.

Fig. 5. Vue en élévation du système de débrayeur.

Fig. 6. Vue en élévation de l'appareil électrique du débrayeur.

Fig. 7. Section horizontale du même suivant la ligne I, II de la figure 6.

Détail de l'appareil dit feeler. — A, pièce principale sur laquelle sont montés les organes du feeler.

B, chevalets métalliques, en nombre égal à celui des fils des bobines et destinés à osciller de bas en haut ou réciproquement; ils ont, en section verticale, la forme d'une équerre (fig. 1), et se composent d'une plaque horizontale (fig. 2 et 3), reliée à une tige verticale qu'enveloppe un ressort à boudin logé dans un évidement correspondant de la pièce A.

C, petits poteaux fixes, maintenus dans la pièce A et traversant librement les chevalets B pour assurer la verticalité de leur mouvement d'oscillation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D, traverse polie ou émaillée fixe, dans laquelle passent librement les extrémités supérieures des tiges des chevalets B; c'est entre cette traverse et la surface supérieure des plaques des chevalets qu'on introduit, au moyen de l'aiguille représentée fig. 4, les fils des bobines; chaque fil, indiqué sur la figure 1 par un point, a donc, pour se mouvoir de gauche à droite et réciproquement, l'espace compris entre les tiges des chevalets et les poteaux C.

E, E, lames métalliques de contact, parallèles à la traverse D et se réunissant d'un côté de manière à former une espèce de fourche à talon dans laquelle tout l'appareil est placé.

F, matière isolante interposée entre la traverse D et la lame supérieure E.

G, autre couche de matière isolante interposée pareillement entre la pièce A et la lame inférieure E.

H, H, vis et écrous réunissant toutes les parties de l'appareil; les trous dans lesquels elles passent sont garnis de gaînes en matière isolante.

I, vis pour réunir à la pièce A l'un des fils du circuit électrique.

J, autre vis réunissant au talon de la fourche E E l'autre fil du circuit.

C'est dans le circuit formé par ces deux fils qui correspondent aux pôles de la pile, qu'est placé l'appareil de débrayage proprement dit dont nous allons parler.

Appareil de débrayage. — K, électro-aimant ordinaire (fig. 6 et 7).

L, armature destinée à être attirée par l'électro-aimant K et soutenant, lorsqu'elle est au repos, l'extrémité du levier M.

M, levier de déclanchement pouvant tourner autour de l'une de ses extrémités comme centre; il est muni, en dessus, d'une cheville qui supporte la barre N.

N, barre portant à l'une de ses extrémités une poulie de tension, qui agit sur la corde de transmission de mouvement du métier; la tension n'a lieu que lorsque la barre N est en place, c'est-à-dire lorsqu'elle est soutenue par la cheville du levier de déclanchement M.

O, ressort de rappel accroché au levier M, qu'il sollicite sans cesse à tomber dès qu'il n'est plus soutenu par l'armature L.

P, levier courbe ou bascule, servant à relever le levier M pour le remettre en prise avec l'armature L (fig. 5) et, par conséquent, pour remettre le métier en marche. Le levier P, qui oscille autour de son point d'attache, est commandé au moyen d'une goupille placée sur la barre N, en sorte que, dès que l'ouvrier relève cette barre, la goupille presse sur la bascule dont la queue agit aussitôt pour remettre les pièces en prise; cet enclanchement ne peut évidemment avoir lieu que lorsque l'armature L est revenue en place, c'est-à-dire lorsque le courant est interrompu de nouveau; or, cette interruption se produit automatiquement de la manière suivante, dès que le métier est débrayé.

Q, lames métalliques élastiques appuyant constamment l'une contre l'autre (fig. 6), et disposées dans le circuit de manière que le courant y passe constamment.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

R, petite dent d'ivoire fixée sous le levier M et au-dessus des lames Q.

Lorsque le levier M tombe, immédiatement la dent R s'introduit entre les deux lames Q et, détruisant leur contact, interrompt le courant; par suite, l'armature L revient en place sous l'action de son ressort antagoniste, et le levier M peut être remis en prise.

Fonctionnement de l'appareil. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, un des pôles de la pile est relié au feeler en I (fig. 1); une des extrémités du fil de l'électro-aimant K (fig. 6) est attachée à la vis J du feeler et l'autre extrémité à l'une des lames Q, tandis qu'à l'autre lame vient correspondre le fil du second pôle de la pile.

Les choses étant ainsi disposées et les fils des bobines du métier passant entre les chevalets B (fig. 1) et la traverse D, il n'y a contact entre aucun desdits chevalets et les lames de la fourche EE et, par conséquent, le courant est interrompu. Mais, si le fil d'une bobine quelconque vient à se rompre, immédiatement le chevalet correspondant est poussé en haut par son ressort; la tige de ce chevalet vient au contact de la lame supérieure E et, le courant étant rétabli, l'armature L est attirée et le débrayage se produit. A peine le levier M tombe-t-il, que la dent d'ivoire R sépare les deux lames Q et de nouveau le courant est interrompu, ce qui permet d'enclancher tout le système dès que l'accident est réparé.

Si, au lieu d'un fil cassé, c'est un nœud qui se présente, l'écartement devenant alors plus grand entre le chevalet correspondant et la traverse D par suite de l'augmentation d'épaisseur du fil produite par le nœud, le chevalet presse sur son ressort, et sa tige venant au contact de la lame inférieure E, le courant est établi et toutes choses se passent comme ci-dessus.

Application au métier à tisser.

Les figures 8, 9 et 10 ne sont que des croquis du système Richard appliqué aux fils de chaîne.

Fig. 8. Plan du système.

Fig. 9. Élévation partielle.

Fig. 10. Section verticale d'un élément ou lame métallique du système.

S, S′ (fig. 8), plaques parallèles sur lesquelles sont montées deux séries de lames métalliques, disposées par alternance et douées d'une élasticité telle que celles de rang pair de la plaque S viennent, par les extrémités supérieures, au contact de celles de rang impair de la plaque S′; c'est entre ces deux séries que passent les fils de chaîne dont l'épaisseur suffit pour empêcher le contact des lames, qui n'a lieu, par conséquent, que sur le point même où l'un des fils vient à se rompre.

A chacune des plaques S, S′ correspond un des pôles de la pile, ainsi que l'indiquent (fig. 8) les grosses lettres initiales des termes positif et négatif.

Il suit de là que chaque fil de chaîne passant entre une lame positive et une lame

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

négative du système, s'il y a rupture, le contact des deux lames correspondantes détermine la fermeture du circuit électrique, et, comme un appareil de débrayage est interposé dans ce circuit, le déclanchement s'opère aussitôt et le métier est arrêté.

Quant aux fils de trame, c'est la navette elle-même qui est muni d'un système de feeler à un seul chevalet.

(M.)

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur un* OUVRAGE *de* M. H. TRANIÉ, *relatif au canal d'irrigation de Lestelle* (*Haute-Garonne*).

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen de votre comité d'agriculture un mémoire intitulé : *De l'arrosage pratique; canal d'irrigation de Lestelle* (*Haute-Garonne*) (1), par M. H. Tranié, conducteur des ponts et chaussées, faisant fonctions d'ingénieur.

Le canal d'irrigation de Lestelle n'est pas une de ces vastes entreprises qui s'imposent à l'admiration par la grandeur des difficultés vaincues et des résultats obtenus; c'est au contraire un ouvrage d'importance moyenne, construit par une petite association de propriétaires dont le plus grand nombre possède chacun quelques ares seulement de terre qu'ils cultivent, c'est un canal comme on devrait en compter des millions dans notre pays, comme on en construirait chaque année un grand nombre si l'initiative individuelle et l'esprit d'association avaient été, depuis quelques années, mieux cultivés dans nos campagnes françaises.

La description de cette modeste irrigation de Lestelle a vivement intéressé notre comité. De même, en effet, qu'il importe bien plus à la prospérité agricole d'un pays d'y compter par centaine les petites fermes bien tenues, que de pouvoir y citer de loin en loin quelques grandes exploitations modèles; de même, en France, l'avenir des irrigations repose bien plus sur la multiplicité des entreprises locales que sur la création d'immenses opérations, nécessairement isolées, quelles que soient, d'ailleurs, leur impor-

(1) Toulouse, 1871, in-8°, 33 pages et 3 planches, Gimet, libraire, rue des Balances, 66; prix, 3 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tance et leur utilité dans certaines régions spéciales où la richesse et la vie ne sauraient pénétrer sans ces grands travaux.

L'art des irrigations est fort complexe ; les travaux hydrauliques, grands ou petits, et les méthodes pratiques de culture varient d'un pays à l'autre, non pas au hasard de la routine, comme on l'a dit trop longtemps, mais par des motifs que la science explique maintenant et que justifient parfaitement, en général, les conditions naturelles ou économiques de chaque région. Aux difficultés techniques du sujet s'ajoutent, en France, des difficultés légales et administratives non moins sérieuses. Les lois et les règlements entourent les ruisseaux d'une protection si jalouse, que l'eau courante reste trop souvent chez nous à l'état de bien prohibé.

Il existe beaucoup d'ouvrages fort étendus sur les irrigations, mais c'est à grand'peine, il faut bien le reconnaître, que le propriétaire parvient à distinguer au milieu des principes généraux, les règles pratiques applicables aux besoins spéciaux de sa région. Les ouvrages de droit, les recueils administratifs sont encore plus difficiles à étudier et rebutent bien vite quiconque n'est pas dès longtemps habitué à les feuilleter.

Comment amener les eaux sur les terres ? Comment les distribuer entre les intéressés? Comment les employer selon les besoins de la végétation du pays où l'on se trouve ? Comment obtenir les autorisations administratives nécessaires ? Comment constituer l'association syndicale des propriétaires intéressés ? Telles sont les questions que se pose l'homme d'initiative qui veut doter son pays d'une irrigation collective, questions si laborieuses à résoudre dans chaque cas particulier, que les plus résolus perdent presque toujours patience et courage avant d'avoir donné le premier coup de pioche.

Le mémoire de M. Tranié est fort court, et il évitera, aux propriétaires de la région à laquelle il s'applique, les longues études et le découragement si souvent ressenti par les lecteurs écrasés sous le poids des gros volumes. L'auteur s'est proposé d'écrire la monographie d'un arrosage d'importance modeste, mais fort bien entendu. En suivant pas à pas l'exemple décrit par M. Tranié, tout propriétaire intelligent de la même région pourra proposer le règlement d'un syndicat et faire fonctionner un système de petits canaux d'arrosage collectif, situés dans des conditions de climat et de terrain analogues à celles observées par l'auteur.

Le canal de Lestelle prend naissance à 3 kilomètres en amont du village de ce nom, sur la rive gauche de la Garonne. Il porte 400 litres d'eau par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seconde en temps ordinaire et peut arroser 100 hectares, dont 93 hectares sont déjà cultivés et irrigués. La dépense totale a été de 45 000 francs.

La ligne principale a 3 764 mètres de longueur. Les rigoles secondaires, embranchées sur le canal, au nombre de 15, ont ensemble 5 721 mètres de développement. Les rigoles de dernier ordre, dérivées des précédentes, au nombre de 58, ont ensemble une longueur totale de 8 162 mètres. Enfin, les 29 collecteurs ont 8 162 mètres de longueur totale.

Le syndicat du canal a été institué par décret du 3 octobre 1856. Les travaux ont été commencés en septembre 1860, et dès 1862 les irrigations ont fonctionné régulièrement.

Les travaux d'art de faible dimension et de construction fort simple comprennent la prise d'eau, des vannes régulatrices, deux systèmes de vannes de décharge, un pont-aqueduc sur le ruisseau de Jou, deux aqueducs pour chemins vicinaux et cinq pour chemins ruraux.

La distribution de l'eau entre les intéressés se fait *au temps*. Chaque parcelle reçoit par semaine un arrosage de jour et un arrosage de nuit proportionnés à sa surface et calculés par hectare à raison de 4ʰ 10′ le jour et de 2ʰ 14′ la nuit. Le syndicat a réservé 8 heures le dimanche pour des arrosages hors tour reconnus nécessaires. Un roulement très-simple égalise parfaitement les conditions d'arrosage de chaque intéressé.

M. Tranié a réuni dans un tableau fort intéressant les résultats, parcelle par parcelle, obtenus par l'irrigation. Ces chiffres ont été recueillis à sa demande avec beaucoup de soin par M. Galès, directeur du syndicat, et par M. Soupouis, instituteur, à Lestelle. Ces documents, trop longs à reproduire ici, peuvent se résumer par les chiffres suivants :

La dépense totale des travaux collectifs s'est élevée, comme on l'a vu, à 45 000 francs, dont 10 000 ont été donnés par l'État, suivant l'usage en pareil cas, à titre de subvention au syndicat. La dépense, applicable à 93 hectares arrosés, a donc été, par hectare, de 483 fr. 88, dont les intéressés n'ont payé, déduction faite de la subvention, que la somme de. . . . . 376 fr. 30

Les travaux préparatoires à l'irrigation exécutés par les propriétaires, comprenant les terrassements, la fumure et l'ensemencement, ont coûté en moyenne. 501 74

Dépense totale par hectare. . . . . 878 fr. 04

L'augmentation de revenu *net* par hectare a été, en moyenne, de 285 fr. 42,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

non compris deux mois de pacage, représentant un capital à 5 pour 100 de 5 708 francs, qui diminué de la dépense de 878 francs, laisse une plus-value de 4 830 francs par hectare, plus-value qui serait encore de 4 723 francs, si l'État n'avait fourni ancune subvention.

Les dépenses d'entretien des travaux collectifs, canaux et ouvrages d'art, sont couvertes et au delà par les produits des francs-bords.

L'ouvrage de M. Tranié se termine par la description d'un barrage automobile, de son invention, qui peut être utilement employé dans quelques circonstances.

Les détails qui précèdent suffisent pour indiquer l'intérêt du travail de M. Tranié et son utilité pratique. Il serait vivement à désirer qu'il existât, pour chaque région agricole de la France, des monographies semblables à celle que M. Tranié a publiée. Elles serviraient de guide pour des entreprises semblables et contribueraient puissamment, sans aucun doute, à la création de nouvelles entreprises d'irrigation.

Votre comité d'agriculture, Messieurs, vous demande donc avec confiance :

1° De remercier M. Tranié de son intéressante communication ;

2° D'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé Hervé Mangon, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 20 *avril* 1872.

ARTS PHYSIQUES.

DES RELATIONS DE L'OEIL ET DES OCULAIRES DANS LES APPAREILS D'OPTIQUE LES PLUS USITÉS. — DESCRIPTION D'UN APPAREIL POUR L'ESSAI DES OCULAIRES, PAR M. F. P. LE ROUX.

La question de la construction des télescopes, soit dioptriques soit catoptriques, a fait dans ces derniers temps de remarquables progrès. Tandis que Foucault, par ses ingénieux procédés de travail, rendait possible une perfection inespérée dans la taille des grandes surfaces, les fabricants de verre d'optique, et à leur tête il faut placer M. Feil, améliorant sans cesse la qualité des matières, semblaient tenir à honneur de rendre leurs produits dignes des efforts de la science pour les mettre en œuvre. Ce n'est d'ailleurs pas seule-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment la construction des appareils grandioses et dispendieux de l'astronomie qui a profité de ces progrès, c'est aussi, on pourrait même presque dire, c'est surtout, la production commerciale qui s'est améliorée au double point de vue de la qualité et du bon marché. Le présent travail a pour objet l'examen de quelques questions qui intéressent cette industrie.

1. — Un télescope, quelle que soit sa nature ou sa destination, comporte deux parties principales : l'une est tournée vers les objets que l'on se propose d'observer, c'est le système objectif, miroir ou lentille, que, par abréviation, on appelle simplement l'*objectif*; l'autre est la partie tournée vers l'œil, le système oculaire ou simplement l'*oculaire*. L'objectif a de tout temps concentré sur lui l'attention presque exclusive des physiciens. Cependant l'oculaire a été aussi l'objet de travaux intéressants, mais tout à fait secondaires, parce que, dans la pratique, on n'a jamais bien su rendre l'épreuve de l'oculaire indépendante des qualités de l'objectif, tandis qu'il serait utile de savoir faire dans un instrument donné la part de chacun des systèmes qui concourent à l'effet final.

Ce n'est, d'ailleurs, pas tout : on a jusqu'ici considéré, d'une manière pour ainsi dire absolue, un télescope comme essentiellement composé d'un objectif et d'un oculaire; or, l'idée que je voudrais pouvoir faire passer dans la pratique c'est qu'il faut ne pas oublier d'y adjoindre l'œil de l'observateur. Autrement dit encore, si jusqu'à présent on s'est borné à considérer la marche des rayons jusqu'à la surface d'entrée dans l'œil, pour être dans la vérité, il faut les suivre jusqu'à la rétine.

2. — Ce n'est pas d'ailleurs que je prétende jeter le blâme sur les méthodes de nos devanciers; ils ont suivi la marche naturelle, celle que commandaient les circonstances. A l'origine, les défauts capitaux provenaient du système objectif; on s'est ingénié à le perfectionner. Une fois l'achromatisme des lentilles découvert, il a fallu en étudier l'application : la dispersion des milieux, la courbure des surfaces attirèrent tour à tour l'attention, soit des artistes, soit des théoriciens. Puis on voulut augmenter les dimensions des appareils, mais la matière faisait défaut. Une fois la matière obtenue parfaite ou à peu près sous de grandes dimensions, il s'est agi de la travailler; là encore les procédés ont été trouvés à leur heure. Aujourd'hui le degré de perfection relative dont jouissait l'oculaire est dépassé par celle de l'objectif. Nous devons chercher à les rendre dignes l'un de l'autre; mais nous ne pouvons espérer le faire qu'en étudiant l'oculaire dans son association avec l'œil. De même que dans l'appréciation des qualités d'un instrument il nous faut faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la part de l'état du milieu qui précède l'objectif, c'est-à-dire de l'atmosphère, il nous faut aussi savoir faire celle du système qui suit l'oculaire, c'est-à-dire de l'œil.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que je cherche à vulgariser cette idée parmi les praticiens, mais ceux-ci ne sont généralement déterminés à modifier leurs procédés que par la nécessité, le tout est de la leur faire constater. On me permettra donc de commencer par exposer les résultats de quelques observations pratiques propres à faire ressortir l'existence, dans la construction des instruments qui comportent des oculaires, d'une cause de difficulté méconnue jusqu'ici, et que nous étudierons ci-après d'une manière synthétique.

3. — La théorie des oculaires n'a certes pas été négligée par les physiciens et les géomètres; depuis Huyghens un grand nombre d'auteurs ont consacré à la théorie de ces systèmes de lentilles des chapitres souvent considérables; ils ont comparé les résultats de leurs théories à ceux de l'expérience en déterminant les conditions des oculaires construits par les praticiens les plus renommés, et ils ont généralement conclu à un accord satisfaisant entre la théorie et la pratique. Il est vrai que la plupart avaient en vue les aberrations monochromatiques plutôt que la destruction des effets fâcheux dus à la dispersion. Cependant plusieurs savants ont aussi poursuivi l'étude de l'achromatisme des oculaires, et parmi eux l'on doit citer en première ligne Biot, qui leur consacre un long chapitre de son *Astronomie physique*. Or, il y a une quinzaine d'années, me trouvant chez un élève de l'opticien Cauchoix, et son successeur, je vis plusieurs tiroirs remplis d'oculaires construits d'après les indications de Biot; ces oculaires, paraît-il, avaient tous donné des effets plus médiocres les uns que les autres. Un tel résultat devait donner à réfléchir.

Quelle pouvait être cependant l'erreur de Biot? Ses calculs étaient-ils inexacts, ses raisonnements faux?

Non, mais il était parti, comme ses devanciers, d'une hypothèse fausse et, ce qui est plus grave encore, d'une hypothèse fausse tacite à savoir : que l'œil n'introduisait dans aucun cas aucune dispersion entre les faisceaux de différentes couleurs qu'un appareil d'optique lui transmet superposés.

4. — Cette explication ne me vint cependant pas à l'esprit du premier coup; la première idée ne m'en fut fournie que plus tard par la singularité apparente de certains faits que j'eus l'occasion d'observer dans la fréquentation non-seulement des opticiens, mais aussi de commerçants qui les font

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travailler. Ainsi tel fabricant était réputé faire mieux telle grandeur de longue-vue que telle autre, ou bien tel produit de telle maison devenait presque subitement inférieur sans cause apparente connue. Il m'est arrivé de commander des objectifs et de les trouver détestables; je les reportais chez le fabricant qui les montait sur sa lunette d'essai et déclarait de la meilleure foi du monde les trouver excellents, moi-même je les trouvais quelquefois bons dans ces conditions, mais quelquefois aussi plus mauvais.

Ces résultats paradoxaux s'expliquent facilement si on examine de près les conditions que doit remplir un appareil télescopique et les procédés pratiques que l'on emploie pour en faire l'épreuve. Rigoureusement, un télescope est composé de trois choses : le système objectif, le système oculaire et l'œil de l'observateur. Toute théorie qui ne tient pas compte de ce troisième élément est incomplète; quant à la pratique, si ce troisième élément était constant, elle pourrait le négliger; mais il ne l'est pas, il présente même des différences individuelles considérables. L'objectif a un rôle bien déterminé : il doit donner des images aussi parfaites que possible. L'œil et l'oculaire, eux, doivent former un système composé dont les défauts se compensent de manière à altérer le moins possible ces images. Au point de vue de l'achromatisme, nous n'avons d'autre moyen de constater la bonté d'un objectif que d'en faire un télescope et de constater que le système total dont il fait partie donne les meilleurs résultats; malheureusement l'œil qui juge du degré de perfection relative qui doit mettre fin au travail n'est pas ordinairement celui qui doit faire individuellement usage de l'appareil; il n'en saurait d'ailleurs être autrement dans la fabrication commerciale.

5. — Ces considérations nous amènent naturellement à distinguer entre la perfection commerciale et la perfection individuelle des instruments d'optique.

Nous venons de définir cette dernière; quant à la perfection commerciale elle consiste à produire des instruments convenables pour le plus grand nombre des individus, c'est-à-dire compatibles avec un œil moyen. Étant admise l'influence de la conformation de l'œil sur l'effet d'un télescope, on voit que, pour atteindre la perfection commerciale il faudrait commencer par disposer d'un grand nombre d'objectifs, d'oculaires et d'yeux; alors seraient réputés bons les objectifs et les oculaires qui sortiraient triomphants du plus grand nombre possible de combinaisons faites avec ces divers éléments; cela fait, il n'y aurait plus qu'à produire oculaires et objectifs identiques à ceux-là en essayant les objectifs avec un bon oculaire, et les oculaires avec un bon objectif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est bien en réalité, ce que l'on cherche à faire, mais les types sont généralement mal choisis; le plus souvent l'opticien fabricant a un certain nombre de tubes d'essai pour les différentes grandeurs d'objectifs qu'il fabrique et un oculaire pour chaque tube ; cet oculaire est réputé bon avec un bon objectif, mais aucun examen vraiment méthodique n'a présidé à ce jugement, quelquefois l'oculaire a été dit bon d'après une épreuve dont nous parlerons ci-après et qui ne peut donner que des indications erronées; d'autres fois encore il est bon d'après le jugement porté par une personne autre que celle qui doit faire l'épreuve; les yeux de l'une et de l'autre peuvent être différents. Enfin, il arrive encore qu'un opticien se sert des mêmes oculaires d'essai pendant toute sa vie, mais les conditions où se trouvent ses yeux venant à changer par l'effet de l'âge il produit des objectifs qui continuent à être bons pour son œil et son oculaire, mais ne le sont plus d'une façon absolue pour la moyenne des observateurs.

6. — Je crois que les détails qui précèdent sont suffisants, si on admet l'influence de l'œil, pour expliquer les circonstances, en apparence bizarres, que j'ai signalées ci-dessus. On comprend d'après cela quelle tâche délicate ce doit être que l'examen comparatif des produits de l'optique, et comment il se fait que, dans les expositions, il peut être porté sur le mérite de tel ou tel télescope des jugements tout à fait contradictoires et cela, par des hommes d'égale bonne foi et d'égale compétence, mais dont les yeux ne sont pas identiques.

Le but de ce travail est donc de signaler cette nécessité de n'employer pour l'appréciation des objectifs que des oculaires connus, individuels, spécialement disposés pour l'œil qui s'en sert, et d'indiquer les moyens pratiques pour reconnaître, indépendamment de tout objectif, qu'un oculaire forme avec un œil donné un système parfait, qui, par conséquent, étant associé à un objectif, pourra donner fidèlement la mesure des qualités ou des défauts de celui-ci.

7. — L'effet final de tout appareil d'optique destiné à augmenter la puissance de notre vue est d'offrir à l'œil, au lieu de l'objet que l'on veut examiner, une image de cet objet que l'œil regarde comme si c'était un objet réellement existant. Cet *objet-image* diffère d'un objet matériel en ce que chaque point de celui-ci envoie des rayons lumineux dans tous les sens, tandis que chaque point de l'*objet-image* n'en envoie que dans l'intérieur d'un cône plus ou moins limité, auquel on donne le nom de *faisceau* ou de *pinceau* de rayons.

Cette considération nous amène à diviser ce travail comme il suit :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Appréciation de la limitation des pinceaux lumineux dans les divers systèmes usités d'appareils dioptriques.*

2° *Inconvénients qui résultent pour la vision d'une trop grande limitation des pinceaux.*

3° *Description d'un appareil permettant d'étudier l'effet produit par la combinaison d'un œil et d'un oculaire déterminés.*

8. — Avant d'entrer en matière, il n'est pas inutile de rappeler succinctement la disposition des parties principales de l'œil humain.

On peut se faire de l'œil une idée très-simple et en même temps presque rigoureusement exacte en l'assimilant à une certaine capacité A M B C (fig. 1) remplie d'eau ; cette capacité présenterait une forme sensiblement sphérique dans la partie A M B, une portion de cette surface serait remplacée par une partie plane A B, percée d'un orifice *a b*, et une capsule transparente A B C, d'un plus petit rayon de courbure que la partie A M B, fermerait le tout.

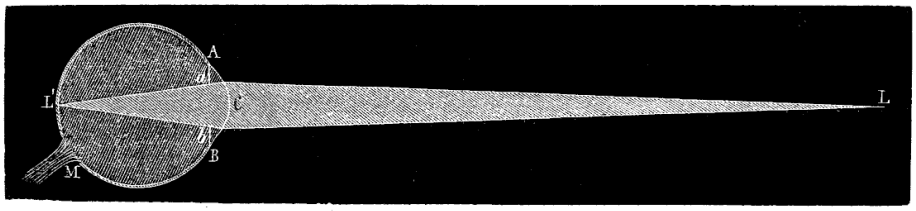


Fig. 1.

L'enveloppe A M B est la *sclérotique*, elle est tapissée par la *rétine* qui n'est autre chose qu'un épanouissement du *nerf optique* dont le point d'intersection avec le globe oculaire est en M; c'est le nerf optique qui transmet à notre être intelligent l'impression que produisent sur la rétine les rayons de lumière qui viennent la frapper. Le diaphragme A B est l'*iris*, sorte de rideau annulaire, doué d'une faculté de contraction ou de dilatation qui permet au trou *a b*, qu'on appelle la *pupille*, de s'ouvrir plus ou moins suivant les circonstances, de manière à admettre des quantités de lumière variables.

Quant à la capsule transparente A B C c'est la *cornée transparente*. Elle contient entre elle et l'iris le *cristallin*, sorte de lentille formée d'une humeur gélatineuse.

En donnant à la surface réfringente A B C un rayon de courbure égal à $5^{mm},125$ et remplissant d'eau le globe entier, on aurait un appareil dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lequel la marche des rayons lumineux serait très-sensiblement la même que dans l'œil naturel. C'est *l'œil schématique réduit* de Listing (1).

L'ouverture de la pupille est variable, avons-nous déjà dit : elle dépend de la disposition naturelle à l'individu et de l'éclairement des objets. Cette variabilité a en effet pour but de régler la quantité de lumière qui entre dans l'œil de façon à ne pas causer de fatigue à la rétine. Cette ouverture de la pupille est rarement inférieure à 3 millimètres de diamètre, mais elle peut devenir presque triple.

Avant de rechercher les modifications que peut introduire dans la vision cette condition de n'admettre dans l'œil que des faisceaux plus petits que l'ouverture de la pupille, nous allons examiner la marche des rayons lumineux dans les appareils d'optique les plus fréquemment usités, et apprécier la limitation des pinceaux qui en sortent pour pénétrer dans l'œil.

I

Évaluation de la limitation des faisceaux lumineux due aux appareils d'optique les plus usités.

9. — Je prendrai pour type des raisonnements la longue-vue ou lunette soit astronomique, soit terrestre ; mais tout ce qu'il en sera dit s'applique aussi bien aux télescopes catadioptriques et aux microscopes.

Cela posé, soit O la lentille objective (fig. 2); les rayons émanés d'un

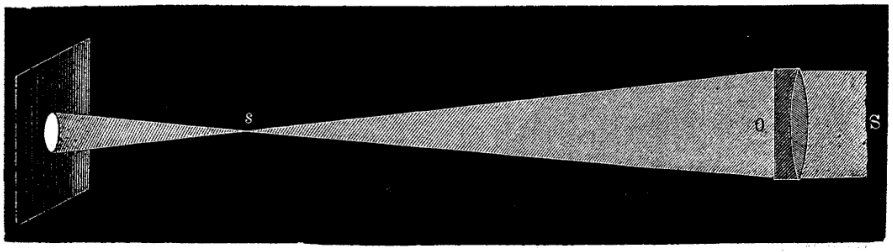


Fig. 2.

point lumineux S, situé plus ou moins loin, viennent se réunir en un point *s*, qui est l'image de ce point. C'est cette image que l'on regarde ordinai-

(1) Helmholtz. — *Optique physiologique*, Paris, 1867, page 92.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rement au moyen d'un système oculaire, comme si ce point était un point matériel lumineux par lui-même. Il y a cependant cette différence qu'un point lumineux réel enverrait des rayons dans tous les sens, tandis que le *point-image* n'en envoie que dans l'intérieur du cône dont il est le sommet. Or la valeur moyenne du rapport du diamètre de l'objectif à la distance O S est environ $\frac{1}{15}$ (1) ; si donc nous plaçons un écran à une distance de *s* égale à 15 centimètres, nous aurons comme intersection du cône lumineux par cet écran un cercle de 1 centimètre de diamètre. Si maintenant à la place de l'écran nous mettons un œil myope, la pupille sera largement contenue dans ce cercle; la vision du point *s* se fera dans ce cas absolument comme celle d'un point lumineux matériel.

Mais les choses ne se passent pas ainsi : on regarde l'image *s* au moyen d'un oculaire, c'est-à-dire d'un système formé d'une, deux, trois, quatre lentilles et même quelquefois plus. Nous allons examiner ce que deviennent les faisceaux en cheminant à travers les diverses combinaisons usitées.

10. — *Oculaire formé d'une seule lentille convexe.* — Considérons un fais-

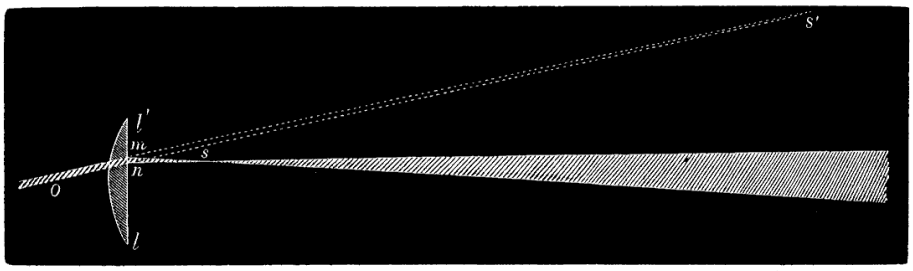


Fig. 3.

ceau lumineux émané d'un objectif et venant constituer (fig. 3) l'image *s* d'un point lumineux; ce faisceau rencontre la lentille *ll'* interposée entre

(1) Ce rapport est déterminé par la nécessité de ne pas donner à l'objectif une trop grande *ouverture*, c'est-à-dire de n'employer qu'une petite partie des sphères auxquelles appartiennent les surfaces qui terminent les verres, sans quoi les aberrations dites de *sphéricité* déforment trop les images.

Quand on veut avoir plus d'ouverture, c'est-à-dire une ouverture plus grande relativement à la distance focale, on est obligé de se servir d'*objectifs combinés*. Ces combinaisons sont usitées en photographie ; on a fait quelques essais pour les introduire dans la construction des lunettes, mais leur usage ne s'est pas généralisé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'œil et le point s, et par l'effet des réfractions qui se produisent aux surfaces de celle-ci, les rayons primitivement issus du point s arrivent dans l'œil comme s'ils divergeaient d'un point s', image virtuelle du point s, qui doit être formée à la distance de la vision distincte pour l'œil de l'observateur.

La distance de l'œil à l'image s' devant être égale en moyenne à une vingtaine de centimètres et l'œil se plaçant très-près de la lentille, la longueur ms' sera à très-peu près égale à cette même distance, de telle sorte que, si la distance ms est, par exemple, égale à 1 centimètre, on voit que le pinceau réfracté a une divergence 20 fois environ moins grande que le pinceau incident. La section du pinceau réfracté à son entrée dans l'œil sera donc très-peu différente de la section mn du pinceau incident émané de l'objectif à l'endroit de son intersection avec la lentille oculaire. Or, si nous supposons que la convergence des rayons du pinceau soit $\frac{1}{15}$, la distance ms étant supposée égale à 1 centimètre, le diamètre de la section mn sera $\frac{1 \text{ centim.}}{15} = 0^{\text{millimètre}},66$.

Ainsi, dans ce cas, les pinceaux de rayons qui forment l'image de chaque point ont au plus 7 dixièmes de millimètre de diamètre au moment de leur entrée dans l'œil.

Si d'ailleurs certains d'entre eux pénètrent centralement dans l'œil, il y en aura un plus grand nombre d'autres qui le feront excentriquement, et nous montrerons ci-après que les conditions de la vision ne sont pas les mêmes pour les uns et pour les autres, surtout au point de vue de l'achromatisme.

Nous verrons aussi que la différence est d'autant plus sensible que les pinceaux seront plus étroits, et ils le seront d'autant plus que la lentille oculaire sera plus rapprochée du point s, c'est-à-dire qu'elle sera de plus court foyer. L'exemple que nous avons pris est d'ailleurs celui d'une des plus fortes lentilles que l'on réussisse à employer comme oculaire simple. En supposant un œil dont la distance de vision distincte serait égale à 20 centimètres, cette lentille donnerait un grossissement de 20 fois.

11. — *Oculaire concave.* — Il y a un autre oculaire à un seul verre, lequel est même plus fréquemment employé que le précédent, c'est l'oculaire concave de Galilée; il est préféré dans la construction des lorgnettes de spectacle comme permettant de donner à l'appareil une moindre longueur. Au point de vue des effets que nous avons en vue, il n'y a pas lieu de nous préoccuper de cet oculaire; les pinceaux qu'il fournit sont en effet toujours très-larges,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et à moins de dispositions exceptionnelles ils ne sont limités que par les bords de l'iris.

Dans la lunette de Galilée, un point lumineux (fig. 4) tend à donner une image en s; mais le pinceau qui formerait cette image est intercepté par une lentille concave ll qui l'empêche de se concentrer en un foyer réel s; les rayons qui composent ce faisceau vont se réunir en un foyer virtuel s_1, situé à la distance de la vision distincte. L'œil se place quelque part en O contre la lentille oculaire.

La distance du point s à la lentille ll doit toujours être supérieure à la distance focale de celle-ci (elle ne lui serait égale que pour un œil infiniment presbyte) et comme on ne demande pas à ces lunettes un fort grossissement, il en résulte que la section du pinceau par la lentille est une surface assez considérable. D'un autre côté, toujours parce que le grossissement reste faible, on peut donner une grande ouverture à l'objectif. Ainsi dans les lorgnettes de spectacle le diamètre de celui-ci est généralement supérieur au 1/4 de la distance focale. La convergence est donc supérieure à 1/4.

Toutes ces raisons font que dans la pratique il n'y a pas lieu de se préoccuper de l'étroitesse des pinceaux dans la lunette de Galilée.

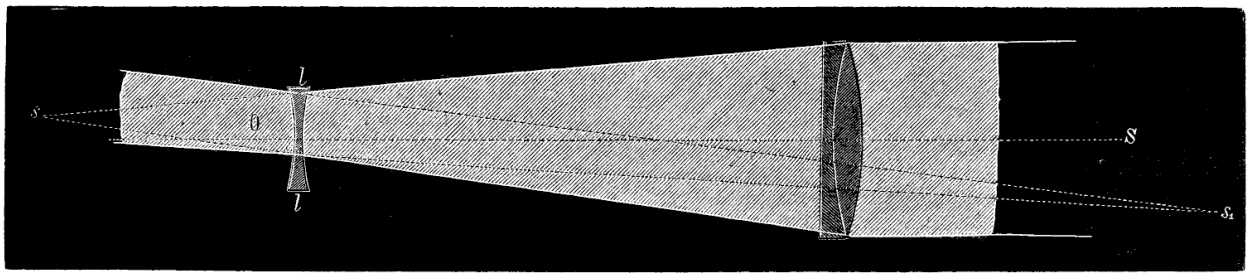


Fig. 4.

12. — *Oculaires à deux verres.* — Il y a deux cas à considérer, celui de l'oculaire positif de Ramsden et celui de l'oculaire négatif d'Huyghens.

1° *Oculaire positif de Ramsden.* — La fig. 5 représente en grandeur à peu près naturelle la marche d'un pinceau lumineux dans un oculaire positif de Ramsden de dimensions usitées dans les lunettes qui garnissent les instruments de géodésie; il est supposé construit avec des lentilles de 27 milli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètres de foyer. Un pinceau lumineux issu d'un objectif vient converger au point s, il rencontre une première lentille l_1, par laquelle il est réfracté de

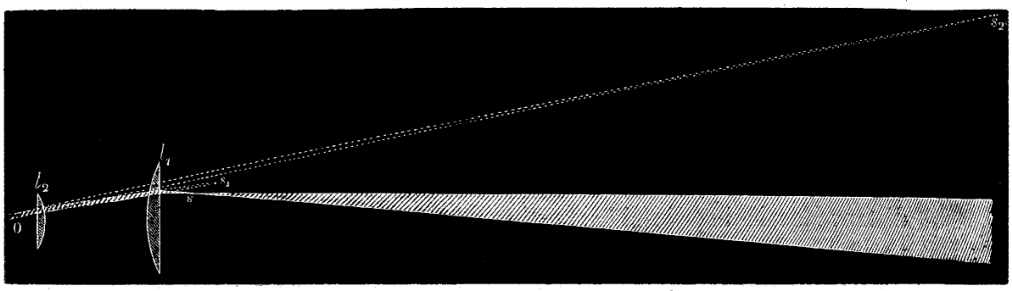


Fig. 5.

telle sorte qu'après sa sortie il diverge d'un foyer virtuel s_1; après sa rencontre avec la seconde lentille l_2 il paraît diverger d'un autre foyer virtuel s_2, situé à la distance de vision distincte d'un œil placé en O.

Admettons toujours la convergence de $\frac{1}{15e}$ pour le pinceau qui a son sommet en s; la section par la lentille l_1, qui est placée à environ 5 millimètres de ce point, aura $\frac{1}{3}$ de millimètre de diamètre; le point s_1 étant placé à une distance à peu près double réduira à moitié la convergence du pinceau réfracté, laquelle ne sera plus que $\frac{1}{30e}$. Le point s_1 se trouvant à environ 30 millimètres de la lentille l_2, le diamètre du pinceau au moment de sa rencontre avec la lentille l_2 sera de $\frac{1}{30e}$ de 30 millimètres $=$ 1 millimètre. A partir de ce moment jusqu'à la rencontre très-voisine avec l'œil, le pinceau peut être regardé comme parallèle à cause de l'éloignement relativement considérable du nouveau foyer virtuel s_2.

Nous voyons donc qu'ici encore les pinceaux sont très-étroits au moment de leur entrée dans l'œil.

13.—2° *Oculaire négatif à deux verres d'Huyghens.*—Cet oculaire, qui est très-employé dans les microscopes, se compose, comme l'on sait, d'une première lentille l_1 (fig. 6) placée en avant du plan focal de l'objectif. Un pinceau, qui sans la présence de cette lentille viendrait converger en s, fait sa convergence en un point moins éloigné s_1; c'est ce foyer réel que la seconde lentille l_2, placée immédiatement devant l'œil, reporte en s_2 à la distance de vision distincte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure donne la marche des pinceaux dans l'oculaire n° 2 d'un microscope de M. Nachet.

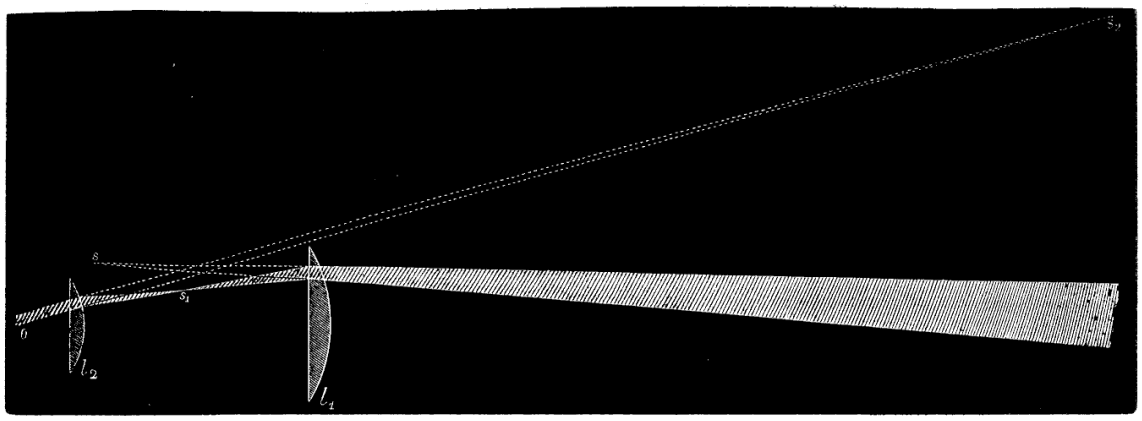


Fig. 6.

Le pinceau incident étant supposé arriver avec la convergence de $\frac{1}{150}$ présente, au moment de sa rencontre avec la lentille l_1, une section de 2 millimètres environ, car le point virtuel de convergence s est à 30 millimètres environ de la lentille l_1; comme d'ailleurs le point s_1 est à peu près à la moitié de la distance entre les deux lentilles, il s'ensuit que la section de rencontre avec la lentille l_2 est sensiblement la même que la précédente, et comme le foyer virtuel définitif s_2 est situé très-loin par rapport à la distance à laquelle l'œil, qui est situé en O, se trouve de la lentille l_2, on voit que le pinceau entre dans l'œil sensiblement avec cette même section.

Il est évident d'ailleurs à l'inspection de la figure que pour cet oculaire comme pour tous les autres, l'étroitesse des pinceaux augmente avec la force des oculaires, parce que la distance qui sépare les lentilles diminue nécessairement avec la distance focale des lentilles employées. Il semble au premier abord que cet oculaire prenne des pinceaux plus larges que les oculaires positifs, mais il n'en est rien à grossissement égal, comme nous le démontrerons ci-après; son effet en ce sens est le même que celui des oculaires positifs.

Nous remarquerons que dans les microscopes la convergence du faisceau lumineux est généralement beaucoup plus faible que $\frac{1}{15}$, elle est le plus sou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vent de $\frac{1}{300}$ et même moins ; de telle sorte que, toutes choses égales d'ailleurs, le diamètre des pinceaux oculaires, au moment de leur entrée dans l'œil, diminue proportionnellement.

14.— *Oculaires terrestres.*— Ces oculaires ont pour but, comme l'on sait, de redresser les images renversées que donnent les objectifs. A cet effet on pourrait employer une première lentille pour reprendre l'image objective et la reporter en avant en la redressant, puis observer cette nouvelle image en se servant d'une seule lentille. On aurait ainsi un oculaire terrestre à deux verres.

Mais il est préférable, pour ne point perdre de champ, de redresser l'image objective avec deux lentilles placées à une certaine distance l'une de l'autre.

Si on observe avec une loupe simple l'image redressée, on a l'*oculaire terrestre à trois verres*.

Si on emploie à cet objet une loupe composée, par exemple l'oculaire positif de Ramsden, on a l'*oculaire terrestre à quatre verres* habituellement employé.

Enfin on peut aussi, avant de redresser l'image avec le système de deux verres, modifier cette image par une première lentille comme dans l'oculaire négatif de Huyghens, et ensuite la soumettre à tel ou tel des systèmes de redressement et de grossissement dont nous venons de parler, on a ainsi des systèmes divers d'oculaires terrestres. Dollond a donné son nom à un oculaire à cinq verres. Mais ces systèmes sont beaucoup moins fréquemment employés que celui à quatre verres.

Les mêmes considérations s'appliqueraient à tous ces systèmes ; il nous suffit d'étudier la marche des pinceaux dans la partie qui leur est commune, c'est-à-dire le système redresseur.

15. — Supposons (fig. 7) que ce système soit formé de deux lentilles égales l_1 et l_2, ces deux lentilles étant placées de telle manière que leur distance soit égale à la somme de leurs distances focales principales. Prenons un pinceau émané de l'objectif et venant converger en s à une distance du centre optique c_1 de la première lentille égale à la distance focale principale ; ce pinceau après son passage à travers cette lentille devra converger à l'infini, autrement dit, il sera rendu parallèle ; venant ensuite rencontrer la lentille l_2, comme il est parallèle, il convergera en un point s' du plan focal principal de cette lentille. La symétrie fait voir que $sf_1 = s_2f_2$, par conséquent la seconde image est égale à la première.

Si on faisait varier la distance $c_1 c_2$, cela ne changerait rien à ces résultats,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais la valeur $c_1 c_2 = 2 c_1 f_1$, autrement dit la distance des deux lentilles égale au double de leur distance focale, est préférable, car alors les deux lentilles

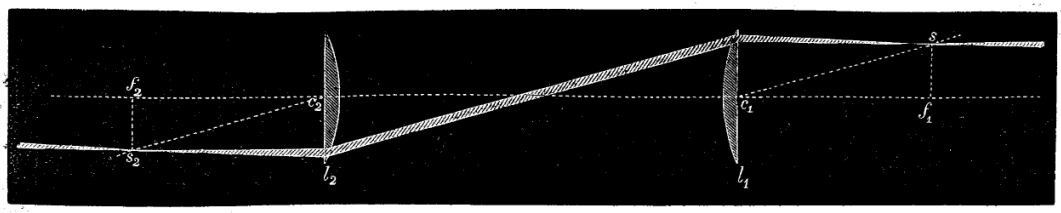


Fig. 7.

sont traversées par le pinceau en deux points qui sont identiquement placés par rapport aux centres de figure des deux lentilles auxquels ils appartiennent; les aberrations de sphéricité y sont donc égales et comme elles sont de signes contraires, elles se détruisent.

En résumé, on voit que le système de ces deux lentilles n'a d'autre effet que de transporter de s en s_2 l'image focale fournie par l'objectif, en la redressant et la laissant identique à elle-même. La convergence des pinceaux est la même en s_2 qu'en s, cela est évident par raison de symétrie; par conséquent tous les résultats établis ci-dessus relativement à l'effet des oculaires non redresseurs sont acquis, au point de vue de l'influence du système oculaire sur la limitation des pinceaux, pour toutes les combinaisons d'oculaires terrestres qu'on peut former, en associant ces oculaires au système redresseur de deux lentilles que nous venons d'étudier.

16. — Les conditions qui viennent d'être indiquées sont, malgré leur excellence incontestable, plutôt celles de la théorie que de la pratique. Les opticiens s'en écartent considérablement, et tous dans le même sens. L'oculaire proprement dit qu'ils adaptent de préférence au système redresseur est celui d'Huyghens.

Voici comme exemple un de ces systèmes qui est fréquemment usité :

Les deux lentilles l_1 et l_2 (fig. 8) sont de même distance focale; leur écartement est égal aux $\frac{2}{3}$ environ du double de cette distance. Le tout est réglé de telle façon que l'image objective s soit située à une distance de l_1 égale à $\frac{1}{4}$ environ de sa distance focale; dans ces conditions, la longueur $s_1 m : s m = 4 : 3$, par conséquent la convergence du pinceau est diminuée dans le rapport inverse. Comme d'ailleurs les distances de s_1 et de s_3 à l_2 sont sensiblement égales, on voit que le pinceau ne change pas de convergence en passant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de s_1 à s_3. S'il est arrivé au point s avec une convergence égale à $\frac{1}{150}$, elle est en s_3, de $\frac{1}{150} \cdot \frac{3}{4} = \frac{1}{200}$ de telle sorte que si la distance de s_3 à la dernière

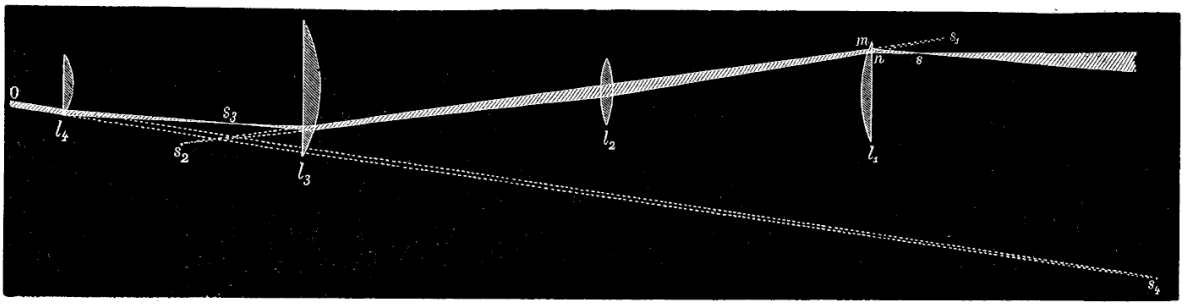


Fig. 8.

lentille l_4 est, comme dans le cas de la figure, de 24 millimètres, le pinceau qui a son sommet en s_4 arrivera à l'œil avec une section de $1^{mm},2$.

17. — Pour résumer tout ce qui précède, on peut dire que, dans tous les systèmes d'oculaires, quand on veut obtenir un grossissement un peu considérable, les pinceaux se trouvent réduits de manière à être beaucoup plus étroits que la pupille; nous verrons tout à l'heure que les conditions ordinaires de la vision se trouvent gravement modifiées par ce fait.

On peut d'ailleurs démontrer simplement qu'à égalité de convergence de la part du système objectif, les sections de ces pinceaux sont en raison inverse du grossissement de l'oculaire.

On sait en effet que tous les pinceaux qui ont pour base l'ouverture de l'objectif et pour sommets les différents points du champ embrassé par l'instrument, viennent se croiser une dernière fois dans l'intérieur d'un cercle auquel on a donné le nom d'*anneau oculaire*, parce qu'il est le plus souvent situé dans la région où se place l'œil de l'observateur. Ce cercle peut être regardé comme une image donnée par l'oculaire de l'ouverture de l'objectif; et d'autre part, à cause de la faible inclinaison qu'ont les divers pinceaux sur l'axe du système, on peut regarder l'anneau oculaire comme étant sensiblement égal à la section droite de ces divers pinceaux au moment de leur entrée dans l'œil.

D'un autre côté, il est établi, comme propriété générale de tout système optique et indépendante du nombre des verres, que, quel que soit l'oculaire,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le rapport du diamètre utile de l'objectif au diamètre de l'anneau oculaire est égal au grossissement (1).

En appelant D le diamètre de l'objectif, a celui de l'anneau oculaire, g le grossissement, on a donc

$$g = \frac{D}{a},$$

d'où

$$a = \frac{D}{g}.$$

Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, les pinceaux sont d'autant plus étroits que le grossissement est plus considérable, et d'autant plus larges que les objectifs ont une plus grande ouverture, c'est-à-dire que le rapport de leur diamètre à leur distance focale est plus considérable.

On voit aussi par là que, pour un grossissement donné, il n'y a pas lieu de chercher à augmenter cette largeur des pinceaux lumineux par aucune modification des oculaires.

Si en effet on appelle f la distance focale d'une lentille simple équivalente au système oculaire et F la distance focale de l'objectif, on sait qu'on a

$$g = \frac{F}{f},$$

ce qui donne

$$a = \frac{D}{F} f.$$

Or $\frac{D}{F}$ est précisément l'*ouverture* de l'objectif telle que nous venons de la définir. Ce rapport est généralement d'autant plus petit que D diamètre de l'objectif est plus grand, cela tient à la difficulté de travailler avec régularité des surfaces un peu grandes.

Or, sans tenir compte de ces différences on peut dire que $\frac{D}{F}$ est sensiblement constant pour tous les appareils du même genre, de telle sorte que le diamètre a du pinceau qui pénètre dans l'œil ne dépend très-approximative-

(1) Voyez : Biot, *Astronomie physique*, t. I et II. — Bravais, traduction d'un travail de Gauss, *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 259 et 494.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment que de l'oculaire; il est d'autant plus petit que celui-ci est plus fort, autrement dit plus grossissant.

La conclusion de tout ce qui précède est donc que dans tous les systèmes optiques composés, télescopes et microscopes, la vision se fait par des pinceaux d'autant plus étroits que le pouvoir grossissant du système est plus considérable et que la convergence des rayons envoyés par le système objectif est moindre.

18. — Nous allons d'ailleurs montrer les inconvénients qui résultent de l'admission dans l'œil de pinceaux trop étroits.

C'est donc une raison de plus à ajouter à celles déjà si importantes qui rendent si désirable l'amélioration des objectifs au point de vue de la grandeur de leur ouverture.

En effet, l'accroissement d'ouverture augmente la puissance définissante des objectifs en diminuant les cercles de diffraction qui se forment autour de l'image de chaque point; cette idée a guidé Foucault dans ses travaux sur la taille des surfaces. A cet intérêt capital des grandes ouvertures des systèmes objectifs nous en ajouterons un autre, car l'appareil télescopique le plus parfait serait celui qui, pour un grossissement donné, amènerait dans l'œil des pinceaux dont le diamètre serait le même que celui de la pupille, de manière à rendre la vision à travers l'instrument identique à la vision directe; condition qui ne saurait être remplie qu'autant que l'ouverture de l'objectif serait en raison du grossissement.

(*La suite au prochain cahier.*)

AÉROSTATION.

DIRECTION DES BALLONS. — LIMITES DU PROBLÈME.

Le travail d'un ingénieur aussi éminent que M. Dupuy de Lôme sur la direction des ballons, en montrant quels résultats limités peuvent permettre d'obtenir les plus ingénieuses combinaisons, ramène l'attention sur les principes théoriques de l'aérostation. Le travail le plus justement célèbre sur cette question est le mémoire de Navier, publié dans les *Mémoires de l'Institut* (tome XI). On en trouve un résumé succinct dans l'*Aide-mémoire des Ingénieurs* de Tom Richard. Nous pensons qu'on sera bien aise de le rencontrer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ici, les conclusions auxquelles il conduit justifiant et expliquant les dispositions adoptées par le savant ingénieur dont nous allons reproduire le travail.

Navier s'est proposé de calculer les effets de grandes ailes, analogues à des hélices semblables à celles des moulins à vent, que Meusnier avait adoptées dans un projet sérieusement étudié.

Soient :

ω, l'aire de la section transversale du corps à élever,

Ω, l'aire des ailes obliques placées sur les roues,

φ, l'angle que le plan de ces ailes forme avec la direction de l'axe des roues,

u, la vitesse avec laquelle le système est transporté dans l'espace,

U, la vitesse de rotation du centre de figure des ailes,

P, le poids total du système,

Π, le poids de l'unité du volume d'air.

Les RÉSISTANCES directes du corps dont la section est ω, et des ailes dont l'aire est Ω, seront représentées par $k\omega$ et $K\Omega$ (k et K étant des coefficients déterminés expérimentalement), multipliées par les hauteurs dues aux vitesses relatives, car le travail de la résistance R de l'air, Re, est égal à la force vive communiquée à une fraction k de l'air rencontré dont le poids est $\omega\Pi e$ et la vitesse V, ou $\frac{k\Pi\omega e}{g}\frac{V^2}{2}$, et $\frac{V}{2g} = H$ est la hauteur due à la vitesse V.

La vitesse de rotation du centre des ailes, estimée perpendiculairement à ces ailes, est

$$U\cos\varphi,$$

et la vitesse du mouvement de translation de l'appareil, estimée dans le même sens, est

$$u\sin\varphi.$$

Les ailes frappent donc l'air avec la vitesse relative

$$U\cos\varphi - u\sin\varphi,$$

qui donne lieu à un effort exprimé par

$$\Pi K\Omega\frac{(U\cos\varphi - u\sin\varphi)^2}{2g}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet effort, dirigé perpendiculairement aux ailes, donne, dans le sens du mouvement de translation du système, la composante

$$\pi K \Omega \frac{(U \cos \varphi - u \sin \varphi)^2}{2g} \sin \varphi.$$

On voit que la condition nécessaire pour que le système se meuve verticalement de bas en haut, avec la vitesse constante u, est exprimée par l'égalité

$$\pi K \Omega \frac{(U \cos \varphi - u \sin \varphi)^2}{2g} \sin \varphi = \pi k \omega \frac{u^2}{2g} + P,$$

ou

$$\pi K \Omega (U \cos \varphi - u \sin \varphi)^2 \sin \varphi = \pi k \omega u^2 + 2 Pg, \qquad (1)$$

d'où l'on tire

$$U \cos \varphi = u \sin \varphi + \sqrt{\frac{\pi k \omega u^2 + 2 Pg}{\pi K \Omega \sin \varphi}}. \qquad (2)$$

Pour connaître maintenant le travail dépensé dans l'unité de temps, il faut multiplier l'effort exercé par les ailes sur l'air par la vitesse de rotation estimée perpendiculairement à ces ailes, ce qui donne

$$\pi K \Omega \frac{(U \cos \varphi - u \sin \varphi)^2}{2g} \sin \varphi U \cos \varphi;$$

et, en substituant la valeur de U (2), il vient

$$\left(P + \pi k \omega \frac{u^2}{2g}\right)\left[u \sin \varphi + \sqrt{\frac{\pi k \omega u^2 + 2 Pg}{\pi K \Omega \sin \varphi}}\right] \qquad (3)$$

S'il s'agit simplement de soutenir l'appareil contre l'action de la pesanteur sans lui imprimer aucun mouvement, on fera $u = 0$, et la quantité d'action deviendra, pour l'unité de temps,

$$P + \sqrt{\frac{2 Pg}{\pi K \Omega \sin \varphi}}, \qquad (4)$$

qui montre, en y mettant des valeurs, qu'en faisant usage de cet appareil, un homme ne pourrait jamais se soutenir contre l'action de la pesanteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on suppose que l'homme, ainsi que l'appareil destiné à lui imprimer du mouvement, soit soutenu par un aérostat, on fera $P = 0$ dans la formule (3), et la quantité d'action dépensée dans l'unité de temps sera

$$\frac{\pi k \omega u^3}{2g}\left(\sin\varphi + \sqrt{\frac{k\omega}{K\Omega\sin\varphi}}\right) \qquad (5)$$

dans laquelle $\frac{\pi k\omega u^2}{2g}$ doit être considéré comme représentant la résistance que l'air opposerait à l'aérostat et à l'appareil qu'il supporte (non compris les roues à ailes obliques) en les supposant mus avec la vitesse u.

La valeur de cette expression (5) dépend de celle de l'angle φ, qui est arbitraire. Si l'on détermine cet angle de manière à rendre cette expression minimum, on trouve la condition

$$\sin\varphi = \left(\frac{1}{4}\frac{k\omega}{K\Omega}\right)^{\frac{1}{3}}$$

et l'expression de la quantité d'action qu'il est nécessaire de dépenser dans l'unité de temps pour mouvoir, dans l'air, l'appareil avec la vitesse u, devient

$$\frac{\pi k \omega u^2}{2g}\,3\left(\frac{1}{4}\frac{k\omega}{K\Omega}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad (6)$$

D'après les expériences connues, la valeur de k, lorsque la vitesse n'est pas très-grande, est, pour la sphère, 0,6, et l'on peut conclure des expériences sur les moulins que l'on s'écartera peu de la vérité en supposant $K = 3$; prenant, d'ailleurs, $\omega = \Omega$, c'est-à-dire l'aire des ailes = le grand cercle de l'aérostat, ce qui paraît raisonnable; a étant son rayon, on aura $\pi a^2 = \omega = \Omega$; faisant, d'ailleurs, $\pi = 1^k,25$, la formule (6) devient

$$0{,}1328\, a^2 u^3;$$

c'est la quantité d'action à dépenser en une seconde pour mouvoir dans l'air, avec la vitesse u, un aérostat du rayon a, en ne tenant aucun compte de la résistance de la nacelle.

D'un autre côté, le poids spécifique de l'hydrogène étant à fort peu près

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les 0,07 de celui de l'air atmosphérique, la force d'ascension d'un aérostat de rayon a, dans un air dont le mètre cube pèse $1^k,25$, est

$$\frac{4n}{3} a^3 (1 - 0,07) 1,25$$

ou

$$4,87\, a^3.$$

La quantité d'action donnée par un homme travaillant à une manivelle (et l'on sait que, indépendamment du danger résultant de l'emploi de feu, il est difficile d'obtenir un moteur moins lourd que l'homme par des dispositions spéciales de machines à feu, surtout avec quelque approvisionnement d'eau et de combustible), pendant 8 heures par jour, est estimée moyennement à 6^{km}; admettons qu'il y a seulement $1/6^e$ de travail perdu par les résistances de l'appareil, nous réduirons à $5^{km} \times n$ la quantité d'action fournie en une seconde par un nombre n d'hommes que l'on supposerait portés par l'aérostat; évaluons à 150 kilog. le poids de chaque homme et de la partie de l'appareil correspondante, on aura les deux équations :

$$5n = 0,1328\, a^2 u^3$$
$$150n = 4,87\, a^3$$

d'où l'on déduit, en éliminant n,

$$u = (1,223\, a)^{\frac{1}{3}} \qquad (7)$$

pour la vitesse qu'il sera possible d'imprimer, dans un air parfaitement calme, à un aérostat sphérique.

Pour un aérostat de 15 mètres de rayon, de 10 mètres de diamètre, cette vitesse maximum serait donc de $1^m,82$. Pour un énorme aérostat de 20 mètres de diamètre, elle serait de $2^m,30$ seulement, c'est-à-dire qu'il pourrait à peine se maintenir immobile contre le vent le plus faible auquel les moulins à vent commencent à travailler.

Cette analyse montre dans quelles limites on peut modifier la direction des ballons poussés par le vent, seul problème soluble et ne pouvant même être tenté sérieusement qu'en remplaçant la forme sphérique par une forme allongée, point de départ de l'éminent ingénieur dont nous allons reproduire le travail.

(C. L.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avant de présenter le mémoire dont nous allons donner le résumé, M. Dupuy de Lôme avait déjà, le 10 et le 17 du mois d'octobre 1870, exposé ses vues à l'Académie relativement au problème qu'il se proposait de résoudre. Comme, dans l'exécution, il a apporté plusieurs modifications à son premier projet, il importe, pour l'intelligence du sujet, de donner un abrégé de ses deux premières communications, qui ont pour titre : *Projet d'aérostat dirigé muni d'un propulseur* (*Comptes rendus,* t. LXXI, p. 502).

Projet d'aérostat dirigé muni d'un propulseur.

Le but de l'auteur est de construire un aérostat auquel on pourrait imprimer une vitesse d'environ 8 kilomètres à l'heure par rapport à l'air ambiant, et qui serait susceptible de soutenir cette vitesse au moins pendant une journée entière. M. Dupuy de Lôme dit qu'un appareil de ce genre ne permettra d'avancer, vent debout, par rapport à la surface de la terre ou de suivre par rapport à cette surface toutes les directions désirées, que quand le vent n'aura qu'une vitesse au-dessous de 8 kilomètres (brise légère), ce qui ne sera sans doute pas très-fréquent.

Quoi qu'il en soit, cet aérostat ayant une vitesse propre de 8 kilomètres à l'heure, lorsqu'il sera emporté par un vent plus rapide, aura la faculté de suivre, à volonté, toute route comprise dans un angle résultant de la composante des deux vitesses. Chacun peut se rendre compte, d'ailleurs, que, d'une manière générale, la direction à donner à l'aérostat par rapport à celle du vent, pour obtenir comme résultante des deux vitesses et des deux directions, le *maximum d'écart possible,* fait avec la direction du vent un angle un peu plus ouvert que l'angle droit. L'angle aigu complémentaire est égal à l'angle inférieur d'un triangle rectangle, ayant pour base la vitesse propre à l'aérostat et pour hypoténuse la vitesse du vent. L'angle aigu du sommet du même triangle est égal à l'angle d'*écart maximum possible* avec les vitesses que l'on considère.

Ici l'auteur explique comment il compte avoir recours, pour gonfler son ballon, à l'emploi du gaz d'éclairage, en raison de la difficulté de confectionner des tissus et des vernis capables de contenir assez longtemps l'hydrogène pur. On verra dans son mémoire que, cette difficulté ayant été vaincue, il a pu renoncer à l'emploi de l'hydrogène carboné.

Abordant ensuite la question de la forme, M. Dupuy de Lôme explique pourquoi il a cru devoir renoncer à la forme du ballon ordinaire, dont la surface est engendrée par la révolution d'un méridien autour d'un axe vertical. Un pareil aérostat, muni d'un moteur, serait sans cesse, pour sa direction, dans un état d'équilibre instable, exposé à tournoyer sur lui-même ; d'un autre côté, il n'est pas dans les conditions voulues de moindre résistance à la marche horizontale qu'il importe de réaliser. La forme oblongue a donc été adoptée, c'est-à-dire que le ballon a reçu pour forme celle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une surface de révolution engendrée par une courbe spéciale se rapprochant d'un arc de cercle de 7 mètres de flèche, et tournant autour de sa corde de 42 mètres de longueur. Cette corde constitue l'axe horizontal de l'aérostat, dont la longueur est réduite à 40 mètres en substituant, pour la solidité de la construction, une petite surface sphérique à la pointe des extrémités. Ainsi déterminé, le volume est de 3860 mètres cubes et la maîtresse section verticale de 154 mètres carrés.

Une des particularités intéressantes du système consiste dans l'addition d'un ballonnet ou *poche à air*, destiné à maintenir l'aérostat constamment gonflé dans les conditions voulues, c'est-à-dire avec une tension de gaz supérieure à celle de l'air ambiant de 3 à 4 dix-millièmes d'atmosphère. « En présence des déperditions de gaz sur lesquelles il faut compter, continue l'auteur, ou lorsque l'aéronaute en fera échapper volontairement pour opérer une descente partielle ou totale, il sera introduit de l'air atmosphérique dans un petit ballon logé à cet effet dans l'intérieur du grand, et remplissant ainsi une fonction ayant quelque analogie avec la vessie natatoire des poissons. Si, le petit ballon étant rempli, le dégonflement du grand ballon continuait, il serait alors introduit un supplément d'air atmosphérique directement dans les gaz du grand ballon.

« Il est évident que si l'on ne considérait que la simplicité, on se bornerait à ce dernier procédé ; on éviterait ainsi le poids de l'étoffe nécessaire à la confection de cette poche. C'est environ 50 kilogrammes qui pourraient être ajoutés au lest ; mais la poche de dilatation, malgré la réduction qu'elle occasionne sur le lest, procure la faculté d'opérer un plus grand nombre de montées et de descentes alternatives. En effet, elle permet de faire ces montées et ces descentes sans perdre de gaz ; d'où il suit que la presque totalité du lest n'aurait à faire face qu'aux déperditions à travers l'enveloppe. » C'est là ce que l'auteur démontre en dernier lieu, au moyen de calculs trop longs à reproduire ici et auxquels nous renvoyons le lecteur.

Voici, maintenant, comment M. Dupuy de Lôme évalue le travail nécessaire pour imprimer à son aérostat la vitesse de 8 kilomètres à l'heure, par rapport à l'air ambiant et en partant des données ci-dessous :

	mètres carrés.
Section de la maîtresse partie du ballon.	154
Section de la maîtresse partie de la nacelle et de la partie du corps des hommes dépassant la nacelle, environ.	4
Filets et suspentes en cordes de soie.	10

Telles sont les différentes parties pour lesquelles il s'agit de calculer la résistance à la marche au milieu de l'air.

S'il s'agissait de plans minces se présentant perpendiculairement au courant d'air, la pression exercée par ce courant à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure ou $2^{m},222$ par seconde serait, d'après les recherches de divers expérimentateurs, de $0^{k},665$ par mètre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

carré. Mais la pression d'un courant d'air, comme celle d'un courant d'eau, diminuant dans une très-grande proportion quand ces courants n'ont qu'à contourner des solides façonnés pour faciliter le mouvement du gaz ou du liquide autour d'eux, il en résulte que le chiffre de $0^k,665$ est trop élevé. S'appuyant alors sur les données nombreuses qu'a fournies l'étude des navires, données qui manquent encore pour l'air, et faisant remarquer que le ballon, sous la pression de son filet, présentera des surfaces plus ou moins bombées dans l'intervalle des mailles, M. Dupuy de Lôme croit pouvoir adopter un coefficient de correction de 1/20. Pour la nacelle, dont la surface non polie présente de petits rayons de courbure et qui porte des hommes et des objets sans forme définie, de même pour les cordonnets du filet ou les cordes de suspente, dont le diamètre et, par conséquent, le rayon de courbure est très-réduit, il adopte différents coefficients de correction, de telle sorte qu'en calculant la résistance pour chaque partie il arrive, pour la résistance totale de l'aérostat à la marche, au chiffre de $9^k,800$, dont $5^k,120$ pour le ballon sans filet, et $4^k,680$ pour les appendices, tels que nacelle, filet, etc. La vitesse étant de $2^m,22$ par seconde, le travail final accompli par l'aérostat marchant à cette vitesse est donc de $9^k,800 \times 2^m,22 = 21^{kgm},75$.

Pour obtenir la poussée et la vitesse ci-dessus, l'auteur s'est d'abord proposé d'employer une hélice à quatre ailes, dont le diamètre, le pas et le nombre de tours ont été calculés comme suit :

« En commençant, dit-il, par raisonner comme si le ballon porteur était seul, bien conforme au plan, sans filet ni nacelle, si l'on tenait à avoir entre la vitesse V et le produit du pas par le nombre de tours, $p \times n$, le même rapport que celui constaté dans les navires à hélice bien proportionnés, il faudrait donner à l'hélice un diamètre tel que la surface du cercle circonscrit fût le quart de la maîtresse section. Cette maîtresse section étant, comme on l'a vu, de 154^{m2}, le diamètre de l'hélice serait de 7 mètres, et l'on pourrait compter alors qu'on aurait $p \times n = 1,16\,V$.

« Mais nous avons admis que le ballon porteur résisterait deux fois plus qu'il ne le ferait avec sa forme théorique, en raison des déformations multiples de la surface. Notre ballon représente donc pour la résistance un ballon fictif, à forme régulière, d'une maîtresse section double, ce qui fait 308 mètres carrés. Nous voyons, en outre, d'après les résistances partielles indiquées plus haut, que les appendices du ballon porteur (filet, nacelle, etc.) donneront lieu à une résistance de $4^k,68$, ajoutée à celle de $5^k,12$ propre au ballon. Il faut donc accroître encore la surface fictive de la maîtresse section dans le rapport $\frac{5,12 + 4,68}{5,12}$; la première correction l'a déjà portée à 308 mètres carrés ; elle devient, par la seconde, égale à 589 mètres carrés. Le quart de cette surface est de 147 mètres carrés et le diamètre du cercle correspondant est de $13^m,70$.

« Ce grand diamètre d'hélice étant d'un emploi difficile, je préfère borner le dia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre à 8 mètres, en admettant une perte de travail un peu plus grande en recul de l'hélice.

« Or, en remplaçant une hélice par une autre géométriquement semblable, ne différant que par le diamètre, la résistance à la marche restant constante, les carrés des reculs sont inversement proportionnels aux surfaces des cercles des deux hélices, ou, ce qui revient au même, aux carrés des diamètres, ce qui fait que les reculs sont inversement proportionnels aux diamètres.

« Avec l'hélice de $13^{m},70$, dans le cas qui nous occupe, nous avons vu qu'on aurait,

$$p \times n = 1,16.\ V,$$

d'où le recul $= \frac{p \times n - V}{V} = 0,16.$

« Avec un diamètre réduit à 8 mètres, nous aurons donc,

$$\frac{p' \times n' - V}{V} = 0,16 \times \frac{13,70}{8} = 0,274,$$

d'où

$$p' \times n' = 1,274.\ V.$$

Or $V = 2^{m},22$ par seconde ou $133^{m},33$ par minute; donc

$$p' \times n' = 169^{m},85 \text{ par minute.}$$

« En faisant le pas égal au diamètre, on est dans de très-bonnes conditions d'inclinaison des ailes; on en déduit le nombre de tours par minute :

$$n' = \frac{169,85}{8} = 21^{\text{tours}},23.$$

« Cette allure convenant pour un treuil à bras, il en résulte l'égalité du diamètre des poulies de l'hélice et du treuil.

« Le travail de l'hélice ainsi constituée se compose de sa poussée parallèle à l'axe, multipliée par le produit de son pas par le nombre de tours, puis du travail de frottement dans l'air. La première partie donne, par seconde,

$$9,80 \times \frac{169,85}{60} = 27^{\text{kgm}},75.$$

« Le travail du frottement de l'air sur les ailes en taffetas bien tendu, à la vitesse qui résulte des données précédentes, ne saurait ressortir à plus de $2^{\text{kgm}},25$. Le travail

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

total à transmettre à l'hélice est donc finalement de $27,75 + 2,25 = 30$ kilogrammètres (1). »

En présence de cette petite puissance motrice, M. Dupuy de Lôme emploie simplement la force des hommes. Quatre hommes appliqués aux manivelles d'un treuil placé dans la nacelle peuvent, sans fatigue, soutenir *pendant une heure* ce travail de 30 kilogrammètres qui n'en exige que le quart pour chacun. Avec une relève de deux hommes, chacun d'eux pourra travailler une heure, se reposer une demi-heure, et ainsi de suite pendant les dix heures du voyage qui sont une des données de cette étude.

M. Dupuy de Lôme avait d'abord placé l'hélice au-dessus de la nacelle et sous le ballon, et la commandait au moyen de deux poulies de même diamètre reliées par une courroie ; mais on verra plus loin, dans l'extrait du mémoire, que cette disposition a été changée.

« Dans cette position de l'hélice, poursuit l'auteur, quand elle fonctionnera pour entraîner l'aérostat, la résistance de l'air s'exerçant pour la plus grande partie sur le ballon, il en résulte un couple de forces tendant à faire dévier l'aérostat de la situation d'équilibre au repos, laquelle correspond à l'axe du ballon parfaitement horizontal. Le couple d'inclinaison provenant de l'action de l'hélice, à l'allure de marche normale, aura pour mesure la poussée de $9^{k},80$ multipliée par sa distance à la résultante des résistances partielles ; cette distance à l'axe de l'hélice est de $12^{m},20$, ce qui donne $119^{kgm},56$. Le poids total de l'aérostat, en matières plus lourdes que l'air, est de 2478 kilog. avec tout son lest ; il est de 2043 kilog. à la fin du lest. Le centre de gravité de ce poids sans lest est à $15^{m},75$ en contre-bas du point d'application de la force ascensionnelle du ballon ; par suite, le sinus de l'angle d'inclinaison qui résulte de ce couple a pour mesure $\frac{119,56}{2043 \times 15,75}$; ce qui correspond à un angle de 13 minutes. Cet angle est complétement négligeable.

« Dans certains moments pour atteindre, par exemple, un point voulu du sol à la descente, on pourra mettre à la fois les six manœuvres sur le treuil au lieu de quatre ; chacun d'eux pourra, en outre, pendant quelques minutes doubler son travail. La puissance transmise à l'hélice sera alors momentanément triplée, ce qui fera que la vitesse de l'aérostat deviendra $2,22 \times \sqrt[3]{3} = 3^{m},20$, soit $11^{kilom},5$ à l'heure.

(1) L'auteur arrive encore au même chiffre par un calcul d'une autre nature, en admettant que le ballon porteur, au lieu de se mouvoir dans l'air, est un corps solide de même forme se mouvant dans l'eau, et en faisant alors cette supposition plausible que la résistance à la même vitesse de 8 kilomètres à l'heure serait dans le rapport des densités de l'eau et de l'air.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le nombre de tours par minute commun au treuil et à l'hélice passera de $21^{tours},23$ à 30,84. Enfin, la poussée horizontale de l'hélice deviendra,

$$9,80 \times \left(\frac{3,20}{2,22}\right)^2 = 9,80 \times 2,02 \times 20^k,38.$$

« La force de poussée étant momentanément ainsi doublée, le petit angle d'inclinaison sera également doublé et s'élèvera à 26 minutes, ce qui est encore parfaitement négligeable. »

Partant des calculs qui précèdent, M. Dupuy de Lôme établit le devis géométrique de son aérostat. Nous ne reproduirons pas ce devis puisque le projet a reçu quelques modifications et que les chiffres de l'exécution, déterminés, d'ailleurs, par les mêmes calculs, se trouvent dans l'extrait du mémoire qu'on va lire.

Nous dirons, seulement, que, dans ce projet, où il s'agissait d'employer le gaz d'éclairage, la force ascensionnelle du ballon, à la pression de $0^m,76$, à raison de 735 grammes par mètre cube de gaz mélangé, au besoin, d'hydrogène pur, était de 2553 kilog., c'est-à-dire supérieure de 75 kilog. au poids total de 2478 kilog. à enlever au départ, soit de 3 pour 100, proportion convenable pour qu'un aérostat s'élève du sol avec une bonne vitesse ascensionnelle (1). (M.)

RÉSUMÉ DE LA NOTE REMISE EN DÉCEMBRE 1871 A LA COMMISSION D'ESSAI SUR L'AÉROSTAT A HÉLICE CONSTRUIT PAR M. DUPUY DE LÔME.

Résumé historique.

« C'est le 29 octobre 1870, pendant le siége de Paris par les armées allemandes, que j'ai été chargé de faire exécuter, pour le compte de l'État, un aérostat dirigeable,

---

(1) A la suite de ces communications, M. Dupuy de Lôme a rappelé la tentative faite, en 1852, par M. Giffard, sur la direction des aérostats, et constaté que cet ingénieur avait adopté des dispositions ayant beaucoup d'analogie avec celles auxquelles il a été lui-même conduit, notamment pour la forme et la tenue du ballon porteur, ainsi que pour l'emploi d'un propulseur à hélice. M. Dupuy de Lôme dit que M. Giffard avait une machine à vapeur de 3 chevaux pour mettre son hélice en mouvement, qu'il s'est élevé dans son aérostat le 22 septembre 1852, et lui a imprimé une vitesse propre de 2 à 3 mètres par seconde, en le dirigeant très-bien au moyen d'une voile-gouvernail presque identique à la sienne. Il ajoute que, si cet essai, qu'il croit avoir été abandonné depuis lors, n'a pas été suivi de résultats plus satisfaisants, cela tient à quelques fautes dans les proportions et à l'absence d'un moyen pour maintenir gonflé le ballon porteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conçu conformément aux vues que j'avais exposées à ce sujet à l'Académie des sciences, dans les séances des 10 et 17 du même mois.

« J'ai accepté cette mission, sans me dissimuler les difficultés que j'allais rencontrer pour l'exécution de mon appareil, dans Paris assiégé, avec son industrie désorganisée. Malgré mes efforts et ceux de mes collaborateurs principaux, M. Zédé, ingénieur de la Marine, et M. Yon, aéronaute, je n'ai pu réussir à terminer ce travail assez à temps pour qu'il pût servir pendant le siége.

« Des obstacles insurmontables, tels que l'insurrection du 18 mars et le second siége de Paris, suivis d'autres incidents, m'ont contraint de retarder encore l'essai de mon aérostat. Ce n'est qu'au mois de décembre dernier qu'il m'a été possible de le préparer, dans un local du Fort-Neuf de Vincennes mis à ma disposition par le Ministre de la guerre. Une commission, nommée par le Ministre de l'instruction publique, a été alors chargée de constater la remise à l'État de l'appareil, et de suivre l'essai que je demandais à en faire le plus tôt possible.

Description de l'aérostat.

« Une fois engagé dans l'étude des plans d'exécution de cet aérostat à hélice, tout en conservant les mêmes données principales exposées à l'Académie, dans les séances des 10 et 17 octobre, j'ai été conduit à modifier quelques dispositions et quelques dimensions.

« J'ai supprimé la vergue horizontale entre le ballon et la nacelle, tout en raccourcissant les brancards de celle-ci; puis adoptant une hélice à deux ailes au lieu de quatre, et portant son diamètre à 9 mètres au lieu de 8 mètres, je l'ai placée à l'arrière de la nacelle, de manière à l'actionner directement par le treuil à manivelle, sans aucune transmission de mouvement par chaîne Galle ni par courroies. (Voir pl. 476.)

« En adoptant cette disposition, j'ai été conduit à un nouveau système de suspension de nacelle d'une importance capitale, au point de vue de la stabilité d'un ballon oblong dans le sens horizontal..

« Je rappelle que j'ai posé en principe que, pour obtenir un aérostat dirigeable, il faut tout d'abord satisfaire aux deux conditions ci-après :

« 1° La permanence de la forme du ballon, sans ondulations sensibles de la surface de son enveloppe;

« 2° La constitution, pour l'ensemble de l'aérostat, d'un axe de moindre résistance dans le sens horizontal, et dans une direction sensiblement parallèle à celle de la force poussante.

« J'ai satisfait à la condition de permanence de la forme, au moyen d'un ventilateur porté et manœuvré dans la nacelle, et mis en communication par un tuyau en étoffe avec un ballonnet placé à l'intérieur du ballon à sa partie basse. Le volume de ce ballonnet est le dixième de celui du grand ballon. Cette proportion permet de descendre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 866 mètres de hauteur, en maintenant le ballon gonflé malgré l'augmentation correspondante de la pression barométrique.

« Ce ballonnet à air est muni d'une soupape s'ouvrant de dedans en dehors, et réglée par des ressorts, de telle façon que, si l'on venait à souffler mal à propos, ce serait l'air insufflé qui s'échapperait du ballonnet par cette soupape plutôt que de le gonfler en refoulant l'hydrogène plus bas que l'extrémité inférieure des pendentifs. Le grand ballon est muni de deux de ces pendentifs, ouverts à l'air libre et descendant à 8 mètres au-dessous du plan tangent à la partie basse du ballon.

« Pour satisfaire au second principe, la constitution d'un axe horizontal de moindre résistance, j'ai donné au ballon la forme géométrique engendrée par un arc de cercle tournant autour de sa corde, et dont la flèche est, à très-peu près, le cinquième de la longueur de cette corde. Une forme plus oblongue eût encore plus réduit la résistance, accru la vitesse et rendu plus facile le maintien de la direction au moyen du gouvernail. Mais les difficultés relatives au filet croissant avec la longueur, j'ai tenu à la modérer.

Dimensions principales du plan d'exécution.

Longueur totale du ballon, de pointe en pointe	36m,12
Diamètre au fort	14m,84
Rayon du méridien longitudinal	25m,78
Volume du ballon (calculé avec la forme de solide de révolution)	3454m3,00
Volume du ballonnet à air	345m3,40
Force ascensionnelle par mètre cube d'hydrogène fabriqué *ad hoc*	1100gr,00
Force ascensionnelle de l'aérostat. Ballonnet affaissé	3799k,00
Force ascensionnelle de l'aérostat. Ballonnet gonflé	3419k,00
Surface du ballon porteur	1225m2,00
Surface du dessus du ballonnet	170m2,00
Surface de la maîtresse section du ballon gonflé	172m2,96
Distance du dessus de la nacelle en contre-bas du grand axe longitudinal du ballon	20m,50
Hauteur totale de l'aérostat du dessus du ballon au-dessous des quilles de la nacelle	29m,12
Longueur de la partie de la nacelle en osier	6m,50
Longueur totale de la nacelle de pointe en pointe des brancards	12m,60
Largeur de la nacelle au fort	3m,26
Distance à laquelle se trouve en contre-bas du grand axe horizontal du ballon, l'axe de l'hélice et du treuil moteur	20m,45
Diamètre de l'hélice	9m,00
Pas de l'hélice	8m,00
Nombre d'ailes	2
Fraction de pas de chaque aile au bout	1/16
Fraction de pas de chaque aile au centre d'action	1/10
Nombre de tours d'hélice par minute, prévu pour obtenir une vitesse de l'aérostat de 2m,22 par seconde ou de 8 kilomètres à l'heure	21 tours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Diamètre du ventilateur destiné à gonfler le ballonnet, mesure prise en dehors des ailettes	$0^m,65$
Diamètre du cercle d'entrée d'air	$0^m,30$
Longueur des ailettes à l'attaque de l'air	$0^m,28$
Longueur des ailettes à la sortie	$0^m,10$
Nombre de tours normal par minute qu'un homme peut imprimer à la manivelle d'une manière soutenue	20
Nombre de tours correspondant des ailettes	500
Pression de l'air à cette allure dans le tuyau de refoulement	4 cent. d'eau.
Temps nécessaire à cette allure pour remplir d'air le ballonnet	15 minutes.

Disposition du filet.

« J'ai été conduit à l'emploi d'un système de deux filets concentriques, suspendus tous deux à une chemise en étoffe construite sur les mêmes gabarits que le ballon et remplaçant toute la partie supérieure du filet ordinaire à partir du méridien horizontal.

« Le filet extérieur, qui est le *filet porteur* de la nacelle, est relié à la chemise, à la hauteur de ce méridien, au moyen d'une collerette et d'un mode d'attache qui répartit uniformément sur l'étoffe la traction de chaque corde.

« Le filet intérieur, que j'appelle *filet de balancine,* est attaché au bas de la chemise par un mode identique; il se détache du ballon tangentiellement à sa surface, environ aux trois quarts de sa hauteur, et forme au-dessous du ballon un cône dont le sommet est entre le ballon et la nacelle, dans l'axe vertical qui relie les deux centres. C'est du sommet de ce cône que partent les cordages formant balancines de la nacelle.

Gouvernail, nacelle, hélice, treuil à bras, soupapes.

« Le gouvernail se compose d'une voile triangulaire placée sous le ballon, près de la pointe arrière, et maintenue à sa partie basse par une vergue horizontale de 6 mètres de longueur, pouvant pivoter sur son extrémité avant. La hauteur de cette voile est de 5 mètres, sa surface de 15 mètres carrés. Deux drosses en filin pour manœuvrer le gouvernail descendent jusqu'à l'avant de la nacelle, sous les mains du timonier, qui a devant lui la boussole fixée à la nacelle avec sa ligne de foi parallèle au grand axe du ballon.

« La nacelle a sa partie centrale en osier sur la longueur nécessaire pour contenir assez commodément le treuil moteur avec huit hommes, le ventilateur pour gonfler le ballonnet et l'homme qui le manœuvre, le timonier, la personne préposée au mouvement du lest, celle chargée des soupapes, du guide-rope, de l'ancre, enfin deux personnes dont l'une, chargée de la direction de la route, fait les observations pendant que l'autre inscrit et trace le chemin suivi sur la carte : en tout quatorze hommes d'équipage. La longueur réservée à ce personnel est de $6^m,50$. La nacelle en osier est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prolongée à l'avant et à l'arrière par des brancards en bambous contre-tenus par des sous-barbes en cordes.

« L'hélice de propulsion est portée directement par la nacelle; son arbre se prolonge à l'arrière, un peu au delà du bout des brancards, et le moyeu de l'hélice portant les ailes est facilement démontable. Cet arbre d'hélice peut se relever à l'arrière en pivotant sur son support avant, de façon à écarter l'hélice du sol avant le départ et au moment d'atterrir.

« Le treuil se compose d'un arbre en fer coudé, dont les manivelles sont disposées de façon que le centre de gravité des corps des quatre ou huit hommes, pendant leur mouvement pour tourner ces manivelles, reste sensiblement au même point.

« Les soupapes pour l'évacuation de l'hydrogène sont au nombre de deux, placées sur le méridien supérieur du ballon, dans la direction prolongée des deux tuyaux formant pendentifs. Ces pendentifs, ouverts par le bas, laissent descendre dans la nacelle les cordes de manœuvre des soupapes.

Nature de l'étoffe du ballon et de son enduit.

« L'étoffe du ballon se compose d'un taffetas de soie blanche et d'un nansouk avec 7 couches de caoutchouc interposées.

La soie pèse, par mètre carré.	52 grammes.
Le nansouk.	40 —
Le caoutchouc.	148 —
Total par mètre carré dans enduit.	240 grammes.

« La force de cette étoffe essayée au dynamomètre est de 11 kilogrammes par centimètre de largeur, son allongement avant rupture de 7 pour 100.

« La chemise a été faite de taffetas de soie blanche, sans addition d'aucun autre tissu ou enduit.

L'étoffe pesait, par mètre carré.	52 grammes.
Sa force de rupture, par centimètre de largeur, est :	
Dans le sens de la trame.	10 kilogrammes.
Dans le sens de la chaîne.	9 —

« Les coutures de l'étoffe du ballon et de celle du ballonnet ont été l'objet de dispositions toutes particulières (1). Il en est résulté que la résistance de la couture avant la désagrégation est au moins égale à celle de l'étoffe.

(1) Voici, d'après la note originale, les détails relatifs à ces coutures :

Pour opérer la jonction au caoutchouc du taffetas et du nansouk, il a d'abord été appliqué deux couches sur le taffetas, puis cinq sur le nansouk, après quoi les deux tissus ont été collés en-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« En outre, les coutures longitudinales de la chemise (1) ont été croisées par des rubans de soie placés à 20 centimètres de distance, et portant chacun 20 kilogrammes avant rupture.

« Sur le conseil de M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, j'ai recherché, pour contenir l'hydrogène, un enduit à base de gélatine. Puissamment aidé dans la préparation de ces enduits par mon confrère, M. H. Sainte-Claire Deville, et par M. Troost, professeur de chimie à l'École normale, je suis arrivé à préparer plusieurs enduits satisfaisants, parmi lesquels j'ai choisi comme le meilleur celui dont je dois la constitution à M. Troost.

« Il s'obtient en procédant de la manière suivante :

« On prépare d'abord une dissolution A comprenant en poids :

De la gélatine pure.	100	800
De la glycérine.	100	
De l'acide pyroligneux.	600	

« On opère en dissolvant à chaud au bain-marie la gélatine dans l'acide pyroligneux, et en ajoutant toujours à chaud la glycérine.

« On prépare ensuite une autre dissolution B comprenant en poids :

Tannin.	100	700
Acide pyroligneux.	600	

« On verse doucement à chaud A dans B, en agitant avec une spatule de bois.

« On recuit le tout au bain-marie pendant une heure au moins, en ajoutant peu à peu de l'acide, de manière à maintenir le même volume total.

« On applique cet enduit à chaud au pinceau du côté du nansouk, lequel est dans l'intérieur du ballon. Une couche est facilement sèche dans vingt-quatre heures; avec trois couches on obtient une étoffe suffisamment impénétrable à l'hydrogène.

« L'addition de poids produite par ces trois couches une fois sèches est de 95 à 100 grammes par mètre carré.

---

semble en les passant sous une forte compression entre des cylindres chauffés à la vapeur. C'est dans cette étoffe, ainsi préparée, qu'ont été taillées les côtes du ballon. Ces côtes ont été assemblées ensuite par des piqûres droites, puis sur chaque piqûre on a collé, du côté de l'intérieur, une bande de nansouk avec une dissolution de caoutchouc dans la benzine, et du côté de l'extérieur une bande de florence avec la même dissolution. (R.)

(1) Ces coutures ont été faites en losange, de manière à répartir l'effort sur un grand nombre de fils de la chaîne, au lieu de l'accumuler sur un seul fil comme le fait la couture droite. (*Extrait de la note originale.*) (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Poids du ballon.

« En tenant compte des poids précités du mètre carré d'étoffe, de celui provenant du recouvrement pour les coutures et de celui de l'enduit, j'avais calculé que le ballon avec le ballonnet pèserait environ 550 kilogrammes. Vérifié après construction, ce poids a été trouvé de 549k,200. Avec les soupapes, les tuyaux pendentifs et celui pour la soufflerie, le poids total du ballon porteur, sans chemise ni filet, est de 570 kilogrammes.

« Le devis des poids de l'aérostat supposé en équilibre avec sa force ascensionnelle au niveau du sol a été établi ainsi qu'il suit :

Ballon porteur, soupapes et pendentifs.	570k5
Chemise et filets.	180
Derniers cordages de gonflement restant accolés aux suspentes de la nacelle.	60
Gouvernail, poulies de drosses, drosses.	14
Nacelle avec brancards, traverses, épontilles, bancs d'osier, cabillots, toiles des bouts.	585
Hélice amovible avec son moyeu et les tirants.	75,600
Treuil, arbre creux de l'hélice, coussinets.	78,900
Ventilateur et sa base en bois.	49,500
Ancre à quatre becs.	30
Petit câble pour l'ancre.	40
Guide-rope.	40
Cordage pour attirer la nacelle à terre.	30
Quatorze hommes d'équipage.	1050
Bagages et vivres.	98
Instruments d'observation et cartes.	23
Colis à porter à destination.	275
Lest disponible pour monter à la hauteur voulue et pour compenser pendant le voyage les pertes de gaz, les alourdissements de l'aérostat par la pluie, la neige, etc.	600
Total égal à la force ascensionnelle du grand ballon plein d'hydrogène au ras du sol.	3799k5

Calcul des efforts à supporter par l'étoffe du ballon, par celle de la chemise et par les cordages du filet.

« Je me suis livré à ce sujet à des calculs détaillés, démontrant que, sous les efforts normaux du gaz et des poids, abstraction faite des secousses et des efforts locaux provenant des incidents du gonflement ou de l'atterrissage, les étoffes ainsi que les cordages du filet ont à supporter des efforts ne dépassant nulle part 1/10 de leur résistance à la rupture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vitesse horizontale de l'aérostat par rapport à l'air ambiant, et puissance à employer pour obtenir cette vitesse.

« En me basant sur les mêmes considérations déjà développées dans la séance de l'Académie du 10 octobre 1870, j'ai établi :

« 1° Que la résistance de l'aérostat à la translation horizontale dans la direction de son grand axe avec une vitesse de $2^{m},22$ par seconde, ce qui fait 8 kilomètres à l'heure, ressort à $11^{k},031$;

« 2° Qu'avec l'hélice à deux ailes de 9 mètres de diamètre et de 8 mètres de pas, telle que je l'ai conçue, cette vitesse de $2^{m},22$ par seconde s'obtiendra avec 21 tours d'hélice par minute ;

« 3° Que le travail total à transmettre à cette hélice montée sur l'aérostat, libre dans l'air, sera de $33^{k},13/100$ pour obtenir ces 21 tours par minute ;

« 4° Que quatre hommes suffiront pour soutenir cette allure, en les relevant toutes les demi-heures ;

« 5° Qu'en mettant au treuil les huit hommes à la fois on soutiendra facilement, pendant une demi-heure, 27 à 28 tours, et que, momentanément, on pourra obtenir jusqu'à 33 tours 1/2, correspondant à une poussée horizontale de $27^{k},58$ et à une vitesse de l'aérostat de $3^{m},50$ par seconde ou de 12 600 mètres à l'heure.

Stabilité de l'aérostat.

« Grâce à mon système de filets, la stabilité de l'ensemble de cet aérostat, ballon, filets et nacelle, peut être calculée comme celle d'un corps rigide, tant que les inclinaisons latérales ne dépasseront pas 20 degrés et les inclinaisons longitudinales 28 degrés.

« Le centre de gravité de l'ensemble calculé pour l'aérostat à la fin de son lest est situé à $15^{m},54$ en contre-bas de l'axe horizontal du ballon.

« Il en résulte que, même sous l'effort maximum dont huit hommes travaillant à l'hélice sont susceptibles, l'assiette d'équilibre du ballon en marche ne différera pas de 1/2 degré de celle de son équilibre au repos, et qu'un homme, allant de l'avant à l'arrière de la nacelle, ne fera pas incliner de plus de 2/3 de degré.

Production du gaz hydrogène pour gonfler le ballon.

« D'après les données pratiques de M. Yon, confirmées d'ailleurs par la théorie, pour obtenir de l'hydrogène au moyen de l'action de l'acide sulfurique sur le fer et l'eau, j'ai disposé pour la production du gaz destiné à gonfler le ballon deux systèmes de quarante futailles chacun, pouvant opérer successivement :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le volume d'une futaille est de.		690 litres.
On mettra dans chaque futaille, tout d'abord, un lit de tournure de fer, dit *fer permanent*.		200 kilog.
Puis pour chaque opération	de l'eau.	425 litres.
	du fer.	$31^{kil},250$
	de l'acide sulfurique du commerce à 66 degrés. . . .	$62^{kil},500$
Cela fera dans chaque futaille un cube de.		516 litres.
Chaque futaille ainsi chargée doit produire de l'hydrogène.		$12^{m3},500$
Soit pour quarante futailles une opération de.		$500^{m3},000$
Le temps d'une opération sera de.		2 heures.

« Au bout de deux heures, on procédera au lavage des tonneaux, en débondant les futailles par le bas et en laissant écouler dans les caniveaux les eaux chargées de sulfate de fer. On perdra à ce moment l'hydrogène restant dans l'appareil de production, soit 172 litres par futaille ou 7 mètres cubes sur les 500 (perte motivée). Une fois les eaux mères écoulées, on procédera au lavage des futailles et des fers qu'elles contiennent jusqu'à ce que l'eau sorte claire, puis on y remettra de nouveau 425 litres d'eau pour recommencer l'opération avec une nouvelle addition de fer et d'acide dans la proportion donnée ci-dessus.

« Pendant le lavage d'une batterie, l'autre batterie de quarante futailles fonctionnera.

« L'hydrogène, à sa sortie des futailles, passera dans l'appareil de lavage compris dans un cylindre en tôle plombée de $1^{m},50$ de hauteur et de $1^{m},50$ de diamètre, contenant de l'eau froide, maintenue au besoin avec de la glace à près de 0 degré. Le gaz débouche ainsi par de petits jets sous un grand nombre de champignons qui contrarient sa vitesse d'ascension dans l'eau. Une fois sorti de la masse d'eau qui occupe le fond du laveur, l'hydrogène, avant de s'échapper de cet appareil, est encore traversé par une pluie d'eau froide incessante. Des orifices d'écoulement avec tuyaux recourbés maintiennent le niveau de l'eau du laveur à la hauteur voulue, sous une pression d'environ 6 centimètres d'eau.

« En sortant du laveur l'hydrogène se rendra dans un appareil sécheur, composé d'un cylindre vertical également en tôle plombée, de $2^{m},70$ de hauteur et 1 mètre de diamètre, contenant quatre grilles superposées, chargées de chaux vive posée sur de la mousse. L'hydrogène arrivé par la partie basse de ce cylindre en sort par sa partie supérieure. Il passera ensuite dans un vase en verre contenant un hygromètre et du papier de tournesol, et se rendra de là au ballon par un tuyau en étoffe préparée comme celle du ballon. Le laveur et le sécheur ont des couvercles amovibles, rendus étanches par une fermeture hydraulique suffisante pour contenir une pression intérieure de plus de 10 centimètres d'eau.

« Dans une journée on fera quatre opérations de batterie, produisant en huit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

heures 2000 mètres cubes d'hydrogène, qui seront recueillis dans le ballon. Celui-ci sera maintenu à demi gonflé pendant la nuit, au moyen de son système de cordes de gonflement, disposé pour le préserver des attaques même d'un vent assez fort. Le lendemain il n'y aura plus à produire que 1,454 mètres cubes de gaz qui se feront en trois opérations et en six heures. Le ballon sera alors maintenu gonflé, et, le jour suivant, l'opération de l'ascension aura lieu si le temps est propice. Sinon, le ballon gonflé pourra attendre, au besoin, pendant quelques jours, un temps convenable pour une expérience d'étude.

ESSAI DE L'AÉROSTAT A HÉLICE.

« La Commission nommée par le Ministre de l'instruction publique pour constater la remise à l'État de l'aérostat et de ses accessoires, et pour assister ensuite aux essais que je demandais à faire, a d'abord pris connaissance des plans et de la note que je viens de lire, puis elle s'est rendue le 8 janvier à Vincennes pour y examiner l'appareil dans le manége du Fort-Neuf, où il était déposé avec tout le matériel destiné à la production du gaz hydrogène.

« Les mauvais temps prolongés qui ont régné pendant presque tout le mois de janvier m'ont obligé à attendre encore avant d'opérer le gonflement du ballon.

« Le 30 de ce mois, le temps paraissant s'améliorer, je me décidai à commencer ce gonflement.

« Cette opération délicate s'est exécutée avec un plein succès, et le volume d'hydrogène, résultant de chaque production d'une batterie de quarante tonneaux, a bien été celui que j'avais annoncé. La force ascensionnelle de ce gaz, mesurée dans un petit ballon d'essai, a été trouvée de 1120 grammes par mètre cube. Toutefois, l'opération a marché plus lentement que je ne l'avais prévu. La production du gaz d'une batterie a duré trois heures au lieu de deux, même en abandonnant le restant de production qui se continuait encore lentement au bout de trois heures. Il en est résulté que, dans les journées courtes de cette époque de l'année, ne voulant pas travailler à la lumière, il nous a fallu trois jours pour gonfler entièrement le ballon.

« Il était prêt le 1er février au soir; il a été tenu gonflé toute la nuit du 1er au 2, et, le 2 au matin, on a procédé à son exhaussement du sol, à la hauteur voulue pour permettre le placement de la nacelle avec toute l'installation des filets, des suspentes et des balancines, ainsi que du gouvernail, du tuyau de ventilateur, etc.

« Sept batteries avaient suffi pour remplir le ballon; une huitième avait été disposée, prête à réparer, le 2 au matin, les pertes de gaz qui auraient pu se produire; mais les pertes d'un jour à l'autre étaient inappréciables; nous avions déjà la preuve que l'étoffe avec son enduit tenait le gaz hydrogène de la façon la plus satisfaisante.

« A 9 heures du matin, le tuyau de communication entre le ballon et l'appareil de production du gaz a été enlevé. Ce n'est qu'à 1 heure de l'après-midi que l'ascension

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a eu lieu, et pendant ces quatre heures le ballon est resté parfaitement gonflé avec ses parois tendues sous la pression du gaz qui n'a pas cessé de remplir les pendentifs.

« Le vent s'était élevé, depuis le matin, avec assez de force dans la direction du sud ; les bulletins du Bureau météorologique de l'Observatoire étaient loin d'être rassurants.

« Le 1er février, ils annonçaient baisse du baromètre à Paris, vent du sud sur tout le nord de la France, tempête de sud-ouest à l'entrée de la Manche.

« Le 2 février, le ciel était couvert, la pluie était imminente, il ventait sud assez fort à Paris et sur la Manche ; le baromètre avait baissé en Hollande.

« Néanmoins, et malgré les difficultés que le vent soufflant par rafales nous causait pour l'opération du placement de la nacelle et de ses accessoires, ayant la plus entière confiance dans les facilités que les dispositions de cet aérostat nous donneraient pour opérer la descente, je me décidai à faire une ascension dont la durée n'avait pas besoin d'être prolongée.

« Sous l'action d'une forte rafale qui fit tourner le ballon sur lui-même en l'inclinant de la verticale au moment où la nacelle, encore incomplétement liée à ses suspentes, était chargée d'un excédant de lest considérable, il arriva que les suspentes fixées à l'avant des brancards exercèrent sur ceux-ci une traction latérale à laquelle la nacelle ne put pas céder comme elle l'eût fait si elle avait été suspendue. A ce moment, un des bambous du brancard de l'arrière fut plié, et un des brancards de l'avant fut cassé. Je fis réparer rapidement cette avarie, mais le brancard arrière porte-hélice resta un peu déformé, et il en est résulté une résistance anormale pour faire tourner l'arbre de l'hélice. Cet inconvénient, qui me fut signalé avant de partir, n'était pas de nature à faire ajourner l'essai.

« Toutes les suspentes de la nacelle étaient en place ainsi que les balancines ; l'hélice étant montée sur le bout de son arbre, je donnai l'ordre à chaque homme de l'équipage de prendre son poste, et M. Yon, qui avait dirigé depuis trois jours les détails de cette difficile opération du gonflement avec une intelligence et un zèle dont je tiens à le remercier ici, se chargea aussitôt de régler le lest pour partir au plus vite.

« L'aérostat, avec tout le matériel énuméré dans la note remise à la Commission, ayant de plus 25 kilogrammes de cordages supplémentaires, avec son équipage de quatorze personnes, était sensiblement en équilibre au ras du sol, la nacelle contenant 650 kilogrammes de lest en sable dans des sacs de 15 et de 10 kilogrammes.

« A partir de ce moment, il a été encore sorti de la nacelle dix sacs de 15 kilogrammes, ce qui a donné à la force ascensionnelle un excédant de 150 kilogrammes sur le poids. Au signal donné, les cordes de retenue ayant été lâchées, l'aérostat s'est élevé assez rapidement pour que nous n'ayons pas eu un instant à craindre d'être poussés par une rafale contre un des édifices bordant la cour du Fort-Neuf.

« Il était 1 heure au moment du départ, et le baromètre marquait près du sol

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

755 millimètres; le vent paraissait souffler du sud assez fort; la température était de 8 degrés.

« Préoccupé d'autres soins, je n'ai point fait observer la vitesse d'abaissement du baromètre pendant l'ascension sous l'action de la force précipitée. Ce n'est qu'à $1^h,15^m$ que nous avons commencé dans la nacelle nos observations régulières.

« Peu de minutes après le départ, on a descendu sur son coussinet-arrière l'arbre de l'hélice, qui est fait pour se relever, avant le départ et au moment de toucher terre, par un mouvement angulaire qui écarte l'hélice du sol et la met à l'abri des chocs susceptibles de l'avarier. L'hélice a été mise alors en mouvement par les huit hommes à la fois; doucement d'abord, plus vite ensuite. Le gouvernail a été porté à droite, puis à gauche, puis tenu dans le plan diamétral pour voir comment l'aérostat répondait à son action.

« Dès que l'hélice a été mise en mouvement, l'influence du gouvernail s'est immédiatement fait sentir dans le sens voulu, ce qui prouvait déjà que l'aérostat avait une vitesse propre par rapport à l'air ambiant.

« L'anémomètre présenté au courant d'air à l'avant de la nacelle restait, d'ailleurs, immobile tant que l'hélice était stoppée, et tournait dès que l'on faisait fonctionner l'hélice motrice; il prouvait donc aussi que l'aérostat avait une vitesse propre sous l'influence de son moteur.

« Mais, avant d'aller plus loin, je vais dire un mot des instruments que j'avais préparés pour mesurer la vitesse propre à l'aérostat, constater les directions dans lesquelles agissait cette vitesse, mesurer, d'autre part, la direction de la route suivie par l'aérostat par rapport à la terre et sa vitesse sur cette route.

« Tout en constatant la solution du problème de la stabilité d'un ballon oblong, il est clair que l'objet de l'expérience que j'avais entreprise consistait, en outre, à reconnaître : 1° quelle vitesse l'aérostat obtenait par rapport à l'air ambiant sous l'influence de son hélice mise en mouvement à telle ou telle vitesse; 2° de quelle façon il obéissait à son gouvernail soit pour maintenir le cap dans une direction voulue, soit pour changer cette direction à volonté.

« Prévoyant que je rencontrerais dans cette saison des vents trop rapides, en présence desquels la vitesse propre à l'aérostat ne pourrait produire qu'une déviation minime, je tenais à constater directement cette vitesse de l'aérostat par un moyen analogue au loch, en mer, qui donne la vitesse sur l'eau indépendamment des courants. Un appareil aérien, analogue au loch, était difficile à installer, à cause de l'hélice de 9 mètres de diamètre tournant à l'arrière de la nacelle. Je me décidai à construire un anémomètre au moyen d'une petite hélice légère à quatre ailes, d'un pas assez allongé pour qu'il soit facile de compter le nombre de tours. Cet anémomètre à hélice, une fois construit, a été ensuite expérimenté directement à terre, en le transportant dans le sens de son axe avec une vitesse connue, dans un local à l'abri de tout

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courant d'air: j'ai reconnu ainsi que la vitesse de translation de cet anémomètre et le nombre de tours qui en résultait étaient liés par l'équation

$$V = 1^{m},12\,\frac{n}{60} + 0^{m},21$$

en appelant V la vitesse de translation par seconde, n le nombre de tours par minute.

« J'ai ainsi dressé un tableau donnant de suite la vitesse de translation de l'aérostat par rapport à l'air ambiant en fonction du nombre de tours de l'anémomètre.

« La direction du cap a été obtenue, comme dans tout navire, au moyen d'une boussole fixée dans la nacelle et ayant la ligne de foi parallèle au grand axe du ballon.

« Pour mesurer la route suivie par l'aérostat par rapport au sol, j'ai pris une boussole d'embarcation de la Marine, sur une des faces latérales de laquelle j'ai fixé une planchette parallèle au plan vertical passant par la ligne de foi de la boussole. Le champ de cette planchette est peint en noir, la partie formant surface verticale parallèle à la ligne de foi a été maintenue blanche; de cette façon, il est très-facile de s'assurer qu'on a le rayon visuel placé dans le plan vertical précité. Quant à la verticalité de ce plan, elle résulte naturellement de la suspension de la boussole qu'on tient libre à la main.

« En remarquant un objet quelconque bien visible sur la terre, et passant sous l'observateur, puis en tournant la planchette de la boussole dans la direction du même objet, quand il est bien écarté de la verticale, on lit directement sur la boussole la direction de la route suivie sur la terre.

« C'est, du reste, le procédé déjà indiqué par M. Janssenne.

« La même observation donne la vitesse de l'aérostat sur le sol, en fonction de sa hauteur, de la manière suivante :

« Sur la planchette en question, sont fixées trois broches métalliques formant un triangle, dont la hauteur est double de sa base horizontale. On note à une montre à secondes le moment du passage de l'objet précité daas la direction du côté du triangle le plus rapproché de la verticale; puis ensuite le moment du passage de ce même objet dans la direction du côté le plus incliné. Le nombre de secondes écoulées entre les deux passages donne le temps que l'aérostat a mis à parcourir, par rapport au sol, une distance égale à la moitié de sa hauteur.

« J'avais fait préparer à l'avance une épure donnant, à sa seule inspection, la vitesse sur le sol en fonction de la hauteur et de la durée en secondes de l'observation précitée.

« Quant aux hauteurs de l'aérostat, je les lisais directement. avec une approximation suffisante pour la nature de cette expérience, sur le cadran d'un baromètre anéroïde, gradué à cet effet en mètres de hauteur, cadran mobile sur celui des graduations

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en millimètres, de manière à placer le zéro des hauteurs vis-à-vis le nombre de millimètres observés à terre au moment du départ.

« Les températures n'ont été observées qu'au moyen d'un thermomètre ordinaire d'une sensibilité médiocre, mais suffisante pour ce que j'avais en vue.

« Pour plus de simplicité, j'ai relevé toutes les directions de route et celle du cap, *par rapport au méridien magnétique,* et je vais les relater telles quelles dans ce qui va suivre.

« Reprenant le récit de l'essai du 2 février, je rappelle que, depuis le moment du départ du sol, à 1 heure jusqu'à $1^h,15^m$, nous avons fait diverses évolutions, et nous nous sommes assurés que tout fonctionnait bien sans nous occuper à prendre des mesures précises.

« A $1^h,15^m$, j'ai fait stopper l'hélice pour reconnaître la direction dans laquelle nous entraînait le vent seul. — Les observations de $1^h,15^m$ à $1^h,20^m$ donnent :

Hauteur de la nacelle au-dessus du niveau du point de départ.	560 mètres.
Température.	6 degrés.
Direction de la route sur le sol (méridien magnétique).	N. E. 7° N.
Vitesse dans cette direction.	12 mètres par seconde.
Ou.	43 200 mètres par heure.

« A $1^h,30^m$, hélice en mouvement, avec ordre au timonier de maintenir le cap au sud-est, faisant ainsi un angle de 83 degrés avec la dernière route observée avec le vent seul :

Hauteur.	607 mètres.
Température.	6 degrés.
Cap (direction moyenne, avec des variations de quelques degrés de chaque bord).	S. E.
Nombre d'hommes à l'hélice.	8.
Nombre de tours d'hélice par minute.	25.
Vitesse propre à l'aérostat mesurée à l'anémomètre.	$2^m,35$ par seconde.
Ou.	8 460 mètres par heure.
Vitesse de l'aérostat sur le sol.	12 mètres par seconde.
Ou.	43 200 mètres par heure.
Direction de la route sur le sol.	N. E. 5° E.
Angle de cette route avec la précédente.	12 degrés.

« A $1^h,45^m$, hélice stoppée :

Hauteur.	580 mètres.
Température.	6 degrés.
Vitesse sur le sol.	15 mètres par seconde.
Ou.	54 000 mètres par heure.
Direction sur le sol.	N. E. 5° N.
Angle de cette route avec la précédente.	10 degrés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« A 1h,55m, hélice toujours stoppée; la route change visiblement peu à peu de direction; quand elle est devenue de nouveau constante, l'instrument de relèvement a donné :

Pour la direction sur le sol.	N. E. 5° E.

« A 2 heures, hélice en mouvement :

Hauteur.	608 mètres.
Température.	5 degrés.
Direction du cap.	S. E.
Nombre d'hommes à l'hélice.	8.
Nombre de tours d'hélice par minute.	26.
Vitesse propre à l'aérostat mesurée à l'anémomètre.	2m,45 par seconde.
Ou.	8 820 mètres par heure.
Vitesse de l'aérostat sur le sol.	16 mètres par seconde.
Ou.	57 600 mètres par heure.
Direction de la route sur le sol.	N. E. 15° E.
Angle de cette route avec la précédente.	10 degrés.

« A 2h,15m, hélice marchant encore :

Hauteur.	660 mètres.
Température.	5 degrés.
Direction moyenne du cap.	S. E.
Nombre d'hommes à l'hélice.	8.
Nombre de tours de l'hélice par minute.	27 1/2.
Vitesse propre à l'aérostat mesurée à l'anémomètre.	2m,82 par seconde.
Ou.	10 152 mètres par heure.
Vitesse de l'aérostat sur le sol.	17 mètres par seconde.
Ou.	61 200 mètres par heure.
Direction de la route sur le sol.	N. E. 16° E.
Angle de cette route avec la dernière observée avec le vent seul.	11 degrés.

« A 2h,30m, hélice stoppée :

Hauteur.	910 mètres.
Température.	5 degrés.
Vitesse de l'aérostat sur le sol.	17 mètres par seconde.
Ou.	61 200 mètres par heure.
Direction de la route sur le sol.	N. E. 6° E.
Angle de cette route avec la précédente.	10 degrés.

« A 2h,35m, hélice stoppée :

Hauteur.	1 020 mètres.
Température.	4 degrés.
Vitesse de l'aérostat sur le sol.	16m,50 par seconde.
Ou.	59 400 mètres par heure.
Direction de la route sur le sol.	N. E. 6° E.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« A partir de $2^h,35^m$, nous nous sommes occupés à descendre pour prendre terre et, à 3 heures précises, nous touchions le sol au delà de Mondécourt, à 10 kilomètres un quart dans l'est, 17 degrés nord de Noyon.

« Il me paraît intéressant de relater ici le fait suivant, sans que j'y attache une importance exagérée; mais il est cependant de nature à corroborer la confiance que m'inspire la méthode indiquée ci-dessus pour mesurer les directions de route et les vitesses sur le sol.

« A $1^h,15^m$, nous avions marqué de notre mieux notre point sur la carte de l'État-Major; malheureusement, je n'ai pas réussi, à ce moment, à retrouver sur la terre la cour du Fort-Neuf de Vincennes, déjà trop éloignée. Quoi qu'il en soit, M. Zédé a tracé sur la carte, à partir du nouveau point de départ, les directions et les vitesses que je lui dictais, et quand, sur le point d'atterrir, nous nous sommes demandé quel pouvait être le village au-dessus duquel nous allions passer, M. Zédé, confiant dans sa route tracée sur la carte, nous répondit que ce devait être Mondécourt, sur les confins du département de l'Oise et de l'Aisne. Un instant après, les villageois, à qui nous demandions en passant sur leur tête quel était le nom de leur village, nous répétaient en criant le nom de Mondécourt.

« L'opération de l'atterrissage s'est faite avec un plein succès, sans aucune secousse, malgré la force du vent, grâce à la forme de l'aérostat qui s'est présenté debout au vent dès que la corde du guide-rope eut traîné quelque temps sur le sol, et grâce aussi au point d'attache de ce guide-rope et de la corde de l'ancre, non plus sur la nacelle même, mais près de la pointe avant du ballon sur le point de bridure des dernières pattes d'oie du filet porteur, point relié au restant de ce filet par une filière en faisant tout le tour.

« Ayant touché le sol à 3 heures, nous avons été bientôt entourés de paysans qui nous ont aidés à contenir la nacelle, pendant qu'avec la soupape ouverte nous dégonflions le ballon. A $3^h,15^m$, l'hélice, l'organe le plus délicat de cet ensemble, était démontée sans aucune avarie et séparée de la nacelle; à 6 heures, le ballon, la chemise et le filet étaient pliés et placés sous une bâche, sous la garde de deux hommes de notre équipage, en attendant que deux camions, demandés à la station du chemin de fer à Noyon, vinssent chercher le tout.

« Revenons sur quelques faits importants de cette expérience : il me reste d'abord à dire que la stabilité de la nacelle, due à son nouveau mode de suspension, a été parfaite; elle n'éprouvait *aucune oscillation* sous l'action de huit hommes travaillant au treuil de l'hélice, et l'on pouvait se porter facilement plusieurs personnes à la fois à gauche et à droite, ou de l'avant à l'arrière, sans qu'on s'aperçût d'aucun mouvement, pas plus que sur le parquet d'un salon.

« Évidemment le centre de gravité se déplaçant, il y avait un petit changement de quelques fractions de degré dans la verticale de tout le système, ballon et nacelle, ainsi qu'il a été dit en parlant de la stabilité (voir plus haut, p. 517); mais il était

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

impossible d'apercevoir un mouvement relatif de la nacelle par rapport au ballon, ni rien d'analogue aux oscillations d'une embarcation flottante dont l'équipage se déplace.

« En ce qui concerne le maintien de l'horizontalité de l'axe longitudinal du ballon oblong, l'expérience a été aussi des plus concluantes.

« Avec le ballon plein de gaz léger, il n'y a guère de motifs pour que cette horizontalité soit compromise. Avec le ballonnet gonflé à l'air, remplaçant ainsi l'hydrogène faisant défaut au volume, le résultat est le même. La circonstance critique pour la stabilité, celle qui ne pourrait manquer d'amener une déviation intolérable dans l'horizontalité du grand axe d'un ballon oblong, non muni d'un système analogue à celui de mon filet de balancine : c'est le cas d'un dégonflement partiel.

« Ayant la plus entière confiance dans le système de suspension, je n'ai pas hésité à en faire l'expérience. Pendant que nous descendions de la hauteur de 1 020 mètres, le ballon s'est bientôt frisé par-dessous : c'eût été le moment de faire fonctionner le ventilateur pour gonfler le ballonnet; j'ai fait attendre, pour souffler, que nous fussions revenus à 600 mètres. La diminution de volume et les plis du ballon étaient alors très-accentués, et il était intéressant de voir, à ce moment, les balancines de l'avant et de l'arrière se roidir tour à tour et contenir dans la position horizontale chaque extrémité du ballon, dès qu'elle témoignait une velléité de s'élever.

« J'ai fait ensuite fonctionner le ventilateur, pour ne pas descendre à terre avec le ballon trop dégonflé; mais le volume du ballonnet ne pouvant compenser la réduction du volume de gaz que pour une descente de 866 mètres, nous avons atteint le sol avec d'assez fortes rides longitudinales sous le ballon. Ce fait n'a présenté, d'ailleurs, aucun inconvénient, puisque nous ne cherchions plus à gouverner en faisant marcher l'hélice, nous reposant sur l'action des traînes et du guide-rope pour nous ramener vent debout.

« Il ne reste plus, pour compléter l'exposé de cette journée d'essai, qu'à dire qu'étant partis avec le ballon tout gonflé et le ballonnet à air aplati il nous a fallu jeter 300 kilogrammes de lest, pour monter à 1 020 mètres, avec l'aide de 150 kilogrammes de force ascensionnelle que nous nous étions donnés au départ. Nous n'avons eu à jeter de lest, en plus de celui nécessaire pour monter, qu'une quantité très-minime, ne représentant que les condensations par refroidissement ou l'alourdissement des étoffes quand nous avons reçu un peu de pluie; mais les pertes de gaz à travers l'étoffe, pendant deux heures qu'a duré cette expérience, ont été très-peu sensibles, et nous eussions pu, si cela nous eût convenu, continuer de nous maintenir en l'air pendant bien longtemps.

« Le résumé des faits acquis par l'essai du 2 février peut se formuler ainsi :

« 1° Stabilité assurée malgré la forme oblongue, grâce au système du filet de balancine;

« 2° Maintien de la forme au moyen du ballonnet à air;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 3° Faculté de maintenir le cap dans une direction voulue quand l'hélice fonctionne, malgré quelques embardées dues en grande partie à l'inexpérience du timonier;

« 4° Vitesse déjà importante imprimée à l'aérostat par rapport à l'air ambiant au moyen de l'hélice mue par huit hommes, cette vitesse s'étant élevée à $2^{m},82$ par seconde ou 10152 mètres par heure pour 27 tours 1/2 d'hélice par minute;

« 5° Le rapport de la vitesse propre de l'aérostat au produit du pas de l'hélice par son nombre de tours est de 76 pour 100; dans mon projet j'avais écrit que ce rapport serait au moins de 74 pour 100. La résistance totale de l'aérostat, comparée à celle de l'hélice, est donc un peu moindre que je ne l'avais estimée;

« 6° Les huit hommes employés pour obtenir ces 27 tours 1/2 par minute développaient, en moyenne, un travail dont je n'ai pas la mesure exacte, mais que je ne saurais estimer à plus de 60 kilogrammètres, surtout en raison du frottement anormal de l'arbre de l'hélice dans ses coussinets dont j'ai parlé précédemment.

« Si l'on parvenait à se mettre bien à l'abri des dangers que présente une machine à feu portée par un ballon à hydrogène, on ferait facilement une machine de huit chevaux de 75 kilogrammètres avec le poids des sept hommes dont on pourrait diminuer le chiffre de l'équipage, en conservant seulement un mécanicien sur les huit hommes employés à tourner l'hélice. Le travail moteur serait ainsi de 600 kilogrammètres, c'est-à-dire dix fois plus grand, et la vitesse de 10152 mètres à l'heure, obtenue le 2 février, s'élèverait avec le même aérostat à 22 kilomètres à l'heure. Le combustible et l'eau d'alimentation pourraient être prélevés sur le lest de consommation. On obtiendrait ainsi un appareil capable non-seulement de se dévier du lit du vent d'un angle considérable par des vents ordinaires, mais pouvant même assez souvent faire route par rapport à la terre dans toutes les directions qu'on voudrait suivre. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

RAPPORT DE LA COMMISSION INSTITUÉE PAR LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE POUR EXPÉRIMENTER L'AÉROSTAT DUPUY DE LÔME (1).

Monsieur le Ministre,

Les aérostats venaient à peine d'être découverts que le désir de les diriger et de transformer ainsi en une navigation aérienne ce qui, dans la célèbre expérience

---

(1) Cette commission était composée de MM. Balard, président, H. Sainte-Claire Deville, Delaunay, Jamin, membres de l'Académie des sciences, baron de Berckeim, général commandant l'artillerie de Paris, Dumesnil, directeur de l'instruction supérieure au Ministère de l'instruction publique, et Bouin, directeur de la comptabilité au Ministère de l'instruction publique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Montgolfier, n'avait été qu'une simple ascension, vint s'emparer de tous les esprits.

Cette possibilité de la direction des ballons avait été annoncée comme très-probable dans le rapport présenté à l'Académie des sciences le 23 décembre 1783.

Guyton de Morveau, de l'académie de Dijon, essaya, par la voie de l'expérience, de transformer cette probabilité en certitude. Mettant en pratique, avec quelques-uns de ses confrères de cette académie, les principes qu'il lui avait soumis le 11 décembre, il construisit un ballon à peu près sphérique, rempli d'hydrogène, porteur d'une proue et d'un gouvernail en toile, muni de rames, et, après deux essais peu fructueux, il parvint à le faire dévier d'une manière sensible de la direction que tendait à lui imprimer le vent, d'ailleurs très-faible, qui soufflait à Dijon ce jour-là, et à prouver ainsi, en faisant quelques évolutions, que la direction des aérostats était possible.

Les essais de ce genre ne furent cependant pas suivis, et, malgré l'emploi des ballons comme auxiliaires dans l'art de la guerre, pendant les campagnes de la Révolution et du Consulat, on ne vit plus se reproduire de tentatives relatives à leur direction.

Ce n'est pas que ce problème ne fût pourtant de ceux qui captivent le plus les imaginations, dont les élans ne suffiraient pas pour le résoudre. Aussi les annales scientifiques n'ont-elles eu à enregistrer que des projets trop informes pour qu'un savant versé dans l'étude de la mécanique eût pu en conseiller l'exécution.

Il ne faut pas ranger dans cette catégorie ceux qui furent effectués en 1852 et surtout en 1855 par M. Giffard, ingénieur bien connu par l'injecteur automatique qui porte son nom, et qui, passionné pour l'aérostation, a consacré à son étude, d'une manière persévérante et digne, les loisirs et la fortune qu'il doit aux succès de son invention.

Dans son essai de 1855, il a fait usage d'un ballon de 4 500 mètres cubes, plein de gaz d'éclairage, de forme allongée, muni d'une voile-gouvernail et d'un propulseur à hélice mû lui-même par une machine de trois chevaux. Mais les proportions de l'appareil et l'absence d'un moyen propre à maintenir le ballon gonflé rendirent cette ascension dangereuse pour ceux qui le montaient.

L'aérostat, qui s'éleva rapidement à 500 mètres, resta pendant une vingtaine de minutes presque stable. La machine mise en mouvement dut imprimer au ballon une certaine vitesse, mais cette vitesse était faible et ne fut pas mesurée. Au moment de la descente, ce ballon, diminuant de volume, s'inclina de plus en plus, en approchant de la terre. Son inclinaison était telle, à 200 mètres du sol, que le gaz sortait, en raison de sa légèreté spécifique, par l'appendice qui alors n'était plus placé assez au-dessous. On fut obligé de jeter tout par-dessus bord pour atterrir sans accident. Au moment où l'on touchait terre, le ballon avait une inclinaison si prononcée, qu'il put sortir de son filet, qui tomba sur la tête des aéronautes. Le ballon fit alors une seconde ascension libre et retomba en deux morceaux de grandeur égale, qui furent recueillis à une petite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

distance du point où la descente avait eu lieu. Le temps cependant était parfaitement pur et le vent ne faisait pas 4 mètres à la seconde. Aussi, quoique M. Giffard se soit livré depuis à des études sur la bonne confection des étoffes propres à l'établissement des aérostats et que ses essais sur son ballon captif de l'Exposition de 1867 montrent que ses idées étaient encore alors tournées vers ce sujet, il n'a rien publié qui tendît à présenter comme réalisable la direction des aérostats, et la forme allongée qu'elle nécessite était restée pour les aéronautes un sujet d'inquiétude au point de vue de la stabilité.

Les projets pour trouver un moyen pratique de résoudre ce problème se succédèrent rapidement pendant le siége. Le ballon devint le seul moyen de faire parvenir en province des nouvelles de Paris, et le succès de ces messages aériens amena de nouveau beaucoup d'esprits à réfléchir sur les moyens de faire une route inverse, c'est-à-dire d'apporter de la province des nouvelles à la capitale. Mais, bien qu'élaborés sous l'influence d'un sentiment généreux, ces projets montraient pour la presque totalité, dans leurs auteurs, plus de patriotisme que de science. Aussi, dans la multiplicité des communications faites sur ce sujet à l'Académie, on n'en compte qu'un bien petit nombre dans lesquelles se manifestaient quelques idées saines qu'on pouvait espérer utiliser plus tard, s'il survenait un savant qui, familier avec les principes de la mécanique, ferait de la construction des ballons dirigeables l'objet d'une étude approfondie et rationnelle que personne n'avait encore réalisée jusque-là.

Le désir de voir surgir un pareil travail reçut une satisfaction complète dans la séance du 10 octobre 1871, dans laquelle M. Dupuy de Lôme exposa verbalement à l'Académie ses plans pour la construction d'un aérostat dirigeable, plans qui furent insérés dans le compte rendu du 17 du même mois. A l'audition de cette lecture, chacun fut convaincu que la question de la direction des aérostats, entrant dans une phase nouvelle, venait de faire un grand pas, et se montra plein de confiance dans les projets de navigation aérienne du savant ingénieur qui avait modifié d'une manière si profonde et si heureuse le matériel de nos flottes de guerre. Aussi le décret du gouvernement de la Défense nationale, qui chargea M. Dupuy de Lôme de faire exécuter pour le compte de l'État un aérostat dirigeable, conformément aux vues qu'il avait exposées à l'Académie des sciences, fut-il l'objet d'une universelle approbation. Elle fut encore plus vive quand on apprit plus tard qu'un autre projet qui, faute de mieux, avait été accepté par la commission scientifique de la Défense nationale, n'avait pas tenu tout ce qu'il avait promis.

M. Dupuy de Lôme posait en principe que le ballon dirigeable devait être de forme allongée ; mais la difficulté à résoudre, avant de songer à étudier les questions si nombreuses que soulève la construction d'un navire aérien, était de trouver d'abord le moyen de le tenir toujours gonflé par une pression intérieure légèrement supérieure à la pression atmosphérique, de manière qu'aux diverses hauteurs dans l'air il présentât toujours une forme constante. De là l'invention d'un diaphragme qui, séparant du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ballon même un espace intérieur désigné par le nom de ballonnet et maintenu plein d'air, quand il le faudrait, à l'aide d'un ventilateur, était destiné à tenir le ballon toujours gonflé et à jouer, dans l'ascension et dans la descente, le rôle de la vessie natatoire du poisson.

Plus occupé de faire ses calculs que de fouiller dans les archives des manuscrits conservés dans les bibliothèques, M. Dupuy de Lôme ne pouvait connaître ce que savaient par devoir ceux qui sont chargés de la garde de ces collections, et ignorait qu'il existât dans celle du Conservatoire des arts et métiers un projet de rapport de Monge, écrit de sa main, mais non signé, sur un mémoire de Meunier intitulé : *Mémoire sur l'équilibre des machines aérostatiques, sur les différents moyens de les faire descendre et monter, et spécialement sur celui d'exécuter ces manœuvres sans jeter du lest ou sans perdre d'air inflammable, en ménageant dans le ballon une cavité particulière destinée à contenir de l'air atmosphérique.*

On voit par la lecture de ce titre, et mieux encore par celle du manuscrit même, que Meunier, ne s'occupant pas de la direction des ballons, avait imaginé, dans le but unique de faciliter leur ascension et leur descente, quelque chose d'analogue à ce que M. Dupuy de Lôme venait d'inventer à son tour, en le rendant d'ailleurs beaucoup plus pratique. Aussi la similitude de pensée qui se manifestait à quatre-vingts ans de distance entre deux esprits aussi éminents augmenta la confiance dans l'appareil que M. Dupuy de Lôme avait commencé à exécuter avec les ressources limitées que pouvait lui offrir Paris assiégé. Quoiqu'il y ait lieu de croire, en voyant la persévérance dont il a fait preuve, qu'il ne se serait pas découragé pour si peu, il est peut-être heureux qu'il ait ignoré alors ces travaux inédits, ainsi que les détails de l'expérience exécutée à Saint-Cloud avec une machine aérostatique, construite selon ces principes par MM. Robert. La mauvaise disposition du ballon intérieur mit la vie des aéronautes dans le plus grand danger, bien que Meunier, qui avait pourtant assisté aux préparatifs de l'ascension, prétende que ces accidents furent le résultat de fautes qu'il aurait été, dit-il, facile d'éviter.

Les espérances qu'avaient fait concevoir les études du ballon dirigeable s'augmentèrent encore chez ceux d'entre nous qui, ayant pu examiner dans le cabinet de M. Dupuy de Lôme le modèle, en petit, du ballon qui se construisait, avaient vu avec surprise et vivement apprécié un mode de suspension tout nouveau, obtenu par un système de cordes dont l'ensemble présentait toute la rigidité des tiges métalliques, dans des limites d'inclinaison que le grand axe du ballon ne pouvait jamais atteindre. Ces espérances augmentaient encore pour ceux qui allaient constater dans les bâtiments du palais de l'Exposition, où étaient les ateliers, les soins si minutieux qui présidaient à la construction de chaque détail de l'appareil. Mais elles devinrent beaucoup plus vives quand, après les arrêts inévitables et les péripéties qu'avaient amenés la capitulation de Paris ainsi que les événements désastreux qui l'ont suivie, M. Dupuy de Lôme, à votre instgation, Monsieur le Ministre, continuant et complétant son travail, lut à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commission que j'ai l'honneur de présider le mémoire qui résume tous ses calculs et ses espérances, mémoire dont une épreuve est déjà sous vos yeux. Il n'est pas un d'entre nous qui, voyant avec quel soin extrême chacun des détails les plus minimes de cette construction nouvelle avait été prévu et calculé, ne s'identifiât avec le constructeur et n'éprouvât une impatience presque égale à la sienne de voir si l'expérience viendrait confirmer ses prévisions. Quelques jours après, la commission put constater à Vincennes, en voyant le ballon gonflé d'air dans le manége, la perfection de l'œuvre dont elle avait entendu la description, et s'assurer que tout était prêt pour remplir le ballon d'hydrogène; mais il fallut pendant près d'un mois ajourner cette opération. Elle ne pouvait se faire qu'en plein air dans la cour du Fort-Neuf, et le temps pluvieux qui s'est prolongé pendant cette période désespérante ne permettait pas de laisser le ballon exposé aux bourrasques qui pouvaient survenir à chaque instant.

Enfin, les nouvelles données par l'Observatoire sur l'état du ciel dans les régions de l'Europe par où nous arrivent les tempêtes paraissant favorables, on a pu procéder au gonflement du ballon pendant les journées des 30 et 31 janvier et du 1er février. Cette opération s'est faite sans difficultés; les appareils disposés par M. Dupuy de Lôme, et qui sont, ainsi que le ballon, la propriété de l'État, ont fort bien fonctionné, et l'odeur d'hydrogène, à peine appréciable, montrait déjà que les soins spéciaux et tout nouveaux apportés au vernissage des étoffes avaient notablement diminué la déperdition du gaz. Quoique le rayon de soleil qui luisait le 1er février n'eût pas tenu tout ce qu'il semblait promettre, et que le vent qui soufflait dans la matinée du 2 fût notablement plus fort que celui sur lequel M. Dupuy de Lôme avait compté pour exécuter ses essais, le ballon, dont le gonflement avait été terminé le matin même, était, à onze heures, prêt au départ. Ce départ fut un peu retardé par une légère avarie arrivée à la nacelle, avarie qu'aurait prévenue un gonflement opéré dans un lieu clos. Cet accident réparé promptement et les dispositions prises, le ballon s'est élevé à une heure avec assez de rapidité pour le porter promptement au-dessus des édifices environnants. Dans sa majestueuse ascension, il enlevait *quatorze personnes* contenues dans la nacelle, qui, par le mode de suspension adopté, devait rester presque horizontale : M. Dupuy de Lôme et ses principaux collaborateurs, ainsi que neuf hommes constituant le personnel de l'équipage. Dix à quinze minutes après, l'hélice fut mise en place; on la vit en mouvement. Le ballon, en même temps, en présentant plusieurs faces d'une manière successive, montra que les effets de son gouvernail s'obtenaient sans difficulté. A partir de ce moment, c'était de M. Dupuy de Lôme lui-même qu'on pouvait recevoir le récit de ce qui se passait dans les régions supérieures de l'atmosphère; mais chacun, en se retirant, était plein d'espérance de recevoir bientôt la nouvelle que les prévisions qui avaient présidé à la construction du ballon avaient été réalisées. Ces espérances n'étaient pas vaines; le télégramme envoyé à Paris, de Noyon où s'était opérée la descente après deux heures de navigation aérienne, disait en effet : « Réus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« site complète sur tous les points, tous nos compagnons bien portants et ravis. » Il y avait surtout lieu d'être ravi pour M. Dupuy de Lôme, qui terminait ainsi cette longue étude, et pour ses collaborateurs principaux, M. Zédé, ingénieur de la marine, et M. Yon, aéronaute passionné. En deux heures de temps, ils avaient pu parcourir 106 kilomètres, s'assurer, par l'emploi d'un anémomètre spécial par lequel M. Dupuy de Lôme avait remplacé le loch des marins, que huit hommes tournant l'hélice pouvaient imprimer au ballon une vitesse de $2^{m},82$ par seconde, vitesse sensiblement égale à celle qu'il avait calculée, et permettre au ballon de suivre une direction faisant un angle de 12 degrés avec celle du vent qui soufflait avec une vitesse de 16 à 17 mètres par seconde. Sauf quelques embardées légères, qui, outre l'inexpérience du timonier, provenaient en grande partie de l'absence d'une pièce indiquée par M. Dupuy de Lôme dans son mémoire à l'Académie et supprimée, pour plus de simplicité, lors de la construction, le gouvernail avait parfaitement fonctionné, et le cap avait été maintenu dans la direction voulue. Le *point* fait dans la nacelle, en combinant la vitesse du ballon emporté par le vent, quand on rendait l'hélice immobile (vitesse obtenue par un relèvement direct sur la terre), avec celle que lui imprimait l'hélice, déduite à son tour du mouvement de l'anémomètre, avait été fait aussi exactement que dans la cabine d'un navire, et la descente, effectuée au point désigné sur la carte, avait eu lieu avec un plein succès, malgré la vitesse du vent (17 mètres par seconde) qui soufflait en ce moment.

Ce fut un beau jour pour l'Académie des sciences que celui où M. Dupuy de Lôme lui communiqua tous ces détails. Elle était heureuse de constater la réalisation des espérances émises dans son sein en 1783, et de voir que c'était au pays où les ballons avaient été inventés que revenait l'honneur d'avoir fait le premier pas sérieux dans l'art de les diriger.

Le travail si remarquable de M. Dupuy de Lôme a pour résultat définitif de faire sortir la question du vague dans lequel elle avait été maintenue jusqu'ici, et de servir de point de départ nécessaire à tout ce qu'on voudra continuer dans ce sens.

Tous ces résultats sont, comme M. Dupuy de Lôme l'avait si bien prévu, la conséquence d'abord de la forme allongée et de l'excellent fonctionnement du ballonnet, qui, gonflé par le ventilateur, a maintenu constante la forme du ballon lui-même, condition indispensable pour qu'on pût appliquer à la navigation aérienne les connaissances acquises dans la construction des navires de mer; ensuite de la stabilité presque absolue que procure le mode de suspension tout nouveau adopté dans la construction du ballon et qui permet de se promener sur le fond de la nacelle restant toujours sensiblement horizontale, comme on le ferait sur le parquet d'un salon.

Cette forme de moindre résistance à l'air adoptée par M. Dupuy de Lôme pour la coupe du ballon, et l'innovation d'attacher, non à la nacelle, mais au ballon lui-même, al corde de l'ancre et la grosse corde, *guide-rope,* qui, en traînant sur le sol, doit ra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lentir sa vitesse, ont contribué pour une grande part à la sécurité de la descente et ont permis un atterrissement tout à fait sans danger. On conçoit, en effet, que ce *guide-rope,* maintenant le ballon vent debout par son frottement sur le sol, le place nécessairement dans la position où il doit recevoir du vent la moindre impulsion possible.

Le ballon est revenu de cette première épreuve dans un état de conservation parfaite, et tout porte à croire qu'il pourra servir à des voyages nombreux. L'État, qui le reçoit, possède ainsi un navire aérien qu'il pourra mettre à la disposition de ceux à qui il jugera convenable de confier la continuation des essais qui ne peuvent certainement pas en rester là. En laissant même de côté ce qui concerne sa direction, ce ballon pourra servir avec le plus grand avantage à réaliser, dans l'atmosphère, ces études qui seraient si importantes pour résoudre un grand nombre de questions de physique et de météorologie.

Mais, pour que le ballon puisse servir ainsi d'une façon presque habituelle aux progrès de la science, il faut deux choses : d'une part qu'on parvienne à le gonfler d'une manière plus économique, de l'autre qu'on puisse le garder à l'aise, gonflé, dans un lieu clos, afin de pouvoir le sortir au moment convenable pour le voyage. A ce navire aérien il faut évidemment un port.

C'est aux chimistes à résoudre la première de ces questions, et il y a probablement beaucoup à faire pour la meilleure fabrication du gaz. Mais c'est à l'État qu'il incombe, afin que les résultats obtenus ne restent pas incomplets, de faire construire, au milieu d'une plaine faisant partie de son domaine, un lieu où le ballon pourra être maintenu plein de gaz, prêt à partir, remisé en un mot.

Qu'il nous soit permis d'exprimer un regret, c'est que le dégonflement du ballon ait eu lieu dès son arrivée et qu'on n'ait pas pu le maintenir plein d'hydrogène, de manière à étudier les effets de l'endosmose gazeuse et apprécier les changements qu'apporterait le temps dans la nature du gaz qu'il renferme et dès lors dans sa force ascensionnelle. Il serait extrêmement désirable de voir si les vernis solubles dans l'eau dont on a combiné l'action avec le caoutchouc, d'après le conseil de nos confrères Dumas et H. Deville et les travaux importants de M. Troost qui a soumis à une étude rigoureuse quelques données fournies par M. E. Granier, lors de l'Exposition de 1867, donnent, pour la conservation des gaz avec ces grandes surfaces, des résultats aussi remarquables que ceux qu'on a obtenus dans des expériences en petit. C'est là un genre d'étude qu'il ne faudrait pas négliger dans une nouvelle ascension.

Quant à la continuation des expériences pour la direction, il est évident qu'il y a lieu à de nouveaux essais pour substituer une machine motrice au poids des hommes de l'équipage qui ont fonctionné dans cette première ascension. M. Dupuy de Lôme assure qu'avec ce même poids on pourrait obtenir une force de huit chevaux, qui ferait faire à son ballon 22 kilomètres à l'heure dans un air supposé immobile. Cette vitesse permettrait dans les jours calmes, et il y en a beaucoup de ce genre dans l'année,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'aller dans la direction qu'on aurait choisie et de revenir au point d'où l'on serait parti.

En résumé, Monsieur le Ministre, nous ne pouvons mieux terminer le rapport que nous avons l'honneur de vous adresser qu'en disant que M. Dupuy de Lôme a rigoureusement tenu tout ce qu'il avait promis, et qu'il est heureux de voir une si grande et si belle expérience montrer, par les résultats obtenus, la justesse des prévisions sur lesquelles elle avait été fondée. Vos sympathies sont acquises à ce genre d'étude, et nous désirons vivement que vous puissiez obtenir des pouvoirs publics les moyens de la compléter.

Nous avons l'honneur, etc.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 476 REPRÉSENTANT L'AÉROSTAT A HÉLICE DE M. DUPUY DE LÔME.

Ballon. — Fig. 1. Élevation longitudinale du ballon.

a a, plan horizontal auquel se termine la chemise.

b, b, b, points d'attache du filet porteur sur la collerette de la chemise.

c, c, c, points d'attache du filet de balancines au bas de la chemise.

d, d, rubans appliqués sur la chemise.

e, gouvernail formé d'une voile triangulaire, maintenue, à sa partie inférieure, par une vergue horizontale.

f f, surface supérieure du ballonnet.

g g, axe de la surface supérieure du ballonnet.

h h, ligne d'intersection de la surface du ballonnet avec celle du ballon.

i, i, points de bridure des suspensions.

j, point de convergence du filet de balancines.

k, centre de la courbure du méridien du ballonnet.

l, centre de la courbure du méridien du grand ballon.

m, centre de convergence des rubans de renfort de la chemise.

n, n, soupapes d'évacuation de l'hydrogène.

o, soupape à air du ballon s'ouvrant du dedans au dehors.

p, tuyau d'insufflation de l'air dans le ballonnet.

q, q, tuyaux pendentifs en communication avec l'hydrogène, et restant ouverts par le bas.

r, hélice (voir, plus loin, le détail fig. 6 et 7).

s, nacelle (voir le détail fig. 4 et 5).

La charge de la soupape à air *o* doit être comprise entre deux limites satisfaisant aux conditions suivantes :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Il faut que cette charge soit assez forte pour permettre de soulever totalement le ballonnet, le ballon porteur étant plein d'hydrogène jusqu'aux points *t, t* des pendentifs *q, q* au niveau du bas du ballon.

2° Il faut que le ballonnet étant aplati et le ballon plein d'hydrogène, l'air insufflé soulève la soupape *o,* plutôt que de chasser l'hydrogène par le bas des pendentifs *q, q*.

Fig. 2. Mode de liaison des balancines de la nacelle avec leur filet.

Fig. 3. Section partielle faite dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 2.

u, u, u, suspensions descendant du filet de balancines, au nombre de quinze de chaque côté.

v, v, v; v', v', v', estropes portant des cabillots à leur bout supérieur et des cosses à leur bout inférieur pour les relier, d'une part, avec le filet de balancines et, d'autre part, avec les huit balancines de la nacelle.

Ces estropes sont bridées énergiquement sur une moque en bois *x* par quatre couches de roustures indépendantes; la première couche est en fil de laiton.

Les bouts inférieurs *v'* sont assemblés par groupe de quatre pour se relier à un même cabillot de balancines de la nacelle. Ce groupement exige que l'estrope centrale se subdivise en deux à la partie inférieure.

Les estropes *v'* seront toutes de même longueur, mesurant de chaque côté $0^{m},305$ à partir du milieu de la moque au-dessous des cabillots.

Nacelle. — Fig. 4. Section longitudinale de la nacelle montrant le treuil, l'arbre de l'hélice et le petit ventilateur.

Fig. 5. Section transversale.

A, nacelle en osier.

B, B, quilles en bois de chêne.

C, C, brancards en bambous.

D, traverses en bois fixées sur les plats-bords de la nacelle, et reliées à son fond par des époutilles en bois à têtes et pieds métalliques pour former tirants; la première traverse de gauche, sur la figure 4, porte le palier de buttée de l'arbre de l'hélice et peut pivoter sur les deux coussinets extérieurs pour permettre de relever cet arbre au moment de toucher le sol.

E, bridures en filin consolidant le fond de la nacelle, et dont les cordes traversent les quilles pour se relier aux plats-bords.

F, arbre de l'hélice.

G, treuil à bras de l'hélice pouvant recevoir huit hommes travaillant à la fois.

H, manivelle fourchue permettant, sans démontage, le relèvement de l'arbre de l'hélice.

I, cabillots d'attache des suspentes.

J, bancs en bois et osier.

K, ventilateur destiné à insuffler de l'air dans le ballonnet pour maintenir le ballon gonflé (voir le détail, fig. 8, 9, 10 et 11).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Hélice de propulsion. — Fig. 6. Vue de l'hélice avec son moyeu.

Fig. 7. Autre vue dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 6.

L, moyeu en bronze de l'hélice, se montant et se démontant facilement sur son arbre en fer par une seule pièce L' vissée à l'extrémité de cet arbre.

M, denture de ce moyeu engrenant avec la denture d'un manchon fixé à l'arbre, et produisant l'entraînement de l'hélice.

N, petits bras en bronze creux, fixés sur le moyeu et servant de points d'attache à des haubans O, O consolidant les bras de l'hélice.

O, O, haubans en fil de laiton portant des cosses pour bridures de serrage.

P, P, grands bras de l'hélice en bois de pin.

Q, Q, manchons en fonte fixés sur ces bras pour recevoir les haubans.

R, R, lattes en bois mince fixées des deux côtés sur les grands bras P, P et par leurs extrémités sur un cadre en bois léger contournant les ailes; ces lattes constituent avec le cadre la carcasse des ailes, dont les faces avant et arrière sont recouvertes de taffetas.

La pièce L', vissée au bout de l'arbre et servant à y fixer le moyeu de l'hélice, présente la forme d'une corne en bronze creux, analogue aux petits bras N. De l'extrémité de cette corne partent également quatre haubans en fil de laiton, se rattachant aux mêmes manchons Q, Q sur les grands bras de l'hélice.

Ventilateur. — Fig. 8. Vue de profil du ventilateur servant à insuffler de l'air dans le ballonnet; il est indiqué sur la figure 4 par la lettre K.

Fig. 9. Section verticale perpendiculaire à l'axe de rotation.

Fig. 10. Section transversale par un plan vertical parallèle à l'axe de rotation.

Fig. 11. Autre section transversale passant par l'axe de rotation.

S, caisse de l'appareil, construite en feuilles de laiton renforcées par des cornières en bronze.

T, ailettes en laiton.

U, roues d'engrenages et manivelle motrice.

V, clapet en même étoffe que le ballon avec cadre en bois pour retenir l'air.

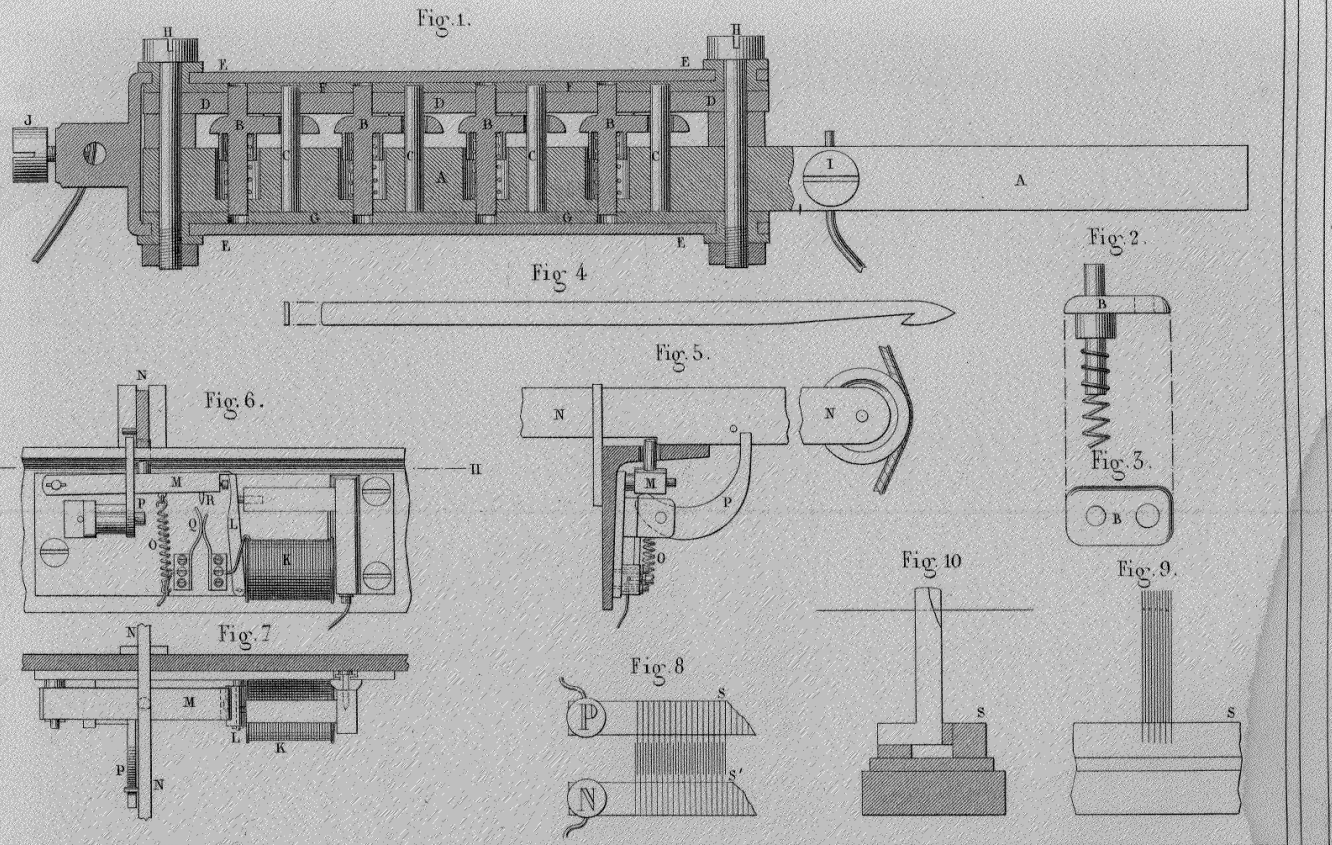
Les ailes du ventilateur font 500 tours pour 20 tours de la manivelle. La pression de l'air dans le tuyau de refoulement, avec une allure de 20 tours par minute, atteint 4 centimètres d'eau ou 40 kilogrammes par mètre carré.

Un homme suffit facilement à maintenir cette allure pendant le temps nécessaire pour remplir d'air le ballonnet.

(M.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

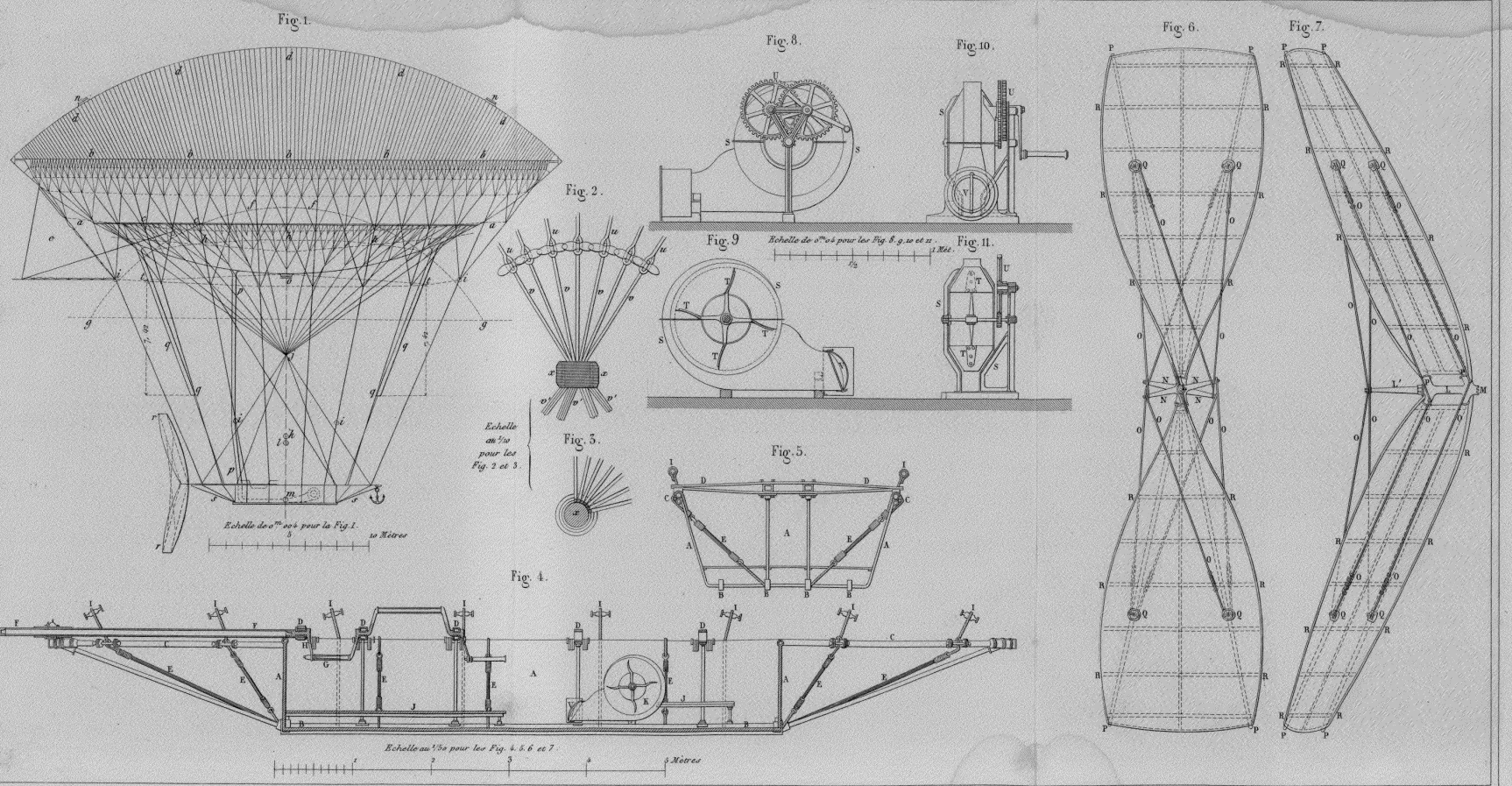


Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris.

Ad. Leblanc, del. et sc.

DÉBRAYEUR ÉLECTRIQUE POUR MÉTIERS DE BONNETERIE, PAR M. RICHARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



AÉROSTAT A HÉLICE, PAR M. DUPUY DE LÔME.

Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc. del. et sc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Octobre 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

RAPPORT *fait par* M. le comte TH. DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur les* APPAREILS ÉLECTRIQUES *de* M. TROUVÉ, *constructeur, rue Thérèse,* 6, *à Paris.*

Messieurs, les appareils que M. Trouvé a soumis à l'examen de la Société d'encouragement sont nombreux, et, comme ils ne peuvent être l'objet de rapports séparés en raison des relations qui existent entre eux, le comité des arts économiques a décidé qu'ils seraient tous compris dans un même rapport. Or, c'est ce rapport que j'ai l'honneur de vous présenter aujourd'hui.

Ces appareils se rapportent aux générateurs électriques et aux appareils électro-médicaux. Les premiers sont des perfectionnements apportés aux piles Callaud, Marié Davy et Grenet, pour les rendre d'un usage facile et commode dans leurs applications à la médecine et à la chirurgie. Les autres sont : une trousse électro-médicale, qui renferme, sous un très-petit volume, tout ce qu'il faut pour l'électrisation par les courants induits, et un explorateur électrique, destiné à faire découvrir les endroits du corps humain où se sont logés les projectiles à la suite de blessures par les armes à feu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pile à fermeture hermétique au sulfate de mercure.

Le perfectionnement le plus important apporté par M. Trouvé aux générateurs électriques est bien certainement celui au moyen duquel il a pu renfermer dans un étui à clôture hermétique une pile toute chargée, qui peut être mise en activité ou en repos par un simple changement de position de l'étui qui la contient. On comprend facilement les grands avantages que présente cet important perfectionnement, dès lors qu'on examine que, par ce système, les liquides de la pile ne pouvant s'évaporer, la pile peut rester chargée pendant un temps considérable, sans qu'il soit besoin de s'en occuper. D'un autre côté, les appareils sont toujours maintenus dans un grand état de propreté, et aucune émanation ne peut altérer les appareils qui lui sont adjoints, ni influer sur l'état plus ou moins irritable d'un malade. Enfin, la possibilité qu'on a de charger ou de décharger la pile par un simple renversement de l'étui évite aux médecins un des soins les plus ennuyeux qui se présentent dans l'application de ce genre de médication, tout en économisant pour lui un temps précieux. Cette heureuse innovation, apportée aux piles, a été imaginée par M. Trouvé en 1864, et, toute simple qu'elle paraisse à première vue, elle a demandé beaucoup de réflexion et d'imagination. En effet, il fallait d'abord choisir une pile qui ne pût dégager une grande quantité de gaz, sans quoi l'appareil à clôture hermétique qui la contient aurait été dans le cas d'éclater au moment de son action électrolytique; d'un autre côté, il fallait que les électrodes polaires fussent séparées l'une de l'autre au point d'attache par une substance incapable de fournir, par décomposition, une couche conductrice. Enfin, il fallait rendre les effets de la polarisation le moins préjudiciables possible par une disposition convenable des lames polaires. M. Trouvé a résolu tous ces problèmes dans l'appareil qu'il vous a présenté.

D'abord, comme pile, il a choisi le type de Marié Davy, à sulfate de bioxyde de mercure; il aurait pu également employer le type au bichromate de potasse. Dans ces systèmes, l'hydrogène résultant de la décomposition de l'eau est absorbé par la réduction du sel, et, s'il se dégage quelques gaz, ce ne peut être qu'en très-petite quantité. Or, comme la pile n'est qu'à moitié remplie de liquide pour se prêter à son chargement et à son déchargement, l'espace qui reste vide peut permettre une assez grande accumulation de gaz pour qu'on n'ait pas à craindre une explosion.

Quant à l'appareil lui-même, il se compose d'une espèce d'étui en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ébonite (caoutchouc durci), dont le couvercle se visse sur l'étui et porte à son centre un bout de fil de zinc qui constitue intérieurement l'électrode positive et extérieurement le pôle négatif, par sa communication avec un bouton d'attache auquel on fixe le rhéophore négatif. Le charbon, disposé en cylindre, se trouve fixé contre les parois de l'étui et ne dépasse pas, en longueur, la moitié de la hauteur de celui-ci. Il en résulte que, si le liquide ne remplit qu'à moitié la capacité intérieure de l'étui, la pile ne peut être chargée quand cet étui est dans la position verticale, et il n'y a que si on couche horizontalement l'appareil ou qu'on le renverse bout pour bout, que le charbon et le zinc étant baignés à la fois par le liquide excitateur, la pile est mise en action. Inutile de dire qu'un petit matelas de caoutchouc élastique occupe le fond du couvercle, afin de mieux assurer la clôture hermétique de l'appareil, et, comme l'électrode positive est très-petite par rapport à l'électrode négative, les effets de polarisation par rapport aux lames polaires sont à leur minimum. Votre commission, Messieurs, a été vivement frappée de ce perfectionnement important apporté aux piles mobiles, et qui peut avoir des applications beaucoup plus nombreuses qu'on ne le croirait à première vue.

Perfectionnement à la pile galvano-caustique de Grenet au bichromate de potasse.

Le perfectionnement apporté par M. Trouvé à la pile Grenet au bichromate de potasse, bien qu'un simple perfectionnement de détails, ne laisse pas que d'avoir une certaine importance, en raison de la possibilité qu'il a donnée de réduire considérablement les dimensions de cette pile et de mettre l'opérateur en mesure d'effectuer lui-même le remplacement des électrodes positives quand elles sont usées, de les amalgamer, de nettoyer les communications métalliques, et de disposer les divers éléments qui composent l'appareil, de telle manière qu'il peut convenir. Ce résultat a été obtenu en rendant mobiles les diverses électrodes de cette pile, en les séparant les unes des autres à l'aide de jarretières en caoutchouc, adaptées en haut et en bas des charbons, et en les empilant les unes contre les autres dans une espèce de bâti en caoutchouc durci, en forme d'étrier, que l'on peut démonter et remonter de la manière la plus facile à l'aide de deux clavettes. De petites pinces enfourchées sur ces électrodes et accrochées sur trois tiges métalliques en rapport avec les appendices polaires établissent la liaison des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éléments entre eux, et, comme les électrodes sont échancrées à leur partie inférieure, il suffit de faire arriver le courant d'air qui doit dépolariser la pile par la partie inférieure du bâti, pour que tous les éléments participent à l'action dépolarisatrice. La figure 2 (voy. la légende à la fin du rapport) représente une pile de ce genre, disposée en deux éléments en tension, comprenant chacun trois éléments en quantité.

Bien que dans cette pile tous les éléments soient immergés dans le même liquide, comme dans la pile de Menecke, les effets électriques produits sont très-considérables et leur énergie est d'assez longue durée pour satisfaire aux opérations chirurgicales les plus longues.

Pile de Callaud simplifiée et appliquée aux usages électro-médicaux.

D'après les médecins qui appliquent l'électricité à la médecine, il faut que les piles employées pour agir par courants continus aient une grande tension, peu de quantité et une grande résistance intérieure, afin que les différences de résistance que le courant peut rencontrer dans un trajet à travers les différentes parties du corps humain ne soient pas accusées par des différences d'intensité très-sensibles. Votre rapporteur ne voit pas jusqu'à quel point cette grande résistance de la pile doive être recherchée, car, à l'aide d'un rhéostat liquide ou de simples bobines de résistance, on a toujours la possibilité de faire varier dans telle proportion que l'on veut la résistance étrangère à celle que présente le corps humain. Quoi qu'il en soit, M. Trouvé a pensé que, sous ces différents rapports, la pile de Daniell et particulièrement celle de Callaud devaient être préférées à toutes les autres, et il s'est appliqué à disposer cette dernière de manière à la rendre non-seulement très-économique dans sa construction, mais encore d'un montage extrêmement facile pour la réunion des éléments entre eux. Il y est arrivé en constituant les électrodes positives et négatives avec des fils zinc et cuivre enroulés, les premiers en hélice autour d'un tube de verre traversé par le fil négatif, les seconds en spirale plate appliquée au fond des vases. Un disque de liége, adapté sur les tubes de verre, arrête l'hélice de zinc à hauteur convenable, et celle-ci, en se continuant en dehors de l'élément et en se terminant par un petit boudin, peut emboîter l'extrémité du fil négatif de l'élément voisin et opérer ainsi la liaison en tension des divers éléments entre eux. Cette disposition si simple a permis de livrer ces éléments, dans le commerce, à raison de 50 centimes l'un dans l'autre. Nous devons dire, toute-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fois, qu'une disposition de ce genre avait été adaptée aux piles de Daniell par M. Gérard, de Liége, dès l'année 1855.

Trousse électro-médicale.

La trousse électro-médicale de M. Trouvé est un appareil d'induction électrique complet qui, avec tous les accessoires nécessaires pour son application à la médecine, peut être contenu dans une trousse dont les dimensions ne dépassent pas celles des trousses ordinaires des chirurgiens.

Cet appareil contient d'abord une pile à fermeture hermétique du modèle que nous avons décrit au commencement de ce rapport; en second lieu, une petite bobine d'induction qui peut fournir, suivant les cas, quatre courants induits de différente nature : partie de l'extra-courant, l'extra-courant complet, le courant induit, l'extra-courant et le courant induit réunis; et chacun de ces courants peut avoir sa tension modifiée par un tube graduateur comme dans les appareils ordinaires, et par l'interrupteur du courant inducteur dont la disposition est nouvelle et dans des conditions excellentes sous le rapport du réglage de la vitesse de sa vibration.

Généralement, la pièce mobile de ce genre d'interrupteur appelé vulgairement trembleur est rapprochée plus ou moins du faisceau magnétique de la bobine qui doit l'attirer, à l'aide d'une vis de rappel qui sert en même temps de contact. Or, avec un pareil système, non-seulement les points de contact de l'interrupteur subissent une oxydation prompte et énergique qui résulte de la permanence de l'étincelle en un même point, mais encore le réglage de la vibration, dépendant uniquement du rapprochement plus ou moins grand de l'armature, ne peut s'effectuer que dans des limites relativement restreintes, et dans des conditions peu susceptibles de détermination. M. Trouvé, dans son nouvel interrupteur, a évité, de la manière la plus simple, ces deux inconvénients, en faisant réagir directement sur le ressort de la lame vibrante un levier articulé disposé de manière à opérer, dans sa situation normale à la lame, le plus grand rapprochement des pièces magnétiques. Dans ces conditions, non-seulement la vitesse de vibration est réglée par l'écartement plus ou moins grand des pièces magnétiques, mais encore par le ressort du trembleur lui-même, dont les vibrations, comme celles d'une corde de violon, se trouvent accélérées ou retardées par la position du levier qui appuie sur lui ; et, comme il résulte du déplacement de ce levier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les points de contact varient plus ou moins, l'oxydation produite par l'étincelle de l'extra-courant se trouve diminuée ou du moins répartie sur plusieurs points.

Explorateur et extracteur électriques.

De tout temps, les chirurgiens ont été préoccupés de la recherche d'un moyen simple et pratique, capable de leur révéler, à coup sûr, la présence, dans les tissus organiques, d'un corps étranger quelconque, et comme ce corps étranger est le plus souvent métallique, puisque toutes les blessures causées par les armes à feu en sont la conséquence, on pouvait prévoir que les moyens électriques pourraient être d'un grand secours dans cette circonstance; car ce corps métallique, mis en contact avec les extrémités disjointes d'un circuit voltaïque ayant peu de tension, pouvait en effectuer la fermeture et provoquer, par là, une indication matérielle. Toutefois, ce n'est qu'en 1865 que cette idée si simple fut mise pour la première fois en avant par M. Favre, professeur de chimie, à Marseille; mais, soit que les chirurgiens aient été effrayés d'un pareil moyen, soit que des instruments tout à fait pratiques n'eussent pas été construits, le procédé est resté sans application, et ce n'est qu'en 1867, quand MM. Becquerel et Beclard présentèrent à l'Académie des sciences et à l'Académie de médecine l'explorateur de M. Trouvé, qu'on s'en est de nouveau préoccupé.

Cet appareil est, en effet, disposé de la manière la plus pratique; il se compose de trois parties distinctes :

1° D'une pile;

2° D'une sonde exploratrice;

3° D'un appareil révélateur muni d'un ou de plusieurs stylets (flexibles ou non), et, comme complément, d'une boussole astatique très-sensible.

La pile est celle au sulfate de mercure que nous avons déjà décrite, et qui fait partie de la trousse électro-médicale.

La sonde exploratrice est une canule rigide ou souple, à mandrin mousse, pour faire l'exploration préalable et faciliter l'introduction des stylets de l'appareil révélateur, et celui-ci, semblable à une petite montre à doubles glaces transparentes, est un avertisseur à trembleur.

Le stylet se compose de deux tiges d'acier très-aiguës, isolées entre elles et renfermées dans un tube. Les pointes de celles-ci dépassent le tube de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelques millimètres, et, quand on doit faire usage de l'appareil, elles sont mises en rapport électrique avec le révélateur et la pile.

On comprend facilement qu'en introduisant ce stylet dans la plaie préparée par la sonde, à l'endroit où l'on aura rencontré un obstacle, il pourra se produire plusieurs effets :

1° Si le corps qui constitue l'obstacle est un métal, le circuit sera fermé et l'avertisseur fonctionnera; de plus, on pourra reconnaître si le métal est du plomb, du fer ou du cuivre, car, avec du plomb, la marche de l'avertisseur sera parfaitement régulière, les pointes du stylet pénétrant dans la matière, tandis que cette marche sera saccadée si le métal est du cuivre ou du fer; une boussole sensible, placée au-dessus de la plaie, indiquera d'ailleurs, dans ce dernier cas, auquel de ces deux métaux on aura affaire.

Lorsque la plaie est fermée, l'exploration se fait à travers les tissus au moyen de deux aiguilles à acupuncture, qui jouent le rôle du stylet. Ce dernier est d'ailleurs assez acéré pour qu'il puisse facilement pénétrer à travers les tissus, et entrer en contact avec les corps qui s'y trouvent renfermés.

Lorsqu'il s'agit de corps non conducteurs de l'électricité, tels que du bois, de la pierre, etc., M. Trouvé a recours à une espèce de petite tarière, qui, en pénétrant dans ces matières, ramène avec elle, quand on la retire, quelques parcelles dont il devient facile de connaître la nature. Si ces matières ne sont pas attaquées par la tarière et si l'exploration électrique a démontré qu'elles ne sont pas métalliques, il y a lieu de penser qu'elles sont constituées par un silex quelconque.

Cette tarière, dans un grand nombre de cas, peut servir d'extracteur ; mais, lorsque les projectiles sont durs ou difformes, M. Trouvé a disposé une longue pince d'acier dont les branches sont isolées l'une de l'autre, et qui adaptée à l'explorateur, révèle au chirurgien (à la manière du stylet) le corps qu'il a saisi et permet d'en effectuer l'extraction avec une telle facilité que toute méprise est impossible.

Télégraphe militaire de M. Trouvé.

M. Trouvé a encore appliqué, de la manière la plus heureuse, sa pile portative au fonctionnement d'un télégraphe militaire, qui paraît dans d'excellentes conditions pratiques pour les usages auxquels il est destiné.

Ce télégraphe, réduit à des dimensions microscopiques, puisque le récep-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teur et le manipulateur sont contenus dans une boîte de la grandeur d'une montre d'ouvrier, est un télégraphe à cadran qui fonctionne sous l'influence d'un mouvement de montre et par l'action d'un tout petit électro-aimant qui agit sur un échappement à déclanchement d'une simplicité extrême. La roue d'échappement elle-même, en outre de ses fonctions mécaniques, réagit sur une lame de ressort très-flexible qui, en oscillant entre deux pointes de vis, constitue interrupteur, et joue le rôle de la *godille* des télégraphes à cadran ordinaires. D'après cette disposition, on comprend aisément que, si l'axe de cette roue d'échappement traverse la boîte de part en part, il suffira d'adapter à l'une des extrémités de cet axe une aiguille indicatrice, et à l'autre une clef à index pour faire de cet appareil un récepteur et un manipulateur ; il ne s'agira dès lors, pour le compléter, que de disposer, sur les deux faces opposées de la boîte, deux cadrans portant les lettres de l'alphabet. Comme on le voit, cet appareil est le télégraphe à cadran réduit à sa plus simple expression et aux dimensions des appareils de bijouterie. M. Trouvé a fait plus encore, car, en rendant mobile le cadran du manipulateur et en disposant sur ses deux côtés opposés les lettres de l'alphabet dans un ordre différent, il a pu faire de ce manipulateur un appareil de cryptographie qui permet de transmettre des dépêches secrètes.

Les accessoires de cet appareil sont :

1° Une boîte à pile qui peut se porter en sautoir ou comme une cartouchière, et qui est munie d'anneaux et de crochets pour la fixation des fils de transmission et des fils du télégraphe de poche que nous venons de décrire. Cette boîte contient six éléments de pile.

2° Un crochet de commissionnaire en bois avec brassières pour être porté à dos d'homme, et sur lequel est disposée la bobine où sont enroulés les deux fils de transmission recouverts de caoutchouc et longs d'environ 4 ou 5 kilomètres ; cette bobine pivote sur deux tourillons et peut facilement se prêter au déroulement ou à l'enroulement des fils. Ce crochet est d'ailleurs muni des anneaux et jointures nécessaires pour mettre les fils en communication électrique avec la pile et le télégraphe.

Quand le poste est fixe, la pile est portée en sautoir, comme nous l'avons dit plus haut, par le militaire qui doit transmettre et recevoir, et celui-ci n'a rien autre chose à porter que l'appareil télégraphique qu'il peut mettre dans sa poche. Le bruit de l'échappement peut suffire comme signal d'avertissement.

Quand le poste est mobile, la pile est disposée sur le crochet en bois lui-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même, au-dessous de la bobine. La montre-télégraphe y est suspendue également sur le côté, et s'y trouve reliée convenablement avec la pile et les fils conducteurs. Le tout est chargé sur les épaules du porteur, qui laisse défiler le câble en marchant.

Quand le poste mobile ayant déroulé tout son fil veut prendre une autre bobine, il n'a qu'à décrocher le fil de la première bobine pour l'ajouter à celui de la seconde, ce que l'on opère de la manière la plus simple à l'aide d'un système de jointure à porte-mousqueton, qui n'est pas une des pièces les moins ingénieuses des divers appareils de M. Trouvé.

Ce système n'est, bien entendu, qu'un télégraphe volant de campagne destiné aux opérations militaires d'un simple corps d'armée en mouvement, et les fils conducteurs n'ont guère plus de 4 à 5 kilomètres de longueur ; mais on comprend facilement que, pour relier entre eux les divers corps d'armée et les mettre en communication avec la base des opérations, un système télégraphique, à poteaux fixes ou volants, devient indispensable. Toutefois, dans le but que s'est proposé M. Trouvé, son système est réellement un des plus simples et des plus portatifs que l'on ait encore proposés.

Conclusions.

Le comité ne se croit pas compétent pour décider, *à priori*, de l'importance de ces différentes inventions au point de vue médical, chirurgical et stratégique ; mais, au point de vue électrique, il pense qu'elles sont ingénieusement combinées, et à ce titre il vous prie, Messieurs, de décider que des remercîments soient adressés à M. Trouvé, et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin*, avec les figures des principaux appareils.

Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *mai* 1872.

LÉGENDE RELATIVE AUX APPAREILS DE M. TROUVÉ.

Piles.

La figure 1, d'autre part, représente une section faite suivant l axe de la pile de M. Trouvé.

Nous n'avons pas besoin de la décrire, car elle n'est que la reproduction, sur plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grande échelle, de la figure qui a été donnée dans un mémoire de M. Le Roux *Sur l'induction* (voy. *Bulletin* de 1869, 2e série, t. XVI, p. 368 *bis*).

La figure 2 est une vue perspective de la pile Grenet perfectionnée.

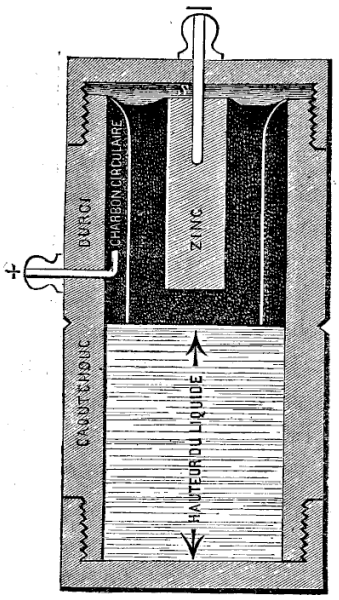


Fig. 1.

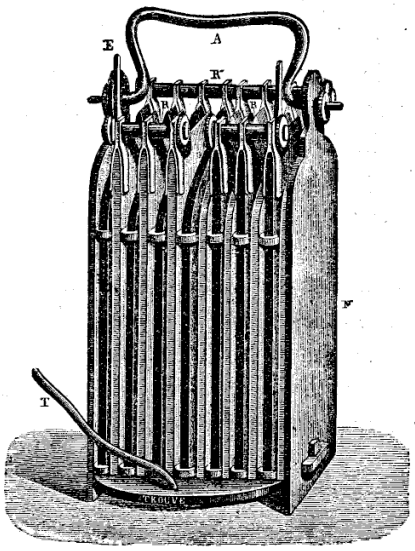


Fig. 2.

A, poignée ou anse de support de la pile.

E E, contact pour les réophores.

N, sorte de grand étrier en caoutchouc, dans lequel sont placées les diverses électrodes de la pile.

R, pinces enfourchées sur les électrodes et accrochées sur des tiges horizontales en rapport avec les appendices polaires.

T, tuyau d'introduction du courant d'air chargé de dépolariser la pile; on peut supprimer ce tuyau et, en déplaçant simplement la pile dans le liquide, on arrive au même résultat de dépolarisation.

Trousse électro-médicale.

La figure 3 représente en perspective la trousse électro-médicale de M. Trouvé. Elle a déjà été publiée dans le mémoire cité de M. Le Roux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A, pile.
B, bobine.

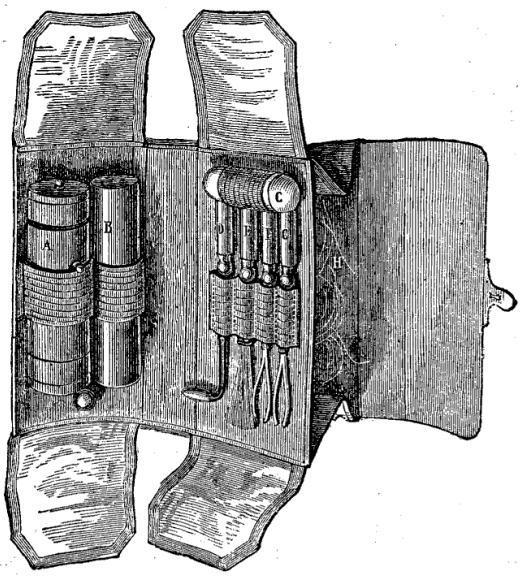


Fig. 3.

C, tube à bisulfate de mercure.

D, E, F, G, divers systèmes d'électrodes.

H, réophores et fils conducteurs.

Fig. 4. Vue de l'appareil dit *trembleur* (nous l'extrayons également du mémoire de M. Le Roux).

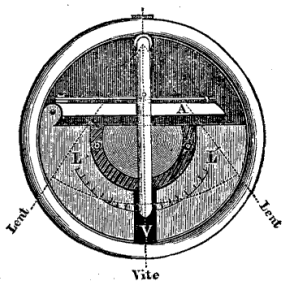


Fig. 4.

A, pièce de fer doux horizontale, articulée à l'une de ses extrémités et soulevée, à l'autre, par une lame de ressort en platine qui règle l'écart de ses oscillations ; c'est le trembleur proprement dit.

V, levier articulé à son extrémité supérieure et muni d'une goupille placée au-dessus de la lame de ressort du trembleur; suivant que ce levier est vertical ou occupe les positions inclinées L ou L′, la goupille est plus ou moins rapprochée de la lame de ressort du trembleur et l'angle d'oscillation de celui-ci est plus ou moins grand.

Explorateur et extracteur électriques.

La figure 5, d'autre part, représente la sonde exploratrice qu'on doit employer pour faire l'exploration préalable avant l'introduction du stylet.

La figure 6 montre le stylet et l'appareil révélateur à trembleur, de chaque côté duquel est un porte-mousqueton pour l'attache des fils électriques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 7 est la tarière qu'on emploie lorsque la blessure contient quelque corps non conducteur de l'électricité.

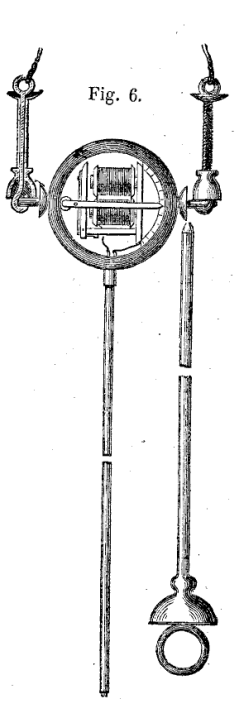


Fig. 5.

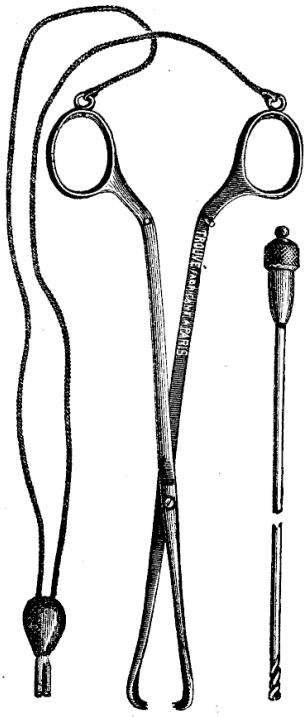


Fig. 8.

Fig. 7.

La figure 8 est la pince, dont les deux branches isolées agissent à la manière du stylet et permettent de retirer le corps engagé dans la plaie.

Télégraphe militaire.

Les figures 9 et 10, de grandeur d'exécution, sont deux coupes faites parallèlement aux faces de la boîte du télégraphe et destinées à montrer, l'une le mécanisme relatif au récepteur, et l'autre le mécanisme du manipulateur, tous deux superposés et contenus dans cette même boîte.

A, armature transmettant les signaux; elle est montée sur deux pointes lui servant de pivots.

B, B′, électro-aimants.

C, pont sur lequel est articulée l'armature A.

D, roue d'échappement.

E, pont de la roue d'échappement.

F, ressort antagoniste de l'armature A.

G, H, pieds-de-biche servant à régler la course de l'armature.

I, J, pointes servant de pivot à l'armature.

K, tête de la bélière analogue à celle d'une montre.

L, bouton de remise à la croix de l'aiguille du récepteur; il est placé au-dessus de la tête de la bélière.

M, N, grande et petite platines supportant l'ensemble des pièces.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

O, grand levier coudé qui agit sur l'armature pour la remise à la croix lorsqu'on exerce une pression sur le bouton L.

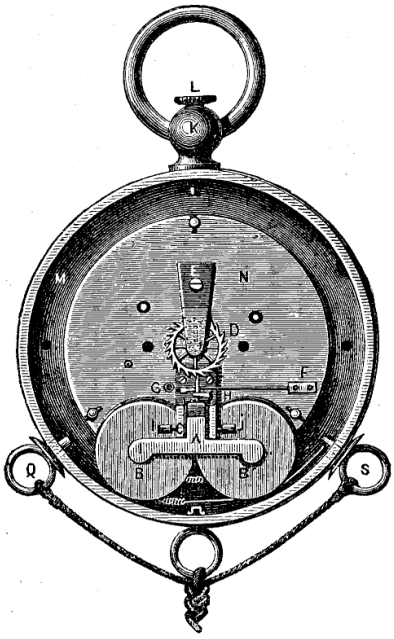


Fig. 9.

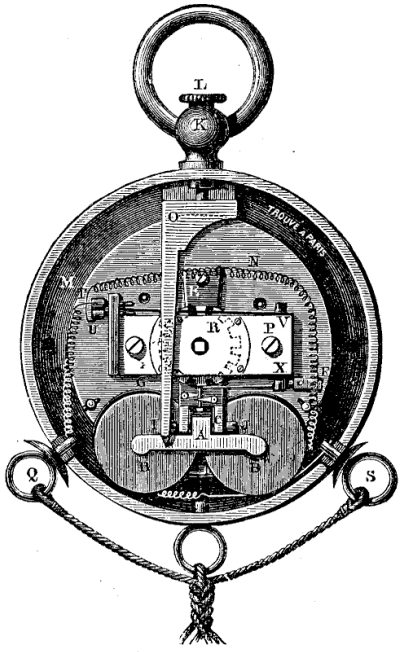


Fig. 10.

P, pont du manipulateur.

R, rochet du manipulateur.

Q, S, anneaux fixés à la boîte et auxquels s'attachent les fils conducteurs; ils sont isolés de tout l'ensemble; un troisième anneau non isolé est placé entre ces deux derniers et reçoit également un fil. C'est l'anneau Q qu'on met en communication avec la pile, les deux autres communiquent avec les deux fils de ligne ou avec le fil de ligne et le fil qui s'en va dans le sol.

T, U, vis de contact de la manipulation et de la réception.

V, ressort faisant fonction de la godille des télégraphes à cadran ordinaires; il sert à établir la communication du courant, soit avec le contact T de la manipulation, soit avec celui U de la réception.

X, ressort servant à empêcher le rochet du manipulateur de revenir en arrière.

Quant aux cadrans des deux faces de la boîte, ils sont analogues à celui de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

figure **11** ci-dessous, avec cette différence que chacun n'a qu'une seule aiguille et que la bélière n'est pas surmontée, comme ici, d'un bouton moletté.

Par suite de modifications récentes, le télégraphe de M. Trouvé n'a plus qu'un seul cadran, celui que représente la figure **11**. Ce cadran porte à la fois l'aiguille du manipulateur et celle du récepteur; cette dernière est reconnaissable par la teinte qui recouvre la moitié de sa longueur. En outre, au lieu d'être mue au moyen d'une clef s'adaptant au centre, l'aiguille du manipulateur se manœuvre, comme dans les nouvelles montres à remontoir, au moyen du bouton moletté placé au centre de l'anneau de la bélière.

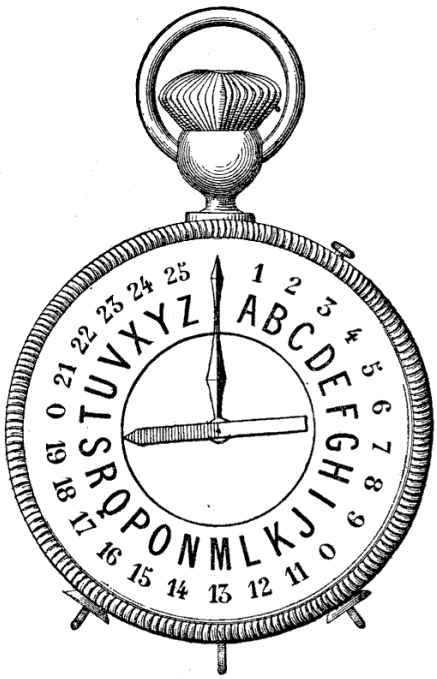


Fig. 11.

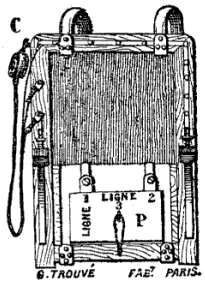


Fig. 12.

Tout le reste de l'appareil est le même que celui des figures **9** et **10**.

La figure **12** représente le crochet à bretelles qui sert à porter la bobine des fils de transmission, ainsi que la pile.

La pile se compose d'une petite boîte P, contenant plusieurs piles du système Trouvé réunies en tension; elle se place au bas du crochet quand il s'agit d'un poste mobile.

Quant à la bobine, qui est une bobine ordinaire, elle s'adapte au-dessus de la pile sur deux coussinets disposés le long des montants du crochet; ces coussinets sont en cuivre et communiquent avec les fils par l'axe de la bobine; les communications avec l'appareil télégraphique, qui s'accroche en C, se font au moyen de tiges de cuivre épousant la forme du cadre.

Pour protéger l'ensemble de cet appareil contre l'humidité de la pluie ou du brouillard, on a un caoutchouc fabriqué exprès, qu'on place ou qu'on enlève à volonté.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ENGRAIS.

RAPPORT *fait par* M. BARRAL, *au nom des comités réunis des arts chimiques et de l'agriculture, sur la* FABRICATION DE DIVERS PRODUITS DÉRIVÉS DES OS *par* MM. DUNOD *et* BOUGLEUX.

Messieurs, MM. Dunod et Bougleux ont écrit à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale qu'ils étaient arrivés à la création et au fonctionnement régulier d'un matériel permettant d'extraire, d'une façon plus complète et plus rationnelle qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour, d'une part les produits décolorants, d'autre part les produits fertilisants qui dérivent des os, et ils ont sollicité l'examen de leurs travaux. Leur demande a été renvoyée aux deux comités de l'agriculture et des arts chimiques, au nom desquels j'ai l'honneur de vous présenter le rapport suivant.

L'usine de MM. Dunod et Bougleux est située à Aubervilliers, près Paris, au chemin dit de la Haie-Coq. Elle a été fondée, en 1842, par MM. Bocquet aîné et Montena; elle est dirigée, depuis six ans, par les nouveaux fabricants qui, en présence de la cherté croissante des os qui forment la matière première de leur industrie, ont dû chercher à tirer le meilleur parti possible de tous les produits qui pouvaient en être extraits.

Une circonstance particulière les a engagés à entrer dans la voie des perfectionnements sur lesquels ils ont appelé l'attention de la Société d'encouragement, c'est la cherté toujours croissante du sulfate d'ammoniaque et de tous les engrais azotés et phosphatés. Naguère, on calcinait les os pour faire le noir, en cherchant à recueillir les produits ammoniacaux. On y renonça, parce que leur valeur n'était pas égale à l'excès de combustible nécessaire pour les obtenir. Les choses ont changé de face, depuis que l'agriculture recherche beaucoup les produits azotés et emploie directement, comme engrais, le sulfate d'ammoniaque ou, tout au moins, fait entrer ce sel comme mélange dans les matières fertilisantes employées pour activer la végétation.

MM. Dunod et Bougleux ont, en conséquence, songé à remplacer la calcination des os en pots par la calcination dans des vases qui leur permissent de recueillir toutes les eaux ammoniacales et les huiles chassées des os par la chaleur; ils se sont aussi attachés à diminuer les déchets de la fabrication

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du noir, en préparant, avant la calcination, de la poudre d'os, avec les débris qui ne forment pas un noir estimé dans l'industrie.

L'usine du chemin de la Haie-Coq reçoit, chaque année, 7 à 8 millions de kilog. d'os, c'est-à-dire pour 3 000 fr. environ par journée de travail; elle occupe quatre-vingts ouvriers dans les temps ordinaires, et jusqu'à cent vingt lorsque arrive la grande saison de la fabrication, c'est-à-dire à l'époque où la sucrerie demande le plus de noir. Deux machines à vapeur, l'une de 25 chevaux et l'autre de 10 chevaux, mettent en mouvement les appareils, savoir : une machine à broyer les os, puis des moulins et des bluteries pour le noir, des pompes pour le mouvement des liquides, et enfin des grues pour le déplacement des lourds appareils. Une écurie de neuf chevaux est occupée aux transports.

Les os, à leur arrivée dans l'usine, sont d'abord soumis à un triage qui a pour but d'en séparer les matières étrangères, particulièrement des morceaux de fer et des pierres, et aussi de mettre de côté certaines espèces pour des fabrications spéciales. La plus grande masse, à la sortie du triage, est jetée dans une machine à broyer, qui se compose de deux cylindres armés de grosses dents, et qui tournent en sens contraire, de façon à briser et à écraser les os frais.

Après le concassage, les os sont introduits dans des chaudières avec de l'eau, et ils sont soumis à l'action de la vapeur pour en extraire la graisse qui, recueillie, fondue et blanchie à la lumière, est vendue comme suif d'os au prix de 90 à 96 fr. les 100 kilog., selon les époques.

Après le dégraissage, les os sont mis en tas de 2, 3 et 4 mètres de hauteur, pour se sécher. La température des tas s'élève jusqu'au delà de 60 ou 70 degrés; la masse subit une fermentation qui en fait sortir un très-grand nombre de vers, et elle s'assèche assez pour être soumise à un criblage. Les débris qui passent à travers le crible sont employés pour faire de la poudre d'os, que l'on amène à divers degrés de finesse par des moulins et des blutages.

On fabrique maintenant dans l'usine de 1 million à 1 500 000 kilog. de poudre d'os de diverses grosseurs que l'on vend, comme engrais, aux agriculteurs au prix de 17 fr. les 100 kilog. Le dosage moyen en est de 4 pour 100 d'azote et de 40 pour 100 de phosphates de chaux. Les os, en général, après le dégraissage, renferment 5 1/2 pour 100 d'azote, mais les débris sont toujours un peu moins riches en matières azotées. Cette poudre d'os a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un dosage plus élevé que celle provenant des os dégélatinés, contenant 1 1/2 pour 100 d'azote et 50 pour 100 de phosphate, et que les fabriques de gélatine vendent très-facilement, principalement pour l'exportation en Angleterre.

MM. Dunod et Bougleux font encore, pour les deux tiers de leur fabrication de noir, la carbonisation en pots de terre superposés. Ils continuent à faire eux-mêmes leurs pots, et leurs anciens fours sont établis selon les meilleurs systèmes décrits dans les traités de chimie industrielle. Ils veulent avoir la certitude que les prix du sulfate d'ammoniaque se maintiendront à un taux assez élevé pour que la production, par leurs procédés, en soit rémunératrice.

La nouvelle méthode consiste, du reste, tout simplement à avoir recours aux cornues à gaz d'éclairage et à un système de refroidissement tout à fait imité de celui adopté dans les usines à gaz. Dix cornues sont maintenant employées pour la carbonisation des os. Lorsque celle-ci est achevée, on vide les os noirs dans des étouffoirs en tôle, pour que le refroidissement s'effectue à l'abri du contact de l'air, et l'on charge de nouveau les cornues. Les gaz et les vapeurs qui s'échappent des cornues circulent dans un appareil réfrigérant à colonnes, composé de dix tuyaux verticaux, où ils montent pour redescendre dans dix autres, ces tuyaux étant refroidis extérieurement. Pour que la condensation s'achève, les gaz passent ensuite dans une caisse où ils rencontrent une pluie d'eau. Enfin, ils sont ramenés dans le foyer qui chauffe les cornues, de manière à se brûler. Pour 4 000 kilog. d'os environ, on obtient 1 mètre cube d'eaux ammoniacales chargées d'une huile empyreumatique, que l'on sépare par décantation. Les eaux de la colonne réfrigérante marquent de 8 à 12 degrés à l'aéromètre de Baumé, celles de la caisse de 7 à 8; elles sont recueillies dans des citernes où on les mélange, et une pompe les reprend pour les envoyer dans un appareil de M. Mallet, pour la fabrication de l'ammoniaque au moyen de la chaux. La quantité de chaux employée à cet effet, en ce moment, est de 2 hectolitres par jour. L'ammoniaque produite est reçue dans de l'acide sulfurique impur. On ne tient pas à obtenir du sel blanc, parce que tout ce qui est fabriqué est entièrement consacré à des usages agricoles. La quantité de sulfate d'ammoniaque obtenue est de 7 à 8 kilog. par 100 kilog. d'os calcinés. On n'obtient donc environ que le tiers de l'azote total contenu dans les os. Ce n'en est pas moins, quant à présent, une quantité totale de 1 600 quintaux de sulfate d'ammoniaque produite dans l'usine de noir d'Aubervilliers. Le noir obtenu dans les cornues, par la carbonisa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion en vases clos, est d'excellente qualité; il revient à un prix plus élevé que celui provenant de la carbonisation en pots, parce que celui-ci exige l'emploi d'une moindre proportion de combustible.

La quantité totale de noir produite par MM. Dunod et Bougleux s'élève à 3 millions de kilog. par an. Les moulins et les bluteries sont construits d'après les systèmes connus.

Je place sous les yeux de la Société des échantillons de tous les produits de leurs usines. Ils sont les suivants : 1° noir animal gros grain et noir à filtrer, pour les sucreries; 2° noir en grains moyens, pour les raffineries; 3° huile empyreumatique; 4° suif d'os; 5° noir impalpable, pour la peinture et le cirage; 6° noir vierge, pour engrais; 7° superphosphate d'os et de noir, pour l'agriculture, c'est-à-dire un mélange de poudre d'os et de noir traités par l'acide sulfurique; 8° poudres d'os, pour engrais; 9° sulfate d'ammoniaque; 10° os blancs, pour la fabrication des coupelles; 11° os vitrifiés, pour la fabrication du verre opale. Ce dernier produit s'élève, par an, à 25 000 kilog. environ; il est obtenu en prenant les quilles ou tibias des moutons et en les plaçant dans les pots ordinaires de la carbonisation, ces pots étant seulement percés de trous pour permettre le passage de l'air. On choisit cette partie des os, parce que c'est elle qui paraît donner le phosphate de chaux le plus dense et le plus compacte, et qui, en outre, présente une espèce de vitrification. Quant aux os blancs pour la fabrication des coupelles, on choisit de préférence les os d'un certain volume qui avoisinent les jointures et qui offrent une partie poreuse considérable; quand on les a calcinés à blanc et ensuite pulvérisés, on obtient une poudre d'un blanc mat doué de tous les caractères recherchés pour la fabrication à laquelle ils sont destinés.

Les perfectionnements introduits dans la fabrication du sucre ont permis de diminuer de beaucoup la proportion de noir nécessaire pour obtenir une quantité donnée de sucre pur; mais, comme le nombre des fabriques de sucre s'est beaucoup accru et que la quantité de sucre fabriquée devient tous les ans plus considérable, l'industrie de la fabrication du noir a plutôt augmenté que diminué. MM. Dunod et Bougleux sont à la tête de cette industrie. Dans leur usine d'Aubervilliers, ils ont réuni les meilleurs procédés connus, soit pour la fabrication du noir, soit pour la condensation d'eaux ammoniacales et la fabrication de sulfate d'ammoniaque; cette dernière production en est encore à son début, mais elle fournit déjà à l'agriculture, et à des prix avantageux, un appoint de quelque importance.

C'est véritablement un service rendu que de cesser de perdre des matières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'où l'on peut extraire un sel qui est un excellent complément pour les fumures de la terre. En conséquence, vos comités d'agriculture et des arts chimiques vous proposent de remercier MM. Dunod et Bougleux de leur communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de vos séances.

Signé J. A. Barral, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 *mai* 1872.

ARTS PHYSIQUES.

DES RELATIONS DE L'OEIL ET DES OCULAIRES DANS LES APPAREILS D'OPTIQUE LES PLUS USITÉS. — DESCRIPTION D'UN APPAREIL POUR L'ESSAI DES OCULAIRES, PAR M. F. P. LE ROUX. (*Planche* 477.)

(*Suite et fin*) (1).

II.

Inconvénients qui résultent pour la vision d'une trop grande limitation des pinceaux.

19. — Les effets particuliers dus à la limitation des pinceaux, peuvent se diviser en deux catégories, suivant qu'ils sont ou non indépendants de la réfrangibilité, autrement dit de la couleur, des rayons lumineux qui constituent ces pinceaux.

Les premiers de ces effets, c'est-à-dire ceux qui ne dépendent pas de la couleur des rayons, sont peu importants dans la pratique, en ce qu'ils passent le plus souvent inaperçus, et enfin peuvent aussi bien, suivant les circonstances, être favorables que défavorables à la netteté de la perception visuelle.

Pour rendre plus facilement saisissables les considérations relatives aux

---

(1) Voir cahier de septembre 1872, p. 484.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

effets de cette première catégorie, il est bon de rappeler en quelques mots les conditions de la vision normale.

Dans l'œil normal, la surface externe, qu'on nomme la *cornée transparente*, doit être une portion de surface sphérique parfaitement régulière, exempte de toute altération; le cristallin doit offrir une constitution parfaitement symétrique, offrir partout une égale transparence. Mais ces conditions ne sont pas toujours remplies parfaitement. Dans la vision à l'œil nu, un point lumineux vient former son image sur la rétine, au moyen d'un cône de rayons ayant pour base l'ouverture de la pupille ; toutes les parties de l'œil, saines ou défectueuses, qui correspondent à cette ouverture sont traversées par un égal contingent de ces rayons. L'image qui vient se former sur la rétine est d'autant plus nette que la concordance est plus parfaite entre les effets des diverses portions de l'organe sur les rayons lumineux qui les traversent.

Or, quand la vision se fait au moyen d'un pinceau limité, plus petit que l'ouverture de la pupille, il peut se présenter divers cas, en supposant que l'œil présente des défauts de conformation : il pourra arriver que le pinceau limité ne rencontre qu'une partie de l'œil parfaitement régulière et alors la vision se trouve améliorée par ce fait seul s'il s'agit d'un œil irrégulièrement constitué ; ou bien, dans quelque position que l'œil reçoive le pinceau limité, celui-ci rencontre toujours des portions d'effets discordants, auquel cas la vision pourra être beaucoup plus défectueuse que si la lumière était reçue par l'ouverture totale de la pupille, les irrégularités pouvant alors se compenser en partie.

20. — Ces irrégularités de l'œil provenant de défauts de conformation, d'inégalités dans la transparence, etc., sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne pourrait le supposer.

Quant à l'avantage qui peut résulter dans quelques cas de la limitation des pinceaux de rayons admis dans l'œil, il arrivera bien rarement qu'il soit réel, et il sera le plus souvent accompagné d'un défaut d'achromatisme plus ou moins considérable, suivant que l'axe du pinceau sera plus ou moins éloigné d'être normal à la surface terminale de l'œil.

Ce sont ces aberrations chromatiques, les plus sensibles dans la vision par les instruments d'optique, que nous allons maintenant examiner.

21. — Nous avons dit qu'on pouvait se faire de l'œil une idée très-simple et presque rigoureusement exacte en l'assimilant à une certaine capacité AMBC remplie d'eau; cette capacité présenterait une forme sensi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blement sphérique dans la partie AMB, une portion de cette surface serait remplacée par une partie plane AB (*l'iris*), percée d'un orifice *a b* (*la pupille*) et une capsule ABC (*la cornée transparente*) d'un plus petit rayon de courbure que la partie AMB, fermerait le tout.

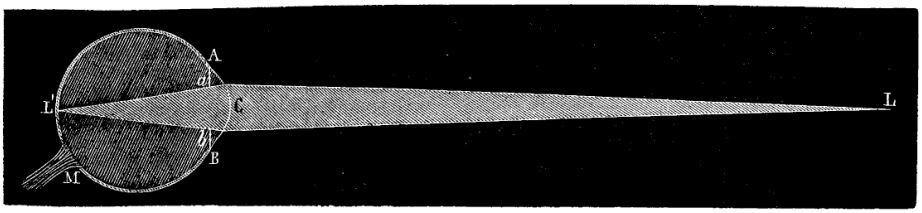


Fig. 9.

Si cet appareil est accommodé pour voir un point lumineux situé en L, les rayons émanés de ce point et qui entrent dans l'œil viennent se réunir sensiblement en un même point L' situé sur le fond de l'organe, là où se trouve la rétine. Dans la réalité, parmi les rayons qui composent la lumière blanche que nous supposons être émise par le point L, il n'y aura que ceux d'une certaine réfrangibilité qui feront leur foyer en L'; supposons que ce soient les rayons verts; les rayons plus réfrangibles, les violets par exemple se réuniront en un point antérieur, les rayons moins réfrangibles en un point postérieur, de telle sorte qu'en réalité les faisceaux de tous les rayons autres que ceux que nous avons supposés concourir au point L' couperont la rétine suivant des cercles concentriques en partie superposés. Dans l'état ordinaire des choses, il arrive que par une action inconsciente de notre organe nous disposons celui-ci de telle manière que les diverses couleurs superposées nous donnent une sensation de lumière blanche, et nous n'apercevons pas de coloration sensible sur les bords de l'image, les dimensions de celle-ci se trouvent seulement un peu augmentées.

22. — Si ce que nous venons d'avancer est réel il doit se faire aussi que quand la lumière n'est pas blanche, mais d'une couleur simple ou composée, il faille une accommodation différente pour obtenir le maximum de netteté dans la vision. Diverses expériences très-simples le démontrent.

Ainsi Wollaston remarqua qu'en regardant un point lumineux à travers un prisme de façon à donner lieu à un spectre linéaire on ne pouvait accommoder l'œil de manière à voir distinctement à la fois les deux extrémités de ce spectre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fraunhoëfer, Lehot, M. Vallée ont cherché à apprécier ces effets en observant des corps très-déliés au milieu d'un champ éclairé par des lumières de différentes couleurs.

M. Matthiessen a cherché à évaluer la différence des distances des foyers des rayons rouges et des rayons violets, en supposant le point lumineux situé à l'infini; d'autres observateurs, entre autres M. Helmholtz, ont aussi fait des déterminations du même genre. Leurs observations s'accordent à montrer que, au point de vue de la dispersion des couleurs, l'œil humain se rapproche beaucoup d'un œil en eau distillée tel que l'*œil schématique réduit* dont nous avons donné ci-dessus les éléments; sa dispersion est seulement peut-être un peu plus forte.

MM. Plateau et Dove ont aussi donné comme démonstration du défaut d'achromatisme de l'œil cette observation très-simple que si on regarde la flamme d'une bougie à travers un verre violet (qui laisse passer du rouge et du bleu) on distingue une flamme rouge dans une auréole bleue ou une flamme bleue bordée de rouge, suivant que la bougie est placée à une distance de l'œil plus grande ou plus petite que celle de la vision distincte. J'ai moi-même observé des apparences analogues en regardant au travers d'une dissolution de chlorure de chrome, qui, comme on le sait, laisse passer du rouge et du vert.

La dispersion des couleurs rend encore aisément compte des phénomènes de coloration qui se manifestent autour des images des objets lorsque l'on vient à placer devant l'œil un écran qui couvre au moins la moitié de la pupille. Newton avait déjà remarqué ces phénomènes et les avait rapportés à leur véritable cause (1).

Ainsi la dispersion finale des couleurs par les milieux de l'œil est hors de doute; cependant, comme, à côté de ce phénomène, existent des effets de compensation et de tolérance qui le dissimulent dans l'usage que nous faisons habituellement de l'organe de la vue, il est utile et même nécessaire de prouver que la dispersion oculaire intervient bien dans la vision à travers les télescopes de toute espèce et autres instruments du même genre qui amènent la lumière à l'œil sous forme de pinceaux très-étroits.

Les expériences que je vais décrire, lesquelles sont tout à fait objectives, seront sans doute convaincantes à cet égard.

---

(1) *Optice*, liber I, pars II, propositio 8.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Imaginons (fig. 10) un milieu, plus réfringent que celui qui l'entoure antérieurement, terminé par une surface courbe CC, sur laquelle nous

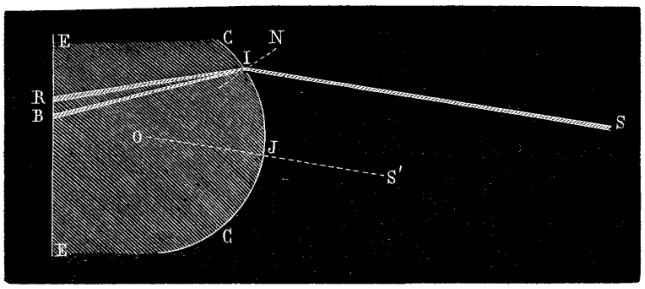


Fig. 10.

supposerons que vienne tomber un pinceau SI, très-étroit, de rayons d'une lumière homogène, de lumière rouge par exemple.

Si ce pinceau suit une direction différente de celle de la normale IN au point de rencontre, il se rapprochera de cette normale en pénétrant dans le milieu et suivra par exemple le chemin IR; si ce rayon était composé de lumière bleue, il se rapprocherait encore plus de la normale et suivrait le chemin IB; s'il est composé à la fois de rouge et de bleu, il se séparera en deux, chacune des deux lumières en question suivant le chemin qui lui convient, de telle sorte que, si on vient à placer en EE un écran suffisamment éloigné, son intersection par ces deux faisceaux que la réfraction a séparés, fournira deux images, l'une bleue, l'autre rouge.

Toutes choses égales d'ailleurs et pour une direction donnée du faisceau incident, l'écartement de ces deux images sera d'autant plus grand que l'angle de SI avec la normale au point d'incidence sera plus grand, ou, ce qui revient au même, si la surface courbe est supposée sphérique, que le point I sera plus éloigné du point J, suivant lequel cette surface serait rencontrée par une droite OS' menée par son centre parallèlement à la direction du pinceau lumineux incident. Un faisceau tombant suivant S'J n'éprouverait aucune dispersion.

23. — L'œil est évidemment dans les conditions de forme et de réfringence que nous venons de supposer; il devra donc se prêter à une expérience du genre de celle qui vient d'être décrite. Une manière très-simple de réaliser

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celle-ci en se servant de l'œil consiste à regarder le soleil à travers un trou t (fig. 11) de quelques dixièmes seulement de millimètre, placé contre l'œil, et

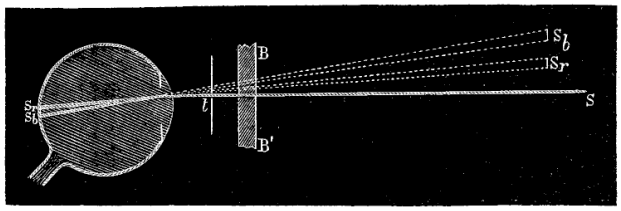


Fig. 11.

devant lequel on installe un verre bleu-violet BB' qui laisse passer les rayons rouges et bleus à peu près dans la proportion où ils se trouvent dans la lumière blanche.

On n'admet ainsi dans l'œil qu'un faisceau de lumière chromatique très-étroit. Si ce faisceau pénètre dans l'œil normalement à la surface de la cornée transparente, ce qui a lieu sensiblement quand il est dirigé vers le centre de la pupille, on ne perçoit qu'une seule image du soleil, laquelle présente la teinte particulière au verre employé; mais si on vient à déplacer l'œil dans un sens ou dans l'autre, de manière à admettre le rayon excentriquement à l'ouverture de la pupille, cette image se dédouble et au lieu d'un seul disque on en aperçoit deux, l'un rouge S_r, l'autre bleu S_b, qui sont d'autant plus séparés que le faisceau rencontre plus obliquement la surface de la cornée.

Dans la figure ci-contre, nous avons exagéré à dessein cette séparation; mais ce que nous avons voulu surtout mettre en évidence, et que l'on peut vérifier facilement, c'est que lorsque le pinceau entre dans l'œil par le haut de la pupille, on voit l'image bleue S_b au-dessus de l'image rouge S_r, et lorsqu'il y pénètre par le bas le contraire a lieu.

Il n'y a d'ailleurs expérimentalement aucune difficulté à se rendre compte du cas dans lequel on se trouve à chaque instant, puisqu'on sait le sens dans lequel on déplace l'œil devant le trou.

24. — On peut donner à cette expérience une autre disposition, qui la rend à la fois plus nette et plus facile à réaliser.

Au lieu de regarder le soleil lui-même à travers un petit trou t, on peut simplement regarder ce trou en l'éclairant par la lumière solaire réduite au rouge et au bleu par l'interposition d'un verre convenable. Mais il faut, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce cas, compléter la disposition (fig. 12) par une lentille oculaire L, dont nous allons justifier l'emploi.

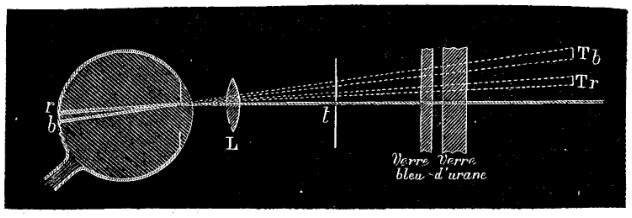


Fig. 12.

Pour voir le trou t distinctement, à la vue simple, il faudrait placer l'œil à une distance de ce trou égale à la distance de la vision distincte pour les petits objets, laquelle est en moyenne égale à une vingtaine de centimètres. Or, en négligeant les dimensions du trou, nous voyons qu'il en émerge un cône lumineux, dont l'angle au sommet est d'environ 32′, valeur du diamètre apparent du soleil; l'intersection de ce cône par le plan de la pupille placée à la distance de la vision distincte serait un cercle dont le diamètre aurait cette distance multipliée par la tangente trigonométrique de l'angle de 32′, ce qui donne, à très peu près, 2 millimètres, c'est-à-dire environ la moitié de l'ouverture moyenne de la pupille. Il arriverait donc qu'une partie du faisceau lumineux pénétrerait par le centre de l'œil et l'autre par le bord, de telle sorte que tous les rayons qui le composent subissant des dispersions très-inégales, les images ne seraient plus complétement séparées l'une de l'autre.

Si, au contraire, on place une lentille convergente L entre le trou et l'œil, celui-ci peut rester à quelques centimètres seulement du trou t, et le faisceau conique qui en émerge n'a pas le temps de s'élargir beaucoup, on peut alors voir deux images entièrement distinctes l'une de l'autre. La figure rend compte de la marche des rayons lumineux dans cette disposition : T_b et T_r sont les images virtuelles dont l'œil perçoit la sensation.

25. — L'effet est d'ailleurs d'autant plus nettement marqué que les deux couleurs auxquelles on suppose que la lumière a été préalablement réduite sont plus pures (1) et que le pinceau lumineux pénètre plus excentriquement dans

(1) Tous les verres bleus ou violets que l'on rencontre dans le commerce ne sont pas également convenables. Ils doivent, comme première condition, être suffisamment foncés en couleur ou épais pour absorber complétement le jaune que ces sortes de verres laissent passer sous une faible épais-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'œil; cette dernière circonstance dépend de la dilatation de la pupille; on facilite très-simplement cette dilatation en s'entourant la tête d'une étoffe noire qui empêche la lumière diffuse de pénétrer latéralement dans l'œil.

Ainsi ces expériences, que j'ai déjà depuis longtemps publiées (1), prouvent d'une manière directe qu'un pinceau étroit de lumière composée de différentes couleurs se disperse en pénétrant dans l'œil; il se résout en des pinceaux diversement colorés qui suivent des chemins différents, de manière à venir frapper la rétine en des points distincts.

26. — Avant d'aller plus loin, je dois appeler l'attention sur les circonstances précises dans lesquelles s'opère la vision.

C'est une notion vulgaire que les images des objets extérieurs se peignent au fond de l'œil, sur l'espace occupé par la rétine. Mais nous ne percevons pas également bien, en tous les points de la rétine, tous les détails de ces images, tant sous le rapport des couleurs que sous celui de la forme. Un espace très-restreint de la rétine, qu'on appelle la *fovea centralis*, jouit à cet égard d'un maximum de sensibilité. Les parties environnantes ont une sensibilité qui devient de plus en plus obtuse, à ce point qu'à une certaine distance la perception des couleurs finit elle-même par disparaître. Le diamètre de la *fovea centralis* n'est en moyenne que de 2/10 de millimètre. Si on joint les différents points de son contour au centre optique du système réfringent de l'œil, on obtient ainsi un cône qui délimite ce qu'on appelle le *champ de la vision distincte*. Le restant du champ visible est celui de la vision indistincte. Ce sont les mouvements de l'œil, ordinairement si rapides qu'ils passent inaperçus, qui amènent successivement dans le champ de la vision distincte tous les détails des objets que nous voulons examiner.

Ce champ de la vision distincte est beaucoup plus restreint qu'on ne se l'imagine. Pour l'apprécier, on doit faire à la fois un effort assez pénible de

---

seur. On doit d'ailleurs désirer que les couleurs conservées n'aient pas des intensités trop différentes. Si on n'a pas à sa disposition un verre bleu d'une nature convenable, on obtient facilement un bon effet en assortissant un verre bleu indigo à un verre bleu violet.

Enfin on trouve un grand avantage à placer, comme la figure l'indique, en avant du verre bleu, un verre d'urane d'un bon centimètre d'épaisseur. Ce verre absorbe les radiations ultra-violettes que le verre bleu laisse passer, et qui, par l'illumination qu'elles produisent dans l'œil, troublent l'observation. Il y a aussi avantage à mettre le verre d'urane en avant du verre bleu, car, sans cela, l'illumination du verre d'urane, en éclairant directement le trou, fait concurrence au pinceau lumineux émanant du soleil, et diminue un peu la netteté du phénomène.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, tome LXVI, page 173.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

volonté et d'attention; de volonté pour laisser l'œil aussi fixe que possible, d'attention pour s'assurer qu'on voit simultanément, avec la plus grande perfection possible, tout ce qui est contenu dans un certain champ. C'est ainsi que je reconnais que mon œil gauche, qui est presbyte, ne peut comprendre la lune tout entière dans son champ de vision distincte. Avec mon œil droit qui est presque myope, c'est à peine si dans le mot

« disposition »

je puis percevoir à la fois tous les détails des quatre premières lettres, la queue et la panse du *p* se trouvent déjà en dehors du champ de vision distincte.

Si donc, pour simplifier le langage, nous considérons la *fovea centralis* comme un point, on voit que la droite qui joint ce point au centre optique de l'œil, doit être dirigée sur le point particulier que nous voulons examiner dans le tableau lumineux, matériel ou aérien, qui s'offre à notre vue. Cette ligne est la *ligne de visée;* la diriger sur un point déterminé, c'est *fixer* ce point.

27. — Comment maintenant dirigeons-nous notre ligne de visée sur tel ou tel point? Par deux sortes de mouvements : les uns donnés à la tête tout entière, les autres par un mouvement de rotation du globe oculaire dans son orbite. Ces derniers sont les plus habituels, ils s'effectuent insensiblement, presque automatiquement. Nous pouvons lire toute une page d'un livre sans bouger absolument la tête, tandis que nos yeux suivent les lettres une à une, par un mouvement inconscient dont nous ne pouvons constater l'existence que par le raisonnement et la comparaison avec ce qui se passe chez d'autres individus.

Considérons le globe de l'œil comme une sphère, cela n'est pas complétement exact, mais l'est suffisamment pour les raisonnements qui vont suivre. Cette sphère a, en moyenne, un diamètre de 24 millimètres; puisqu'elle roule sur elle-même dans une cavité qui lui est superposable, son centre doit rester immobile.

D'un autre côté, le système réfringent de l'œil peut être considéré comme ayant sensiblement les mêmes effets qu'une sphère d'une matière d'indice convenable, d'un rayon de 5 millimètres environ. Cette sphère serait à peu près tangente à celle qui représente le globe oculaire. Le centre optique de l'œil serait le centre *c* de cette portion sphérique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si donc O (fig. 13) représente le centre du globe oculaire, on voit qu'il existe une distance considérable entre le centre de rotation du globe oculaire et le centre optique du système convergent de notre œil.

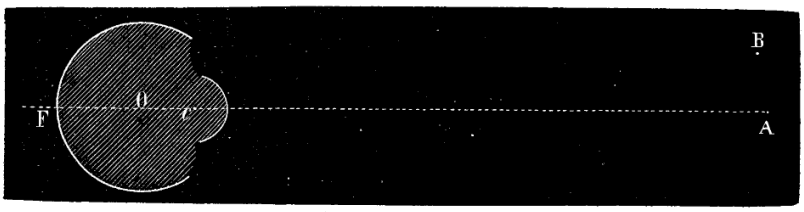


Fig. 13.

La *fovea centralis* ne se trouve jamais exactement en ligne droite avec les points O et *c*; elle s'écarte de la droite O*c* de quantités plus ou moins considérables, suivant les sujets ; elle s'en écarte même tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Nous imaginerons cependant, pour simplifier, un œil idéalement conformé, dans lequel la *fovea centralis*, représentée dans la figure par la lettre F, soit précisément en ligne droite avec les points O et *c*.

28. — Cela posé, comment un œil astreint à laisser complétement immobile son centre de figure O, et ne pouvant exécuter que des mouvements de rotation autour de ce point pourra-t-il fixer successivement des points différents?

Rappelons d'abord que si A est un point fixé, les trois points A, *c* et F doivent être en ligne droite. Si donc l'œil dont le centre de mouvement est en O et qui vise d'abord un point A, veut ensuite viser un point B, il n'aura qu'à prendre une rotation telle que la droite F*c* vienne passer par le point B, ce qui est toujours possible (lors même que le point O ne serait pas sur F*c*, comme nous l'avons supposé).

Tout en maintenant la tête complétement immobile, on pourra donc viser tous les points du champ, en vertu du seul mouvement de rotation du globe oculaire.

Si d'ailleurs les points A et B sont des points envoyant des pinceaux de lumière assez larges pour que la pupille y soit toujours comprise, les conditions de la vision ne changeront pas de l'un à l'autre. Mais il n'en sera pas de même si les points A et B sont des points-images envoyant des pinceaux notablement plus petits que l'ouverture de la pupille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

29. — Imaginons deux points A et B (fig. 14) envoyant vers l'œil des pinceaux limités faisant entre eux un angle quelconque. La tête de l'obser-

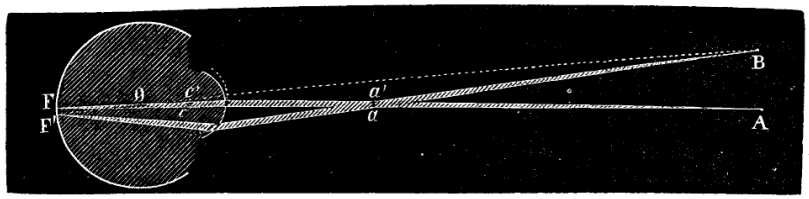


Fig. 14.

vateur est d'abord supposée assurée dans une position telle que le pinceau émané de A tombe normalement sur la surface extérieure de l'œil, ainsi que l'indique la figure. C'est le cas où la dispersion oculaire ne se manifeste pas. Si nous posons comme condition que la tête doive rester immobile quand on voudra viser B, il faut que l'œil tourne alors autour de son centre O; ce que nous représenterons en faisant tourner la droite F*c* autour de O pour lui faire prendre la position F′ *c*′ passant par B. Mais le pinceau envoyé par ce point vient alors rencontrer obliquement la surface antérieure de l'œil, car la direction diffère de celle d'un rayon de la surface sphérique dont le centre est en *c*; la dispersion oculaire devra donc se manifester : l'image de B qui vient se faire en F′ sera plus ou moins irisée.

Examinons maintenant les conséquences pratiques de ce qui vient d'être dit. Si en outre des points A et B nous en concevons une infinité d'autres constituant une image focale produite par un objectif, nous savons que tous les pinceaux qui émanent de ces différents points, passent par un même cercle *a a*′ connu sous le nom *d'anneau oculaire*. Il devient donc possible de faire en sorte qu'un simple mouvement de rotation autour de O suffise à faire coïncider le pinceau envoyé par un point B quelconque avec la droite qui joint le centre optique C dans ses diverses positions. Il est facile de voir en effet que si le point O était précisément au centre de l'anneau oculaire *aa*′, ce résultat serait atteint pour toutes les orientations de la ligne de visée.

D'où nous concluons cette règle : *Si on veut que l'œil puisse parcourir tout le champ d'un instrument d'optique par un simple mouvement de rotation, sans*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que ses déplacements introduisent d'aberration chromatique, il faut que le centre de mouvement de l'œil dans son orbite occupe la place de l'anneau oculaire.

Ce n'est pas assez que l'instrument permette à l'œil de prendre cette position, il faut encore qu'il l'invite à la prendre et l'aide à la garder. Il faut pour cela que la position de l'œilleton soit réglée de telle façon que celui-ci soit assez près des cils de l'œil qui observe, sans cependant les gêner.

30. — Nous avons supposé dans les considérations qui précèdent que le centre de mouvement de l'œil était en ligne droite avec la *fovea centralis* et le centre optique du système convergent formé par cet organe. Dans la réalité, il y a un défaut d'alignement plus ou moins considérable, de telle sorte que le résultat dont il s'agit ne peut être qu'imparfaitement atteint.

D'un autre côté, les instruments d'optique sont rarement parfaitement centrés, de telle sorte que le maximum de netteté chromatique ne se trouve pas toujours au milieu du champ. On peut remarquer alors qu'il doit y avoir une orientation de l'appareil (longue-vue, télescope, etc.), autour de son axe, pour laquelle le maximum d'achromatisme se rapproche du centre du champ, de telle façon même que les bords paraissent devenir partout également bons. On conçoit en effet que la dissymétrie due à l'œil peut dans une certaine position relative, compenser celle due à l'appareil, tandis que dans une orientation inverse donnée à celui-ci, les effets dus à ces deux dissymétries s'ajoutent.

Pour juger en connaissance de cause de la perfection d'un appareil de cette sorte, il faut donc s'assurer si la dissymétrie d'achromatisme que l'on peut observer dans le champ, provient de l'appareil ou de l'œil, et pour cela, il faut faire tourner l'instrument autour de son axe, puis voir si après avoir ajusté l'œil sur la partie centrale, en portant rapidement le regard sur les parties soit latérales, soit inférieure et supérieure, on les trouve également achromatiques.

31. — Il ne me paraît pas qu'on ait jusqu'ici formulé cette condition, à laquelle doivent satisfaire les instruments d'optique, à savoir que l'œil puisse reconnaître aux diverses parties du champ les mêmes qualités lorsqu'il parcourt celui-ci par un simple mouvement de pivotement. Mais elle ne s'en impose pas moins dans la pratique; seulement on conçoit que suivant la disposition naturelle de l'observateur, les habitudes prises et bien d'autres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

circonstances, cette condition pourra être plus ou moins méconnue. Il est évident en effet, d'après tout ce qui précède, que l'observateur qui aurait pris l'habitude de parcourir le champ, en donnant à l'œil des mouvements de *translation,* verrait tout autrement dans un appareil donné que celui qui se bornerait au seul mouvement de *pivotement* du globe oculaire. Il arrivera même que tel individu préférera plus habituellement les mouvements de translation, lorsqu'il faudra varier la direction de la visée dans le sens vertical et les mouvements de rotation lorsque cela aura lieu dans le sens horizontal.

32. — En ce qui concerne la disposition de l'œil, nous avons surtout remarqué les inconvénients qui résultent de la position du centre O de mouvement, en dehors et plus ou moins loin de la droite qui joint le centre optique *c* à la *fovea centralis*. Mais on conçoit que bien d'autres causes peuvent porter le trouble dans les fonctions de cet organe lorsqu'il se trouve combiné à un appareil d'optique. La cornée et le cristallin sont plus fréquemment qu'on ne le croit atteints d'irrégularités de forme, de défectuosités de transparence qui empêchent l'œil de se placer dans la position la plus convenable pour amoindrir sa dispersion chromatique.

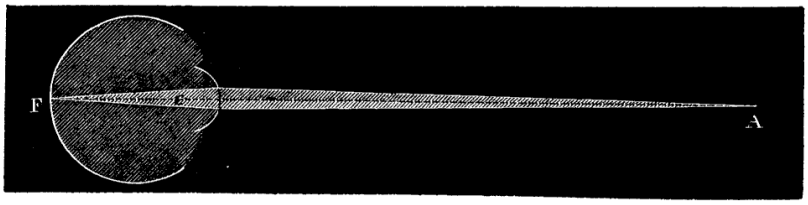


Fig. 15.

Concevons en effet (fig. 15) un œil normalement constitué, visant un point A. Il se placera, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de telle sorte que la droite FC (suffisamment définie par ce qui précède), passe par ce point A. Si celui-ci envoie un pinceau de rayons limité et plus petit que l'ouverture de la pupille, l'œil choisira la position pour laquelle la droite en question coïncidera avec l'axe de ce pinceau. Ce sont les conditions de la vision normale.

Supposons maintenant que sur le parcours de la droite FC, à l'intérieur de l'œil, se trouve une défectuosité quelconque, plus ou moins irrégulière,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

représentée (fig. 16) par la tache *t*. Pour voir le point A, l'œil n'en devra pas moins aligner ce point avec les deux points F et *c*, mais le pinceau

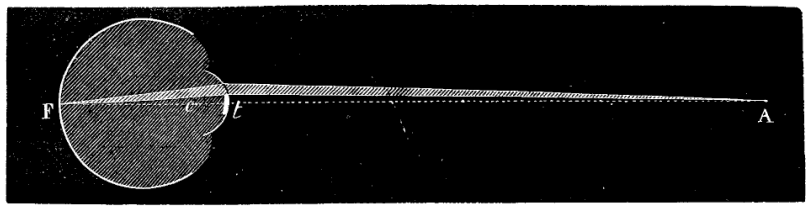


Fig. 16.

émané de A devra suivre une autre direction, il rencontrera plus ou moins obliquement la surface extérieure de l'œil et alors, d'après ce qui a été expliqué ci-dessus, les aberrations chromatiques deviendront sensibles.

III.

Description d'un appareil permettant d'étudier l'effet produit par la combinaison d'un œil et d'un oculaire déterminés.

33. — Jusques à présent on ne s'est pas préoccupé de la question de savoir si l'œil de l'observateur appelé à constater les mérites ou les défauts d'un appareil optique, ne possédait pas quelque difformité capable de rendre son jugement différent de celui qu'eût porté un œil normalement constitué.

Mais en supposant même que cet œil parfait soit toujours à notre service, les procédés employés jusqu'ici pour apprécier les effets des oculaires, laissent à désirer tant sous le rapport de la rigueur de la méthode que sous celui de la commodité pratique. Je ne connais que deux procédés d'essai des oculaires, l'un rigoureux mais peu commode, l'autre très-simple mais mauvais.

Le procédé rigoureux, suivi par les bons constructeurs, consiste à associer l'oculaire à essayer avec un objectif reconnu aussi bon que possible. Comme d'un autre côté pour reconnaître qu'un objectif est bon il faut l'essayer avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un bon oculaire, il y a là une sorte de cercle vicieux. Cependant on conçoit que lorsqu'il ne s'agit que de l'achromatisme, on peut d'abord disposer son oculaire en l'essayant sur un objectif donnant forcément des images achromatiques, c'est-à-dire sur un miroir concave; cet oculaire-là une fois obtenu, on pourra alors chercher avec son aide un objectif aussi parfait que possible, et s'en servir ensuite pour essayer des oculaires. Ce mode d'essai est d'ailleurs le seul possible pour les oculaires négatifs, c'est-à-dire à foyer intérieur.

Quant au mode d'essai qui consiste à regarder avec l'oculaire, par exemple, un texte imprimé en caractères plus ou moins fins ou quelque autre objet présentant des alternatives de blanc et de noir, il est tout à fait illusoire attendu que les conditions sont toutes différentes de celles où l'oculaire est appelé à fonctionner lorsqu'on le met en présence d'un tableau focal provenant d'un objectif. Il est inutile d'insister davantage sur ce sujet, la première partie de ce travail ayant eu précisément pour but de montrer la différence qui existe entre un point focal ou point-image et un point lumineux par lui-même.

34. — L'instrument que nous allons décrire a pour objet de permettre un examen des oculaires tel qu'on pourrait le réaliser avec un objectif parfait, et cela sans avoir besoin d'un tel objectif non plus que du champ de vue et des conditions d'éclairement que suppose ce genre d'essai.

Le principe de cet appareil est des plus simples. Ce qu'il faut, c'est se procurer des pinceaux très-étroits de lumière parfaitement blanche. Or, supposons (fig. 17) un premier orifice MN placé en face d'une surface diffu-

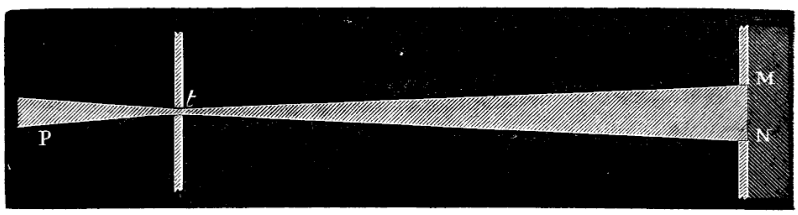


Fig. 17.

sant une assez vive lumière, une feuille de papier blanc, par exemple, puis à une certaine distance un très-petit orifice *t*, percé dans une plaque opaque: chaque point du trou en question sera le sommet d'un pinceau lumineux P

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont la convergence sera déterminée par le rapport du diamètre d de l'orifice MN à la distance l des deux plaques. Cette convergence sera la même que celle d'un pinceau fourni par un objectif tel que le rapport de son ouverture à sa distance focale fût égal au rapport $\frac{d}{l}$. Si maintenant on regarde avec un oculaire le trou t on le verra absolument dans les mêmes conditions que si on examinait l'image fournie par un objectif d'un objet lumineux qui serait situé à l'infini et sous-tendant un angle $\frac{t}{d}$.

Voici comment ces conditions sont réalisées dans l'appareil dont il s'agit.

Une plaque PP (planche 477, fig. 1 et 2), mobile autour d'un centre C, est percée de trous de différentes grandeurs dont les centres peuvent venir se placer à volonté sur l'axe d'un tube TT. Les diamètres d de ces trous sont avec la longueur l du tube dans des rapports connus variant depuis $\frac{d}{l} = 1/8$ jusqu'à 1/30 ; la valeur du rapport correspondant à une ouverture donnée, est d'ailleurs inscrite auprès de celle-ci sur la plaque P.

A l'autre bout du tube TT se trouve une plaque de clinquant *pp*, bien plane, percée de petits orifices de différentes formes et disséminés dans tout le champ que peut embrasser l'oculaire. Une forme très-convenable est celle d'un rectangle dont la hauteur, aussi petite que possible, soit environ le 1/4 ou le 1/5 de la base. Il est bon que la hauteur soit très-petite ; on peut réaliser assez facilement par le poinçonnement 1/10 de millimètre. On distribue ces petits rectangles de façon à ce qu'ils se trouvent orientés alternativement suivant deux directions rectangulaires. La fig. 18 montre l'apparence de cette plaque vue avec un assez fort grossissement.

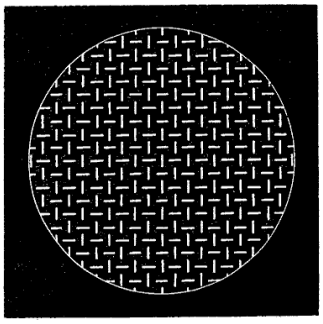


Fig. 18.

Soit OO l'oculaire à l'essayer. On le place dans une gouttière GG (fig. 1 et 3) sur laquelle il est appuyé par le ressort R, agissant par l'intermédiaire de la pièce *bb* mobile dans une coulisse. Cette gouttière est elle-même portée par une queue, coulissant dans une boîte d'où deux forts ressorts en boudins tendent à la faire sortir, et où elle est maintenue par la tige taraudée t qui traverse l'écrou B, tourné en forme de bouton.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette disposition a pour objet de permettre le centrage des oculaires, quel que soit le diamètre de leurs tubes. L'axe de la gouttière se mouvant parallèlement à l'axe du tube TT, on voit qu'il est possible de faire coïncider l'axe de figure de l'oculaire OO avec l'axe du tube TT, condition qu'on doit chercher à remplir à peu près exactement.

On regarde alors la plaque *pp* avec l'oculaire, et pour se mettre au point on fait simplement glisser l'oculaire dans la gouttière. Comme d'ailleurs il faut pouvoir examiner des oculaires de différentes longueurs, le tube TT est mobile dans le tube-enveloppe AA, de façon à pouvoir mettre approximativement au point, par le mouvement du tube TT, lorsque l'oculaire est placé en équilibre sur la gouttière; on achève alors la mise au point par de petits mouvements donnés à celui-ci.

35. — Les choses étant ainsi disposées, voici par quelle série méthodique d'opérations il faut passer pour faire la part des défauts qui peuvent provenir soit de l'oculaire, soit de l'œil.

On commence par faire tourner le tube TT sur lui-même, de façon à amener la direction d'une des séries de rectangles sensiblement dans la verticale. Les rectangles se trouvent ainsi orientés, de telle sorte que les uns ont leur grande dimension verticale, tandis que les autres l'ont horizontale.

On place l'œil de manière à voir le centre du champ parfaitement achromatique; si cela ne se pouvait pas, il faudrait commencer par rebuter l'oculaire essayé. Le centre du champ étant supposé vu achromatique, on explore le reste du champ en laissant la tête parfaitement immobile, par conséquent, en changeant seulement la direction de l'œil. Le plus ordinairement, on reconnaît ainsi que les bords du champ sont inégalement colorés dans les diverses directions; il y a une direction où cette inégalité est maximum, une autre où elle est minimum. On fait alors tourner l'oculaire sur lui-même; si les effets changent, c'est-à-dire si la direction d'inégalité maximum se déplace avec l'oculaire, c'est que celui-ci n'est pas bien centré dans sa construction, c'est-à-dire que les différentes lentilles qui le composent n'ont pas leurs axes de figure en coïncidence. Dans ce cas, on perfectionne le centrage suivant les procédés usités.

Supposons maintenant que nous soyons en possession d'un oculaire tellement centré que l'aspect chromatique des diverses parties du champ ne change pas d'une manière appréciable quand on fait tourner l'oculaire sur lui-même, mais que cependant on reconnaisse à l'épreuve fondamentale une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

certaine dissymétrie dans les effets de coloration, et on conclura que c'est à l'œil lui-même qu'il faut attribuer cet effet. Si on cherche le maximum de perfection, on corrigera l'effet de l'œil par un verre très-légèrement prismatique. D'ailleurs, lorsqu'on portera ensuite l'oculaire dans un instrument d'optique, on devra avoir soin de lui conserver toujours la même orientation, par rapport à l'œil.

36. — Il est bien entendu que ces épreuves sont supposées s'appliquer à un oculaire qui ne soit pas trop éloigné de la perfection, qui soit à peu près jugé bon par les méthodes ordinaires. Pour que l'on puisse bien juger de la dissymétrie d'achromatisme qui peut exister, il faut que l'oculaire soit amené à ce point que lorsque le centre est bon, il y ait au moins un bord à très-peu près achromatique. Si on voyait de la coloration tout autour du champ, il faudrait en conclure ou que le champ est trop grand, ou que l'anneau oculaire est mal placé.

Il ne faut pas perdre de vue que ce qui détermine la bonne ou la mauvaise position de l'anneau oculaire, c'est sa distance non au verre terminal mais à l'œilleton, qui est ordinairement placé devant. La place de l'œil est déterminée par le tact des cils qui doivent venir légèrement s'appuyer sur l'œilleton. On peut indiquer comme distance moyenne de l'anneau oculaire à l'œilleton 22 millimètres. On conçoit que cette distance dépend des dimensions du globe de l'œil qui souffre de légères variations d'un individu à l'autre, et aussi de l'épaisseur des paupières et de la longueur des cils qui sont beaucoup plus variables.

CHEMINS DE FER.

SUR L'ENQUÊTE PARLEMENTAIRE RELATIVE AUX CHEMINS DE FER, PAR M. LAVOLLÉE,

Membre du Conseil (1).

Une enquête parlementaire est ouverte sur le régime des chemins de fer français. En présence des plaintes très-vives que provoquait de toutes parts l'insuffisance des

(1) Extrait de la *Revue des Deux-Mondes*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyens de transport après le rétablissement de la paix, l'Assemblée nationale a voulu se rendre compte des causes qui avaient amené une situation si regrettable, et elle a saisi l'occasion de soumettre à une étude approfondie les différentes questions qui concernent l'organisation des voies ferrées.

Il est nécessaire, en effet, que ces grandes entreprises d'utilité publique comparaissent fréquemment à la barre de l'opinion. Soit qu'elles demeurent la propriété de l'État, comme en Belgique et dans quelques pays de l'Allemagne, soit qu'elles résultent de concessions indépendantes et illimitées comme en Angleterre, soit qu'elles reposent sur un système mixte comme en France, où l'État, par ses subventions, par sa garantie et par un contrôle incessant est intéressé à leur fonctionnement, les entreprises de chemins de fer exercent sur l'économie générale de la nation une influence prépondérante. Elles méritent donc au plus haut degré l'attention vigilante des pouvoirs publics.

Depuis dix ans, les enquêtes sur les chemins de fer se sont multipliées. Il y en a eu en Angleterre, en Belgique, en Allemagne. Le Gouvernement français a procédé, de 1863 à 1865, à une enquête générale dont les résultats ont été exposés dans un rapport de M. Michel Chevalier. Ces études, presque simultanées, ont eu pour conséquence d'établir d'utiles comparaisons entre les réseaux de chaque pays, d'éclairer les Gouvernements et les compagnies sur les progrès réalisés dans les diverses branches de l'exploitation, et de tenir pour ainsi dire au courant la science pratique des chemins de fer. En 1870, deux commissions, l'une administrative, l'autre parlementaire, avaient été désignées pour continuer l'enquête française de 1865, car en cette matière les conditions se modifient par courtes périodes, les perfectionnements sont rapides, et chaque jour se révèlent de nouveaux besoins. Les travaux de ces deux commissions ont été interrompus par la dernière révolution; l'enquête ordonnée, aujourd'hui, par l'Assemblée nationale doit y donner suite avec un programme plus étendu.

Le devoir le plus urgent de la commission était de parer à l'insuffisance qui s'était produite dans les moyens de transport au lendemain de la guerre. Elle y a consacré ses premières décisions, et elle a déjà, dans un rapport spécial, expliqué le trouble profond que l'état de guerre avait nécessairement jeté dans l'exploitation des voies ferrées, non-seulement en France, mais aussi en Allemagne et en Belgique. Après avoir joué un rôle si actif dans les opérations militaires, les chemins de fer ne pouvaient pas sortir sans blessures de ce terrible champ de bataille où sont restées tant de victimes. Ils y ont reçu, comme les combattants, de rudes atteintes, et même une partie de leur matériel a été emmenée en captivité. Cependant les plaies se cicatrisent, les effectifs rallient et se complètent, de telle sorte que la crise des transports touche à son terme. Restent les questions générales, qui sont de beaucoup les plus importantes, car elles intéressent l'avenir aussi bien que le présent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La commission devra examiner la constitution même des chemins de fer, les droits respectifs de l'État et des compagnies, les combinaisons financières, les tarifs et les concurrences, en un mot le système qui a été adopté par l'Administration de l'empire pour la construction du réseau. Elle aura, enfin, à étudier les premiers effets de la loi du 12 juillet 1865 sur les chemins de fer d'intérêt local, dont il importe de fixer plus nettement les conditions, le rôle et le domaine. Problèmes difficiles, que l'on pouvait croire en partie résolus, mais qui se représentent sous un régime politique nouveau et pour lesquels on propose volontiers des solutions nouvelles. Il s'agit, au fond, de savoir si la France doit persévérer dans le système qui régit, aujourd'hui, ses chemins de fer ou s'il lui serait plus avantageux de le modifier. Les sommes engagées dans cette grande opération se chiffrent par milliards. Pour la fortune publique et pour les fortunes privées, l'intérêt est immense ; on s'explique donc l'importance exceptionnelle qui s'attache aux délibérations de l'enquête.

I.

La commission parlementaire devait, au début de ses travaux, se rendre compte de la crise des transports et rechercher les moyens d'y remédier. Cette crise avait atteint les proportions d'une véritable calamité publique. Alors qu'il était si essentiel de faciliter la reprise des opérations industrielles et des échanges commerciaux, les matières premières manquaient aux usines, les produits n'arrivaient pas régulièrement dans les magasins, et les intérêts lésés exprimaient les plus vives plaintes contre le Gouvernement et les compagnies. Déjà, au mois de septembre, M. le Ministre des travaux publics avait exposé cette situation. Il appartenait à la commission d'enquête d'entrer dans tous les détails et d'examiner si l'instrument de transport, remis entre les mains des compagnies concessionnaires, pouvait donner satisfaction aux besoins légitimes de l'industrie et du commerce. Il y avait là une appréciation de fait et une question de doctrine, car, à l'occasion d'une insuffisance de transports qui n'était pas contestée, on s'attaquait au régime des concessions en déclarant que la crise ne se serait pas produite ou qu'elle aurait été moins forte, si l'exploitation des chemins de fer était demeurée entre les mains de l'État.

Il convient d'abord de rappeler les faits. Dès la déclaration de guerre, toutes les voies ferrées furent requises pour les transports de l'armée; pendant la guerre, le matériel, les ateliers et une partie du personnel furent employés aux opérations militaires. Au lendemain de l'armistice, il fallut pourvoir à l'alimentation de Paris affamé, puis au départ des troupes allemandes et au rapatriement de l'armée française prisonnière en Allemagne. Au moment où la circulation régulière allait se rétablir, survint l'insurrection de la Commune de Paris, qui eut pour effet de paralyser pendant deux mois encore les relations dans les parties les plus importantes du réseau. Bref, du mois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de juillet 1870 au mois de juin 1871, c'est-à-dire durant près d'une année, la circulation industrielle et commerciale fut presque complétement interrompue. En même temps, dans les régions de l'ouest et du midi, qui n'avaient pas été visitées par la guerre, les produits s'accumulaient, notamment dans le midi les vins de la récolte de 1870; les gares, les entrepôts et les magasins particuliers étaient encombrés de marchandises prêtes à être transportées au premier jour et dont l'expédition immédiate était réclamée par les régions du centre, du nord et de l'est, qui avaient besoin de reconstituer leurs approvisionnements épuisés. Il y avait là les produits qui se servent habituellement des chemins de fer et ceux qui empruntent d'ordinaire les voies fluviales et les canaux, car la navigation était également suspendue et ne pouvait pas davantage suffire aux transports; de plus, sur certains points, ses tarifs avaient été augmentés, de telle sorte qu'une partie de la clientèle des bateaux refluait vers les chemins de fer. Enfin, la récolte des céréales ayant été au-dessous de la moyenne, les transports de grains dépassaient les proportions normales et s'ajoutaient aux embarras contre lesquels les compagnies avaient à lutter.

Pour subvenir à ces besoins extraordinaires de transports, les compagnies ne disposaient même pas de leurs ressources ordinaires en matériel. Sur les 120 000 waggons qui composaient l'effectif des six grandes compagnies, 16 000 étaient aux mains des Allemands, qui, après les avoir affectés au transport de leurs troupes selon les conventions, les employaient pour leur trafic intérieur et ne les restituèrent que tardivement. L'ensemble du matériel, après avoir fait pendant près d'un an le service de guerre, avait besoin de nombreuses réparations et comprenait beaucoup de non-valeurs que n'avait pu remplacer d'avance le travail des ateliers, puisque ceux-ci avaient subi un long chômage. C'était donc avec un matériel dispersé, avarié, en partie détruit, que les compagnies étaient appelées à reprendre le service de paix et à commencer l'enlèvement de la plus énorme quantité de marchandises qui se fût jamais accumulée sur toutes les branches de leur réseau.

Le problème était insoluble. La commission d'enquête, après avoir entendu les explications du Gouvernement et des compagnies, n'a pas hésité à reconnaître le cas de force majeure, en approuvant les mesures déjà prescrites pour atténuer la crise et en insistant avec beaucoup de raison pour que l'on accélérât autant que possible le retour à l'état normal, particulièrement à l'exécution des clauses du cahier des charges qui concernent les délais de transport et de livraison des marchandises. Elle a même fixé la date très-prochaine à laquelle l'application de ces détails, suspendus momentanément pour la petite vitesse, doit rentrer dans l'ordre réglementaire.

Le cahier des charges détermine un tarif maximum pour chaque classe de marchandises, et un délai dans lequel le transport doit s'accomplir. Pour la plupart des marchandises, les compagnies appliquent un tarif général inférieur au maximum. En outre, elles ont établi des tarifs spéciaux, inférieurs au tarif général, sous la condition que les délais de transport et de livraison seront allongés. En accordant ces concessions,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elles obéissent à leur propre intérêt, qui leur commande de multiplier la matière transportable par le moyen d'une baisse de prix, et il leur est possible de régler l'effectif du matériel, c'est-à-dire le nombre de locomotives et de waggons, d'après le développement que la réduction des tarifs imprime à la circulation; mais, s'il arrivait que, par une erreur de calcul ou par l'effet de circonstances exceptionnelles, le tonnage des marchandises excédât la capacité des waggons disponibles, et ne permît pas de se conformer aux délais stipulés, les compagnies pourraient assurément diminuer ce tonnage, et se tirer d'embarras en relevant soit les tarifs spéciaux, soit même le tarif général, jusqu'aux limites du tarif maximum inscrit dans le cahier des charges. Dès le début de la crise, les entreprises de roulage et une partie de la navigation fluviale, profitant de l'abondance des transports, avaient haussé leurs prix. Les compagnies de chemins de fer ne l'ont pas fait ; en échange des prolongations de délais, elles ont maintenu les réductions de tarifs. Elles avaient intérêt à ne point modifier les conditions favorables qui avaient été précédemment accordées à l'industrie et au commerce ; cependant, s'il leur avait fallu exécuter dans toute sa rigueur la clause des délais, elles auraient été nécessairement obligées de recourir à ce procédé très-légal, et de repousser à coups de tarif l'encombrement des marchandises. Or quelle perturbation n'eût pas causée une telle mesure ! Il en serait résulté l'augmentation du prix de la houille et des matières premières destinées aux usines, l'interruption et même la ruine des spéculations mercantiles, un renchérissement général qui, en frappant tous les produits, eût ralenti le commerce au moment même où il était si nécessaire de lui ouvrir le plus libre parcours. On aurait eu alors, non plus une crise des transports, c'est-à-dire un embarras momentané diminuant de jour en jour, mais une crise économique, affectant tout à la fois la production, l'échange et la consommation, le commerce intérieur et le commerce étranger. Les établissements industriels et les relations de toute sorte, créés sur la foi des tarifs réduits, n'auraient pu résister à une hausse subite, et les chemins de fer auraient détruit d'un seul coup les éléments de prospérité qu'ils ont partout répandus. On ne saurait féliciter les compagnies de n'avoir point usé des armes que leur fournissait, en cette occasion, le texte de leurs contrats ; il est juste cependant de rappeler qu'elles en avaient le droit, et de constater qu'elles n'ont point relevé les prix de transport pour les expéditeurs qui acceptaient des prolongations de délais.

La nécessité d'accélérer les transports n'en était pas moins urgente. Aussi la commission d'enquête a-t-elle dû se rendre compte des efforts qui avaient été faits pour accroître les expéditions. Or il lui fut démontré que, malgré la réduction du matériel disponible, malgré la désorganisation du personnel, les compagnies avaient opéré dans le dernier semestre de 1871 beaucoup plus de transports que pendant le semestre correspondant des années précédentes. Cette augmentation, attestée par les chiffres des recettes, représentait environ 30 pour 100, près du tiers. En outre, les six grandes compagnies ont commandé 12 000 waggons neufs, qui, s'ajoutant aux 120 000 wag-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gons qu'elles possédaient déjà, porteront à 132 000 l'effectif destiné à l'exploitation des 16 233 kilomètres formant l'ensemble de leurs réseaux, ce qui présentera une proportion de 8 waggons à marchandises par kilomètre exploité.

La première déduction à tirer de ces chiffres, c'est que les compagnies françaises entretiennent un matériel qui, sauf dans les cas de force majeure, excède sensiblement les besoins de transport. Si, pendant les derniers mois de 1871, elles sont parvenues, avec un matériel réduit, à exécuter beaucoup plus de transports que pendant la période correspondante de 1869, où ce matériel était intact, cela veut dire qu'en 1869 elles étaient au large, et que, pour le service des années ordinaires, il n'y a point à redouter d'insuffisance. Elles ont dû, en effet, procéder à des calculs pour accroître le matériel en raison de l'augmentation du trafic ; elles ont observé que cette augmentation se rapproche de celle que présente le produit des postes, c'est-à-dire de 2 1/2 ou 3 pour 100 par an, et elles ont organisé leur matériel en conséquence. Elles ont, de plus, la ressource de multiplier les trains et d'imposer aux waggons un service plus actif dans les périodes d'encombrement. Une seconde déduction qui mérite d'être relevée, c'est que les lignes sont en mesure de transporter un tonnage excédant de beaucoup le mouvement normal des marchandises, et qu'il n'est point nécessaire, au moins pour le moment, de créer de nouvelles lignes en concurrence avec les grandes artères du réseau. Dans la crise que l'on vient de traverser ce ne sont point les rails qui ont manqué, ce sont les waggons qui, par suite d'événements exceptionnels, ont fait défaut. Les mêmes rails auraient pu supporter au moins le double du tonnage qui a circulé sur les chemins de fer, et qui a dépassé du tiers le chiffre normal. En d'autres termes, la crise provenait uniquement de la pénurie inévitable du matériel.

On lit, à la suite du premier rapport de la commission d'enquête, un tableau indiquant le nombre des waggons possédés par chaque compagnie, et l'on y remarque des différences très-considérables entre les effectifs proportionnels des diverses entreprises. Ainsi la compagnie du Nord comptait, en 1870, près de douze waggons par kilomètre exploité, et la compagnie de Lyon plus de dix waggons, tandis que la compagnie de l'Ouest ne possédait que cinq waggons, et celle d'Orléans trois et demi seulement. Ces écarts sont tellement sensibles, que l'on peut se demander, à première vue, si les entreprises qui ont l'effectif le plus restreint ne seraient point coupables de parcimonie, aux dépens du public, en maintenant leur matériel trop au-dessous des proportions qui ont été reconnues nécessaires par d'autres compagnies. Mais cette impression ne serait pas exacte, car, en fait, il ne paraît pas que dans les périodes ordinaires le service des marchandises fut moins régulier sur les lignes de l'Ouest et d'Orléans que sur les lignes du Nord et de Lyon, ni que, pendant la crise, l'encombrement ait été plus grand sur les unes que sur les autres. Il faut, pour calculer le nombre de waggons à entretenir sur une ligne, avoir égard à la longueur du réseau, à la nature du trafic, à la multiplicité des gares et des embranchements, et à beaucoup de détails accessoires qui rendent plus facile ou plus lente, suivant les cas, la manœuvre du transport.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'art d'utiliser les waggons et de leur faire rendre le maximum de service est très-appréciable dans une exploitation de chemin de fer, et il se pourrait qu'il fût mieux pratiqué dans telle compagnie que dans telle autre. Les différences que l'on remarque entre les chiffres des effectifs existeront toujours à un degré plus ou moins long. On s'explique, par exemple, que la compagnie du Nord, chargée de transporter d'énormes quantités de houille et d'opérer à une certaine période de l'année la plus forte partie de ces transports, soit obligée d'entretenir beaucoup plus de waggons que ne le font les compagnies de l'Ouest et d'Orléans, dont le trafic se compose, en général, de marchandises moins encombrantes.

En Belgique, la proportion du matériel sur les chemins de fer de l'État est de onze waggons par kilomètre, et en Angleterre de douze waggons. Ce chiffre relativement élevé du matériel anglais se justifie d'abord par la supériorité du trafic, puis par la multiplicité des compagnies, enfin par l'organisation particulière des transports. En Angleterre, les mines de houille et de minerai sont propriétaires des waggons qu'elles font circuler sur les voies ferrées moyennant péage, et il existe des compagnies particulières qui louent des waggons à l'année, au mois, à la journée, non-seulement aux industriels et aux négociants qui peuvent faire des chargements considérables, mais encore aux compagnies de chemins de fer, qui trouvent, dans cette combinaison, la faculté de diminuer le capital de leur matériel roulant. Ces divers procédés, usités sur la plupart des lignes anglaises, présentent des avantages et des inconvénients, au sujet desquels les appréciations sont très-diverses. Quoi qu'il en soit, ils ont pour conséquence l'accroissement du nombre des waggons disponibles. Ajoutons que les trains de marchandises sur les chemins de fer anglais ont plus de vitesse que partout ailleurs, de telle sorte qu'un waggon régulièrement employé y transporte annuellement un plus fort tonnage. Cette vitesse se paye ; les tarifs sont plus élevés qu'en France, où le commerce recherche avant tout l'économie. Sauf de rares expéditeurs, qui obtiennent, d'ailleurs, satisfaction par les services à grande vitesse, les manufacturiers et les commerçants français préfèrent conserver les bas tarifs en acceptant de plus longs délais.

Les chemins de fer de l'État belge, qui comptent onze waggons par kilomètre, présentent également des conditions toutes spéciales. En premier lieu, le réseau étant peu étendu, les distances à parcourir pour le trafic intérieur sont généralement assez courtes, et cette circonstance comporte l'emploi d'un grand nombre de waggons à cause du temps perdu dans les opérations de chargement et de déchargement. En second lieu, une grande partie des transports belges consiste en charbons, marchandise encombrante qui exige un matériel considérable. Enfin ces charbons sont expédiés en fortes quantités sur les territoires étrangers, en France ou en Allemagne, et les waggons qui les portent jusqu'à destination se trouvent ainsi enlevés, pendant un temps plus ou moins long, au service des lignes belges. Ainsi la comparaison entre la Belgique et la France, quant à l'effectif des waggons, ne saurait produire de résultats décisifs. Chaque pays a ses besoins, ses habitudes, son genre d'industrie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et de commerce, qui déterminent la quantité et la qualité de l'outillage nécessaire. Il convient que les gouvernements et le public observent tout ce qui se fait au dehors pour l'amélioration des moyens de transport; mais il faut en même temps qu'ils considèrent les différences de conditions générales ou spéciales, afin de porter des appréciations justes sur les systèmes d'exploitation.

Quoi qu'il en soit, l'effectif du matériel des compagnies concessionnaires doit répondre, selon la règle posée par M. Jacqmin, directeur de l'exploitation des chemins de fer de l'Est, « non pas à la moyenne du trafic que chaque compagnie est appelée à desservir dans l'année, mais bien au maximum des oscillations de ce trafic. » L'application de cette règle procure les waggons en nombre suffisant pour transporter les plus encombrants, tels que la houille, aux époques de l'année où ils se présentent le plus abondamment dans les gares, et, si elle a pour conséquence de laisser une certaine quantité de waggons sans emploi pendant les mois où les transports sont moins actifs, elle permet d'avoir en réserve un matériel de renfort pour les circonstances anormales. C'est ainsi que, dans la dernière crise, la compagnie de Lyon a pu en trois mois expédier par la gare de Marseille plus de 320 000 tonnes, chiffre très-supérieur au maximum des besoins de transport qui s'étaient produits antérieurement. Certes, il eût été désirable que le montant des expéditions fût encore augmenté, car, malgré ce grand effort, Marseille paraît avoir beaucoup souffert de l'encombrement des marchandises, mais il est une mesure que l'on ne saurait dépasser. Une entreprise qui posséderait un matériel excessif pour une éventualité, destinée à ne se présenter peut-être qu'une fois en dix ans, chargerait son capital d'une dépense très-considérable, augmenterait ses frais généraux par les intérêts servis à ce capital exubérant, accroîtrait le compte d'exploitation par l'entretien d'un trop grand nombre de locomotives et de waggons, et finalement administrerait à la façon d'un prodigue. Le commerce est, au surplus, très-intéressé à ce que les compagnies n'agissent pas ainsi, car ce sont les économies obtenues dans les frais de traction qui concourent, avec l'extension du trafic, à la réduction du prix de transport. L'expérience fixe, pour chaque compagnie, le nombre approximatif des waggons à entretenir sur les diverses parties du réseau, et le contrôle du gouvernement est là pour rectifier les erreurs qui risqueraient, en cette matière, de compromettre les mouvements du commerce.

En admettant le cas de force majeure, la commission d'enquête a exonéré les compagnies de la responsabilité qui leur était attribuée au sujet de la crise des transports. Ses investigations l'ont, en outre, amenée à reconnaître que l'insuffisance du matériel n'était point la cause unique des retards et de l'encombrement. Elle a signalé les fâcheuses habitudes du commerce, qui n'enlève pas immédiatement, comme cela se fait en Angleterre, les marchandises à l'arrivée, et qui se sert des gares et même des waggons comme de magasins ou d'entrepôts; de là des embarras inévitables dans le service et l'immobilisation d'une partie du matériel. Elle s'est préoccupée des retards

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

souvent considérables qu'entraîne dans certaines gares le service de l'octroi ou de la douane, et elle a demandé que l'accomplissement des formalités administratives soit rendu plus facile et plus prompt. Ne convient-il pas également que, sur plusieurs points, les espaces destinés à la manœuvre des marchandises, les quais, les magasins, etc., soient plus spacieux et mieux aménagés ? Cette crise aura du moins pour effet de démontrer à tous, au public, aux compagnies, au Gouvernement, l'urgence et l'utilité de nombreuses réformes de détails qui perfectionneront l'industrie des transports. Dans cet immense mécanisme qui fait rouler sur deux étroites bandes de fer tout ce qui se produit, se vend et se consomme, sans compter le tonnage non moins précieux des voyageurs, les moindres rouages sont importants. Pour faire face à l'augmentation du trafic, le facile accès et le dégagement des voies ne sont pas moins essentiels que le nombre des waggons qui doivent y circuler nuit et jour. A cet égard, l'on n'est point encore arrivé en France, ni ailleurs, au plus haut degré d'utilisation des chemins de fer.

Cette période de crise a mis en lumière plusieurs faits économiques dont on n'avait pour ainsi dire que l'instinct, et qui maintenant se dégagent de la manière la plus précise. On savait que par l'action des chemins de fer toutes les régions de la France sont reliées dans une étroite communauté d'intérêts, et que les échanges intérieurs ont acquis de grandes proportions; on savait que Paris est le centre de ce mouvement commercial, et que, semblable à une pompe aspirante et foulante, il reçoit et déverse à toute heure un flot continu de tous les produits; mais on n'avait pas encore eu l'occasion de calculer à peu près exactement le stock de marchandises qui doit être considéré comme un approvisionnement normal. Or il résulte de l'observation que, pour la plupart des produits qui peuvent être conservés, ce stock représente la consommation de trois à quatre mois. Cette durée se rapproche de celle qui est généralement fixée pour le crédit. Quand Paris fut à la veille d'être assiégé, on s'occupa exclusivement de presser les arrivages de denrées alimentaires, on songea peu aux autres produits d'utilité courante ou de luxe, et cependant beaucoup de magasins demeurèrent plus ou moins approvisionnés jusqu'à l'armistice; les vins et les spiritueux abondaient; il fallut la commune pour les absorber. Dans l'Est et dans le Nord, les vivres devinrent rares après le passage des armées ; mais, malgré la rupture des communications, les tissus et autres articles fabriqués ne furent épuisés que dans les derniers moments de la guerre. La production doit donc avoir, terme moyen, une avance de trois à quatre mois sur la consommation. Avant l'établissement des chemins de fer, ce délai devait être beaucoup plus long. La rapidité des transports permet aujourd'hui de donner au capital employé dans le commerce de détail un emploi plus fréquent et plus fructueux. Ce progrès que l'on doit aux voies ferrées n'a certainement pas dit son dernier mot.

En même temps on a pu constater le rôle prépondérant qui est assigné à la France

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le mouvement du commerce européen. L'Allemagne, comme la France, a eu ses transports complétement paralysés pendant la guerre; les plaintes n'y ont pas été moins vives, et les compagnies de chemins de fer se sont vues également accusées d'insuffisance. Le vainqueur, et c'est une grande leçon, n'a pas moins souffert que le vaincu. Mais le commerce et l'industrie ont des besoins si impérieux, qu'il leur faut accepter des expédients et subir tous les détours pour maintenir ou rétablir le courant des échanges. La France est la grande voie de transit pour l'Allemagne. Cette voie ayant été brusquement fermée, les Allemands ont dû se porter sur Hambourg, sur Brême, et principalement sur Anvers et Ostende, qui remplaçaient momentanément pour eux le port du Havre. La Belgique s'est donc trouvée encombrée. De même que la France et l'Allemagne, elle a subi sa crise des transports, crise très-intense, qui a soulevé tous les intérêts du pays et qui a occupé pendant plusieurs jours de longues séances de la chambre des représentants. L'encombrement a envahi toutes les lignes; les transports les plus indispensables étaient suspendus; plusieurs grandes villes ont failli être privées de gaz, la houille venant à manquer, en Belgique ! Les chemins de fer encaissaient des recettes magnifiques, mais le désordre était partout, et le bénéfice du transit international que la France avait momentanément cédé au territoire belge était compensé et bien au delà par la désorganisation de l'industrie, qui ne pouvait plus compter sur des opérations régulières.

Tel était le résultat de la guerre de 1870. Notre effacement commercial produisait cette universelle perturbation. Que l'on ne s'étonne donc plus des embarras qui ont compromis nos transports, que l'on se montre moins sévère à l'égard des compagnies concessionnaires, quand on voit la Belgique, nation neutre, épargnée par la guerre, souffrir de la même crise, plus fortement peut-être, avec des chemins de fer exploités par l'État.

Les transports commencent à reprendre leurs routes accoutumées; mais, nous devons y prendre garde, la Belgique se prépare aux plus grands efforts pour retenir à son profit une partie du transit européen que les événements ont pendant plusieurs mois détourné sur son territoire. Elle a vu augmenter son matériel, agrandir ses gares, ouvrir une ligne nouvelle pour établir une communication plus directe entre le port d'Anvers et la frontière allemande. Elle convoite aussi la fourniture des cotons que l'Alsace avait l'habitude d'acheter au Havre. Nul doute que les compagnies françaises portent leur attention sur cette concurrence, dont les prétentions pourraient être favorisées dans une certaine mesure par notre récente loi maritime. La question est bien digne d'attirer la sollicitude de la commission d'enquête. C'est en laissant aux compagnies la liberté la plus complète dans les combinaisons des tarifs internationaux que l'on pourra lutter contre les entreprises de la Belgique, et rendre à la France, à ses ports, à ses chemins de fer leur ancienne et naturelle fonction d'intermédiaires entre le centre de l'Europe et les pays d'Amérique. Il faut aussi, après avoir aidé l'industrie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des voies ferrées à se remettre de cette rude secousse, garantir avec fermeté les conditions économiques et financières que réclame dans le présent, et surtout pour l'avenir, la constitution même du réseau.

(*La suite au prochain cahier.*)

ART DES MINES.

MÉMOIRE SUR LES MINES MÉTALLIQUES DE LA FRANCE, AUTRES QUE LES MINES DE FER, PAR M. ALFRED CAILLAUX, INGÉNIEUR. (*Extrait.*)

(*Suite et fin*) (1).

VIII.

XIX^e^ siècle. — Quelques moments avant la fin du XVIII^e^ siècle, en l'an VII de la République, les ingénieurs de l'État tentèrent, par leurs écrits, de relever l'industrie minérale déchue; ils voulaient répandre dans le public les connaissances s'y rapportant. Leurs efforts étaient nobles, sans doute, mais ils ne donnaient ni la sécurité ni l'argent; ces efforts, d'ailleurs, ne paraissant que dans les documents officiels, ne pouvaient avoir que de bien faibles échos. C'était peu de temps après le traité de Campo-Formio; la France, glorieuse, grandissait de jour en jour; l'enthousiasme, qu'excitait le récit de récentes victoires, ranimait la confiance, l'avenir qu'on avait rêvé semblait pouvoir se réaliser; on prévoyait à peine l'existence prochaine de l'Empire, et on ne se doutait pas des luttes dans lesquelles il allait entraîner la France. Mais, avant que le temps nécessaire pour fermer les plaies des jours passés se fût écoulé, de nouvelles guerres, qui se terminèrent par les désastres de 1815, durent naturellement changer la direction des esprits et nuire au mouvement progressif d'une industrie qui, plus que toute autre, avait besoin de paix et de tranquillité pour reprendre sa marche, si violemment interrompue.

Quelques années plus tard, en 1810, parut une nouvelle loi, celle-là même qui régit encore aujourd'hui les mines en France. On avait employé plusieurs années à en formuler les articles, et Napoléon, lui-même, avait pris une grande part à son élaboration. Mais cette œuvre n'avait été si longue et n'avait coûté tant de travail que parce que l'on éprouvait de sérieuses difficultés à concilier le Code civil, qui déclarait la

(1) Voir cahier de juillet 1872, p. 375.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

propriété inviolable, avec la nouvelle loi qui mettait une partie de cette propriété à la disposition du Gouvernement. On n'avait pas, alors, sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, les idées qu'a vulgarisées l'application des chemins de fer, et toutes ces lenteurs provenaient du désir que l'on avait de paraître posséder le plus profond respect pour la propriété dont on voulait pourtant prendre une partie.

Cette séparation du sol et du sous-sol, qui a été l'objet de si vives attaques, qu'avait admise la Constituante, contrairement aux idées de Turgot, paraissait cependant utile à ce moment, et peut-être nécessaire pour le développement de l'industrie minérale au milieu des habitudes françaises ; mais beaucoup d'autres mesures dans la loi ne furent pas aussi heureuses. Ainsi, on avait reconnu combien avait été nuisible la courte durée des concessions, et on déclarait la concession nouvelle perpétuelle et transmissible. On tombait d'un excès dans un autre, et cette perpétuité, que l'on considéra comme devant assurer la marche progressive de l'industrie, fut, comme nous le verrons plus loin, l'une des causes du marasme que nous allons constater.

Les concessions antérieures avaient été trop vastes, on en avait compris tous les inconvénients, et on laissait la détermination de leurs limites à l'appréciation des ingénieurs de l'État qui, ainsi que nous le verrons encore, tombèrent souvent dans le même défaut. Elle consacra le droit régalien, qu'elle interprétait autrement qu'il ne l'avait jamais été, et, en vertu de cette nouvelle interprétation, elle livrait entièrement les mines à la tutelle de l'État.

Le droit régalien n'avait été, au temps des Romains et pendant le moyen âge, qu'un droit purement fiscal. Il fut considéré comme tel dans tous les temps de l'ancienne monarchie, pendant lesquels, ainsi que nous l'avons vu, les rois percevaient le dixième du produit brut, même à l'époque où l'exploitation était entièrement libre. Ce droit était un vieil usage qui résultait de l'abus de la force et qu'avaient exercé les Romains, uniquement dans les pays conquis ; les seigneurs du moyen âge, possesseurs du sol, le firent revivre à leur profit, et les rois se l'approprièrent.

C'est seulement vers la fin du xv^e^ siècle, au moment où la royauté pensait à rapporter tout à elle, que les légistes commencent à parler de la régale des mines, et c'est vers 1810 que nous entendons nettement dire que le droit régalien est le droit pour l'État, au nom de l'intérêt public, d'exercer sa surveillance sur les mines en exploitation et d'y percevoir des redevances. Rien, dans l'histoire du passé, ne semble avoir légitimé cette définition qui pouvait conduire à de graves abus, dont le principal fut d'arrêter l'expansion de l'initiative individuelle.

Cette définition nouvelle était, au reste, conforme à l'esprit du temps, car les administrations, à ce moment, tendaient plus que jamais à tout absorber ; tout était déjà disposé de façon à envelopper la France dans un réseau administratif centralisateur qni allait tout enserrer, et, désormais, rien ne pourra se faire sans une permission ou une autorisation.

Dans la nouvelle loi, les redevances, que n'avait pas voulu percevoir la loi de 1791,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étaient rétablies; elles n'étaient plus prélevées sur le produit fabriqué, comme dans les siècles précédents, mais sur les bénéfices nets, et réduites au maximum de 5 pour 100. Cette innovation, faite aussi dans le but de favoriser l'exploitation des mines, afin d'en diminuer les charges, conduisit, dans la pratique, à une foule d'embarras qu'ont un peu régularisés, plus tard, des dispositions conformes à l'article 35 de la loi.

Ces redevances étaient encore en quelque sorte justifiées, car leur produit, d'après l'article 39, devait être employé à solder le corps des mines, et surtout à faire des travaux de recherche et d'avenir ou à éclairer le public; mais, à partir de 1814, elles cessèrent d'avoir cette destination et ne furent d'aucune utilité pour le développement des mines. Dans les premiers temps de l'empire de Napoléon I^er^, on exécuta quelques travaux, et pendant près de quarante ans il n'a été, pour ainsi dire, rien fait sur les gisements métalliques.

Après 1810, les mines subirent toutes les influences du système de centralisation qui régnait alors. Bientôt après sa promulgation, cette loi, qui néanmoins présente dans son ensemble un caractère libéral, et dans sa lettre une grande latitude, fut considérée comme insuffisante, et l'on suppléa à ce que l'on croyait lui manquer par une série de décrets, de circulaires et de prescriptions qui en altérèrent le sens et furent autant de difficultés et d'entraves. Ni ouvertures de mines, ni construction d'un four, ni vente de minerai ne purent se faire sans autorisations nécessitant une suite de longues formalités.

On put voir une société concessionnaire de mines en Algérie, forcée par l'acte de concession de traiter ses produits, dans cette province ou dans la métropole, sans que rien, dans la loi de 1810, autorisât à imposer de pareilles obligations. Et lorsque plus tard, en 1845, elle voulut vendre à l'Angleterre 6 000 tonnes de minerai riche qui devaient lui créer de nouvelles ressources et lui donner la vie, elle dut en demander l'autorisation qui lui fut refusée et qu'elle dut attendre pendant bien des années. Ce refus, si contraire aux intérêts généraux, ne paraît avoir été justifié par aucun des termes de la loi de 1810.

L'article 31 de la loi permettait la réunion de plusieurs concessions dans les mains d'un même concessionnaire, et en 1852 un simple décret vint l'abroger. Ce décret, qu'autorisait, du reste, la Constitution de 1852, n'était autre qu'une violation de la loi qui, néanmoins, n'empêcha pas qu'en 1856 et en 1859 deux concessionnaires purent posséder plusieurs concessions, l'un 8 394 hectares en six concessions, l'autre 6 970 en quatre concessions.

L'étude des idées qui dominaient, de 1810 à 1830, indépendamment de l'esprit centralisateur excessif qui régnait alors, explique en quelque sorte toutes les mesures que l'on prenait à cette époque, car il n'y avait réellement pas d'autres ingénieurs que les ingénieurs de l'État, et on considérait la protection légale comme le meilleur moyen de donner à notre industrie l'impulsion qu'on désirait lui voir prendre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aujourd'hui, les choses sont bien changées; la France possède un grand nombre d'ingénieurs civils distingués et instruits, et la surveillance de l'État, en ce qui concerne les mines métalliques, est devenue bien légère pour les exploitants; les redevances, dans beaucoup de cas, ont été diminuées ou annulées conformément à l'article 38 de la loi de 1810; les formalités ont été rendues moins solennelles, mais les décrets et les circulaires relativement aux mines n'en subsistent pas moins, ainsi que les mauvais effets de leur application dans les années antérieures.

Ces mauvais effets sont pleinement constatés par l'examen suivant des produits métalliques de la France depuis 1815.

En 1816, les mines et les usines de la France, ensemble, ne produisaient que 500 000 francs.

En 1846, trente ans plus tard, le produit des mines, non compris celui des usines, ne s'élevait pas à beaucoup plus de 1 million.

En 1864, ce même produit s'élevait à environ 5 400 000 francs, en déduisant celui de la Corse.

Nous voyons en outre, d'après les statistiques officielles qui nous ont également fourni les chiffres précédents, qu'il y avait en activité :

En 1835, 9 mines de plomb et argent, 11 d'antimoine, 7 de cuivre, 8 de manganèse, 1 d'argent, produisant ensemble, avec 1 683 ouvriers, 1 126 485 francs;

En 1847, 13 mines de plomb et argent, 2 de cuivre, 4 de manganèse, 8 de plomb, en tout, 27, produisant ensemble, avec 1 240 ouvriers, 1 023 186 francs;

En 1864, 29 mines de plomb et argent, 7 d'antimoine, 12 de cuivre, 4 de manganèse, 9 de plomb, 1 d'argent, en tout 62 mines, produisant, avec 4 993 ouvriers, 5 306 792 francs (Corse non comprise); enfin on comptait alors environ 140 concessions inactives et sans travail.

Dans cette dernière année, comme dans les précédentes, la plupart de ces mines ne présentaient que des travaux de peu d'importance ou des travaux préparatoires.

Ces chiffres montrent encore que, jusqu'à cette époque, il n'y a pas eu, en réalité, plus de cinq ou six mines actives en France, dans le cours de ce siècle, et ces mines sont précisément des mines anciennement exploitées ou celles qui, dirigées d'abord dans le véritable sens pratique pendant le cours du siècle dernier, ont traversé tous les mauvais temps et ont présenté des périodes de fortune malgré l'accroissement de la main-d'œuvre.

Nous voyons, en effet, que, sur le chiffre de 5 306 792 francs relatif à 1864, près de 4 millions ont été produits par cinq ou six mines, et un grand nombre des autres n'ont fourni que des produits insignifiants.

On peut donc dire, avec raison, que la France métallifère n'a pour ainsi dire été ni explorée ni travaillée depuis près d'un siècle, et on est en droit de conclure que l'exploitation des mines métalliques n'aurait pas plus mal réussi si elle avait été seulement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soumise à un régime entièrement libre comme elle l'était encore sous le règne de Louis XI.

Enfin, si l'on jette un coup d'œil général sur les travaux de cette période, on voit que l'industrie des mines métalliques s'est trouvée dans un marasme presque absolu pendant la majeure partie du siècle, et que le plus grand nombre des concessions métallifères ont été dans l'abandon.

On voit encore que cette industrie a ressenti le contre-coup du mouvement qu'imprima le développement croissant des chemins de fer; mais tandis que, après la découverte du patinsonage et même après la découverte des gisements aurifères de la Californie, de nombreuses mines étaient ouvertes ou reprises avec succès en Angleterre, en Allemagne et en Sardaigne; tandis que le commerce et l'industrie grandissaient dans des proportions inconnues, nos mines progressaient avec une extrême lenteur et présentaient des exemples fréquents d'insuccès ou d'abandon.

La France n'est plus, depuis longtemps, une de ces contrées où l'on puisse espérer rencontrer souvent des gisements encore vierges apparaissant à la surface du sol avec tous leurs caractères de richesse, comme le fait eut lieu en 1781 aux mines de Vialas, ou vers le milieu du siècle dernier à Poullaouen, en Bretagne; sans doute, tout n'a pas été exploré par les anciens, mais, jusqu'à ce que le sol national ait été étudié plus profondément qu'il ne l'a été jusqu'ici, on ne pourra guère y trouver autre chose que des vieux travaux au fond desquels il faudra aller chercher les richesses abandonnées dans d'autres temps.

L'oubli de ces considérations a été pour beaucoup dans les insuccès et dans le marasme qui a frappé l'industrie des mines métalliques dans le cours du XIX^e^ siècle; mais il est encore d'autres causes que nous allons préciser et qui ont exercé sur elle une fâcheuse influence.

IX.

Les causes auxquelles il nous semble devoir attribuer principalement l'abandon des mines et les résultats infructueux obtenus dans le XIX^e^ siècle nous paraissent pouvoir se résumer de la manière suivante :

1° Inexpérience en matière de mines métalliques, insuffisance des forces appliquées aux travaux.

2° Ignorance des industriels et des capitalistes, relativement à ce qui concerne les mines, par suite de la difficulté de se procurer des documents sérieux faisant connaître les nombreux gisements de la France et leurs conditions d'existence.

3° Trop grande étendue des concessions.

4° Formalités excessives pour l'application de la loi, particulièrement en ce qui concerne l'obtention des concessions; incertitude pour l'inventeur d'une mine à en devenir concessionnaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° Non-application des redevances des mines à l'étude des gisements métalliques, ou à l'exécution des travaux d'exploration et d'avenir, ou non-extension de l'art. 39 de la loi de 1810.

6° Application incomplète de l'art. 49 de la loi de 1810 et de la loi de 1838, qui font rentrer les mines abandonnées dans le domaine public.

1° *Inexpérience en matière de mines, insuffisance des forces.* — Nous avons considéré l'inexpérience en matière de mines, et l'insuffisance des capitaux employés, comme l'une des premières causes qui ont réagi d'une manière préjudiciable aux intérêts de l'industrie minérale.

Il en devait être ainsi, car les résultats infructueux obtenus jetaient sur les mines une défaveur croissante et tendaient à éloigner plus que jamais les capitaux; tandis que, si une pratique éclairée et expérimentée eût été appuyée par des capitaux suffisants, on aurait pu réussir à créer quelque part une entreprise donnant des résultats saillants et, dès lors, l'attention publique étant éveillée, on eût probablement vu surgir plusieurs entreprises sérieuses du même genre.

Cette inexpérience, nous la retrouverons facilement dans un grand nombre de travaux exécutés depuis soixante ans. Un premier exemple se montre dans l'Isère, aux mines d'argent des Chalanches.

Tant que cette mine a été dans les mains de l'ancien directeur de l'école des mines de Pésey, M. Schreiber, elle a donné des bénéfices, payé tous les frais de l'usine d'Allemont et les dépenses d'un grand nombre de recherches; et cependant c'était une mine conduite avec peu d'activité, chargée de beaucoup de frais généraux et n'ayant qu'un fonds de roulement de 64 000 francs. En 1792, elle rentra dans le domaine de l'État, et passa entre les mains de plusieurs concessionnaires. Depuis cette époque, aucun travail sérieux n'y a été exécuté; on n'a pas même achevé les travaux d'avenir commencés dans le dernier siècle et elle n'a, pour ainsi dire, rien produit. Après plusieurs abandons, cette mine a été reprise dans ces dernières années pour être abandonnée de nouveau.

Dans le Rouergue, vers 1839, on attaque avec un capital restreint plus de cinquante filons cuivreux ou argentifères, qui avaient été anciennement l'objet de nombreux travaux. On disémine les forces au milieu de ces vieux travaux, et l'on arrive à l'épuisement du capital avant d'avoir rien appris et rien achevé.

Tous ces travaux ont été repris plus tard par une société nouvelle, qui, mieux dirigée, a porté toutes ses forces sur un seul filon argentifère. Aujourd'hui, non-seulement cette société marche avec les ressources que lui fournit la mine, mais elle donne des bénéfices dont le chiffre s'accroît chaque année; en outre, elle augmente sans cesse l'aménagement important qu'elle possède déjà et qui paraît assurer l'avenir de l'exploitation.

Dans les Pyrénées, nous voyons attaquer des filons d'une régularité douteuse, d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

richesse argentifère faible, dans des contrées presque inaccessibles, et l'on délaisse les vieux travaux qu'il fallait fouiller de préférence. L'entreprise marchait à sa ruine, quand de nouveaux industriels mieux avisés, qui en avaient pris la suite, abandonnèrent tous ces travaux et reportèrent leurs forces sur un gisement de manganèse qui leur permit de réaliser des bénéfices (1).

Dans le centre de la France, vers **1840**, on grappille çà et là, dans les vieux ouvrages d'un riche et puissant gisement. On attaque avec une dépense annuelle de **7** à **8 000** francs, pendant dix ans, une mine que les Romains et les mineurs du moyen âge avaient probablement travaillée pendant des siècles. Plus tard, on exécute sur la même mine de nouvelles galeries qui se perdent au dehors du gisement, ou au milieu des anciens travaux, et enfin tout est de nouveau abandonné après la dispersion du capital.

L'histoire de la reprise de quelques-unes des mines des Vosges, jusqu'à **1870**, est lamentable à tous les points de vue. Nulle part, on peut le dire, on n'y a exécuté des travaux qui fussent en rapport avec l'importance des gisements; nulle part on n'a appliqué les capitaux que nécessitaient des exploitations anciennes considérables, abandonnées depuis près de deux siècles.

Dans les Alpes, vers **1840**, on attaque un filon de quartz aurifère très-bien déterminé, avec l'idée préconçue que l'or n'existe que dans les parties élevées du filon. Les frais généraux absorbent la majeure partie des forces, et après l'épuisement du capital on abandonne les travaux en laissant en suspens la question qui concerne réellement la richesse ou la stérilité du filon.

En Bretagne, on dissémine un capital important en recherches superficielles sur des gisements d'étain. On y oublie qu'à leur origine les mines du Cornouailles n'ont fourni de bénéfices qu'après plusieurs années de travaux, et que leur plus grande richesse ne s'est montrée qu'à une certaine profondeur.

Dans le Puy-de-Dôme, à Pontgibaud, les travaux qui remontent à l'époque romaine, repris à diverses époques, et notamment de **1781** à **1792**, furent remis en activité vers **1826**. En **1838**, une compagnie remplaça le propriétaire précédent et travailla avec une grande activité à relever les usines; mais elle s'était constituée au capital de **2 500 000** francs, dans lequel l'apport de la mine entrait pour **1 900 000**. Il ne lui restait donc que **600 000** francs pour exécuter tous les travaux, et elle en dépensa **800 000** en constructions et frais d'installation au dehors de la mine.

Cette compagnie avait donc commencé avec un capital trop faible qui n'était propor-

---

(1) Ce gisement de manganèse, situé dans la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées), a été découvert, en **1847**, par M. Gustave Maurice, ingénieur civil, qui y a fait les premiers travaux d'aménagement. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tionné ni aux difficultés à surmonter, ni à la grandeur des travaux entrepris. Dès lors, les emprunts devinrent nécessaires et, les intérêts s'accumulant, les charges et les pertes s'accrurent malgré l'augmentation de la production qui s'était élevée, de 1838 à 1847, à un peu plus de 1 400 000 francs, représentés par 4 773 kilogrammes d'argent, 49 000 kilogrammes de plomb et plusieurs tonnes de litharges.

On voit où conduisent l'insuffisance des capitaux et surtout l'inexpérience en matière de mines. Cette inexpérience est d'ailleurs démontrée par les faits qui se sont passés dans la suite.

Après avoir traversé des phases diverses, les mines de Pontgibaud ont été reprises par une compagnie anglaise, dirigée d'abord par un ingénieur éminent du Royaume-Uni, Richard Taylord, qui les exploite actuellement. Cette compagnie, apportant un capital convenable et des connaissances techniques suffisantes, a pu reconnaître de nouveaux filons. Elle a démontré que ceux qui environnent cette partie du plateau central ne sont pas des filons pauvres et de peu de valeur, et elle a étendu ses recherches avec succès. En 1868, elle occupait plus de 600 ouvriers, et faisait plus de 6000 kilogrammes d'argent; en 1870, elle avait constitué un fonds de réserve important après avoir payé l'intérêt des sommes engagées et fourni des dividendes, et elle se disposait à entreprendre des travaux d'avenir considérables, dont l'exécution lui était dictée par la confiance dans la richesse souterraine des gisements.

Citons encore, comme exemple de la plus grande inexpérience, la constitution des affaires de mines dans lesquelles la mine se trouve apportée par les promoteurs de l'entreprise à un prix exagéré. Ce cas s'est présenté souvent, en France, depuis cinquante ans, et on ne saurait trop insister sur les résultats déplorables qui en sont la suite.

L'ignorance dans laquelle on a toujours été de l'histoire des mines, le manque absolu des traditions, l'oubli de tout ce qui s'était fait avant le XIX^e^ siècle, expliquent sans doute bien des fautes et bien des erreurs; mais on est forcé de reconnaître que l'importance des vieux travaux ne serait pas restée longtemps méconnue, si la France avait possédé un plus grand nombre de véritables mineurs et des hommes expérimentés dans l'art des mines métalliques, comme l'étaient, dans le siècle dernier, les ingénieurs dont nous avons déjà cité les noms, et si toutes les facilités possibles avaient été données pour la recherche et l'exploitation des gîtes.

On voit que s'il y a eu, pendant le cours du XIX^e^ siècle, un grand nombre d'insuccès dans les mines, il n'en résulte pas que ces mines soient pauvres ou stériles; la défaveur dont elles sont l'objet ne saurait donc être justifiée.

2° *Ignorance des industriels relativement aux mines.* — Il n'est pas surprenant que cette ignorance se soit maintenue jusqu'ici : aujourd'hui encore, celui qui veut étudier l'histoire des mines métalliques est obligé de rechercher les documents épars et disséminés dans toute la France. On ne trouve guère d'autres livres à consulter que ceux qui ont été écrits par Jars, Diétrich, Gobet et de Genssane dans le XVIII^e^ siècle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En l'an VII, les ingénieurs de l'État, Coquebert de Montbret, Lelièvre, etc., entreprirent de faire connaître les mines de chaque département. Ce travail, qui aurait pu être d'une grande utilité, fut commencé avec ardeur et bientôt abandonné. Nous avons retrouvé ce même élan après les deux grandes commotions de **1815** et de **1830**; mais nous avons aussi revu son affaissement quelques années plus tard (**1**).

La carte géologique de la France, qui eût dû concourir à relever l'industrie minérale déchue, ne parut qu'en **1841**. Telle qu'elle est, on doit la considérer comme une grande œuvre; mais les parties relatives aux mines métalliques y sont traitées d'une manière un peu trop superficielle.

Un certain nombre de cartes géologiques départementales ont été également faites par des ingénieurs des mines ou par des géologues; mais, à l'exception de quelques-unes, qui n'ont paru que plus tard, comme celle du Haut-Rhin par MM. Kœchlin et Delbos (**1860**), celle de la Loire par **M.** Gruner (**1857**), ou la carte de l'Isère, par M. Lory, la question des mines est à peine étudiée quand elle n'est pas entièrement écartée.

Les cartes des districts miniers les plus importants manquent encore aujourd'hui. Les cartes de la Lozère et de l'Aude ne sont pas faites; celle de l'Ariége n'a été publiée qu'en **1871**, et celle de l'Aveyron, quoique terminée depuis environ **1869**, est à peine connue du public.

D'après les lois et règlements antérieurs à la loi du **23** avril **1833**, concernant l'organisation du corps des mines, les ingénieurs de l'État étaient chargés de l'*étude complète du sol de la France, soit sous le point de vue géologique, soit pour l'appréciation des richesses minérales qu'il renferme;* or nous venons de voir que cette étude est loin d'être achevée.

Ils devaient encore *rechercher les causes qui restreignent ou tendent à restreindre l'exploitation des mines, et indiquer les moyens qui peuvent être employés pour en faire cesser les effets.* Soit faute d'argent, soit pour d'autres causes, ces dernières recherches ne paraissent pas avoir été faites, car il est impossible d'en trouver aucune trace.

D'un autre côté, des rapports ont été écrits par des ingénieurs de l'État dans plusieurs circonstances, relativement aux concessions accordées conformément à la circulaire du **17** août **1812**, et notamment quand, après **1848**, on pensa établir une usine et une mine modèles pour le traitement des minerais métalliques; ces documents sont malheureusement restés inconnus.

Un commencement de publicité a été donné à l'histoire des mines en **1826**, sous la

---

(1) Les comptes rendus des ingénieurs des mines ont été remarquables de **1833** à **1846**; à partir de cette dernière date, ils n'ont plus offert que des documents purement statistiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

direction de M. Becquey, alors directeur général des ponts et chaussées et des mines, quand parut dans le *Moniteur* un état de **145** mines abandonnées; ce genre de publicité qui n'avait pas été employé jusqu'alors, s'il avait été étendu et répété, aurait peut-être pu avoir les conséquences les plus heureuses pour l'industrie métallique.

« La France, disait le préambule qui accompagnait l'état du *Moniteur*, renferme de grandes étendues de pays constituées comme les contrées les plus richement dotées en mines métalliques; il est constant qu'il existe une multitude d'indices qui conduiraient probablement à la découverte de nouveaux gîtes, indices reconnaissables par des travaux qui n'ont pas eu de suite. »

L'auteur de ce préambule attribue l'abandon des mines à ce fait, qu'elles n'ont pu soutenir la concurrence occasionnée par la découverte de l'Amérique (1); à des époques moins anciennes, il l'attribue encore à l'insuffisance des capitaux, au défaut de connaissances techniques, de notions économiques et commerciales, enfin aux malheurs de la révolution.

A cette même époque, le commerce et l'industrie avaient pris un grand essor, dû surtout au retour de la paix; des concessions houillères nombreuses étaient demandées et accordées; il y avait un grand élan vers les mines, et, presque au moment où parut dans le *Moniteur* l'état dont nous venons de parler, on vit se former le projet d'une vaste compagnie qui devait exploiter les mines métalliques. Mais l'Administration supérieure ayant exigé que des commissaires fussent nommés auprès de cette compagnie, le projet n'eut pas de suite.

Vingt ans plus tard, en **1846**, une publication plus complète des gîtes métalliques fut encore faite par l'Administration des mines, non plus dans le *Moniteur*, mais dans les comptes rendus des ingénieurs des mines.

En résumé, nous croyons être dans le vrai en disant que l'ignorance de l'histoire de nos mines et le retard apporté dans l'exécution des cartes géologiques des pays miniers ont été, en partie, cause de la défaveur de ces mines, de leur abandon ou de leur oubli, et peut-être aussi de bien des fautes commises par les exploitants.

Ces causes que nous allons examiner se rapportent à l'applicatien de la loi de **1810**, telle qu'elle a été pratiquée depuis soixante ans, application qui devait exercer sur les mines une influence plus grande qu'on ne serait porté à le supposer. L'examen de ce qui s'est passé en Europe en est la preuve.

Les riches gisements de l'Espagne sont restés oubliés pendant des siècles, malgré les avantages que retirait l'État de l'exploitation de quatre ou cinq mines, tant que pesa sur eux une législation qui les mettait à la disposition du pouvoir. Ils ne commencèrent

(1) Nous avons vu que cette opinion est loin d'être justifiée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à prendre un grand développement qu'en 1825, alors qu'on fit disparaître les entraves qui avaient pendant longtemps existé.

Il en a été de même en Sardaigne presque jusque vers 1850, époque à laquelle une réglementation paternelle vint se substituer au pouvoir royal.

Les riches mines de la Thrace, de la Thessalie et de l'Asie Mineure, regardées pour ainsi dire comme le berceau de l'industrie minéralurgique, et qui avaient eu leurs époques de prospérité, sont restées dans l'abandon ou dans un état déplorable, tant qu'elles ont fait partie du domaine du souverain.

Au contraire, les mines de l'Angleterre se sont grandement développées sous un régime entièrement libre, et celles de l'Allemagne ont été exploitées avec succès, parce qu'elles ont été, bien avant le XVI^e^ siècle, soutenues par des princes éclairés qui favorisaient au plus haut degré leur recherche et leur développement.

3° *Trop grande étendue des concessions.* — La loi de 1791, ainsi que nous l'avons vu plus haut, avait réduit l'étendue des concessions qui, au commencement du XVIII^e^ siècle par exemple, comprenaient toute une province; elles étaient, pour M. de Blumenstein, de plus d'un million d'hectares. Cette loi en avait fixé le maximum à six lieues carrées (mesure ancienne) ou 12 000 hectares.

La loi de 1810 laisse aux ingénieurs de l'État le soin d'en déterminer l'étendue ou les limites, et la jurisprudence minière de cette époque recommande de ne pas accorder de concessions trop vastes afin de les multiplier.

Au 31 décembre 1865, la France comptait deux cent deux concessions métallifères, inexploitées pour la plupart, recouvrant un espace de 262 450 hectares. Leur étendue moyenne est de 1 546 hectares, et comprend l'antimoine, le manganèse, le plomb et argent, le cuivre, le plomb, cuivre, argent, zinc; l'or, argent, nickel; et l'étain.

Si on examine l'étendue moyenne de ces concessions à diverses époques, on voit qu'elle a été constamment en augmentant de 1810 à 1870.

Ainsi, de 1821 à 1830, la moyenne de vingt-six concessions est de 495 hectares et la plus grande d'entre elles en a 1 500.

De 1830 à 1848, le maximum est de 2916, et la moyenne de soixante-cinq concessions est de 755 hectares.

De 1852 à 1869, l'étendue moyenne de soixante-quinze concessions est de 1 677 hectares, et dans cette dernière période on voit des concessions de 17 443 (1856), 10 575 (1866), 4 154 (1868), 8 039 (1865), 4 244 (1865), 7 412 hectares (1867), qui renferment de nombreux filons.

Voyons maintenant ce qui se faisait à l'étranger.

Pendant que nos mines restaient invariablement soumises à la loi de 1810, ainsi qu'aux nombreux décrets et instructions qui l'ont suivie, les nations voisines s'occupaient activement de progrès. Elles modifiaient leur législation d'après les données de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'expérience; elles la rendaient plus appropriée au temps et aussi favorable que possible au développement de l'industrie minérale.

Ainsi la Suède réformait en dernier lieu sa loi de mines, en janvier 1855,

l'Espagne	—	1859,
la Prusse	—	1865,
le Piémont	—	1859,
l'Autriche	—	1864,
le Nassau	—	1857.

Toutes ces nations fixaient pour les concessions des étendues déterminées par la loi, bien moindres que celles de la France et qui étaient :

En Suède, pour les mines métalliques	3	hect.	16,	pour les houillères	12	hect.	67.
En Autriche,	—	18	—	00,	—	36	—	00.
En Prusse,	—	10	—	92,	—	218	—	00.
En Espagne (en deux pertinencias)	12	—	00,	—	30	—	00.

Toutes concessions sur lesquelles le travail est obligatoire.

En Belgique, où les terrains métallifères sont peu étendus, où les mines métalliques sont peu nombreuses, soumise encore à la loi de 1810 qu'elle reçut du premier empire, où cette loi est restée telle qu'elle a été donnée avec tout son caractère libéral et la latitude de sa lettre, nous voyons que, en 1864, l'étendue moyenne de vingt-huit concessions métallifères, accordées de 1850 à 1864, était de 178 hectares.

En Sardaigne, où la loi de 1810 est appliquée avec de nombreuses modifications, le maximum des concessions est de 400 hectares.

En Amérique, et particulièrement dans la Nevada-Orientale, le *claim* donne droit à 200 pieds seulement ou 182 mètres sur la piste du filon.

En Angleterre, où le travail des mines est entièrement libre, mais où, néanmoins, un grand nombre d'exploitations peuvent être assimilées aux concessions en ce qu'elles relèvent d'un propriétaire qui perçoit le droit de *royalty,* l'étendue que possèdent les exploitants est souvent beaucoup plus petite que celle des concessions françaises.

Comment expliquer ces différences immenses entre nos concessions et les concessions étrangères, différences s'accroissant toujours à mesure qu'on se rapproche de 1870?

Faut-il croire que la France métallifère a été considérée par l'Administration comme pauvre et comme devant être administrée autrement que tous les pays dont nous venons de parler, qui pourtant présentent les mêmes granits, les mêmes roches, les mêmes gangues et les mêmes souvenirs? Telle n'était pas cependant l'opinion des savants mineurs du XVIII^e^ siècle, et les enseignements ne faisaient pas défaut.

De Genssane, qui connaissait toutes les parties de la France, avait écrit « que les concessions trop étendues causent un préjudice considérable à leur exploitation, et ce n'est, disait-il, qu'en les limitant en Allemagne à de moindres étendues qu'on est parvenu à avoir un grand nombre de ces exploitations. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un des ingénieurs distingués qui, dans le siècle dernier, exploitaient les filons de la France, M. König, avait dit, à l'égard de M. de Blumenstein, « J'attribue à la trop grande étendue de la concession l'abandon et la suspension d'une foule de travaux. »

On savait que le savant mineur suédois Delius avait écrit en 1778 : « Les concessions ne doivent être ni trop grandes ni trop petites; si elles sont trop grandes, on découvre par là son ignorance dans la nature des mines, car dans un district de deux lieues (3 500 hectares environ), il peut y avoir cent, et plus, de veines métalliques qu'une seule compagnie ne serait pas en état de sonder dans dix mille ans. »

On savait encore que, dans le Nassau, les anciennes concessions trop étendues furent réduites après l'application de la loi de 1857, et que cette réduction fut l'origine de nouvelles exploitations.

Enfin, on n'ignorait pas qu'en France même les exploitations métallifères productives étaient concentrées sur de bien faibles étendues, et que les ressources des compagnies ne permettaient pas ou n'avaient pas permis la mise en valeur ou l'exploration sérieuse de tous les gisements que renfermaient leurs concessions, que, par conséquent, beaucoup de gisements pouvaient se trouver ainsi stérilisés ou improductifs.

Comme exemple, nous citerons la mine de plomb et argent de Vialas, dont les plans ont été publiés dans les *Annales des mines,* par M. l'ingénieur Rivot. Cette concession a 9 700 hectares de surface, et cependant tous les travaux exécutés depuis plus de quatre-vingts ans n'occupent pas une étendue de plus de 40 hectares. C'est, très-probablement, à cette concentration des travaux qu'est due la fortune de l'entreprise qui va grandissant de jour en jour. Et cependant plus de 9 600 hectares ont été stérilisés depuis près d'un siècle, et, pendant tout ce temps, personne n'a eu le droit et n'a pu tenter d'explorer ou d'exploiter les autres filons qui apparaissent dans l'étendue de la concession.

Dans l'Isère, la concession d'argent des mines des Chalanches s'étendait sur 10 700 hectares; elle fut réduite à 500 environ dans les premières années de ce siècle. Les principaux travaux de M. Schreiber ne comprenaient guère plus de 20 hectares, et personne n'a pu entreprendre aucune recherche sur leur excédant.

Ce que nous venons de dire suffit pour démontrer que l'application de la loi de 1810, en ce qui concerne l'étendue des concessions, n'a pas favorisé le développement des mines métalliques. En permettant que des étendues considérables de terrains métallifères restent inexploitées ou inexplorées, on a non-seulement facilité la dissémination des capitaux et l'inconstance des exploitants, mais on a paralysé les efforts qui eussent pu être tentés pour relever une branche importante de l'industrie minérale.

4° *Des formalités pour l'obtention des concessions. — Du choix du concessionnaire. — De l'incertitude pour l'inventeur de profiter de sa découverte.* — Les formalités nécessaires encore aujourd'hui, pour obtenir une concession, ne nous paraissent avoir aucune raison d'être.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'après les indications administratives elles-mêmes, d'après la circulaire du 31 octobre 1837, les autorisations accordées ou l'obtention de la concession ne préjugent et n'impliquent rien relativement à la valeur de la mine, ou au succès de l'exploitation. Elles n'ont empêché ni le mauvais emploi de l'argent, ni l'abandon des lieux avant que des travaux sérieux aient été exécutés, abandon qui a eu lieu quelquefois avant la publication de l'acte de concession ; par conséquent, elles paraissent tout à fait inutiles. Nulle part, dans aucun des pays soumis à une législation minière, ces formalités ne sont aussi compliquées que chez nous. Partout ailleurs on évite, autant que possible, de soumettre la concession à une tutelle administrative, et l'on ne fait aucune recherche à l'égard de la fortune ou de la capacité du demandeur, ainsi que le veut la loi de 1810.

Cette complication de formalités provient sans doute de la perpétuité attachée à la concession et du désir d'environner l'acte même de concession de toutes les garanties possibles. Sans doute l'intention est bonne, mais, en réalité, elle est une entrave nuisible; car, bien des gens, dont l'activité se serait tournée vers l'industrie des mines, ont dû reculer devant la nécessité d'attendre pendant longtemps les autorisations nécessaires, ou n'ont pas voulu se soumettre à des enquêtes personnelles. D'ailleurs, il faut bien le dire, le capital, qui est le principal élément de la fortune publique, peut être disponible aujourd'hui, et ne pas l'être demain ; il n'a pas le temps d'attendre.

Le choix du concessionnaire par l'Administration n'a pas été moins nuisible aux intérêts généraux; il est, d'ailleurs, condamné par toutes les législations étrangères, qui n'admettent que la priorité et accordent la concession au premier demandeur. En voulant trop approfondir, dans le but de protéger la propriété des mines, en exigeant trop de garantie de la part du demandeur, la réglementation administrative éloigne bien des hommes entreprenants, qui ont leur fortune à faire et une position à conquérir.

Parmi les formalités à remplir, il faut encore citer la série des travaux à exécuter avant d'obtenir la concession ; ces travaux ont pour objet, d'après les instructions, d'éclairer l'Administration sur la valeur des gisements et sur la possibilité de leur exploitation. Or, à l'exception des recherches nécessaires pour constater la présence matérielle du minerai, ou pour découvrir les caractères extérieurs d'un gisement, ces travaux ne sont d'aucune utilité pour l'État, et en général ils ne préjugent rien à cause des limites restreintes dans lesquelles ils sont forcément obligés de se maintenir. Au contraire, ils peuvent être nuisibles à l'explorateur, en ce que, les exigences de l'Administration n'étant pas suffisamment définies, il dépense souvent toutes ses ressources avant de devenir concessionnaire, et, n'ayant plus alors les moyens de faire appel au crédit dont il a besoin, il en est souvent réduit à abandonner un gisement qui aurait pu devenir productif, et qui, dès ce moment, devient l'objet de la défaveur publique.

En résumé, les formalités nécessaires pour obtenir une concession ne sont pas assez

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

simples, car les mines ne pouvant guère être exploitées que par des associations, on éprouve les plus grandes difficultés à les constituer tant que cette concession n'est pas obtenue. C'est là, croyons-nous, une des principales causes de la déchéance des mines métalliques dans le XIXe siècle. Ajoutons, enfin, que l'incertitude pour l'inventeur d'obtenir la concession d'une mine qu'il a découverte, ou sur laquelle il a fait les premiers travaux, n'est guère faite pour encourager les recherches. La loi, il est vrai, accorde à cet inventeur une indemnité pour le cas où l'Administration lui préférerait un autre concessionnaire, mais cette indemnité n'est pas ce qu'il espère, et cette mesure a beaucoup contribué à empêcher depuis soixante ans l'étude et l'exploration des gisements de la France.

5° *De la non-application des redevances aux recherches ou aux travaux d'avenir sur les gisements métalliques. — De la non-extension de l'art.* 39 *de la loi de* 1810. —Le mode adopté, dans le principe, par l'État pour le prélèvement des redevances sur les bénéfices nets d'une entreprise ayant soulevé les plaintes les plus vives, on a cherché à tourner la difficulté au moyen d'abonnements fixés à l'amiable entre les exploitants et l'État. Ces redevances devaient, conformément à l'article 39 de la loi de 1810, être employées à payer les frais de l'Administration des mines, à faire des recherches sur des mines nouvelles ou à en rétablir d'anciennes. Elles étaient donc bien justifiées, et elles renouvelaient ainsi les sages intentions de Henri IV qui, dans ses décrets, voulait qu'elles fussent employées au profit des mines elles-mêmes. Leur emploi, ainsi compris, se rapprochait du système de l'Allemagne, sans lequel les mines de ces contrées ne seraient jamais parvenues à l'état de prospérité où elles sont aujourd'hui. Non-seulement les princes allemands favorisaient les recherches et l'exploitation des mines par tous les moyens possibles, mais, à l'aide des sommes qu'ils en retiraient, ils faisaient exécuter et entretenir à leurs frais les grandes galeries d'écoulement et les grands travaux d'avenir que les compagnies auraient été hors d'état d'entreprendre, et ils se remboursaient avec le temps sur le minerai extrait. Mais, dès 1814, avec la nouvelle loi des finances, l'article 39 de la loi de 1810 est devenu, pour ainsi dire, lettre morte. Le compte des redevances, cessant d'être un compte spécial affecté au développement des mines, est entré dans les comptes généraux du Trésor, et, dès ce moment, toutes les bonnes intentions des ingénieurs de l'État ont été paralysées. Il en résulte que, depuis soixante ans, les travaux de l'État ou des conseils généraux se sont toujours maintenus dans des limites fort étroites, et que, depuis 1834, il n'a été pour ainsi dire rien fait pour les mines métalliques, et cependant les gisements métallifères ne manquaient pas. Or, si depuis cette époque quelques travaux ou des reprises de mines anciennes avaient été poursuivis avec persévérance, il est probable qu'on ne payerait pas aujourd'hui plus de 100 millions annuellement au commerce étranger pour achat de métaux. Il est donc permis de dire que la non-application de l'article 39 de la loi de 1810 a été contraire à l'intérêt public.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6° *De la déchéance des mines.* — Une autre cause importante de l'affaissement des mines métalliques en France nous semble devoir se rapporter encore à l'application incomplète de l'article 49 de la loi de 1810 et de la loi de 1838, relatives à la déchéance des mines abandonnées.

En 1836, il y avait quatre-vingt-une concessions dont quarante-six inactives; en 1864, sur deux cent deux concessions environ, cent quarante étaient abandonnées. En un mot, dans tous les temps, depuis la promulgation de la loi de 1810, il y a eu plus de la moitié des mines concédées dans l'abandon, et il en est qui ont été presque constamment sans ouvriers. Il résulte de là que, indépendamment des gisements nombreux inexploités ou inexplorés qui se trouvent déjà stérilisés dans l'étendue trop vaste de certaines concessions en activité, plus de 100000 hectares de terrains métallifères sont restés abandonnés sans que personne ait eu le droit d'y aller faire des recherches ou d'en tirer aucun parti. Cependant l'obligation de tenir les concessions en activité résulte encore de l'article 31 de la loi de 1810, et la déchéance des concessions abandonnées est formellement entendue dans l'article 49, au nom de l'intérêt public.

Il n'en est pas de même chez les nations qui nous environnent; la déchéance des mines abandonnées est admise et appliquée invariablement d'après des règles fixes, et elle y est un des principaux éléments de prospérité.

Les exemples ne manquent pas pour montrer que telle mine abandonnée, comme épuisée ou comme ne fournissant plus de bénéfices, a donné lieu plus tard à de grandes productions, après avoir passé dans des mains plus heureuses ou plus expérimentées.

Enfin, rappelons encore que le défaut de chemins ou de routes dans des régions métallifères n'a pas été sans exercer une influence défavorable sur les gisements qu'elles renferment.

Des mines, autrefois prospères, qui auraient peut-être pu le devenir encore, n'ont pu y être mises en exploitation à cause de la difficulté des transports et de l'absence du combustible. Un décret de la Convention nationale, autorisant la vente des biens nationaux, autorisa aussi la vente des forêts, malgré les réclamations du Conseil des mines. Des pays entiers furent alors dépouillés, et depuis cette époque c'est à peine si on s'est préoccupé du reboisement des montagnes au point de vue de l'exploitation des mines.

X.

Mesures qu'il paraîtrait utile d'adopter pour favoriser le développement des mines métalliques.

Après avoir exposé l'histoire des mines métalliques de la France et les causes probables qui, depuis quatre siècles, ont provoqué leur décadence, après avoir démontré

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que la défaveur qui les a frappées pendant tant d'années ne saurait être justifiée, il convient d'indiquer les mesures qu'il nous paraîtrait utile d'adopter pour remédier à une situation si préjudiciable aux intérêts du pays.

On a vu qu'en Allemagne, en Espagne, en Italie, la législation concernant l'industrie minérale a été améliorée à diverses époques, et notamment depuis vingt ans, tandis qu'en France elle est restée stationnaire depuis **1810**. Par suite de ces améliorations, les pays qui nous entourent ont vu non-seulement s'ouvrir des mines nouvelles, mais encore reprendre avec succès des mines anciennes, malgré l'accroissement de la main-d'œuvre, tandis que la France, bien qu'elle ait ressenti, depuis quarante ans, l'effet de l'impulsion produite par la création des voies ferrées, n'a fourni que des produits métalliques insignifiants et n'a cessé d'acheter, chaque année, pour plus de **100** millions de métaux aux exploitations étrangères.

Ne conviendrait-il pas, dès lors, d'imiter nos voisins, et de mettre enfin nos gisements métalliques à la portée la plus facile des travailleurs? On sait que la France possède une grande étendue de montagnes susceptibles de renfermer des productions métalliques; on sait, de plus, que des exploitations ont eu lieu autrefois, à diverses époques, sur de nombreux gisements; cela nous semble suffire pour justifier toute mesure législative tendant à mettre ces montagnes et ces gisements dans une situation qui permette à l'initiative individuelle d'exercer son action, avec une entière liberté.

Dans ces circonstances, les mesures qui nous sembleraient les plus utiles à adopter sont les suivantes :

1° Afin de rendre plus facile la connaissance des mines métalliques et tout ce qui s'y rapporte, afin de centraliser et de conserver les traditions, pour le passé comme pour l'avenir, il serait nécessaire

Que tous les documents historiques, plans, devis et cartes existants à Paris, disséminés, aux Archives (1), à la Bibliothèque nationale, au Ministère, à l'École des mines, concernant les mines métalliques de la France dans tous les temps, fussent réunis, catalogués, et mis à la disposition du public;

Que tous les mémoires techniques des ingénieurs de l'État, manuscrits ou autres, existants à Paris, concernant les mines métalliques de la France, écrits depuis soixante ans, conformément à la circulaire du **17** août **1812**, ou antérieurs à cette date, fussent réunis, catalogués, et mis à la disposition du public;

Que toutes les cartes géologiques, de la France ou départementales, fussent jointes aux dépôts précédents;

---

(1) Des documents relatifs aux mines anciennes, d'un grand intérêt, existaient à la Cour des comptes; ils ont été malheureusement brûlés. Si la mesure que nous proposons aujourd'hui avait été appliquée, cette perte n'aurait peut-être pas eu lieu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Que tous ces documents fussent classés dans une salle publique, sous la dénomination d'*Archives des mines;*

Que les mêmes mesures fussent prises dans chaque département;

Que, pour les travaux de l'avenir, tous les documents statistiques relatifs aux mines et l'indication des mines en recherche, dans chaque département, fussent déposés à la fin de chaque année aux archives respectives;

2° Que, sur le fonds de 1 million, affecté, par décret du 1er octobre 1868, à l'achèvement de la carte géologique de la France, 100 000 francs fussent appliqués, chaque année, uniquement à la géologie des départements miniers, à l'étude pratique et approfondie de leurs gisements métallifères et à la publication de cette étude; à l'achèvement des cartes géologiques commencées dans ces mêmes pays, ou à la révision des gisements compris dans les cartes déjà faites et où ils manquent pour la plupart;

3° Que la statistique des mines et de leurs produits, si nécessaire à connaître comme moyen de comparaison et d'émulation, fût laissée à l'initiative privée, ou bien, si elle doit continuer à être fournie par les fonctionnaires de l'État, qu'elle fût publiée *annuellement* pour la France, comme cela a lieu en Angleterre, comme cela a eu lieu, du reste, en France, de 1834 à 1846; depuis 1864 (1), il n'a plus rien été publié par l'Administration;

Que cette statistique renfermât les chiffres d'importation et d'exportation, ainsi que les prix des substances métalliques et métallifères, comme on le fait pour les houilles, chiffres indispensables pour apprécier les besoins du pays;

Que la même statistique fût faite pour l'Algérie, et pour les colonies, pays pour lesquels elle n'a jamais été produite (2);

4° Que les lois de 1810 (art. 49) et de 1838 (art. 6) fussent appliquées aux concessions métallifères abandonnées depuis longtemps tant en France qu'en Algérie, c'est-à-dire que les concessionnaires fussent mis en demeure de travailler ou de rendre leurs concessions au domaine public.

---

(1) L'année 1847 des comptes rendus a paru en 1854 avec les années suivantes jusqu'à 1852.

Le dernier compte rendu publié en 1867, à l'époque de l'Exposition universelle, s'arrêtait à 1864.

L'Administration des mines ne donnait annuellement, dans la situation de l'empire, que les produits des mines de houille et de fer.

(2) C'est seulement en 1833 que l'Administration commença à publier le compte rendu des travaux des ingénieurs des mines, conformément à la loi du 24 avril de la même année.

En 1848, le crédit qui servait à payer les frais de cette publication ayant été supprimé, le compte rendu cessa de paraître.

En 1850, une nouvelle loi prescrivit un compte rendu triennal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° Dans l'intérêt des mines et de leur développement, dans le but de stimuler les explorations il conviendrait

Que la concession d'une mine fût accordée au *premier demandeur,* avec le moins de frais et de formalités possible, ainsi que cela a lieu chez toutes les nations étrangères;

Que la concession des mines métalliques eût une étendue beaucoup moindre que celle des mines de houille, et que cette étendue eût un maximum déterminé par la loi;

Que le travail des mines fût obligatoire pour le concessionnaire entre certaines limites déterminées;

Que la déchéance des concessions abandonnées fût déclarée, d'après des règles fixes déterminées d'avance;

Que la loi, remaniée pour favoriser la création des établissements miniers, écartât, autant que possible, le besoin des autorisations et fît une large part à l'initiative individuelle.

Enfin, si nous rappelons que les mines, à l'exception de l'époque romaine, n'ont eu une activité réelle que sous le régime de la décentralisation; si nous considérons qu'après les Gaulois les mines de la France furent travaillées, au temps des Romains, non pas comme mines de pays libre, mais comme mines de pays conquis, données, moyennant une redevance fixe, à des publicains qui tiraient leurs profits du travail forcé des esclaves et des malfaiteurs; qu'à partir de cette époque, et depuis l'invasion des Barbares, depuis environ treize siècles, les mines ne paraissent avoir eu leur plus grande activité et leurs temps les plus prospères qu'au moyen âge et dans la dernière moitié du XVIII^e^ siècle, c'est-à-dire dans des temps où la France était divisée en souverainetés se gouvernant elles-mêmes, au-dessous du pouvoir suzerain, ou en provinces, comme celle du Languedoc, régies par des conseils provinciaux qui s'occupaient de tous leurs intérêts matériels (1),

N'y aurait-il pas lieu d'étudier si, dans l'intérêt des mines et de leur développement, il ne vaudrait pas mieux qu'elles fussent uniquement du ressort des conseils généraux? On sait que, d'après une loi récente, ces conseils ont, dans leur dépendance, le service des chemins vicinaux; pourquoi, dès lors, n'auraient-ils pas également les mines métalliques dont la fortune se lie intimement au développement de ces modestes et si utiles voies de communication?

---

(1) La plupart des grands travaux de la France, entrepris à la fin du XVIII^e^ siècle, comme les routes et les canaux, étaient faits par les États provinciaux. C'est par ordre des États du Languedoc que cette province fut étudiée, au point de vue des mines, par de Genssane, et cette étude conduisit à l'ouverture d'un grand nombre de mines de houille ou métalliques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU des mines métalliques actives.

ANNÉES.	PLOMB et argent.	ANTIMOINE.	CUIVRE.	MANGANÈSE.	PLOMB.	ARGENT, nickel et cobalt.	ÉTAIN.	ZINC.	OUVRIERS.	SALAIRES.	PRODUITS.	TOTAL des mines.	CONCESSIONS totales.	CONCESSIONS inactives.
										fr.	fr.			
1816	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	500 000	»	»	»
1836	9	11	7	8	»	»	»	»	1863	»	1 126 485	35	81	46
1845	4	9	2	4	2	»	»	»	»	»	»	22	»	»
1847	13	»	2	4	8	»	»	»	1240	499 172	1 023 186	27	»	»
1848	15	6	2	8	8	»	1	»	1202	387 491	875 063	40	»	»
1849	9	7	3	7	9	»	1	»	1461	337 383	917 998	36	»	»
1850	10	2	2	7	5	»	2	»	1649	422 404	1 078 512	28	»	»
1851	9	8	2	2	5	»	2	»	1684	418 879	1 111 441	28	»	»
1852	9	5	2	4	3	»	1	»	2103	686 505	1 398 728	24	125	101
1853	8	5	2	6	4	»	1	1	1771	644 476	1 087 465	27	»	»
1854	19	5	2	6	6	»	1	2	2316	875 605	1 386 917	41	»	»
1855	19	5	2	5	6	»	1	»	2056	1 227 282	1 585 976	35	»	»
1856	16	6	3	12	3	»	1	6	2651	1 425 995	1 425 995	42	»	»
1857	16	6	3	10	4	»	1	2	2520	1 270 953	2 411 210	46	»	»
1858	19	7	1	7	»	»	1	2	3439	1 358 774	2 707 494	37	»	»
1859	24	9	4	8	»	»	1	4	4228	1 820 984	3 572 417	50	»	»
1860	41	5	12	6	3	»	1	3	4505	2 023 627	3 735 819	61	»	»
1861	29	2	7	5	4	»	1	3	4440	2 356 999	3 986 046	51	»	»
1862	23	2	10	5	5	»	1	»	4425	2 722 693	3 984 294	46	»	»
1863	28	3	12	3	5	1	»	»	4296	2 433 634	4 532 245	52	»	»
1864	29	7	12	4	9	1	»	»	5013	2 651 005	5 306 812	62	202	140

(Corse non comprise de 1860 à 1864.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit, par les chiffres de 1836, 1852 et 1864 du tableau précédent, que plus de la moitié des concessions a toujours été dans l'abandon.

Quant aux produits, dans toute cette longue période de 1836 à 1864, ils ont été, en grande partie, fournis par trois ou quatre mines de plomb et argent.

Au 1er janvier 1866, il y avait quatre-vingt-treize demandes de concessions. Malheureusement ce chiffre, extrait du compte rendu officiel de 1867, comprend les mines de fer, de graphite, de bitume, de pyrites et de soufre, en sorte qu'on ne peut savoir quelle est la part qui revient aux mines de plomb, cuivre, etc.

Comparons maintenant la superficie moyenne des concessions métallifères avec celle des concessions houillères :

Nature des concessions au 31 décembre 1865.	Nombre des concessions.		Superficie totale.		Superficie moyenne.
			Kilom. car.	Hect.	Hectares.
Mines métalliques de toutes sortes non abandonnées.	202	dont	2 622	50	1 298
Mines de houille.	595	—	5 631	72	929

On voit que les concessions métalliques accordées en France sont plus étendues que celles de houille, contrairement à ce qui se passe dans les pays voisins.

(M.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Emploi du tannin dans la fabrication de la bière. — On sait que le tannin extrait de la noix de galle possède toutes les qualités de celui qui est contenu dans les fleurs du houblon, et que c'est ce dernier qui donne à ces fleurs la propriété d'éclaircir et de conserver la bière. Une addition de 15 grammes de tannin peut remplacer 500 grammes de fleurs du meilleur houblon pour la clarification et la conservation de la liqueur. On dissout donc le tannin dans 8 ou 10 fois son poids d'eau ; on le mêle au moût pendant l'ébullition ; il s'opère une clarification complète, et l'on voit se former rapidement, dans les bassins réfrigérants, un dépôt bien lié. Le houblon peut donc, quand on renonce à son arome et à son amertume, être avantageusement et complétement remplacé par le tannin, qui donne une bière douce et vineuse. L'emploi de ce moyen aplanit les difficultés de la fabrication toute nouvelle des bières sans houblon, et facilite aux brasseurs l'emploi des bois en copeaux et des autres matières capables d'agir par le tannin qu'elles contiennent.

L'emploi du tannin ouvre donc, pour la fabrication de la bière, une nouvelle époque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui semble prendre pour but la préparation des bières dites de *Lusace*. (*Bierbrauer*.) (V.)

Évaluation de la force de la poudre et des autres matières explosives, par M. Berthelot. — Le tableau suivant résume les données numériques qui caractérisent les matières explosives à l'étude desquelles l'auteur s'est livré.

Nature de la matière explosive.	Quantité de chaleur dégagée par 1 kilog. Calories.	Volume des gaz formés. Mètres cubes.	Produit de ces deux nombres. (Terme de comparaison entre les pressions.)
Poudre de chasse.	642 000	0,216	139 000
— de guerre.	608 500	0,225	137 000
— de mine.	510 000	0,173	88 000
— avec excès de nitre.	675 000	0,111	75 000
Poudre à base d'azotate de soude. . .	766 000	0,248	190 000
— de chlorate de potasse.	972 000	0,318	309 000
Chlorure d'azote.	316 000	0,370	117 000
Nitroglycérine.	1 330 000	0,710	944 000
Poudre-coton.	631 000	0,801	505 000
— mêlée d'azotate.	991 500	0,484	480 000
— — de chlorate. . . .	1 422 000	0,484	688 000
Acide picrique.	696 000	0,780	543 000
— mêlé d'azotate.	927 000	0,408	378 000
— — de chlorate. . . .	1 428 000	0,408	583 000
— — d'oxyde de plomb.	217 000	0,120	15 000
— — de cuivre.	409 000	0,270	109 000
— — d'argent.	263 000	0,116	29 000
— — de mercure. . . .	190 000	0,212	40 000
Picrate de potasse.	589 000	0,585	344 000
— mêlé d'azotate. . .	856 000	0,337	286 000
— — de chlorate. .	1 426 000	0,337	495 000

(*Annales de Chimie et de Physique.*) (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 24 mai 1872.

Présidence de M. *Dumas*, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Duvillers* (François), architecte paysagiste, avenue de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Saxe, 15, Paris, adresse à la Société la première partie de son ouvrage sur les parcs et jardins. (Comité d'agriculture.)

M. *Dujardin* (Charles), rue de Chabrol, 21, Paris, donne dans une lettre les renseignements complémentaires qui lui ont été demandés au nom du Conseil, au sujet de ses procédés pour rendre les étoffes imperméables ou incombustibles. (Comité des arts chimiques.)

M. *Sidot*, préparateur de physique au lycée Charlemagne, à Paris, envoie une note explicative et des documents sur les expériences qu'il a faites pour arrêter les chevaux emportés, en employant l'électricité. (Agriculture.)

M. *Lanteigne* (Auguste), rue Thérèse, 6, à Paris, ou rue de la Fauvette, 62, à Tours, présente à la Société une note explicative et des spécimens relatifs à une nouvelle méthode de sculpture sur bois par procédé mécanique. (Arts mécaniques.)

M. *Mansoy* et *comp.*, rues Deligny et Auboin, 16 et 18, aux Épinettes, à Clichy-la-Garenne, donnent des détails sur leur fabrique de fers pour les chevaux, dans laquelle ils emploient des procédés mécaniques, leur permettant de faire en dix heures du travail de 30 ouvriers, 8 000 fers qui exigeraient pour être fabriqués à la main le travail de plus de 200 maréchaux. (Arts mécaniques.)

M. le docteur *Burq* (V.), rue Descombes, 15, aux Ternes-Paris, présente de nouveau, pour un concours sur les fontaines filtrantes, ses filtres composés de disques poreux formés par le mélange d'une matière combustible avec de la terre réfractaire. Ce système donne une filtration rapide et permet le nettoyage des filtres soit par l'insufflation de l'air dans l'intérieur des disques ou par un filtrage à l'envers pendant que l'extérieur des filtres est brossé et nettoyé, soit par la combustion des matières organiques en mettant dans un feu vif le disque à nettoyer. (Arts économiques.)

M. *Jallasson*, rue Oberkampf, 84, à Paris, soumet à l'examen de la Société un nouveau système de cadran solaire à temps moyen, dans lequel le cadran est mobile et peut être déplacé, jour par jour, de manière qu'on puisse lire directement l'heure moyenne sur le cadran des heures pendant la journée entière, sans calcul et sans table d'équation du temps. (Arts économiques.)

M. *Raffard* (N. J.), rue Richelieu, 45, présente un projet et un petit modèle pour un nouveau régulateur des machines à vapeur en remplacement du régulateur de Watt. (Arts mécaniques.)

M. *Simonnet*, ingénieur civil des mines, à Marseille, rue Silvabelle, 102, fait présenter par M. *Gruner*, membre du Conseil, une note où il décrit un procédé pour la saponification immédiate de certaines graines oléagineuses, dont on ne pourrait pas extraire facilement la matière grasse par d'autres procédés. (Arts chimiques.)

M. *Boulay* (A.), chez MM. *Afforty* et *Ballu*, rue Saint-Denis, 142, Paris, fait présenter, par M. *Hervé Mangon*, un mesureur-compteur pour l'avoine et autres grains,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui indique, d'une manière exacte, la quantité de grains distribuée et annonce, par un timbre, la consommation qui a été faite. (Agriculture.)

M. *Pavy* (Émile), au château de Claveau, près de Mézières-en-Brenne (Indre), fait présenter par M. *Hervé Mangon :*

1° Des briques à conjonction cintrées suivant le diamètre de la construction ronde à élever, et reliées entre elles dans une même assise par une clef en double queue d'aronde;

2° Des greniers et gerbiers pour la conservation des récoltes, construits à des prix très-réduits en employant cette brique ;

3° Un coffre à avoine en tôle avec compteur et contrôle à l'entrée et à la sortie du grain, depuis 2 jusqu'à 10 hectolitres. (Comité d'agriculture.)

MM. les *Secrétaires* font l'analyse de la partie imprimée de la correspondance, dans laquelle on remarque les articles suivants :

M. le comte *Th. du Moncel* fait hommage, à la Société, du 1er volume de la 3e édition de son Exposé des applications de l'électricité. Paris, 1872, in-8. Lacroix, éditeur.

M. *Gruner* (L.), membre du Conseil. Note sur les nodules phosphatés de la perte du Rhône. Brochure in-8 extraite du *Bulletin* de la Société géologique, juillet 1871.

M. *Gruner* (L.), membre du Conseil. Note sur l'usage de la chaux vive dans les hauts fourneaux, et sur l'emploi du four annulaire d'*Hoffmann* pour sa préparation. Brochure in-8, extraite des *Annales des Mines*, t. XX.

M. *Plonquet* (J. L.). De l'importance du chlorure de sodium et du sulfate de magnésie en hygiène et en thérapeutique. Brochure in-8, 1859.

M. le comte *de Susini-Ruiseco*. La cigarette ; sa consommation et sa fabrication mécanique. Paris, 1872. Brochure in-4.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Moteur hydraulique pour fermeture de magasins.* — M. *Tresca* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un appareil hydraulique, employé par MM. *Saint-Père*, architectes, pour faire mouvoir les rideaux en tôle, fermetures de magasins en usage dans les villes.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier MM. *Saint-Père* de la communication qu'ils ont faite à la Société, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, avec un dessin et une légende explicative de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Os calcinés. — Leurs produits divers. — M. *Barral* lit, au nom des comités des arts chimiques et de l'agriculture, un rapport sur la fabrique de produits dérivés des os de MM. *Dunod* et *Bougleux*.

Le rapporteur propose de remercier MM. *Dunod* et *Bougleux* de leur communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, page 551.)

Moissonneuse de M. Albaret. — M. *Hervé Mangon* lit, au nom du comité d'agri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

culture, un rapport sur la moissonneuse de M. *Albaret,* constructeur de machines agricoles, à Liancourt-Rantigny (Oise).

Le comité d'agriculture propose de remercier M. *Albaret* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin* avec le dessin de la moissonneuse.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Phosphates calcaires du Lot.* — M. *Durand-Claye* (Léon) a reçu de M. *Thuringer*, ingénieur, à Cahors, des échantillons curieux et des notes très-intéressantes sur les gisements de phosphates dans le département du Lot, dont l'exploitation a pris, depuis peu, une rapide extension; il présente ces échantillons à la Société avec les renseignements qui les accompagnent.

Ces phosphates sont très-riches; ils contiennent de 60 à 90 pour 100 de phosphate de chaux pur. Ils se présentent sous les aspects les plus variés, comme on peut le voir sur les échantillons mis sous les yeux du Conseil. Ils ont quelquefois l'aspect des calcaires de l'oolithe moyenne ou supérieure dans laquelle on les trouve; d'autres fois ils présentent soit un état granitoïde, soit l'apparence caverneuse de la pierre meulière, la texture de l'agate dans une masse rubanée à cassure conchoïde, etc. Ils sont placés dans la partie méridionale du département du Lot, aux confins de l'Aveyron et de Tarn-et-Garonne. Ils donnent lieu à diverses exploitations dont voici les principales :

En partant de Cahors et en remontant le Lot vers l'est, on trouve à 20 kilomètres de distance, *Crégols;* à 7 kilomètres plus loin, *Larnagol;* à 9 kilomètres au sud de ce point, *Limogne;* à 10 kilomètres à l'ouest de ce lieu, *Concots;* enfin, à 6 kilomètres plus loin au sud, *Bach.*

L'exploitation la plus importante est celle de *Larnagol;* elle présente trois carrières, à 4 kilomètres du Lot, fournissant, par jour, 50 tonnes de phosphates qui sont expédiés sur Bordeaux et l'Angleterre. Ils coûtent 6 fr. par tonne pour l'extraction, 8 fr. pour indemnité de propriétaire, 18 fr. pour transport à Bordeaux, 15 à 20 fr. de là en Angleterre, 30 fr. de pulvérisation; bref, ils y reviennent au prix de 0 fr. 10 le kilogramme. Il serait facile de répandre ces phosphates en France, dans un rayon de 400 kilomètres, à un prix moindre, ainsi que le montrent les tarifs des chemins de fer.

A *Concots*, on trouve 5 carrières : l'extraction est plus difficile, les transports par terre vers Cahors plus coûteux, les indemnités de propriétaires plus élevées (16 à 18 fr.); l'exploitation est de 30 tonnes par jour. Aux environs de *Limogne,* il y a diverses carrières dans les mêmes conditions, donnant 10 tonnes par jour. Enfin, *Crégols, Bach,* etc., fournissent 10 tonnes par jour. En tout, les exploitations du Lot donnent 100 tonnes de phosphates par jour, et elles ne pourront fournir ces produits que pendant quelques années seulement. Mais on doit espérer qu'on découvrira de nouveaux gisements aussi favorables, ou bien qu'on prendra des phosphates d'une richesse inférieure à ceux auxquels se borne l'exploitation actuelle, qui est limitée aux matières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donnant au moins 60 pour 100 de phosphates tribasiques. Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que l'agriculture française ne possède, dans cette région, une source de richesses très-importante.

Après cet exposé, M. *Durand-Claye* montre les échantillons dont se compose la collection qui lui a été adressée, et les ossements caractéristiques qui les accompagnent. Ce sont : un os du pied d'un carnassier voisin des amphyrions; la mâchoire inférieure d'un petit cerf, voisin de celui du Puy-en-Velay; un os de tortue; l'humérus et le tibia d'une martre; le fémur d'un rongeur; la mâchoire inférieure d'un viverra; une portion de la mâchoire d'un rhinocéros, etc.

Ressources de la France en phosphates. — M. *de Molon* lit une note étendue sur l'ensemble des gisements de phosphates de chaux découverts jusqu'à ce jour sur le sol de la France.

Le phosphate de chaux n'est l'objet de recherches sérieuses en France que depuis que M. *de Molon* a attiré l'attention sur ce sujet en 1856, en faisant connaître, dans un mémoire à l'Académie des sciences, tous les documents et les faits qu'il avait recueillis sur cette matière. En Angleterre, au contraire, ces recherches avaient été plus actives, et dès 1851 on y avait fait des essais sur son emploi dans l'agriculture.

M. *de Molon* avait montré, dès cette époque, que la France contient, dans plusieurs parties de son territoire, des quantités importantes de cette précieuse matière. La chaux phosphatée se trouve quelquefois dans les terrains jurassiques, mais le plus souvent dans les terrains crétacés, où elle se présente ordinairement sous forme de nodules ou de concrétions. Ce sont surtout les argiles du Gault qui paraissent être plus particulièrement le lieu de leur gisement dans cette formation.

Il faut rattacher encore au même terrain les phosphates riches qu'on trouve en assez grande quantité dans le Bas-Boulonnais, dans le Pas-de-Calais, les Ardennes, la Meuse, la Marne, la Haute-Marne, l'Aube et l'Yonne, et qui s'étendent de Wassigny à Saint-Florentin; dans la Côte-d'Or, la Haute-Saône près de Pontarlier, le Jura à Métabief, l'Isère à Villars-de-Lans, les Alpes-Maritimes à Escragnolles et dans le vallon de Clar, la Drôme entre Montélimart et le Pont-Saint-Esprit.

Les départements du Calvados, de l'Orne, de la Sarthe et de l'Eure-et-Loir contiennent des nodules dans trois étages du terrain crétacé (deux étages supérieurs et les sables et grès cénomaniens), au Mans, à Yvré-l'Évêque, Ballon, etc. La même région en présente dans la glauconie, à Ostrea vesiculosa, du terrain jurassique, où les nodules sont riches et abondants depuis Honfleur jusqu'à Nogent-le-Rotrou, par Lisieux, Monthabar, Mamers, la Ferté-Bernard, dans la partie supérieure du lias, et enfin dans le terrain silurien où la couche à Calymène (niveau des ardoisières d'Angers) contient des nodules très-riches.

Les phosphorites des départements du Lot et autres limitrophes sont maintenant l'objet d'une exploitation étendue. Il faut signaler dans Tarn-et-Garonne les gisements

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Caylus, Mouilhac, Bach, Montricoux, Saint-Projet et Coutayrac; dans le Lot, ceux de Larnagol, Gréalou, Saint-Jean-de-Laur, Concots, Escamps, Puyjourde et Saillac. Dans l'Aveyron, où aucune exploitation n'est encore signalée, il existe de nombreux gisements, tels que ceux de Villeneuve, Clognac, Naussac, etc.

Ces phosphates se présentent en masses amorphes mélangées d'argile rouge dans des poches irrégulières, des cavités verticales, ou même quelquefois en couches intercalées entre les calcaires de l'étage supérieur ou de l'étage moyen de l'oolithe. La chaux phosphatée, l'argile rouge et une terre phosphatée formant le passage de l'une à l'autre, contiennent des ossements de mammifères assez abondants qu'on rapporte au terrain miocène, mais qui pourraient bien être d'un âge plus récent.

Ces phosphates sont l'objet d'une exploitation très-active, dont les produits sont, en général, expédiés pour l'Angleterre. On évalue de 35 à 40,000 tonnes la quantité qui pourra être fournie par cette contrée, et cette exploitation serait ainsi terminée dans un petit nombre d'années; mais il est probable que les gisements sont plus étendus qu'on ne le suppose et qu'ils seront remplacés par d'autres nouveaux non encore découverts. D'autre part, les nodules sont l'objet d'une grande exploitation dans les départements du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Meuse, de la Marne et de la Haute-Marne. En 1868, 90 usines étaient employées à la transformation de ces produits et étaient en mesure d'offrir, chaque année, à l'agriculture 300,000 tonnes de phosphates pulvérisés; cette quantité s'est accrue d'une manière importante depuis cette époque.

M. le *Président* remercie M. *de Molon* et M. *Durand-Claye* de leurs intéressantes communications. Il attire l'attention du Conseil sur le mouvement commercial que ces exploitations produisent, mais en même temps il exprime le regret de voir une matière aussi importante pour notre agriculture sortir de France et aller fertiliser les terres déjà très-riches de nos voisins, qui savent mieux que nous en apprécier toute la valeur. Il pense qu'il y a lieu d'être affligé toutes les fois qu'il sort des engrais de France, et qu'il est nécessaire d'appeler sur ce point l'attention des agriculteurs.

M. *Moll* appuie par des renseignements nouveaux cette observation de M. le *Président*, et cite une maladie des bêtes à cornes qu'il croit devoir disparaître par un plus grand emploi des phosphates en agriculture.

M. *Barral* fait remarquer que les agriculteurs français emploient déjà de grandes quantités de phosphates dont le titre est à 40 pour 100 environ, pour lesquels les distances de transport sont peu considérables. Il insiste surtout sur l'utilité qu'il y a à éclairer, à instruire les agriculteurs, afin qu'ils connaissent les matières qui peuvent leur être utiles, leur grande valeur, les moyens d'en tirer parti, qu'ils les emploient au lieu de les laisser enlever par le commerce, pour être portées à l'étranger, et qu'ils tirent parti de tous les progrès de la science.

M. *Peligot* explique que les cultivateurs eux-mêmes pourraient faire sur une aire en terre glaise le traitement par l'acide qu'on fait dans les fabriques. MM. *Mangon*, *Bar-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ral et *Balard* appuient cette opinion et disent que la préparation d'une matière qui est destinée à un emploi aussi étendu et aussi journalier sera certainement simplifiée et mise à la portée de tout le monde.

M. le *Président* clôt la discussion en chargeant les comités des arts chimiques et d'agriculture de se réunir pour traiter les questions que soulèvent les importantes communications et les observations qui viennent d'être faites devant le Conseil.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Herscher* (Ch.), à Paris ; *Armengaud* jeune, fils, à Paris ; *Boutard* et *Lasalle*, fabricants, à Paris ; *Vimont*, ingénieur, à Paris ; *Tulpin* (Frédéric), manufacturier, à Rouen ; *Tulpin* (Alfred), manufacturier, à Rouen ; *Chabrier*, ingénieur civil.

Séance du 14 juin 1872.

Présidence de M. *Balard*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — Mme *Conte* (E.) née *Pradel*, rue Ingres, à Montauban (Tarn-et-Garonne), demande à être inscrite pour le concours relatif à la production de graine saine de vers à soie. (Agriculture.)

M. *Malinowski* (Jacques), professeur au lycée de Cahors, demande que la Société souscrive, pour quelques exemplaires, à un ouvrage qu'il publie sous le titre de *Traité spécial des phosphates de chaux naturels en général et, en particulier, étude des gisements de cette matière qui ont été découverts nouvellement dans le Quercy;* chez Calmette, libraire, à Cahors. (Agriculture.)

M. *Brüll*, ingénieur, directeur de la Société pour la fabrication de la dynamite, à Paulille, près de Port-Vendres, rue de La Rochefoucauld, 58, à Paris, demande l'appui de la Société pour faire affranchir la dynamite des prescriptions légales qui font de la fabrication des poudres de guerre et de mine un monopole du Gouvernement. (Commerce.)

M. le *Consul adjoint d'Autriche-Hongrie* envoie à la Société une note extraite du *Moniteur belge*, du 15 mai 1872, faisant connaître la part que la Belgique compte prendre dans l'Exposition internationale de Vienne.

M. *Fahlman*, consul, à Stockholm (Suède), envoie des détails complémentaires sur le système qu'il a proposé pour maintenir dans un état salubre les cabinets et fosses d'aisances. (Arts économiques.)

M. *Griffaut*, serrurier, rue de Calais, 9, à Paris, annonce à la Société qu'il vient d'installer un nouveau système de fermeture pour les baies des boutiques, et demande que la Société lui fasse l'avance d'une première annuité de brevet. (Arts économiques.)

M. *Cassagne*, ingénieur, directeur des *Annales industrielles*, rue Lafayette, 18, fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

hommage à la Société d'encouragement, pour être déposé à la bibliothèque, d'un spécimen de l'ouvrage de M. *Monteil* (L.), sur les travaux de percement de l'isthme de Suez.

MM. *Schuhmann* et *Bloch,* rue de l'Entrepôt, 38, à Paris, demandent qu'on donne communication, aux membres de la Société, de l'offre de services qu'ils font aux industriels français qui voudraient figurer à l'Exposition universelle de Vienne, pour obtenir aux exposants l'emplacement nécessaire, effectuer l'exposition des objets expédiés, veiller à leur bonne installation, représenter les exposants et réexpédier ce qui n'aura pas été vendu sur place.

M. *Donnet,* ingénieur, place Louis XVI, 13, à Lyon, demande qu'un rapport soit fait sur le système particulier de matériel locomobile qu'il a installé pour la pose de ses puits-tubes pneumatiques.

La mort de M. *Victor Bois,* qui était chargé de l'examen de cette communication, a retardé le rapport, qui vient d'être confié à un autre rapporteur par le comité des arts mécaniques.

M. *Deprez* (Marcel), rue Cassini, 16, à Paris, écrit pour expliquer les droits exclusifs qu'il a, dit-il, à l'invention de la réglette pour la distribution de la vapeur dans les machines motrices, et à la médaille d'argent décernée, à ce sujet, par la Société d'encouragement. (Arts mécaniques.)

M. *Noirot,* géomètre, rue La Pérouse, 6, à Paris, présente un instrument pour simplifier les opérations de l'arpentage, qu'il appelle *trigonomètre.* (Arts économiques.)

M. *Radiguet,* boulevard Mont-Parnasse, 147, Paris, présente plusieurs instruments destinés à faciliter l'enseignement de la lecture dans les écoles primaires, ou dans l'éducation maternelle. (Arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* font l'analyse des pièces imprimées de la correspondance, dans lesquelles on remarque :

M. *Malinowski* (Jacques), professeur au lycée de Cahors. Essai historique sur l'origine et le développement progressif de l'exploitation du charbon de terre dans le bassin houiller du Gard, avec une carte de ce bassin. Paris, 1869, in-8; Savy, éditeur.

M. *Maurice* (Gustave), ingénieur civil des mines, secrétaire de la rédaction du *Bulletin* de la Société d'encouragement, fait présenter, par M. le *Président,* un ouvrage important qu'il vient de publier, et qui se compose du traité de M. *Warington W. Smyth,* intitulé *La houille et l'exploitation des houillères en Angleterre,* et de dix-neuf appendices avec quatre planches, dont l'une, coloriée et de grande dimension, montrant l'ensemble de l'exploitation d'une mine de houille.

M. le *Président* fait remarquer l'intérêt et l'utilité que possède cette publication; il signale notamment les appendices qui forment environ le quart de l'ouvrage. Dans cette partie, l'auteur donne successivement des détails sur : l'historique de la machine à vapeur; l'invention de l'éclairage au gaz; les produits accessoires de la distillation de la houille et les premières matières colorantes qu'on en a tirées; la classification

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des combustibles minéraux, et la production des agglomérés ; les fossiles des terrains houillers ; l'analyse de la houille ; les richesses houillères de la Grande-Bretagne, de la France, de la Belgique, de la Prusse et des États-Unis ; le fonçage des puits par la méthode de MM. *Kind* et *Chaudron* (J.) ; le transport de la houille par canaux intérieurs ; les lampes de sûreté ; les ventilateurs ; l'épuisement probable des mines anglaises dans un temps limité. Paris, 1872, in-8, avec de très-nombreuses figures dans le texte, et quatre planches, dont une mobile. Dunod, éditeur.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Lanceur mécanique du tissage des châles.* — M. *Alcan* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un mécanisme imaginé par MM. *Boutard* et *Lassalle,* fabricants de châles, rue d'Aboukir, n° 21, pour remplacer le travail des enfants dans l'industrie du tissage des châles.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier MM. *Boutard* et *Lassalle* de leur très-intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu avec le dessin du nouveau métier.

Après la lecture faite par M. *Alcan,* M. *Tresca* propose d'envoyer à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce une copie de ce rapport, pour attirer l'attention de l'Administration sur l'amélioration importante dans le sort des enfants employés dans les fabriques, qui a été le but des recherches de MM. *Boutard* et *Lassalle.*

Cette proposition, mise aux voix, est adoptée par le Conseil, qui approuve aussi les conclusions du rapport.

Sommiers élastiques. — M. *Homberg* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport verbal sur une forme de sommiers élastiques, qui a été présentée par M. *Roy,* fabricant, rue des Tournelles, 20, à Versailles.

Ce sommier se compose d'un châssis en planches de champ réunies par des vis, et dont l'écartement est maintenu par de simples fils de fer. Sur la tranche supérieure de ces planches, sont implantées les extrémités de fil de fer qui traversent d'un bord à l'autre le sommier en forme de voûte, et qui sont enroulées en plusieurs points de leur étendue, de manière à présenter plusieurs boucles ou ressorts-spiraux, leur donnant une grande facilité d'extension. Le nombre des fils ainsi disposés est assez considérable pour qu'ils puissent supporter le poids des objets et des personnes qui devront leur être superposés, et tous ces fils sont reliés longitudinalement les uns aux autres par des séries de brides réunissant les ressorts-spiraux placés sur une même ligne, de manière à former un ensemble résistant et élastique, dont toutes les parties soient convenablement liées.

M. *Roy* n'a encore exécuté qu'un sommier de cette espèce, celui dont il se sert pour lui-même, et un modèle réduit au tiers qui est sous les yeux de la Société. Il croit que son système lui permettra de réaliser une très-grande économie sur le prix des sommiers ordinaires ; mais il est probable que les calculs hypothétiques qu'il a faits n'ont pas tenu compte de tous les éléments de la question, et il n'y a pas lieu de s'arrêter aux indications qu'il a données à ce sujet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mode de construction des sommiers de M. *Roy* paraît offrir des chances de durée, et est remarquable par sa simplicité. Si un outillage convenable permettait de faire réellement ces appareils à un prix avantageux, ils pourraient rendre de grands services dans les hôpitaux, les casernes et pour l'usage de la classe ouvrière. Le comité propose donc d'encourager M. *Roy* dans les essais de fabrication qu'il a faits, et de le remercier de sa communication.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Arpentage.* — *Trigonomètre.* — Après le dépouillement de la correspondance, et en remplacement de M. *Haton*, qui est absent, et qui voulait se charger de cette présentation, M. *Laboulaye* donne une description du trigonomètre de M. *Noirot*, et de la manière dont il doit être employé.

Le trigonomètre de M. *Noirot* (rue La Pérouse, 6, à Paris) est destiné à rendre l'arpentage à la fois plus rapide et plus exact. Il réduit les mesures de longueur à celle des divers segments de la base, en supprimant la mesure directe des ordonnées qu'il remplace par celle des azimuts des points où elles aboutissent. On gagne donc une grande partie du temps consacré au chaînage des ordonnées, et on en peut employer une partie à améliorer la mesure de la base. De plus, l'ordonnée qui sera déduite, après coup, de l'azimut horizontal sera elle-même rigoureusement réduite à l'horizon, ce qu'on n'obtient que difficilement avec la chaîne d'arpenteur sur les grandes déclivités. Ajoutons que les visées se feront de près, à l'aide de l'alidade fixée à la lunette; mais, aux grandes distances, elles acquerront, à l'aide de cette lunette, une précision qui leur manque en n'employant que l'équerre.

L'instrument se compose d'un quart de cercle horizontal gradué angulairement sur sa circonférence et linéairement sur ses deux rayons. Sur son centre joue une règle radiale également graduée, et, en outre, la douille d'un demi-cercle vertical, le long duquel tourne la lunette-alidade. Le demi-cercle est encore gradué pour qu'on puisse prendre des pentes.

Pour pratiquer une opération sur le terrain, on jalonne la base et ses segments. On élève, à chacun d'eux, des perpendiculaires à l'aide de l'instrument, en mettant la lunette successivement sur zéro et sur 90°, pour avoir l'angle droit comme dans l'équerre d'arpenteur. Puis, on fait deux ou plusieurs stations en des points connus de la base, pour relever les azimuts des jalons du périmètre.

Rentré au bureau, on déduit les ordonnées des azimuts, à l'aide de l'instrument débarrassé de son cercle vertical. Une réglette mobile graduée, munie d'un T à angle droit portant vernier, donne, à l'aide de son propre vernier, cette ordonnée, par son intersection avec la réglette radiale mise sous l'azimut enregistré, une fois qu'on a eu soin d'appliquer cette réglette mobile sur la division, du côté de l'angle droit, qui correspond à l'abscisse enregistrée. Si l'angle était trop ouvert, c'est-à-dire si l'abscisse était trop petite pour une ordonnée finie, on lui substituerait un azimut moins ouvert près d'une autre station.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Caisses de participation des bénéfices et de retraites. — M. *C. Lavollée*, membre du Conseil, donne lecture d'une note sur la création de caisses de participation aux bénéfices et de retraites, au profit des ouvriers, dans les ateliers d'imprimerie de MM. *Godchaux* (Aug.) et comp., et de MM. *Chaix* (A.) et comp. (Cette communication paraîtra *in extenso* au *Bulletin.*)

Chêne pubescent. — Essence forestière peu connue. — M. *Chatin* lit une note sur une essence forestière peu connue, et dont, suivant lui, on n'a pas apprécié toute la valeur. La Société d'encouragement, dit-il, a fondé des prix pour le reboisement des terrains pauvres et pour l'emploi d'une essence forestière non encore utilisée, et l'intérêt qu'elle porte à ces questions importantes a engagé l'auteur de cette communication à lui présenter le résultat des recherches qu'il a faites sur le même sujet. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Séance du 28 *juin* 1872.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

Correspondance. — M. *Giret,* rue de Lespignan, 3, à Béziers, écrit qu'il vient d'accomplir les formalités nécessaires pour qu'il puisse toucher, conjointement avec les héritiers de M. *Vinas,* le prix de 3000 francs qui leur a été accordé par la Société pour un appareil destiné au chauffage des vins en vue de leur conservation.

Il fait connaître, en même temps, que, conformément aux conventions arrêtées entre les deux inventeurs avant la mort de M. *Vinas*, il est fait don à la Société d'une somme de 1000 francs pour en faire tel usage qu'elle jugera convenable.

M. *Giret* ajoute que l'appareil à chauffer les vins, que la Société a jugé digne d'un de ses prix, a rendu, cette année, des services signalés aux négociants en vins, en donnant des résultats assurés, pendant que tous les autres moyens de conservation des vins, autres que le chauffage, ont généralement échoué.

M. le *Président,* en renvoyant cette lettre à la commission des fonds, pour en faire l'objet d'un rapport, exprime les sentiments de gratitude du Conseil pour la manière dont MM. *Giret* et *Vinas* ont voulu s'associer aux services que la Société rend à l'industrie.

Il a constaté par lui-même, d'ailleurs, l'utilité que le chauffage avait eue, cette année, pour les vins du Midi. Des circonstances atmosphériques défavorables ont, dans plusieurs localités, rendu la quantité d'alcool contenue dans le vin, insuffisante pour une conservation spontanée, et le chauffage, seul, a pu assurer la conservation de récoltes entières qui auraient été complétement perdues sans l'emploi de ce procédé.

Le *Directeur de l'Exposition de Lyon* annonce que l'ouverture de cette Exposition doit avoir lieu le 30 juin. (Commission spéciale.)

M. *Bloch* (N.), à Tomblaine, près Nancy, donne des renseignements sur l'extension

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'a prise l'emploi de son *féculomètre* qui, grâce à l'approbation de la Société et à celle des chimistes qui l'ont décrit dans leurs ouvrages, est, en ce moment, universellement employé.

Il cite, à ce sujet, le syndicat des fabricants de fécule, à Épinal, qui en fait un usage constant, et qui traite, en moyenne, 180 000 sacs de 100 kilog. de fécule, chaque année, et les magasins généraux de la même ville dans lesquels il se trouve quelquefois 80 000 sacs de fécule. Cet appareil, en effet, donne le type de la fécule, fait connaître son degré d'hydratation, permet de juger de sa qualité, en distinguant les bonnes qualités naturelles de celles qui ont fermenté ou ont été attaquées, ou qui sont altérées par des acides ou autres produits chimiques. (Arts chimiques.)

M. *Charles,* typographe, chez M. *Aubanel,* place Saint-Pierre, à Avignon (Vaucluse), envoie un mémoire et un croquis pour faire connaître ses projets de ballon pour navigation aérienne et d'aérostat observatoire pour le service des armées en campagne. (Arts mécaniques.)

M. *Porte,* rue Balagny, 11, à Paris, demande l'appui de la Société pour exécuter une machine à leviers qu'il a projetée et qui peut soit monter les matériaux dans les travaux de construction, soit faire marcher les voitures par des hommes, lesquels, dans un grand nombre de cas, remplaceraient avantageusement les chevaux. (Arts mécaniques.)

M. *Brulé-Motsan* (E.), faubourg de Hem, 240, à Amiens (Somme), demande à la Société d'examiner une machine à peigner le lin et le chanvre pour laquelle il veut prendre un brevet d'invention. (Avis donné à l'inventeur que l'examen de la Société ferait tomber son œuvre dans le domaine public, et que, dans son intérêt, il doit prendre un brevet avant cet examen.)

M. *Plonquet* (J. L.), médecin, à Ay-Champagne (Marne), envoie un mémoire sur l'influence matérielle et morale de l'usage alimentaire du vin comparé à l'usage des autres boissons. Il demande, en même temps, qu'on joigne ce travail aux recherches sur la culture de la vigne et la confection des vins de Champagne, qu'il a déjà envoyées à la Société pour le concours relatif à la fabrication du vin dans une région de la France. (Agriculture.)

M. *André* (A.), chez M. *Reubel,* au fort du mont Valérien, à Suresnes, près Paris, donne la description et les dessins d'un nouveau système de machines à vapeur qui doit, suivant lui, réaliser de très-grands avantages. (Arts mécaniques.)

M. *Dreyfus* (L.), rue de Rivoli, 42, hôtel de la Gironde, à Paris, soumet à l'examen de la Société une méthode graphique pour déterminer le nombre de dents des roues d'engrenages dans le tour à fileter.

Cette méthode, qui repose sur l'emploi d'un tableau graphique à lignes verticales et horizontales et à hyperboles équilatères, permet d'obtenir, dans tous les cas, les diverses solutions de cette question indéterminée. (Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Raffard,* rue de Richelieu, 45, à Paris, présente une note sur un appareil qu'il propose pour rendre plus efficace et tout à fait sans danger l'emploi de la marche à contre-vapeur pour le ralentissement des trains. (Arts mécaniques.)

M. *Fastré* (J. T.), opticien, rue de l'École-Polytechnique, 3, à Paris, présente un thermomètre aéro-électrique de sûreté qui peut être employé à divers usages. (Arts économiques.)

M. *Coste* (L. M. P.), ancien élève de l'École polytechnique et capitaine d'artillerie en retraite, place du Palais, 9, à Montpellier (Hérault), adresse à la Société deux ouvrages qu'il a publiés : 1° *Relation des températures des vapeurs saturées avec leurs tensions correspondantes,* Paris, 1868, in-8°; 2° *Du calcul des machines à vapeur dans le cas de la détente,* Paris, 1870, in-18. Il fait ressortir dans la lettre d'envoi l'importance du principe de Sady *Carnot* qui a servi de base à toutes ses recherches.

La *Société d'horticulture de Bordeaux,* chez M. le docteur *Guigneau,* rue de Grassi, 9, à Bordeaux, fait connaître l'exposition des produits de l'horticulture qu'elle ouvrira, dans cette ville, du 5 au 8 septembre 1872, et envoie un exemplaire du programme-règlement de cette exposition. (Agriculture.)

MM. les *Secrétaires* font l'analyse de la partie imprimée de la correspondance, dans laquelle on remarque les articles suivants :

M. *Leclert* (Émile), ingénieur des constructions navales, Description de l'expérience pour la direction des ballons faite le 2 février 1872, par M. Dupuy de Lôme; Paris, 1872, br. in-8° (extrait du *Journal de physique théorique et appliquée*).

Bulletin de la Société chimique de Paris; Paris, 1872, in-8°, huit numéros de janvier à avril inclusivement. Hachette, éditeur.

Du système des syndicats et de ses applications, broch. in-8° publiée par l'*Union économique;* Paris, 1872, boulevard Poissonnière, 24.

Rapports des comités. — *Puits instantanés.* — M. *Tresca* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur l'appareil installé par M. *Donnet,* ingénieur civil, à Lyon, pour enfoncer les tubes qui constituent ses puits instantanés.

Le comité des arts mécaniques propose au Conseil de remercier M. *Donnet* de sa communication, et d'ordonner l'insertion, au *Bulletin* de la Société, du rapport auquel elle a donné lieu, avec le dessin complet de la sonnette portative.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Chemin de fer d'intérêt local.* — M. *Baude,* vice-président de la Société, donne lecture d'une note sur les conditions dans lesquelles se trouvent la plupart des chemins de fer qu'on propose de construire sous le nom de *chemins de fer d'intérêt local.* (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Borne-fontaine incongelable. — M. *Pihet* fait connaître au Conseil les perfectionnements que MM. *Broquin* et *Lainé,* fondeurs, faubourg du Temple, 59, à Paris, ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faits à la forme adoptée généralement pour les bornes-fontaines, afin d'assurer leur service même pendant les gelées. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

Thermomètre-avertisseur électrique. — M. *Fastré,* opticien, lit une note sur le thermomètre-avertisseur électrique de sûreté qu'il a construit et dont il propose diverses applications.

Sur une planchette verticale est fixé un tube en U en fer, rempli de mercure, se terminant, d'une part, par un tube en verre solidement luté et, à l'autre extrémité, par un tube métallique quelconque d'un petit calibre qui rejoint cette partie de l'appareil avec un réservoir contenant un volume déterminé d'air atmosphérique bien sec. Ce réservoir est plongé dans la source de chaleur dont on veut surveiller la température.

Le tube en fer est en communication métallique avec un fil conducteur qui le met en relation avec l'un des électrodes d'une pile, dont l'autre électrode est lié à une sonnerie électrique, montée sur le même support que le tube en U; cette sonnerie porte un fil conducteur dont l'extrémité plonge dans le tube en verre et peut être placée, avec beaucoup de précision et de fixité, à la hauteur correspondante au degré de ce thermomètre à air que la température de la source de chaleur ne doit pas dépasser.

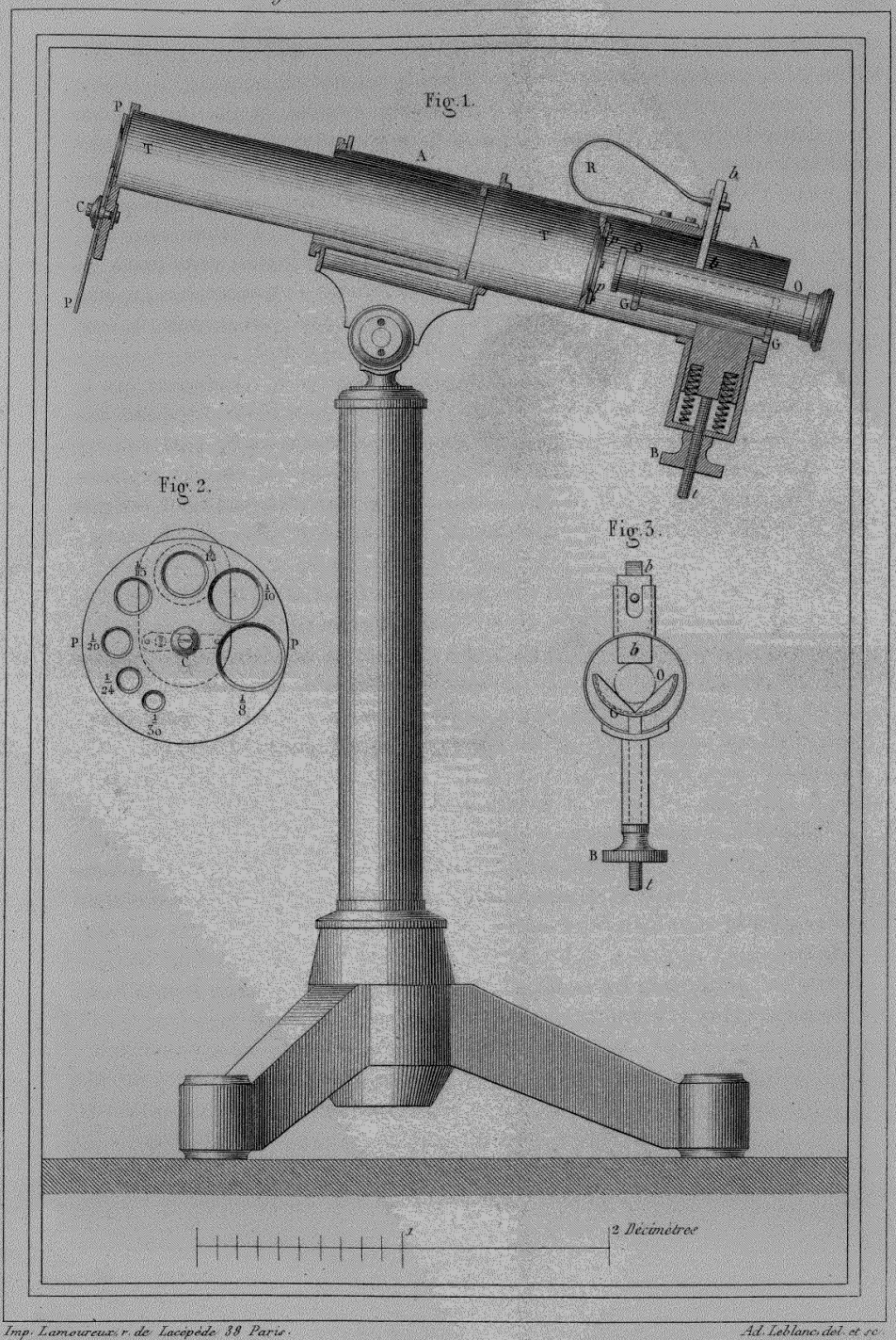
On voit, d'après cette description, que, quand la température de la source de chaleur augmentera, l'air du réservoir, en se dilatant, fera monter le mercure dans le tube en verre. Aussitôt que ce métal aura atteint l'extrémité du fil venant de la sonnerie électrique, le circuit sera fermé, et la sonnerie sera mise en mouvement. Des dispositions très-simples pourraient rendre l'appareil indépendant de la pression barométrique, si cette précision devenait nécessaire.

Cet appareil peut être appliqué à une foule d'usages : l'annonce de la température-limite des générateurs à vapeur, la connaissance de la température des serres, l'existence d'un commencement d'incendie dans les constructions exposées à ce danger, etc. Par un changement de la position du fil dans l'autre branche du tube en U, il indiquerait de même l'arrivée de la température minima que peut supporter une serre chaude et, par suite, la nécessité d'augmenter le feu. (Renvoi au comité des arts économiques.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Delaporte,* ingénieur civil, à Paris, est nommé membre de la Société, par un vote du Conseil.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

APPAREIL POUR L'ESSAI DES OCULAIRES, PAR M. LE ROUX.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Novembre 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* PARACHUTE *imaginé par* M. SALVA, *à Rouen.*

Messieurs, M. Salva, ingénieur, à Rouen, a soumis à votre appréciation un parachute de son invention pouvant fonctionner dans les mines et maintenir la cage d'extraction suspendue sur les guides en cas de rupture du câble, mais plus spécialement destiné aux monte-charges ou ascenseurs mécaniques établis au-dessus du sol.

M. Salva s'est particulièrement préoccupé de construire un parachute capable de fonctionner avec des guides en fer, plus durables, moins encombrants que le bois, moins sujets aussi à des réparations. En effet, les griffes qui forment l'organe essentiel de la plupart de ces appareils et sont destinées à pénétrer dans les poutrelles pour maintenir la cage en suspension ne le peuvent faire qu'au prix d'une détérioration nécessaire et souvent poussée par l'intensité du choc au delà de ce qui serait indispensable. Sur le fer, au contraire, et en ne faisant intervenir que le frottement, le fonctionnement ne laisse aucune trace et n'exige aucune réparation. Si donc, les guidonnages métalliques devaient remplacer, dans les mines, les longrines de bois asso-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ciées au cuvelage, on pourrait trouver là un vaste débouché pour ce nouveau parachute. Mais cette transformation, bien que déjà à l'essai, n'est encore qu'à l'état de proposition et sujette à objections. Dans les usines, au contraire, dans les hôtels ou les maisons d'habitation munis d'ascenseurs, le bois cède de plus en plus la place aux charpentes métalliques, et le parachute Salva paraît très-directement approprié aux services à rendre en pareille circonstance.

Il est cependant nécessaire de dire que d'autres inventeurs ont déjà cherché à approprier aux guidonnages métalliques l'emploi des parachutes. M. Bourdon a construit (particulièrement chez M. Mame, à Tours) un système d'arrêt fondé sur l'emploi d'un ressort et de renvois de leviers qui, entrant en jeu au moment de la rupture, compriment le guide dans une mâchoire en fer et y déterminent un frottement proportionnel au poids. D'un autre côté, M. Lespermont a établi (chez M. Breton, filateur, au Thar, Alsace) un système analogue, où des pièces formant mâchoire se rapprochent au moment convenable sous l'action d'un coin qui pénètre entre leurs prolongements. Ces appareils sont en quelque sorte des freins automoteurs. Celui de M. Salva s'en distingue complétement. Il constitue un organe d'arrêt absolu, fondé sur les propriétés de l'arc-boutement.

Deux pièces de fer à **T** régnant sur toute la hauteur du puits d'ascension servent, en temps ordinaire, de guides à la cage dans son mouvement, tant qu'elle est suspendue au câble, et se trouvent, au contraire, subitement pincées chacune entre deux excentriques si le câble vient à se rompre. Les excentriques sont, dans les conditions normales, soulevés par leur partie postérieure établie à charnière sur la traverse horizontale à laquelle s'amarre le câble. Ils basculeraient ainsi complétement si un talon ne les en empêchait, en buttant après une faible inclinaison. Celle-ci suffit pour écarter les cames des longrines et est assez faible en même temps pour que leur retour, au contact de ces dernières, soit presque instantané en cas de rupture. Ce retour est provoqué par des ressorts sans grande force, ordinairement comprimés par la force d'extraction transmise du câble à la cage par l'intermédiaire des excentriques et subitement supprimée par le fait de la rupture. La théorie de l'arc-boutement de pareils excentriques n'est pas à faire, elle est classique; et l'on sait parfaitement que, bien que le glissement géométrique paraisse toujours possible sur le dessin, l'arrêt physique est absolu et d'autant plus énergique que les efforts qui tendraient à opérer ce glissement sont eux-mêmes plus intenses. Toute l'efficacité réside dans un rapport

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

convenable à établir entre les dimensions et les coefficients de frottement.

Par un récent perfectionnement, M. Salva a imaginé de relier la cage à la barre de suspension qui soulève les excentriques, non plus d'une manière rigide mais par l'intermédiaire de ressorts, afin d'amortir le choc que produit la vitesse acquise par la charge pendant le temps du rapprochement des excentriques, temps très-court, à la vérité, mais compensé, quant à la production de force vive, par la grande masse en mouvement. Ce détail paraîtra d'autant mieux à sa place que l'arrêt est ici absolument instantané, dès que les excentriques arrivent en situation, tandis qu'avec des griffes il y a pénétration progressive dans le bois et déchirement des fibres, en un mot une sorte de frein pour amortir dans un temps très-court encore, mais cependant plus sensible.

Deux dispositifs avaient été proposés par M. Salva. Dans l'un, chaque paire d'excentriques saisit un même fer à T sur ses deux faces comme dans une mâchoire. Dans l'autre, les excentriques agissent par écartement sur des pièces distinctes placées dans les angles. Ce dernier système, auquel l'auteur paraît, du reste, renoncer de lui-même, doit être écarté comme donnant des poussées au vide.

Pour un prix de revient d'environ 350 francs, M. Salva arrête, en cas d'accident, une charge utile de 1 200 kilog. jointe à un poids mort sensiblement égal; c'est en tout 2400 kilog. Mais il est clair que ces chiffres n'ont rien d'absolu et pourraient être augmentés au besoin. Des parachutes de ce genre sont déjà établis aux docks de Rouen et chez un fabricant de la même ville, M. Létorey. Des expériences ont été faites aux docks, en faisant couler de l'eau et même de l'huile sur les longrines, et cependant l'arrêt s'est toujours opéré d'une manière satisfaisante, d'après les relations insérées aux *Annales industrielles* du 1er octobre 1871 et au *Bulletin* de la Société d'émulation de Rouen pour le 1er décembre 1869.

Votre comité, Messieurs, a pensé que l'appareil de M. Salva, dans les limites indiquées ci-dessus, présente une idée juste et bien traitée. Il vous propose de remercier l'auteur de son intéressante communication et de faire insérer le présent rapport, avec le dessin à l'appui, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 avril 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE AU PARACHUTE DE M. SALVA, REPRÉSENTÉ PLANCHE 478.

Le système de parachute que représentent les figures 1 et 2 est celui qui est appliqué aux monte-charges des docks de Rouen.

Fig. 1. Élévation de l'appareil dans un plan vertical coupant par le milieu la cage à laquelle il est appliqué.

Fig. 2. Vue partielle en dessus.

A A, cage.

B, B, guides de la cage formés par des fers à **T**.

C, traverse portant l'anneau de suspension de la cage.

D, chaîne de suspension de la cage.

E, E, excentriques disposés de l'un et l'autre côté de chaque guide B, qu'ils sont destinés à pincer en cas de rupture de la chaîne ou du câble de suspension.

F, F, axes d'oscillation des excentriques E.

G, G, barres parallèles reliant deux à deux les extrémités postérieures des excentriques.

H, H, lames de ressorts à extrémité antérieure libre, disposées au-dessus de chaque excentrique et destinées à les mettre en prise avec les guides de la cage.

Les choses étant ainsi disposées, lorsque la cage est suspendue à son câble, les extrémités postérieures des excentriques E sont maintenues relevées, en même temps que les têtes exercent une pression sur les ressorts H; par conséquent, les excentriques ne peuvent pincer les guides (position indiquée par les traits pleins de la figure 1). Mais, dès qu'il y a rupture du câble, les extrémités postérieures des excentriques n'étant plus soumises à une traction, les ressorts H se redressent instantanément et, relevant du même coup les têtes des excentriques (position indiquée par les traits ponctués), les guides se trouvent énergiquement pincés et la cage est arrêtée. (M.)

MÉCANIQUE AGRICOLE.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur les* POULIES DE TRANSMISSION A GRANDE DISTANCE *présentées par* M. PELTIER JEUNE, *constructeur d'instruments agricoles*, 10, *rue Fontaine-au-Roi, à Paris.*

Messieurs, l'industrie manufacturière est libre, en général, de grouper ses machines autour du moteur qui doit les animer, et d'entasser sur de faibles surfaces les ateliers les plus considérables. Il n'en est pas de même de l'industrie agricole : sans parler du travail des champs qui s'étend naturellement aux points les plus éloignés du domaine, les opérations qui s'exé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cutent dans la ferme exigent elles-mêmes, presque toujours, une surface considérable. Les granges, les étables, les écuries, la laiterie sont souvent situées à des centaines de mètres les unes des autres, et la machine à vapeur ou le manége, établis sur un point, restent inutiles partout ailleurs, faute de pouvoir y transmettre leur puissance. Les machines locomobiles, si recherchées des agriculteurs, remédient jusqu'à un certain point, non sans de sérieux inconvénients, à cette difficulté, et peuvent, à la rigueur, se déplacer pour animer successivement des instruments plus ou moins éloignés les uns des autres. Mais ce déplacement du moteur, déjà difficile lorsqu'il s'agit d'un manége ou d'une machine à vapeur, est absolument impossible pour une roue hydraulique, ce moteur agricole par excellence. Des milliers d'exploitations restent ainsi privées du bénéfice de l'emploi des forces mécaniques, faute de pouvoir transmettre à l'intérieur de la ferme la puissance d'une chute d'eau plus ou moins rapprochée.

Le problème général de la transmission de la force à distance a donc, pour l'organisation du service des machines dans les fermes, une importance toute particulière et plus considérable même que pour l'industrie manufacturière. Aussi, les transmissions *télédynamiques* inventées il y a une vingtaine d'années par M. Hirn, le savant mécanicien de Colmar, sont-elles aujourd'hui très-employées dans nos fermes et plus nombreuses assurément dans les ateliers ruraux que dans les manufactures.

En 1852, M. Hirn, s'étant proposé de transmettre une force de dix chevaux-vapeur à une distance de 80 mètres, imagina d'employer une légère courroie en ruban d'acier, portée par des tambours en bois de 2 mètres de diamètre et faisant 120 tours par minute. Bientôt après, M. Hirn remplaça les tambours par des poulies à gorge et le ruban métallique par un petit câble de quelques millimètres de diamètre, formé de fils fins de fer ou d'acier. Les appareils de transmission devenus, depuis lors, complétement pratiques et livrés au domaine public par le désintéressement de M. Hirn, ont reçu de nombreuses applications (1).

On peut citer plusieurs transmissions de M. Hirn, établies sur plus d'un kilomètre de longueur. Les transmissions moins longues sont naturellement es plus nombreuses, et l'usage de ces appareils est maintenant si facile, qu'on les rencontre, à Paris même, dans toutes les grandes maisons en construction.

(1) Voir *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 37.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quand la distance à franchir excède 80 à 100 mètres, le petit câble est supporté entre la poulie motrice et celle qui reçoit le mouvement par de légères poulies intermédiaires. Les câbles des transmissions télédynamiques sont extrêmement légers; ils ont généralement de 5 à 11 millimètres de diamètre et ne pèsent que de $0^k,140$ à 1 kilog. le mètre courant. Ils sont formés d'une âme en chanvre gondronné, entourée ordinairement de torons de six fils fins de fer, ou mieux d'acier, ayant de 1/2 millimètre à 1 millimètre de diamètre chacun. Les torons sont tordus dans un sens et enroulés sur l'âme en sens inverse, afin de supprimer la tendance que le câble aurait à former des boucles, s'il était fabriqué sans cette précaution. La force à transmettre étant connue, on doit calculer la vitesse des poulies motrices et la section du câble, de manière que l'effort de traction qu'il supporte pendant la marche ne soit qu'une faible fraction de sa résistance à la rupture. C'est faute d'avoir tenu compte de cette observation, que certains propriétaires ont eu à se plaindre d'une usure un peu rapide du câble. J'ai pu constater que la durée du câble est fort longue quand il est convenablement proportionné et que l'appareil est bien monté.

Les poulies des transmissions de M. Hirn doivent être disposées de manière à assurer au petit câble une adhérence suffisante, tout en lui évitant l'usure qui résulterait de son frottement sur une surface métallique, ou de son pincement trop énergique dans une gorge à coin ordinaire. Cette difficulté capitale a été surmontée par M. Hirn, en garnissant le fond des gorges de ses poulies avec de la gutta-percha refoulée dans une rainure à queue d'aronde. La gutta-percha, en raison de sa consistance spéciale, convient parfaitement à cet usage, mais elle offre l'inconvénient de se ramollir au soleil, surtout pendant les arrêts des poulies et, quelquefois, de s'altérer assez vite par l'action du grand air. On a donc cherché à remplacer la garniture en gutta-percha des poulies de transmission par une garniture en cuir présentant les mêmes avantages que la gutta-percha, sans en avoir les inconvénients.

M. Peltier jeune, fabricant bien connu d'instruments agricoles, qui a eu l'occasion d'établir avec succès, chez quelques-uns de ses clients, des transmissions télédynamiques du système de M. Hirn, a présenté à la Société une poulie à garniture de cuir dont vous avez renvoyé l'examen à votre comité d'agriculture.

Les dispositions adoptées par M. Peltier ont paru à votre comité de nature à assurer d'une manière simple les conditions d'un bon fonctionnement. La

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bande de cuir, placée au fond de la gorge de la poulie, est partagée en deux ou trois bouts, dont les extrémités convenablement repliées atteignent, en traversant une mortaise étroite, la surface intérieure de la jante. Des vis de rappel, engagées dans des buttoirs venus de fonte avec la poulie, saisissent l'extrémité des bandes de cuir et permettent de les appliquer et de les tendre d'une façon régulière et solide au fond de la gorge de la poulie, quelles que soient les variations de longueur que le temps ou l'usure puissent leur faire subir.

Votre comité d'agriculture, persuadé qu'il est utile de multiplier dans les exploitations rurales les transmissions télédynamiques inventées par M. Hirn, et de porter à la connaissance des intéressés les meilleurs modes de construction de ces appareils, a l'honneur, Messieurs, de vous proposer :

1° De remercier M. Peltier jeune de sa communication ;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé HERVÉ MANGON, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *avril* 1872.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HENRI PELIGOT, *au nom du comité des arts économiques, sur un* MODÉRATEUR ASPIRATEUR HYGIÉNIQUE *applicable aux appareils de chauffage, présenté par* M. HENRY, *à Saint-Denis, rue de Paris*, 67.

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen de votre comité des arts économiques l'examen des appareils présentés par M. Henry, et destinés à assainir les locaux dans lesquels se trouvent des poêles ou des fourneaux de cuisine.

J'ai l'honneur de vous rendre compte des résultats de cet examen.

On sait que, dans les ménages d'ouvriers, des poêles-cuisinières en fonte, chauffés au moyen du charbon de terre, sont souvent employés tant pour le chauffage des pièces d'habitation que pour la préparation des aliments. Ces appareils, placés au milieu d'une chambre, ne sont presque jamais surmontés de hottes, et le conduit de fumée est un simple tuyau de tôle muni d'une clef qui sert à régler le tirage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rien n'est moins précis que ce mode de réglage, les registres n'étant que très-imparfaitement ajustés dans les tuyaux et la manœuvre de la clef n'étant pas toujours très-régulière. De plus, l'absence de hotte fait que les préparations culinaires émettent dans la chambre, qui est souvent une chambre à coucher, des fumées et des odeurs malsaines, ou tout au moins fort incommodes.

C'est à ce double inconvénient que M. Henry s'est proposé de remédier.

Pour atteindre ce but, il a imaginé d'abord de remplacer le registre modérateur de la manière suivante :

Il perce le tuyau de fumée d'un certain nombre d'ouvertures oblongues, calculées de telle façon que leur surface totale soit égale à la section du tuyau; puis il entoure cette portion du conduit d'une douille concentrique emboîtant exactement le tuyau et percée d'ouvertures semblables à celles ci-dessus, de telle sorte qu'en faisant tourner cette douille on puisse, ou fermer complétement les ouvertures du tuyau, ou les fermer partiellement, ou les ouvrir d'une manière complète.

Le jeu de l'appareil est facile à comprendre. Lorsque les ouvertures du conduit de fumée sont complétement fermées, le tirage se fait comme s'il n'y avait pas de registre; si on les ouvre partiellement, une partie de l'air de la chambre se précipite dans le tuyau et le tirage diminue. Il diminue plus encore, si l'on découvre entièrement les ouvertures. On peut, ainsi, laisser le feu s'éteindre lentement, en ne perdant que le minimum de la chaleur du foyer et sans crainte de voir la pièce s'emplir de fumée ou de gaz carbonique.

Pour compléter l'assainissement de la pièce, il fallait se débarrasser des vapeurs et odeurs provenant de la cuisson des aliments.

M. Henry propose, dans ce but, une espèce de hotte mobile, en métal, pouvant s'adapter par un ajutage à douille tournant, comme le précédent, autour du tuyau. Cet ajutage se trouve placé au-dessus de l'appareil dont nous venons de parler; il est muni d'une clef, de telle sorte que, lorsqu'on ne fait pas de cuisine, il suffit de fermer cette clef pour que le tirage se fasse comme à l'ordinaire. Quand, au contraire, on veut faire cuire des aliments, on ouvre la clef de l'ajutage et l'on adapte à son extrémité la petite hotte mobile, que l'on dirige de manière à la placer au-dessus du plat en préparation. Les vapeurs se précipitent dans le tuyau et sont enlevées avec la fumée. La douille sur laquelle s'adapte la hotte est munie de deux arrêts qui permettent de limiter sa course, de manière que la hotte vienne prendre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exactement sa place au-dessus de l'un ou de l'autre des réchauds du fourneau.

Votre rapporteur a vu fonctionner les deux appareils ci-dessus décrits; il a pu s'assurer que leur marche était régulière, et qu'ils remplissaient bien les fonctions indiquées par l'inventeur.

La dépense supplémentaire à laquelle leur application peut donner lieu est peu importante; leur adoption est de nature à améliorer sensiblement les conditions hygiéniques des locaux dans lesquels fonctionnent des fourneaux dits économiques.

Votre comité vous propose, en conséquence,

1° De remercier M. Henry de son intéressante communication;

2° D'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*, avec le dessin des appareils.

Signé Henri Peligot, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *mai* 1872.

LÉGENDE RELATIVE AUX APPAREILS DE M. HENRY, REPRÉSENTÉS PLANCHE 478.

Fig. 3. Vue de profil d'un modérateur aspirateur, appliqué à un fourneau de cuisine.

Fig. 4. Vue en dessus avec section du tuyau de fumée, faite à la hauteur du modérateur.

Fig. 5. Section horizontale suivant la ligne I, II de la figure 3.

a a, appareil modérateur proprement dit, s'adaptant sur le tuyau de fumée.

b, b, bagues rivées sur le tuyau *a a*.

c, manchon mobile recouvrant le tuyau *a a*, et placé entre les deux bagues *b, b* qui servent à le maintenir.

d, ouvertures oblongues, au nombre de quatre, percées sur le tuyau *a* et en même nombre sur le manchon *c;* elles sont respectivement disposées de telle sorte que, en faisant tourner le manchon au moyen de la poignée de manœuvre dont il est muni, on puisse soit obturer complétement les ouvertures du tuyau *a,* soit les découvrir partiellement, soit, enfin, les ouvrir tout à fait.

e, poignée de manœuvre du manchon *c* (fig. 5).

f, bouton d'arrêt fixé sur le tuyau *a*, et servant à limiter la rotation du manchon *c* au moyen d'une rainure dont ce manchon est muni.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

g, ajutage muni d'une clef, fixé à l'appareil *aa* au-dessus de la bague supérieure *b*.

h, chapeau se reliant par un tuyau coudé à l'ajutage *g;* disposé au-dessus de la marmite du fourneau, il reçoit les vapeurs de la cuisson qui se rendent par l'ajutage *g* dans le tuyau de fumée de l'appareil. On peut avoir plusieurs ajutages semblables fixés à l'appareil et, au moyen de coudes de différentes longueurs, disposer autant de chapeaux *h* qu'il y a de marmites au fourneau; il va sans dire que, lorsqu'une marmite ne fonctionne pas, la clef de l'ajutage *g* correspondant doit être fermée.

Fig. 6. Vue de face d'un modérateur aspirateur disposé autrement que le précédent.

Fig. 7. Section horizontale suivant la ligne III, IV de la figure 6.

i i, Appareil modérateur; il est monté directement sans coude sur le fourneau, et à sa partie supérieure vient s'emboîter le tuyau de fumée.

j est une ouverture unique, dont l'étendue se règle au moyen d'un registre vertical *k*.

k, registre glissant dans deux rainures, et manœuvré au moyen d'un bouton fixé à sa partie supérieure.

l, ajutage avec clef identique à l'ajutage *g* (fig. 3), et sur lequel on peut adapter, comme ci-dessus, un chapeau pour absorber les vapeurs d'une marmite.

Fig. 8. Vue de face d'une chambre d'appel additionnelle.

Fig. 9. Vue de profil de ladite chambre d'appel.

Cette chambre, construite en zinc ou en tôle, enveloppe entièrement le fourneau, excepté sur le devant qui reste ouvert afin de permettre de faire le feu et de soigner la cuisson des aliments. La hotte qui surmonte cette chambre est formée de deux parties, dont l'inférieure est à charnières. (M.)

ARTS PHYSIQUES.

Rapport *fait par* **M. Debray,** *au nom du comité des arts chimiques, sur* **l'appareil de chauffage par le gaz** *de* **M. Wiessnegg,** *place de la Sorbonne, à Paris.*

Messieurs, il y a quelques années, M. Perrot, de Genève, a présenté à la Société d'encouragement un fourneau à gaz, de construction remarquable, qui permettait d'obtenir la fusion en grand du cuivre, de l'or et, par conséquent, de leurs nombreux alliages. C'était la première fois que l'on obtenait la fusion de matières aussi réfractaires sans avoir recours à l'air forcé. La

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

description détaillée de cet appareil a été insérée, avec une planche à l'appui, dans le *Bulletin* de la Société (1).

Malheureusement, le prix trop élevé de ce fourneau et la facilité avec laquelle le mécanisme compliqué destiné à régler l'entrée du gaz et de l'air dans les brûleurs se détériorait lorsqu'un accident de fonte avait lieu, en avaient empêché jusqu'ici la vulgarisation. Les petits bijoutiers avaient reculé devant la dépense de l'appareil et, dans les ateliers où on l'avait adopté, on regrettait que les avantages réels qu'il présentait sur les fourneaux ordinaires fussent achetés un peu cher et au prix de réparations fréquentes.

Un constructeur habile, qui rend tous les jours de grands services aux chimistes, M. Wiessnegg, a récemment construit un petit modèle modifié du fourneau de M. Perrot, qui ne laisse rien à désirer sous le rapport de la solidité et de l'économie. Il permet d'obtenir, en une demi-heure, la fusion de 400 à 500 grammes d'alliage d'or avec une faible dépense de gaz. Comme dans l'ancien appareil, le gaz de l'éclairage mélangé à de l'air s'échappe enflammé de brûleurs disposés en couronne, et vient chauffer un creuset entouré d'une enveloppe. Ce creuset est supporté par une tige de fer, terminée par un cylindre de terre réfractaire. Les gaz, après l'avoir chauffé, circulent à l'extérieur de l'enveloppe qui l'entoure et vont ensuite se rendre dans une cheminée ordinaire ou dans un tuyau de tôle. Mais le réglage de l'air et du gaz est infiniment plus simple : pour le gaz un seul robinet suffit; pour l'air, on se sert d'une valve unique, placée au-dessous de l'appareil, et qu'un levier fait mouvoir. S'il arrive un accident à la fonte, le métal qui s'échappe du creuset ne rencontre plus, comme dans l'appareil primitif, les organes délicats du réglage de l'air; il tombe dans une cavité métallique, très-résistante, d'où il est facile de le retirer.

De plus, la flamme des brûleurs ne s'élève plus verticalement contre les parois du creuset, sans avoir le temps de se mélanger à l'air extérieur. M. Wiessnegg a disposé les ouvertures de ses brûleurs, de manière à communiquer à la flamme un mouvement hélicoïdal autour du creuset; le mélange des gaz et de l'air venant de l'extérieur des brûleurs se fait alors plus intimement, et il en résulte une élévation notable dans la température que l'on peut produire.

M. Wiessnegg a déjà construit un grand nombre de ces nouveaux four-

(1) Voy. *Bulletin* de 1868, 2e série, t. XV, p. 141.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

neaux pour les petits ateliers de bijouterie et d'orfévrerie, où ils rendent de grands services; beaucoup d'autres industries trouveront, sans aucun doute, des avantages à l'employer. Votre comité des arts chimiques vous propose donc de remercier M. Wiesnegg de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport, avec le dessin de l'appareil, au *Bulletin* de la Société.

Signé DEBRAY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 8 *mars* 1870.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 479 REPRÉSENTANT L'APPAREIL DE CHAUFFAGE DE M. WIESSNEGG.

Fig. 1. Section verticale de l'appareil.

Fig. 2. Vue en dessus de l'appareil privé de son couvercle.

Fig. 3. Vue de l'ensemble des brûleurs et de la boîte d'admission de l'air et du gaz.

Fig. 4. Vue en dessus correspondante à la figure 3.

Fig. 5. Vue en dessous de la boîte.

Fig. 6. Détail d'un brûleur à une échelle double de celle des figures précédentes.

Fourneau (fig. 1 et 2). — A, chemise cylindrique externe en terre réfractaire; comme à la suite d'opérations prolongées la terre se fendille souvent, cette chemise est recouverte d'une feuille de tôle maintenue dans le bas par un cercle de laiton.

B, trépied en fer sur lequel est fixée la chemise A.

C, chemise cylindrique interne, mobile, entourant le creuset; elle est également en terre réfractaire et munie, à la partie inférieure, d'une large embase à l'aide de laquelle elle repose sur le fond annulaire de la chemise A; elle est, en outre, renforcée par six nervures verticales, régnant sur la moitié de sa hauteur à partir du haut, dont trois intérieurement et trois extérieurement.

D, petit dôme, en terre réfractaire, reposant sur la chemise C et percé d'une ouverture égale et correspondante à celle du creuset.

E, couvercle, en terre réfractaire, muni d'une anse et s'appliquant sur la chemise A; le dessous de ce couvercle est en forme de dôme.

F, bouchon faisant partie du couvercle E et pouvant s'enlever, sans toucher à celui-ci, pour permettre d'examiner le creuset pendant l'opération de la fonte.

G, tuyau pour la sortie des gaz de la combustion; il s'adapte à un coude fixé à la tôle qui enveloppe la chemise extérieure A, et communiquant avec celle-ci par une ouverture percée au tiers environ de sa hauteur à partir du bas.

H, creuset reposant, au centre de la chemise interne C, sur un cylindre I.

I, cylindre, en terre réfractaire, maintenu verticalement par une broche ou tige centrale J.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J, broche en fer pénétrant au centre du cylindre I ; elle fait partie de l'appareil de chauffage proprement dit.

Appareil de chauffage proprement dit (fig. 1, 3, 4, 5 et 6). — K, boîte ronde en laiton, dans laquelle arrive l'air extérieur destiné à se mélanger au gaz; elle repose sur trois boutons-supports et est formée de deux compartiments superposés, dont le supérieur pénètre dans l'autre de manière à établir dans celui-ci une chambre annulaire, dans laquelle le gaz est admis avant de se mélanger à l'air qui se rend directement dans le compartiment supérieur (fig. 1).

L, brûleurs en bronze, au nombre de six, fixés sur la boîte K; leur tête recourbée et la position relative de leurs ouvertures, découpées en forme de sifflet (fig. 1 et 4) ont pour effet d'amener la flamme à pénétrer sous forme hélicoïdale par l'ouverture inférieure de la chemise intérieure C du fourneau.

La figure 6 indique comment les brûleurs sont assemblés sur la boîte K, et comment le gaz, admis d'abord dans le compartiment annulaire de la boîte K, pénètre ensuite dans chacun des brûleurs par un petit bec conique.

M, tuyau par lequel le gaz arrive dans la partie inférieure de la boîte K.

N, petit manomètre placé sur le tuyau M (fig. 1).

O, valve d'admission de l'air extérieur dans la boîte K; c'est un disque percé de trois ouvertures, correspondantes à trois ouvertures de même diamètre percées dans le fond de cette boîte; au moyen d'un levier de manœuvre, on découvre plus ou moins les ouvertures et, par conséquent, on règle à volonté la quantité d'air à admettre.

P, levier de manœuvre de la valve O.

Q, fourreau cylindrique fixé verticalement au-dessus et au centre de la boîte K, et dans lequel est introduite la broche J.

R, clef à vis servant à assujettir la broche J dans son fourreau et permettant de l'arrêter à telle hauteur qu'on veut, suivant la dimension du creuset dans lequel on opère.

S, petite coupelle en fonte traversée par le fourreau Q qui la supporte sur un renflement, et destinée, en cas d'accident à la fonte, à recevoir le métal provenant du creuset. (M.)

BALISTIQUE.

EXPÉRIENCES SUR LE TIR DES BALLES DE PLOMB, PAR M. MELSENS.

M. Melsens a fait paraître récemment un intéressant travail intitulé :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Note sur les plaies produites par les armes à feu, sur quelques effets de la pénétration des projectiles dans divers milieux, et sur l'impossibilité de la fusion des balles de plomb qui frappent les hommes ou les chevaux. Cette brochure renferme la description d'expériences très-intéressantes sur le tir des balles de plomb, qui peuvent être considérées comme faisant suite à celles de MM. Morin, Piobert et Didion sur le tir des projectiles durs. Nous ne reproduirons ici que cette partie du travail de M. Melsens, bien qu'elle n'en soit qu'une partie accessoire, la réfutation qu'il avait surtout en vue de l'opinion émise que les balles pouvaient fondre faisant des blessures à la rencontre des corps durs, des os, sortant de la spécialité de ce recueil. Nous en dirons seulement quelques mots.

Plusieurs chirurgiens ont signalé avec étonnement des fragmentations des balles lancées par les armes à feu, et surtout par les armes nouvelles qui leur impriment un rapide mouvement de rotation. M. Coze, ancien professeur de médecine, à Strasbourg, s'appuyant sur la théorie mécanique de la chaleur, a cherché à établir la fusion probable des balles dans les plaies produites par les armes à feu. Si on calcule la quantité de chaleur équivalente à la force vive possédée par une balle lancée par une arme de guerre, on la trouve suffisante pour fondre cette balle; mais il n'en résulte pas que ce phénomène se produise dans les circonstances dont il vient d'être parlé. Pour que le travail mécanique se convertisse en chaleur, il faut que certaines conditions soient remplies, à savoir, que les effets mécaniques du travail deviennent impossibles, et que les mouvements de masse puissent devenir des mouvements vibratoires moléculaires. Ces conditions ne sont nullement satisfaites dans le cas dont il s'agit, et la prétendue fusion des balles dans les blessures n'existe pas. M. Melsens l'a prouvé surabondamment en tirant, sur des chevaux morts, des balles de plomb, d'alliage fusible, dans des circonstances variées, sans constater de fusion. C'est que la balle, en déchirant les chairs, en brisant les os, accomplit un travail mécanique résistant qui consomme la force vive de la balle, si bien qu'il n'en reste plus à convertir en quantité notable de chaleur.

Mais il y a mieux, et c'est là la partie des expériences de M. Melsens sur laquelle nous voulons insister, le tir des balles en métal mou, en plomb, contre des obstacles inébranlables ne produit pas d'effets calorifiques bien notables. Nous allons reproduire la partie du mémoire où les faits qui se rapportent à ce genre de tir sont décrits, puis nous prendrons la liberté de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

terminer par quelques considérations théoriques qui nous paraissent expliquer clairement des faits observés.

Tir contre des obstacles sensiblement inébranlables.

« Les formules données plus haut (pour convertir la force vive possédée par une balle en quantité de chaleur, en la divisant par la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur) nous apprennent qu'un projectile de plomb, dont la température serait celle de la glace fondante, et qui serait animé d'une vitesse de 360 mètres par seconde environ, s'échaufferait à 325 degrés et fondrait complétement s'il était arrêté brusquement. On pourrait faire des calculs analogues pour tous les métaux et alliages dont je me suis servi, mais qu'il nous suffise de nous occuper du projectile employé à la guerre.

« Je charge un fusil lisse de munition avec un poids de poudre capable d'imprimer à la balle sphérique de plomb de $16^{mm},7$ de diamètre, du poids de $0^{k},02365$, une vitesse de 400 mètres par seconde environ, l'obstacle que la balle frappera, placé à 5 ou 6 mètres de la bouche à feu, se compose d'une petite enclume de maréchal, d'une largeur de $0^{m},110$ sur $0^{m},260$ de hauteur; son poids est de 48 kilogrammes; elle est parfaitement appuyée contre un mur d'une forte épaisseur pour la rendre aussi inébranlable que possible. Sa surface est dure et ne s'entame pas par la lime. Cette enclume est enveloppée par une feuille de zinc mince, n° 8, de 2 mètres de long, qui, repliée sur elle-même, forme, en avant de sa surface tournée vers le tireur, un long tube dans lequel on espérait retrouver, afin de pouvoir les peser, les fragments des balles brisées par le choc; l'entrée de ce tube était fermée par quelques feuilles d'un papier très-fort destiné à recueillir les fragments rejetés en avant.

« La première balle qui frappa l'enclume l'atteignit très-sensiblement au centre de figure et ses fragments, s'éparpillant de ce point, découpèrent la lame de zinc dans le prolongement du plan de l'enclume; beaucoup de fragments menus étaient implantés dans le couvercle de papier, à 2 mètres en avant; quelques-uns l'avaient traversé; on déploya rapidement la lame de zinc pour juger de la température des fragments les plus gros : on les trouva chauds, mais non brûlants; remarquons, toutefois, qu'une observation pareille n'a pas une bien grande valeur, bien que le temps du refroidissement fut très-court.

« Mais il est un point qu'il faut remarquer très-particulièrement d'abord, c'est que la vitesse de la balle, que j'estime à 400 mètres par seconde, étant anéantie et toute la force vive transformée en chaleur, la température dans le plomb complétement fondu ne s'élèverait pas à moins de 415 degrés C., c'est-à-dire à plus de 90 degrés C. au delà du point de fusion; or, comme je suppose toujours que la balle, au moment du choc, ne possède que la température de la glace fondante, ce qui est impossible dans le tir fait à la température ordinaire, et que je fais abstraction de la température qu'elle peut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

acquérir dans son parcours dans l'âme du fusil au contact des gaz de la déflagration de la poudre, il est incontestable que la température doit être encore plus élevée que 415 degrés C.

« Quoi qu'il en soit, il est incontestable que, dans le tir sur mon enclume, je retrouve une quantité considérable de fragments qui n'ont pas subi la fusion, et je n'ai jamais observé des gouttelettes appréciables à l'œil nu.

« Un phénomène me frappa : au moment où on déploya la lame de zinc, de la fumée et une poussière intense remplissaient l'appareil ; je l'attribuai d'abord à tort à la poussière qui pouvait se trouver naturellement adhérente à l'oxyde de fer qui recouvre le fond de l'enclume ou à la poussière ordinaire sur la lame de zinc, poussière que l'ébranlement du choc aurait soulevée ; je me trompais, comme on le verra plus loin.

« La découpure de la lame de zinc n'était pas absolue ; la portion en avant de l'enclume tenait encore à la partie fixée en arrière de son plan par une série de points ; les lèvres de la plaie étaient rejetées au dehors et formaient une découpure interrompue par les adhérences, peu nombreuses, du reste, comparées aux parties entièrement détachées.

« Placées contre le jour, les découpures apparaissent comme qui dirait formées par un dessin irrégulier des bords d'une dentelle de Malines. En effet, au delà de la plaie on observe une série nombreuse de petites ouvertures irrégulièrement disposées et irrégulières dans leurs contours, comme si elles avaient été produites par le passage de projectiles microscopiques irréguliers ; parfois, mais ce sont des exceptions, le petit trou formé paraît rond. Près des places trouées, plus en avant du côté du tir, se trouvent une série nombreuse de blessures faites à la lame de zinc par ces mêmes projectiles microscopiques, qui n'avaient plus assez de force vive pour la traverser.

« J'ai vainement cherché à reproduire ces ouvertures microscopiques en tirant de la limaille de plomb sur une feuille du même zinc. Le fusil était chargé par une quantité de poudre de chasse capable de donner à la balle de $26^{gr},5$ une vitesse de 400 mètres ; on introduisait ensuite $26^{gr},5$ de limaille de plomb, soit seule, soit mélangée de quelques grammes de plomb de chasse ; la lame de zinc, fixée sur un cadre, ou librement suspendue, se trouvait d'abord à 5 ou 6 mètres de la bouche à feu ; mais j'ai fait aussi des tirs en me rapprochant jusqu'à 1 ou 2 mètres.

« Une partie de la charge fait balle et, autour de la large blessure ainsi produite, on aperçoit des ouvertures relativement assez grandes, irrégulières et rondes, dues au passage de la limaille ou des grains ; puis une série nombreuse de traces des projectiles n'ayant plus la force de percer la tôle de zinc. Le tir se faisant avec de la limaille de fer donne lieu aux mêmes observations sensiblement. Je ne suis parvenu, dans une série de dix coups avec de la limaille de différentes grosseurs, mais toujours assez fine, qu'à obtenir trois ouvertures microscopiques, tandis que dans le tir unique, sur l'enclume entourée de la lame de zinc, il s'en était produit des centaines.

« Quoi qu'il en soit, tous les petits fragments de plomb qu'on parvint à retrouver, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le tir sur l'enclume et le ricochet sur la lame de zinc, furent examinés dans cette expérience et dans beaucoup d'autres; il résulte de leur examen, fait à la loupe ou au microscope simple et au microscope binoculaire, qu'ils sont irréguliers, c'est à peine si on en trouve quelques-uns qui paraissent avoir parfois un bord arrondi. Je conclus directement, et sans hésitation, que s'il y a un phénomène de fusion, ce qui est incontestable, il ne s'opère que sur des quantités relativement faibles de la balle, contrairement à ce qu'avance M. Coze en disant « qu'une portion de la balle (qu'il estime aux « 2/3 dè son poids environ) se détachait par fusion du reste de la masse et que l'on « voyait une quantité de gouttelettes de plomb rayonnant dans tous les sens. »

« Avant d'aller plus loin dans l'analyse de ces phénomènes, je crois devoir rendre compte d'une autre expérience dans laquelle, au lieu d'employer la balle de plomb qui ne fond qu'à 325 degrés C., j'emploie, dans une expérience disposée pour arrêter le projectile sur l'enclume munie de son manchon de zinc, une balle d'alliage fusible de Darcet; ces balles ont un point de fusion, 95 degrés C. environ.

Leur (c) calorique spécifique à l'état solide est.	0,0356
— (c') calorique spécifique à l'état liquide.	0,0390
— (C'') chaleur latente de fusion.	4,4960

« J'avais entouré la lame de zinc d'un cahier de vingt-quatre feuilles de papier très-fort.

« Après le choc, qui fut excentrique, c'est-à-dire à 35 millimètres du bord au lieu de 55, pour être bien au milieu de l'enclume, on trouve, indépendamment de la poussière très-fine, une assez grande quantité de petits fragments anguleux provenant des parties de la balle qui n'a pas subi la fusion, mais en avant on rencontre des lames plates provenant des parties fondues; quelques petites lames sont collées sur le papier faisant couvercle sur une caisse longue de 1 mètre placée en avant de l'enclume et de la lame de zinc. Si la fusion et la projection en avant de la matière fondue sont incontestables, il faut bien remarquer qu'une partie très-considérable de la balle était fragmentée sans fusion.

« Or, la vitesse devait être au moins de 400 mètres par seconde, et pour la balle d'alliage fusible une vitesse de 256 mètres suffit pour la fondre complétement; ce calcul établi conformément aux formules générales données plus haut, en prenant les valeurs numériques (c, c' et C''), correspondantes à l'alliage de Darcet.

« Mais ce qui doit surtout frapper dans cette expérience, c'est de retrouver des fragments de la balle qui, évidemment, n'ont pas subi la fusion alors que, par l'arrêt subit et la transformation de toute la force vive en chaleur, la température dans le métal fondu serait de 385 degrés C., c'est-à-dire 385 degrés C. — 95 degrés C. = 290 degrés C. au delà du point de fusion.

« Quant à la lame de zinc, elle ne ressemble en rien à la lame ayant servi au tir avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la balle de plomb; elle est complétement découpée et rejetée au dehors, mais seulement sur une longueur de $0^m,123$, du côté le plus rapproché du point d'impact; les vingt-quatre feuilles de papier sont découpées sur une longueur de $0^m,143$; les bords de ces découpures sont rugueux, comme si celles-ci avaient été faites avec un couteau à papier peu tranchant; la première s'étend à droite et à gauche de la plaie et y forme une bande noire adhérente, analogue à celle qui se produit dans la volatilisation de l'or dans l'expérience classique de la batterie électrique qui produit le portrait de Franklin; mais la couleur en est plus noire; elle en diffère cependant en ce sens qu'à la loupe on y découvre une foule de très-petits points blancs métalliques, brillants, sphéroïdes, ovoïdes, irréguliers, mais nettement caractérisés par des contours arrondis.

« Des déchirures à peu près normales à la fente produite dans les vingt-quatre feuilles se montrent et vont en s'allongeant jusqu'à la dernière feuille extérieure.

« La matière de la balle qui avait traversé la lame de zinc et le papier avait ensuite dessiné une longue ligne blanche d'alliage fusible adhérente sur la large tôle de fer et la planche qui supportaient l'enclume.

« Vis-à-vis de la blessure, du côté opposé, éloigné de 75 millimètres du point d'impact, la lame de zinc a été trouée sur une longueur de 50 millimètres; sur les bords des deux plaies, l'alliage de Darcet s'est incontestablement allié au zinc de la lame; les fragments d'alliage Darcet fondu ont déformé la lame sans la traverser et dessinent à peu près, dans le plan de l'enclume, une bande blanche d'alliage quadruple (bismuth, étain, plomb, zinc) au delà de laquelle s'étendent de larges plaques d'alliage en partie adhérentes et en partie non adhérentes; ces plaques sont, du reste, en tout, semblables à celles qui se produisent lorsque l'alliage Darcet tombe à l'état fondu sur une surface lisse et plane comme les dalles polies en pierres calcaires dures.

« Dans les deux cas, tant pour la balle de plomb que pour la balle d'alliage, l'enclume autour du point d'impact est plombée ou couverte d'alliage fusible, qui réellement fait corps avec le fer aciéré, mais il faut prendre la précaution de rendre sa surface bien métallique. . . . . .

« Après les détails dans lesquels je viens d'entrer, je crois pouvoir me dispenser de décrire les tirs exécutés avec les autres métaux facilement fusibles; je crois cependant devoir donner encore quelques explications supplémentaires sur les phénomènes observés avec les balles de plomb.

« J'ai fait plusieurs tirs avec l'enclume munie d'un manchon de fer ayant environ 1 centimètre d'épaisseur, il était suivi d'une feuille de zinc de 2 mètres, préalablement bien nettoyée, que l'on repliait ensuite de facon à obtenir un grand manchon. Quand la balle de plomb a passé par le couvercle de papier, on voit de la poussière sortir par l'ouverture; on ferme celle-ci par un bouchon et on attend quelques minutes avant de déployer la feuille de zinc. Ensuite on la déploie et on la trouve complétement couverte, même jusqu'au couvercle, sur son fond et en partie sur les parois, d'une poussière excessivement ténue, noire, entremêlée de menus fragments; la poussière res-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semble à celle de la plombagine d'un crayon que l'on taille et pourrait servir à estomper un dessin.

« Ainsi ce métal si mou, qu'il est caractérisé et différencié des autres parce qu'on le raye avec l'ongle, se pulvérise en partie et se transforme en poudre impalpable dans ce cas.

« Mais, ce qu'il y a de remarquable, cette poudre renferme une quantité notable d'oxyde de plomb qu'elle cède à l'acide acétique dilué.

« On constate donc, dans cette expérience, que des petites quantités de plomb peuvent fondre, mais que cette fusion est accompagnée d'une véritable pulvérisation de la balle.

« Est-ce le plomb fondu au moment du choc qui se pulvérise? Il serait nécessaire de faire une série d'expériences avec un appareil mieux disposé que le mien, dans lequel aucune fissure ne permettrait la déperdition des fragments, en employant, au lieu d'une enclume, une grande plaque épaisse d'acier poli ou de fonte dure; celle-ci serait entourée, à son tour, par un manchon d'acier s'y adaptant exactement et auquel on pourrait fixer très-exactement une longue caisse, de plusieurs mètres, pour recueillir les fragments et la poussière de façon à n'en pas perdre.

« Les expériences, comme je les comprends, entraîneraient à des frais assez considérables et à un travail assez pénible, car il faudrait, en outre, prendre la vitesse de la balle à chaque coup et tirer tous les projectiles en usage.

« Pour terminer ce qui me reste à dire au sujet de la température que peuvent atteindre les balles arrêtées subitement, je dois faire observer que la présence de l'oxyde de plomb dans la poussière provenant d'une balle arrêtée quand sa vitesse atteint 400 mètres par seconde prouve que non-seulement quelques parties de la balle atteignent le point de fusion, mais la température de la combustion du plomb. Les balles employées dans les essais en vue de constater la formation de l'oxyde de plomb avaient été fondues avec des précautions qui ne permettaient pas d'admettre la présence de l'oxyde de plomb dans la balle; on sait, en effet, que ce corps peut se rencontrer accidentellement dans les plombs aigres.

« Pour m'assurer de ce qui se passait réellement au moment du choc, j'ai tiré des balles de plomb en me plaçant dans une chambre obscure; au moment où la balle frappe l'enclume, il se produit un éclair assez vif, jaunâtre, d'où il est permis de conclure que la température des parties qui deviennent visibles doit atteindre plus de 525 degrés, qui est celle du rouge sombre, et, peut-être, aller à 1 200 degrés C., température qui correspond au jaune ou orangé clair des corps incandescents; observons, toutefois, que cela n'altère en rien nos conclusions, car nous nous trouvons ici en présence d'un fait de la vie ordinaire, quand on se procure du feu par le briquet à silex; les parcelles d'acier détachées sont amenées au jaune clair d'abord par la chaleur développée par le choc, et ensuite par la combustion du fer carburé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ce phénomène se produit, du reste, sur une échelle grandiose quand les projectiles de fonte en coquille et, par conséquent, très-dure, traversent ou frappent les plaques de fer des navires de guerre. Au moment du choc, il se produit une véritable gerbe de feu d'artifice de plusieurs mètres de surface. Les fragments du projectile sont brûlants, mais le phénomène de l'ignition ne se passe réellement que sur une très-faible quantité de matière comparativement au poids du projectile. Ajoutons que ce phénomène se produit alors que la vitesse du boulet n'atteint pas 350 mètres. Il me semble qu'il y a une grande analogie entre ce tir et celui d'une balle frappant mon enclume; tandis qu'il m'est impossible d'en trouver entre le bouton ou l'os frappé; on observera, du reste, sans qu'il soit nécessaire que je m'y arrête, à quelles singulières conséquences on arriverait en appliquant les hypothèses que je combats.

Tirs sur le plomb.

« La balle de plomb tirée sur une masse de plomb à la vitesse de plus de 360 mètres ne fond pas, elle ne se soude pas au plomb.

« La vitesse diminue-t-elle jusque vers 250 mètres, la balle de plomb se soude réellement plomb sur plomb sur une zone concentrique au centre de l'excavation produite.

« La balle d'alliage fusible animée d'une vitesse de 250 mètres se fixe dans le plomb, se soude dans le creux qu'elle y a produit et se brise en fragments plus ou moins gros adhérents et présentant encore la forme du moule à balle. A la vitesse de 380 mètres, l'excavation produite dans le plomb est très-considérable, la balle en partie fondue adhère; de gros fragments offrant encore les contours arrondis du moule vers l'extérieur et des arêtes comme qui dirait cristallines sont adhérents à de la matière qui paraît avoir été partiellement fondue.

Tir sur du bois.

« Les balles de plomb qui pénètrent dans les bois parallèlement ou perpendiculairement aux fibres, lorsqu'elles sont animées de vitesses comprises entre 80 et 400 mètres par seconde, se déforment plus ou moins, parfois même elles ne se déforment que très-peu aux grandes vitesses, mais perdent une faible quantité de leur poids; jamais je n'ai vu des phénomènes de fusion bien caractérisés.

« La balle d'alliage fusible, au contraire, offre, dans ces cas, de légères traces évidentes de fusion si sa vitesse est d'environ 250 mètres; elle pénètre perpendiculairement aux fibres d'environ $0^m,05$ sans se déformer sensiblement dans des bois durs. J'en ai vu une animée de 400 mètres de vitesse traverser $0^m,085$ de chêne dur, s'aplatir sur le mur sur lequel le bloc de bois était appuyé, y pénétrer en partie et retrouver plus du tiers de la balle en fragments ne présentant pas de trace de fusion; or nous avons vu qu'à cette vitesse le projectile fondu entièrement aurait une sur-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chauffe de 290 degrés C. ou une température de 385 degrés C.; si la fusion n'est pas entière, c'est parce que la balle a *blessé* et *travaillé*.

« Les balles qui pénètrent dans les bois tendres et parallèlement aux fibres donnent lieu à une série d'observations analogues, mais peu importantes pour notre objet.

« Dans les nombreux tirs exécutés, la pénétration des balles de plomb a varié de $0^m,005$ à $0^m,200$.

« Je crois que peu d'os de l'économie offrent à la balle une résistance aussi considérable que celle d'un bloc de chêne dur frappé perpendiculairement aux fibres du bois.

Tir sur des calcaires durs et polis.

« Abstraction faite d'un phénomène particulier qui se produit au point d'impact avec les balles de plomb animées de vitesses de 80 à 380 mètres, nous dirons brièvement que les balles s'aplatissent, se brisent, se transforment en lames amincies à surface ondulée, la pierre est plus ou moins brisée. Couvre-t-on la pierre d'une feuille de papier blanc, celle-ci est déchirée si la balle a une vitesse de 380 mètres, mais l'examen le plus attentif de tous les fragments d'une feuille pareille recouvrant une pierre bleue ayant une épaisseur de $0^m,055$ n'y a fait voir aucune trace de rissolement, phénomène qui se serait produit si du plomb à plus de 325 degrés C. avait été en contact avec le papier, car, dans ce cas, on ne peut guère admettre que le plomb fondu ne brûlerait pas ou ne rissolerait pas le papier; l'expérience directe prouve que du plomb partiellement fondu, donc à 325 degrés, tombant sur du papier ordinaire, le rissole parfaitement, la hauteur de chute n'étant pas considérable, 1 ou 2 mètres par exemple.

« Une balle d'alliage fusible atteint-elle la même pierre avec la même vitesse, la pierre paraît brisée en fragments plus menus que par la balle de plomb, et la balle est littéralement pulvérisée en fragments irréguliers non arrondis, n'ayant pas subi la fusion; à peine trouve-t-on quelques traces de fusion sur de très-rares fragments. La balle ne fond pas, parce qu'elle a bien travaillé.

« Je crois inutile de donner la disposition des précautions prises pour recueillir tous les fragments brisés des balles et des obstacles; tous les tireurs les comprennent, et ils savent aussi qu'il faut user de prudence pour se mettre à l'abri du ricochet des balles fragmentées.

Tir sur calcaire tendre, le calcaire jaunâtre de Jaumont (Metz).

« Des balles de plomb ont été tirées sur de gros blocs de ce calcaire aux vitesses de 80 à 380 et 400 mètres; ne nous arrêtons qu'aux vitesses de 250 et 380.

« A 250 mètres de vitesse, la balle de plomb produit une large blessure, mais souvent elle rebondit vers le tireur; en la touchant de suite, il s'aperçoit qu'elle est chaude,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais non brûlante; — dans plusieurs cas le temps du refroidissement ne s'élevait guère qu'à deux ou trois secondes. A la vitesse de 380 à 400 mètres, elle peut parfois revenir au tireur avec violence; parfois elle se trouve au pied du bloc chaude toujours, mais non brûlante; en général, dans les deux cas, elle ne perd rien de son poids ou la perte de son poids n'est que très-faible; elle présente, à ces vitesses, une déformation remarquable en ce sens que, plus ou moins aplatie, sa surface est creusée de rugosités bizarres qui présentent la forme exagérée des balles que l'on aurait *mâchées* avec des dents aiguës et pointues. J'en possède beaucoup qui ressemblent à des calculs muraux ou espèces de choux-fleurs à mamelons aigus.

« En somme, pas de phénomène de fusion; je crois cependant qu'aucun os de l'économie ne présente la résistance d'un bloc de calcaire pareil appuyé fortement et bien collé contre un mur inébranlable. J'ai employé des blocs qui n'avaient pas moins de $0^m,50$ sur $0^m,20$ et $0^m,32$ de largeur et de longueur, sans observer de bien notables différences entre ces balles et celles qui avaient été tirées sur des fragments plus petits provenant de leur bris.

« On pouvait s'attendre à voir la balle d'alliage fusible fondre, il n'en fut rien; à la vitesse de 250 mètres un gros bloc fut brisé, la balle elle-même fut brisée en une série d'une dizaine de gros fragments et une quinzaine de petits.

« Un seul des gros fragments offrait le phénomène de la fusion, c'était celui qui correspondait au point d'impact, tous les autres présentaient une cassure anguleuse, fibreuse, cristalline, et les traces du moule de la balle; tous les petits étaient anguleux; leur poids total s'élevait aux 4/5es de celui de la balle.

« Une balle animée d'une vitesse de 380 mètres donna lieu aux mêmes observations; les fragments retrouvés étaient plus nombreux et plus petits, la pierre bien plus brisée; le poids total des fragments retrouvés s'élevait aussi aux 4/5es du poids de la balle.

« Encore une fois donc, pas de fusion, peu de chaleur, mais du travail.

Tir dans les papiers.

« Ces expériences ont été extrêmement variées et leur description nous entraînerait trop loin; je pense cependant qu'il est bon d'avoir présents à l'esprit les quelques faits suivants, eu égard à la forme de la blessure dans un livre, comparée à la blessure chez le soldat ou le cheval. Les balles de plomb animées de vitesses de 3 ou 400 mètres étant lancées normalement aux feuilles de gros livres appuyés sur des murs présentent les déformations les plus bizarres et sont souvent fragmentées en lames assez grandes et aplaties, comme si elles avaient été laminées, mais elles présentent cette surface ondulée sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention; parfois elles sont tourmentées de la façon la plus bizarre, certains fragments sont très-brillants par suite de leur frottement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur les déchirures du papier; les brins de papier qui adhèrent parfois très-fortement à la balle ne m'ont jamais offert la moindre coloration rappelant l'effet d'une chaleur comme celle que leur communiquerait du plomb fondu. On retrouve, à très-peu de chose près, le poids de la balle en fragments de plomb dans l'intérieur du livre, même lorsque celle-ci, avant de pénétrer, a d'abord frappé et traversé une lame de fonte de $0^m,003$ à $0^m,004$ ou une lame de tôle de fer appuyées sur le livre; or, les boutons de l'habit militaire sont loin, en général, d'offrir la résistance des tôles de fer que j'ai souvent employées et même des lames de fonte; les os plats avec les chairs ne me paraissent pas non plus offrir la résistance des livres que j'ai employés.

« Les mêmes expériences faites en plaçant sur le livre les os les plus forts de l'économie du cheval ne m'ont jamais, aux vitesses les plus grandes, offert des traces manifestes de fusion; elles ne perdent qu'une petite fraction de leur poids; souvent, dans ces cas, les petits fragments de plomb sont mélangés avec de la véritable poussière d'os, que l'os soit naturel et humide ou desséché.

« En tirant sur un livre appuyé, mais non garni de lames métalliques ou d'os avec des balles animées de vitesses de 300 ou de 400 mètres, on produit, dans le papier, des excavations plus ou moins coniques remplies de menus fragments de papier; au delà il y a des déchirures très-considérables dans le livre, mais le papier adhère; il est fortement comprimé dans le prolongement du trajet de la balle; la profondeur de la cavité, remplie de papier, déchiré et déchiqueté, dépend de la vitesse, elle atteint peut-être jusque $0^m,07$ ou $0^m,08$ et plus avec des balles marchant à la vitesse de 400 mètres environ; les déchirures simples et les impressions dépassent ce creux d'une quantité pareille. La balle de plomb animée d'une vitesse inférieure à 300 mètres pénétrant dans un livre y produit une déchirure conique, la base du cône étant opposée à l'entrée; on peut très-aisément détacher toutes ces feuilles pressées et obtenir un cône de feuilles superposées, cône d'une régularité presque mathématique, et dont l'enlèvement produit un creux conique parfait aussi. La hauteur et la base du cône augmentent avec la vitesse jusqu'à ce que celle-ci atteigne environ 250 mètres; avec des vitesses plus considérables le papier qui aurait dû produire les cônes est broyé, déchiré et, parfois, comme qui dirait pulvérisé.

« Mais la balle offre une déformation bien extraordinaire depuis les vitesses faibles jusque 250 mètres environ. En effet, elle est plus ou moins aplatie, son diamètre peut varier du simple au double, elle est creusée du côté qui a frappé; ses bords semblent avoir marché en avant, tandis que le centre est resté en arrière et présente un renflement qui conserve encore la forme sphérique du projectile. Toutes les coupes passant par le centre de figure d'un projectile déformé de cette façon, vues perpendiculairement à la trajectoire, se montrent sous la forme d'un croissant plus ou moins régulier, mais renflé entre les cornes; ce renflement, en général assez régulièrement sphérique, correspond aux points qui, les premiers, ont dû toucher l'obstacle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ajoutons encore que le papier qui forme le cône est fortement comprimé ; au delà du cône il se produit des déchirures partielles qui laissent les feuilles adhérentes jusqu'à une profondeur plus ou moins grande, mais l'empreinte se prolonge bien au delà des déchirures.

« Tire-t-on à la vitesse de 380 mètres des balles de plomb sur la tranche d'un livre, elles se déforment bien moins que dans les cas précédents; elles découpent encore une espèce de cône, mais il reste attaché par le fond; la balle, en se frayant un passage, a comprimé une partie des feuilles à son entrée en les déchirant partiellement et se trouve blottie dans une masse de papier durci par la compression, plissé et portant parfois des déchirures divergentes inclinées sur l'axe du trajet.

« Tire-t-on sous l'angle de 45 degrés, il se produit encore ce même effet et souvent aussi cette série de déchirures divergentes inclinées sur l'axe du cône, mais il faudrait, pour décrire les résultats, pouvoir les reproduire par plusieurs dessins de l'ensemble de feuilles prises à différentes distances du trajet.

« Il ne sera pas inutile de faire remarquer que, dans le tir sur les papiers, beaucoup de circonstances peuvent intervenir, la nature du papier, la régularité de ses feuilles, sa reliure, si c'est un livre, etc.; s'agit-il du tir sur la tranche, on est obligé de serrer le livre dans une presse, ou de le charger de poids; or la pression peut varier, et les phénomènes produits dépendent des circonstances du tir, mais restent les mêmes au point de vue le plus général.

« Qu'il me suffise de dire que, lorsqu'il s'est agi d'examiner la fusion possible des balles dans le papier, j'ai pris les livres les mieux reliés, les plus durs, et en tirant sur la tranche du livre j'employais une presse très-énergique pour rendre la résistance maximum.

« Les balles d'alliages fusibles tirées dans les mêmes conditions pénètrent davantage, car elles se déforment peu; aux vitesses de 250 à 380 mètres, elles ne perdent presque pas de leur poids, et n'offrent que de très-légères traces indubitables de la fusion d'une très-petite quantité de matière à leurs surfaces. »

On vient de lire les explications que donne le savant auteur des résultats des curieuses expériences qu'il a si ingénieusement variées. Nous prendrons la liberté de chercher à préciser l'analyse mécanique des phénomènes qui seule, croyons-nous, peut rendre compte des faits d'une manière satisfaisante. Les explications dans lesquelles on tient compte seulement d'effets physiques, calorifiques, sont insuffisantes; c'est à ce résultat qu'arrive le savant M. Hirn en cherchant à analyser les faits constatés par M. Melsens.

« Dans les équations, dit-il, à l'aide desquelles nous déterminons f (la température finale qu'il trouve égale à 763 degrés ou 1423 degrés pour des vitesses de 500 mètres et 650 mètres), on admet implicitement que toutes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les parties du mobile perdent, en même temps et d'un seul coup, leur vitesse de translation. Or ceci n'a pas lieu en réalité. Si courte que soit la durée du choc d'une balle contre une masse de fonte, elle est bien loin d'être nulle, et, de plus, elle varie nécessairement d'un point à l'autre du mobile.

« Tandis que les parties antérieures, celles qui touchent l'obstacle, sont arrêtées presque instantanément, celles qui se trouvent à l'arrière se refoulent les unes les autres et très-différemment, selon leur position relative. Il suit de là que la température due au choc, bien loin d'être uniforme et égale à f dans tout le projectile, doit y varier énormément, et, tandis que certaines parties sont portées bien au-dessus du point de fusion, sont peut-être vaporisées, d'autres, au contraire, doivent rester relativement froides. »

Ceci est parfaitement exact, mais l'explication est incomplète; il est bien admissible que, pour la partie antérieure de la balle brusquement arrêtée par l'obstacle inébranlable, la force vive se convertit en chaleur; il est bien certain que les molécules situées en arrière, glissant les unes sur les autres, rompant leurs adhérences moléculaires, consomment ainsi une autre partie de la force vive; mais cette explication est-elle suffisante, quelle que soit la vitesse de la balle? Évidemment non, car les quantités de travail résistant dont il vient d'être parlé sont limitées et ne peuvent augmenter beaucoup quand la vitesse de la balle devient extrêmement grande. Pour obtenir une explication intégrale, il faut compléter l'étude des effets du refoulement dont parle M. Hirn, tenir grand compte des projections sur la feuille de zinc qui doivent attirer l'attention, non moins que les déformations dont M. Melsens a signalé toute l'importance.

Lorsque la partie antérieure de la balle est arrêtée par l'obstacle inébranlable, la partie postérieure, continuant son mouvement, vient exercer une pression croissante sur les portions situées en avant et arrêtées les premières. De la compression, croissante en raison de la vitesse, résultent nécessairement bientôt, pour un corps plastique dont les molécules adhèrent faiblement entre elles, pour le tir à grande vitesse sur un corps dur, une projection de molécules désagrégées le long de la surface de l'obstacle, de fragments moléculaires animés d'une grande vitesse, pour le tir sur un corps mou comme le papier, des glissements intérieurs, des déformations qui ont produit des formes si curieuses dans les expériences de M. Melsens.

Cette explication mécanique des phénomènes, qui montre comment la majeure partie de la force vive de la balle ne prend pas une forme calorifique, nous paraît rendre parfaitement compte de faits qu'il n'est pas possible

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

autrement de bien analyser. Toutes les fragmentations de la balle à la rencontre de corps résistants, les glissements, les déformations en raison des résistances rencontrées, s'expliquent aisément. Ce qui en démontre pleinement la vérité, c'est qu'on rencontre des faits semblables, produits par des causes analogues, dans les mouvements des liquides, dans les gerbes verticales d'eau produites le long d'un mur de quai, par les oscillations horizontales des vagues de la mer, effets dont j'ai donné depuis longtemps l'explication ci-dessus dans le Dictionnaire des Arts et Manufactures (art. ***Résistance des fluides***). Une semblable gerbe verticale se voit, par exemple, le long de l'avant d'un bateau à vapeur qui s'avance rapidement. N'est-il pas évident que cette gerbe naît de la pression du taille-mer du bateau, sur du liquide qui résiste assez, par inertie, pour que la pression génératrice de cette gerbe (en raison de la forme du taille-mer et de la vitesse du bateau) prenne naissance?

Ne terminons pas sans rendre hommage à M. Melsens pour l'énergie et le talent avec lesquels il poursuit, dans son simple laboratoire de chimiste, l'étude difficile des questions qui se rattachent à l'explosion de la poudre.

(C. L.)

CHEMINS DE FER.

SUR L'ENQUÊTE PARLEMENTAIRE RELATIVE AUX CHEMINS DE FER, PAR M. LAVOLLÉE,

Membre du Conseil (*Suite et fin*) (1).

II.

« Quand un service quelconque ne produit pas les résultats auxquels on s'attend, il arrive souvent que l'on ne s'en prend pas seulement aux hommes qui le dirigent, ni aux circonstances exceptionnelles que subit ce service, mais à l'institution elle-même. Le désir d'un remède pousse trop loin, et l'on va jusqu'à vouloir une révolution radicale. » Ces paroles sensées ont été dites récemment par un député belge lors de la discussion qui s'est engagée, au sein de la chambre des représentants, sur l'insuffisance des

(1) Voir cahier d'octobre 1872, p. 572.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyens de transports. La plus grande portion du réseau belge étant exploitée par l'État, c'était à l'État que s'adressaient directement les critiques, et à propos d'un accident, d'une circonstance de force majeure, l'on demandait un changement absolu de système, la démission de l'État et la cession des chemins de fer à des compagnies. De même en France. Parce que les entreprises concessionnaires ont été momentanément empêchées de faire face à toutes les demandes de waggons, l'on s'en prend au système : les uns sollicitent l'expropriation des compagnies et la remise des chemins de fer entre les mains de l'État; les autres imaginent des combinaisons qui porteraient l'atteinte la plus grave à l'économie générale de notre réseau, à l'organisation légale et à la constitution financière des voies ferrées. D'autres enfin, par des procédés plus ou moins directs, arriveraient à des résultats analogues. Il a suffi d'une souffrance temporaire pour donner l'idée d'une révolution. Nous sommes habitués, en France, à ces exagérations d'opinions et de sentiments ; elles nous ont fait beaucoup de mal en politique; tâchons au moins d'en préserver l'administration de nos intérêts matériels.

Il y a des discussions qui, à force d'être répétées, deviennent inutiles. Telle est la question de savoir si l'État doit conserver la propriété et l'exploitation des chemins de fer, ou s'il doit traiter avec l'industrie privée qui se charge de construire les voies ferrées et d'effectuer les transports. Tout a été dit sur les avantages et les inconvénients respectifs des deux systèmes. Dans un pays où le réseau serait à peine commencé, le débat pourrait s'établir avec profit; mais lorsque le réseau a déjà pris un certain développement, lorsqu'il a été dépensé des milliards, il est malaisé de changer le mode primitif. En pareille matière, chaque nation s'est déterminée d'après son génie propre, en tenant compte de ses moyens d'action, des ressources de son crédit, des proportions de l'œuvre qu'il fallait entreprendre, et en se posant cet unique problème : Étant donnée la nécessité de créer des chemins de fer, quel est le procédé le plus économique, le plus prompt et le plus sûr ? En Angleterre, où l'on pouvait compter sur la hardiesse des capitaux et sur l'esprit d'entreprise, les chemins de fer ont été, dès l'origine, livrés à l'industrie privée. En Belgique, c'est l'État qui a pris l'initiative, et, sur un territoire peu étendu, en face d'une dépense assez limitée, le trésor public pouvait garder à sa charge la plus grande part de l'opération. En France, l'on a fini par adopter un système mixte qui, tout en laissant à l'industrie privée, représentée par de grandes compagnies, l'exploitation des chemins de fer, consacre l'intervention permanente et l'association financière de l'État dans la constitution du réseau. Au point où l'on est arrivé, serait-il avantageux et praticable de modifier cet état de choses ?

Si la Belgique, après avoir complété son réseau, jugeait que l'exploitation des chemins de fer dût être confiée à l'industrie privée, la transformation du régime actuel ne présenterait pas de graves difficultés et n'entraînerait aucune dépense. En vendant ses voies ferrées, elle procurerait au trésor un capital; en les affermant, elle remplacerait par une redevance fixe les revenus variables que l'exploitation apporte à son budget; mais, en Angleterre ou en France, il en serait tout autrement. Le rachat

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des chemins de fer coûterait de nombreux milliards ; où les trouverait-on ? La législation anglaise n'a pas prévu l'éventualité du rachat ; il serait donc nécessaire de procéder par une loi spéciale à l'expropriation d'une valeur énorme. Il est bien vrai que depuis deux ans, à la suite du rachat des télégraphes, opération qui a été très-avantageuse pour les compagnies, un nombreux groupe d'actionnaires a eu l'idée de demander au Parlement le rachat des voies ferrées. On a observé cependant sans la moindre surprise que ces actionnaires, si prompts à invoquer les plus graves considérations politiques et économiques, sont intéressés dans des lignes peu productives et même fort compromises ; l'expropriation serait pour eux un moyen commode de sauver leur capital. Il n'est pas probable que le Parlement se laisse prendre à ces proportions, qui n'ont trouvé jusqu'ici aucun appui dans l'opinion publique, et qui sont en contradiction absolue avec les sentiments et les habitudes du caractère anglais. En France, le Gouvernement a eu la prudence d'inscrire dans les titres de concessions le principe, les conditions et la date du rachat ; il pourrait, soit aujourd'hui, soit à une époque très-prochaine, réclamer l'exécution de cette clause, et reprendre aux compagnies l'exploitation des chemins de fer. De divers côtés, on l'invite à se prévaloir de la faculté qu'il s'est réservée, et, pour mieux recommander cette mesure, on la rattache à des combinaisons patriotiques, à l'aide desquelles on compterait obtenir plus promptement la libération du territoire. Faut-il le répéter ? il ne s'agirait de rien moins que d'une dizaine de milliards. Moins encore que l'Angleterre, la France pourrait surcharger à ce point sa dette intérieure, qui est déjà si lourde. Au point de vue financier, l'opération du rachat est réellement impraticable, surtout en ce moment. Ce serait donc perdre du temps que de la discuter. Il faut accepter, en l'améliorant autant que possible, le système qui résulte des conventions passées entre l'État et les compagnies.

Ce système est-il bon ou mauvais ? A-t-il atteint ou manqué le but que l'on se proposait, à savoir la création et l'extension du réseau ? La commission d'enquête perlementaire est condamnée à examiner de nouveau cette éternelle question, que l'on apporte au seuil de chaque législature. Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici quelques faits et quelques chiffres. Quand le gouvernement de juillet commença le réseau, le crédit public et le crédit privé n'avaient point l'élasticité que nous leur avons vue depuis lors. Les capitaux étaient rares et timides. Malgré l'exemple de l'Angleterre, de la Belgique et des États Unis, malgré les encouragements et les subventions, ils hésitaient à s'engager dans des entreprises qui dépassaient les proportions habituelles. En **1848**, la France ne comptait que **2200** kilomètres en exploitation. La révolution de février compromit un moment l'œuvre naissante. Plusieurs compagnies durent être placées sous le séquestre. Ce fut en **1852** que la confiance revint à ces entreprises, grâce à la prolongation des concessions et à la volonté très-arrêtée que manifestait le Gouvernement de développer les intérêts matériels, en échange des libertés politiques. Dès **1857**, le réseau exploité comprenait **7500** kilomètres, en **1866** **13500**, et en **1870** plus de **17000** ; en outre, **7000** kilomètres étaient concédés pour une exploitation plus ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moins prochaine, et l'on poursuivait les études en vue de l'extension du réseau. Comment avait-on pu obtenir ces résultats? Par quels procédés et à quelles sources s'était-on procuré le capital dépensé pour cet immense travail? Le trésor public s'était engagé à donner 1 milliard 770 millions en subventions, sur lesquels il avait payé, à la fin de 1870, environ 1 milliard, la plus forte part du surplus devant être soldée au moyen d'annuités. Les capitaux privés avaient concouru à la dépense totale pour 8 milliards, sous forme d'actions ou d'obligations, et ce qui en a déterminé le placement, ce n'est point la perspective de dividendes exceptionnels pour les actions, ni d'un intérêt élevé pour les obligations (la moyenne du revenu n'atteint pas 6 pour 100), c'est la garantie financière de l'État, c'est l'association de fait qu'il a formée avec les compagnies, c'est la garantie morale qu'il assure à la constitution du réseau, c'est son contrôle légal et réel sur tous les actes de l'exploitation. Voilà en peu de mots le régime actuel. Sans entrer ici dans tous les détails du mécanisme assez compliqué qui règle les rapports financiers de l'État et des compagnies, on peut dire que nul autre procédé ne nous aurait procuré plus économiquement ni plus vite les 17000 kilomètres de voies ferrées. Si le trésor s'était seul chargé de l'entreprise, aucun gouvernement n'aurait osé demander, aucune législature n'aurait accordé une série d'emprunts successifs s'élevant à 10 milliards et s'ajoutant à tant d'autres. Si le réseau avait été livré à l'arbitraire de l'industrie privée, celle-ci, à supposer qu'elle eût réuni les capitaux nécessaires, n'aurait sollicité de concessions que pour les grandes lignes, en laissant de côté une grande partie du territoire, ou bien elle aurait exigé des tarifs très-élevés pour desservir les régions moins fructueuses. Enfin, si le trésor n'était pas venu en aide, par des subventions et par des garanties d'intérêt, aux compagnies concessionnaires, s'il ne leur avait pas accordé et imposé tout à la fois une sorte de domaine d'exploitation, où se confondent de bonnes et de mauvaises lignes, ces compagnies auraient obtenu moins de capitaux et moins de crédit.

Le régime inauguré sous le gouvernement de juillet, poursuivi et complété sous l'empire, a donc été avantageux pour le pays qui voulait des chemins de fer, économique pour le trésor qui ne pouvait porter tout le poids de la dépense, équitable pour les capitaux qui se sont engagés dans cette entreprise nationale. Faut-il ajouter que la propriété ainsi créée doit revenir un jour à l'État, après lui avoir remboursé les sommes allouées à titre de garantie d'intérêt, et que, pendant la durée des concessions, les chemins de fer rapportent annuellement une forte somme d'impôts et de bénéfices? Les six grandes compagnies ont dressé un état qui établit que, en 1870, elles ont versé au trésor plus de 56 millions d'impôts, et que la gratuité ou les réductions de tarifs stipulées dans les cahiers des charges pour le service des postes, les transports de militaires, etc., représentent une économie de 144 millions au profit de l'État (1). On peut objecter que l'impôt du dixième, qui a produit 33 millions, est payé par les voya-

(1) Voy. cahier d'avril 1872, p. 188.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

geurs entre les mains des compagnies pour le compte du trésor, et que l'économie sur les transports militaires, chiffrée à 117 millions, n'a été aussi considérable que par suite de l'état de guerre. Cette économie n'en est pas moins acquise pour 1870, elle atteindra un chiffre presque égal pour 1871; et, quant à l'impôt du dixième, croit-on que le Gouvernement pourrait le maintenir, et même l'augmenter, comme il vient de le faire, s'il était chargé de percevoir directement le prix des places ? Il n'est point téméraire de penser que le désir de la popularité (on l'a vu en Belgique) l'entraînerait à diminuer le prix des tarifs au-dessous du taux rationnel, ou que la crainte de l'impopularité l'empêcherait de les élever. Le voyageur, c'est-à-dire le public, n'y gagnerait rien, car on lui ferait payer l'impôt sous une autre forme. Quoi qu'il en soit, les revenus, directs ou indirects, que l'État retire de l'organisation sont très-importants pour le budget. Dans un rapport présenté à l'assemblée nationale, M. Arthur Legrand, basant son calcul sur 1869, année normale, les évaluait à 114 millions, soit à 7 000 francs par kilomètre.

L'intérêt fiscal, si grave qu'il soit, demeure cependant très-secondaire en regard des services que l'on doit obtenir des voies ferrées pour l'abondance, l'économie, la vitesse et la régularité des transports. L'État aurait-il construit plus de lignes qu'il n'en a fait construire par les compagnies ? L'industrie privée, si elle avait eu la faculté d'établir et d'exploiter des chemins de fer à sa guise, se serait-elle portée vers tous les points que l'on voit aujourd'hui sillonnés de rails ? Sous le régime exclusif de l'État ou avec l'industrie libre, voyageurs et marchandises seraient-ils transportés dans de meilleures conditions de service et de prix ? La réponse à ces différentes questions est fournie par la comparaison que l'on peut faire entre les principaux pays, quant à l'organisation des voies ferrées, et, si l'on établit la balance entre les divers éléments, cette comparaison n'est point au désavantage de la France. Puisque le débat s'est engagé de nouveau à l'occasion d'un encombrement des marchandises, il suffit de rappeler que la Belgique et l'Allemagne ont eu à souffrir des mêmes embarras. Quel que soit le régime, il faut s'attendre et se résigner à des risques imprévus. Ce qui est au-dessus de toute contestation, ce que la génération qui a vu la pose de nos rails oublie trop vite et ce que la génération nouvelle ne peut pas apprécier exactement, c'est l'immense progrès réalisé dans toutes les catégories de transport. Pour le nombre et la variété des directions, pour la régularité et la vitesse, les améliorations par rapport aux anciens modes de locomotion sont très-sensibles, et il devait en être ainsi; mais, pour les tarifs, non-seulement les prix fixés par les cahiers des charges sont inférieurs à ceux qui étaient autrefois perçus par les messageries et par le roulage, mais encore les prix adoptés par les compagnies à la suite de réductions successives s'abaissent dans beaucoup de cas fort au-dessous de ceux qui ont été stipulés par les contrats de concession. Il serait facile de multiplier les statistiques. En moyenne, si l'on tient compte des combinaisons par lesquelles les compagnies ont voulu faciliter les abonnements, ainsi que les excursions rapides, le tarif des voyageurs est inférieur de 23 à 25 pour 100 au tarif légal, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le prix de transport des marchandises de petite vitesse est ramené à 6 centimes par tonne et par kilomètre. On a beaucoup discuté, tout récemment, sur la législation commerciale de la France et sur l'influence favorable que la réforme des taxes douanières a exercée sur les échanges. La liberté du commerce est un grand bienfait qu'une politique intelligente et impartiale doit conserver à notre pays; mais peut-être n'a-t-on pas suffisamment mis en relief les services que les chemins de fer ont rendus au commerce, en contribuant plus encore que l'abaissement des barrières de douanes à l'extension du trafic international. Les suppressions ou réductions de droits n'auraient pas toujours suffi pour permettre la concurrence entre les produits des différentes nations, s'il n'y avait pas eu en même temps une diminution très-marquée des frais de transport. Il y a des marchandises qui payent sur les chemins de fer dix fois moins qu'elles ne payaient par l'ancien roulage; il est rare que la diminution ne soit pas du triple, et, si l'on prend Paris comme point d'arrivée et de départ, on observe que, dans la plupart des cas, la baisse du prix de transport pour les relations avec l'étranger représente un chiffre supérieur au montant des réductions de taxes douanières. Les voies ferrées tiennent donc le principal rôle dans la liberté des échanges, et il est indispensable qu'elles demeurent organisées de manière que les compagnies puissent pratiquer, ainsi qu'elles l'ont fait jusqu'ici, le système des larges diminutions de tarifs.

Par une singulière contradiction, cette économie procurée aux transports devient quelquefois un sujet de plaintes. On reproche aux compagnies de faire concurrence à la navigation du cabotage et aux canaux, de ruiner ces deux industries, ou tout au moins de s'opposer à leur développement et d'enlever, par conséquent, au commerce, des ressources qui lui seraient bien précieuses dans les périodes d'encombrement. Cette objection s'est produite en France et en Belgique lors de la dernière crise. A ce compte, si l'on ne prend en considération que les intérêts du cabotage et des canaux, il aurait fallu ne pas créer de chemins de fer, car ceux-ci devaient évidemment s'emparer d'une portion de la clientèle acquise aux anciens modes de transport. Il n'est point nécessaire de pousser le raisonnement à l'extrême. En fait, le cabotage n'a point disparu, les canaux continuent à faire circuler un très-fort tonnage, et la concurrence qui s'est établie, dès l'origine, avec les voies ferrées a eu pour conséquence d'amener, au profit du commerce, des réductions de prix jusqu'au point où chacune de ces trois industries a pu mesurer les forces respectives, et reconnaître, en quelque sorte, le domaine réservé à son exploitation. Les plaintes seraient fondées, si les compagnies de chemins de fer, usant ou plutôt abusant de la puissance de leurs capitaux, abaissaient brusquement leurs tarifs pour anéantir la concurrence d'un canal et les relevaient ensuite lorsque la ruine du canal serait consommée. Elles se défendent d'avoir jamais agi de la sorte ; elles déclarent qu'elles ne relèvent pas les tarifs une fois abaissés, tandis que récemment les canaux ont profité des circonstances pour hausser, dans une proportion assez forte, l'échelle de leurs prix. Il appartient à la commission d'enquête d'examiner, sur ce point, les réclamations et les réponses. En tout cas, l'industrie et le commerce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

n'ont point à regretter les économies importantes qu'il est du devoir des chemins de fer de leur procurer, et de quelque manière que soient exploitées les voies ferrées, soit par l'État, soit par les compagnies, le résultat pour le cabotage et pour les canaux est absolument identique.

L'étude des faits et des documents si nombreux qui se rapportent aux chemins de fer nous donne la conviction qu'il ne serait ni possible ni utile de modifier le système actuel, système savamment combiné, compliqué peut-être, qui, par l'association de l'État et des compagnies, assure la construction et l'exploitation du réseau dans des conditions profitables pour tous les intérêts. Cette opinion ne manque pas de contradicteurs. Les uns, effrayés des charges financières que les subventions et les garanties d'intérêt font peser sur l'État, persuadés, en outre, que l'industrie privée doit, en cette matière comme en toute autre, demeurer maîtresse d'elle-même, demandent que le Gouvernement soit désormais étranger à toute entreprise de voies ferrées, que les concessions futures soient déclarées perpétuelles, et qu'il n'y ait plus aucune intervention administrative dans la construction ni dans l'exploitation. Les autres, jugeant que le réseau est insuffisant, le prix de transport trop élevé, l'exploitation imparfaite, proposent d'ouvrir de nouvelles lignes, avec ou sans subventions, parallèlement aux lignes existantes ou dans des directions circulaires et transversales, en promettant des perfectionnements et des économies de toute nature.

Sur la première de ces réformes, soutenue avec talent par un honorable député, M. Raudot, l'assemblée nationale a déjà eu l'occasion d'exprimer son avis. Elle vient d'adopter les conclusions de la commission d'initiative parlementaire, qui, par l'organe de son rapporteur, M. A. Legrand, s'est prononcée contre la prise en considération du plan de M. Raudot. Ce précédent législatif, de date très-récente, nous permet de ne point insister sur le caractère trop absolu, ni sur les inconvénients pratiques d'un système qui n'a, en ce moment, aucune chance d'être accepté. S'il est vrai que notre situation financière ne se prête plus à l'allocation de subventions et de garanties d'intérêt, il ne semble pas utile de décréter, à l'avance, une sorte de déclaration de principes, à laquelle on serait forcé, demain peut-être, de déroger pour un intérêt stratégique ou commercial. Il vaut mieux que l'autorité législative garde, pour les combinaisons à venir, son entière liberté de décision.

Les propositions relatives à la construction de nouvelles lignes, dans le périmètre exploité par les anciennes compagnies, offrent un intérêt plus immédiat, et elles donnent lieu à des discussions très-ardentes. Depuis que les fusions consommées par les lois de 1857 ont concentré le service du réseau général entre les mains des six grandes compagnies, les concessions moins étendues, accordées à d'autres entreprises, suivent des parcours qui ne peuvent se confondre avec ceux des lignes existantes. Aujourd'hui une compagnie propose de construire une ligne directe de Calais à Marseille, passant par Paris, et doublant les principales lignes des compagnies du Nord et de Lyon-Méditerranée. Les auteurs de ce projet n'ont rien négligé de ce qui doit tenter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'État et séduire le public ; ils ne demandent ni subvention ni garantie d'intérêt, ils se contenteraient de tarifs inférieurs aux prix actuels, sur un parcours plus direct et plus accéléré ; ils organiseraient le service dans les meilleures conditions de sécurité et de confort; ils favoriseraient l'ouverture d'embranchements ou de correspondances se rattachant à la grande ligne : avec cette création on n'aurait plus à craindre les encombrements ni les retards, et l'industrie des chemins de fer entrerait dans une ère nouvelle sous le drapeau de la concurrence. Tel est le programme soutenu devant le Gouvernement et le pays, au nom des intérêts considérables qu'il met aux prises. S'il ne s'agissait que de conflits particuliers, il y aurait convenance à ne pas intervenir dans le débat; mais la question a une portée plus haute et elle est véritablement d'intérêt général. Elle touche à l'interprétation et à la moralité des contrats, à la fortune publique comme aux fortunes privées, à l'emploi des forces productives d'un grand pays : c'est, pour les chemins de fer français, une question constitutionnelle.

Le réseau a été conçu de telle sorte que toutes les parties du territoire fussent, autant que possible, desservies et reliées entre elles, d'abord par de grandes lignes partant du centre, c'est-à-dire de Paris, puis par des lignes secondaires construites au fur et à mesure des ressources disponibles. C'est ainsi que l'on a successivement établi 17 000 kilomètres; on a, de plus, concédé 7 000 kilomètres, et l'on en concédera d'autres encore, jusqu'à ce que le réseau soit achevé, si jamais il doit l'être. Par ce procédé méthodique, la portion du capital national qui peut être consacrée aux chemins de fer a reçu l'emploi le plus utile et le plus équitable ; nulle part il n'y a eu excès de rails ni déperdition de forces, et le bienfait des voies ferrées a été ou sera réparti au profit de toutes les régions. Le grave souci des pouvoirs publics, en cette matière, est de veiller à ce que le capital soit bien employé et dépensé à propos. C'est un devoir dans tous les pays, à plus forte raison dans ceux où le Gouvernement s'est réservé la haute main sur les travaux publics. Par conséquent, lorsqu'il se présente un projet de ligne à construire, la première question à examiner est celle de savoir si cette ligne nouvelle est nécessaire, si elle sera plus utile que telle autre ligne demandée sur un autre point. Sinon, l'on risque de faire une prodigalité. Peu importe la somme; tout capital gaspillé est une perte pour le travail et pour la prospérité générale.

Ce point établi, est-il nécessaire, ou seulement utile, de construire, quant à présent, une ligne nouvelle de Calais à Marseille, sur un parcours de 1 100 kilomètres, à côté des lignes qui existent déjà? On démontre cette nécessité par les embarras de circulation qui se sont produits à la suite de la guerre, embarras incontestables, dont le commerce a beaucoup souffert. Cependant, si les embarras que l'on invoque à l'appui du projet proviennent d'une circonstance de force majeure, s'il est prouvé que les waggons, les magasins, les gares ont fait défaut, et non les rails, l'argument tiré de la nécessité disparaît. Les compagnies du Nord et de Lyon déclarent qu'elles sont en mesure de transporter, sur leurs lignes, un tonnage de beaucoup supérieur au maxi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mum des oscillations de trafic. Il suffira, pour l'accroissement futur des opérations, d'augmenter l'effectif du matériel roulant, d'agrandir les gares, de dépenser en aménagements quelques millions. Lorsque la circulation est devenue trop chargée aux abords de Paris, les compagnies n'ont pas hésité à tracer des tronçons parallèles; leur intérêt les oblige à faire de même sur les autres points de leur réseau où s'accroissent, avec le trafic, les besoins de leur service: le Gouvernement, d'ailleurs, sait bien les y forcer. L'intérêt public, en ce qui concerne la circulation, ne demande pas davantage, et il y aurait vraiment prodigalité à autoriser une dépense de 500 millions pour doubler, sans nécessité absolue, des lignes existantes. Ce capital que l'on nous offre peut être consacré à des emplois plus urgents.

D'autres arguments sont invoqués. On proclame le principe de la concurrence, et on le pratique immédiatement dans le prospectus en annonçant une baisse de tarifs. La concurrence, dit-on, est l'âme du commerce la source des perfectionnements, l'enseigne du progrès. Nous essayerons d'expliquer, plus loin, comment la concurrence opère dans l'industrie des voies ferrées, et de montrer par des exemples qu'elle n'y produit pas les effets que l'on suppose; mais il convient d'examiner, avant tout, si les contrats intervenus entre l'État et les compagnies permettent que cette concurrence soit autorisée, car la question n'est pas entière, il y a des engagements qui doivent être respectés.

En traitant avec l'État et en signant les cahiers des charges, les premiers concessionnaires durent compter que les calculs sur lesquels était fondée leur opération ne seraient pas faussés par des concurrences qui diminueraient les recettes nécessaires pour rémunérer le capital. Autrement il ne se serait rencontré aucun capitaliste pour entreprendre ce genre d'affaires, aucun actionnaire pour s'y associer. Si, par exemple, le concessionnaire de Paris à Amiens, ou de Paris à Orléans, avait pu croire que l'État laisserait s'établir des chemins parallèles, il se serait abstenu ou il aurait exigé d'autres conditions de construction, d'exploitation et surtout de tarifs. Les conventions ne contenaient aucune disposition à cet égard, elles réservaient, au contraire, expressément le droit de l'État pour l'ouverture d'autres lignes; mais il était certain que l'État n'userait de ce droit que dans le cas de nécessité absolue, et de manière à ne point déranger l'équilibre des combinaisons financières qui avaient servi de base aux concessions primitives. C'était là une garantie suffisante, et les capitaux se sont engagés. Plus tard, lorsque le Gouvernement opéra la fusion des entreprises, lorsqu'il organisa les grandes compagnies, il leur imposa la création d'un second, puis d'un troisième réseau composé de lignes dont le produit ne pouvait être rémunérateur, et qui exigeaient l'allocation de subventions et de garanties d'intérêt. Comment a-t-on procédé? Le Gouvernement a fait le compte des bénéfices que produisait l'exploitation de l'ancien réseau, et, selon le chiffre de ces bénéfices, il a exigé des compagnies plus ou moins de nouvelles lignes, accordé plus ou moins de subventions. Il a imposé à chaque compagnie la charge qu'elle pouvait porter en lui laissant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au moins par approximation un revenu suffisant, d'une part pour servir le capital déjà souscrit, d'autre part pour obtenir le crédit d'un capital supplémentaire. C'est ainsi, sur la foi des conventions, de la loyauté du Gouvernement, de son intelligence, de son bon sens, que les compagnies ont cherché et trouvé les ressources à l'aide desquelles les nouveaux réseaux ont été construits. Les milliards représentés par des obligations de chemins de fer reposent sur cette garantie. Seraient-ils venus, si l'on avait pu supposer que l'État diminuerait un jour la valeur du gage primitif en bouleversant par l'approbation d'une concurrence, c'est-à-dire par une atteinte certaine portée aux recettes, les produits de l'exploitation ? Il est permis de critiquer les traités antérieurs, de blâmer les complications et l'enchevêtrement d'intérêts qui en résultent, et de se rallier ainsi aux doctrines que M. Raudot voudrait faire prévaloir pour l'avenir ; mais ce qui n'est pas admissible, c'est que l'on altère l'esprit des contrats qui ont été conclus dans le passé. Il y a là une question de bonne foi et d'honnêteté publique.

Comment ! des entreprises se sont chargées, d'accord avec l'État, d'organiser un service de voies ferrées qui comprend de nombreuses lignes s'exploitant les unes avec bénéfice, les autres à pertes ! Elles ont posé les premiers jalons, supporté les frais des études et des essais, créé les courants commerciaux et développé le trafic sur un vaste parcours ! Et quand le sol est ainsi défriché, il se présente d'autres entrepreneurs qui, par un choix très-intelligent, demandent à s'installer sur les bonnes terres et à prendre leur part de la récolte ! On dit qu'ils ne réclament aucune subvention et qu'ils offrent au public des réductions de tarifs. Rien de plus simple ; en n'exploitant qu'une ligne, la meilleure de toutes, ils n'auraient pas à compenser les pertes de la mauvaise portion du réseau. Si les compagnies n'avaient pas à leur charge plusieurs lignes improductives, il leur serait facile d'abaisser encore les tarifs. Ce sont les produits des grandes lignes qui permettent d'appliquer des prix modérés sur les lignes secondaires, de même que les pertes éprouvées sur ces dernières l'empêchent de réduire davantage le prix de transport sur les grandes lignes. Tout se tient dans le système. Que l'on touche à la ligne principale de chaque réseau, le reste dépérit. Les règles ordinaires de la concurrence demeurent étrangères à cette organisation qui, dès l'origine, a placé les compagnies en dehors des conditions de l'industrie libre. Ici la concurrence ne s'exercerait pas avec des chances égales; l'État, dont le consentement est nécessaire, ne saurait l'admettre sans donner un démenti à tous ses actes. Ce serait la plus flagrante iniquité.

Est-il vrai, d'ailleurs, que, pour les voies ferrées, la concurrence amène infailliblement la plus grande baisse des prix ? Selon l'économie politique, le principe est incontestable; cependant la science, si absolues que soient ses doctrines, se trouve parfois obligée d'abdiquer devant les situations exceptionnelles ; or les grandes entreprises, organisées en vertu de concessions, rentrent dans ce dernier cas. La baisse des prix n'est possible et elle n'est durable que jusqu'au point où l'entreprise de transport con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

serve le bénéfice le plus minime ; au-dessous de ce point, la ruine arrive, car on ne peut pas longtemps travailler à perte. Il importe donc que l'entreprise soit constituée de manière à faire le plus de transports, c'est-à-dire de recettes, avec le moins de dépense. Si pour opérer les transports l'on établit deux lignes au lieu d'une, la recette est diminuée, puisqu'elle se divise, et la dépense est augmentée, puisqu'il faut construire et administrer deux chemins. Par conséquent, pour deux lignes concurrentes, le point précis où l'exploitation maintient le niveau entre les recettes et les dépenses est plus relevé que pour une seule ligne, et le degré de réduction des tarifs est placé nécessairement moins bas. Supposons, pour plus de clarté, qu'une ligne coûtant 100 millions opère tous les transports d'un point à un autre, elle doit retrouver au moins, dans ses tarifs, l'intérêt et l'amortissement de cette somme, ainsi que les frais d'administration et de traction. Que l'on crée une seconde ligne parallèle, coûtant le même prix, on élève à 200 millions le capital dont l'intérêt et l'amortissement doivent figurer parmi les éléments du tarif; de même pour les frais d'administration, qui seront doublés. En outre, comme les transports se partageront entre deux lignes, les trains seront moins chargés sur chacune d'elles, et l'ensemble de la traction deviendra plus cher. Quant aux recettes, à moins que les voyageurs et les marchandises à transporter ne dépassent le double du tonnage actuel (hypothèse inadmissible), il est évident qu'elles seront moindres sur les deux lignes que sur une ligne unique. Sous l'influence de ces deux faits, augmentation de dépenses et diminution de recettes, on comprend que le tarif est moins réductible dans l'état de concurrence. Une seconde ligne est nécessaire, coûte que coûte, quand la première est devenue insuffisante ; la concurrence produit son action, lorsqu'il s'agit d'une industrie libre. Dans le cas présent, les rails établis entre Calais et Marseille peuvent satisfaire, pour longtemps encore, aux augmentations de trafic; l'industrie des chemins de fer est régie par des contrats spéciaux qui, en lui imposant un maximum de tarif et toutes les conditions utiles au public, ne lui permettent pas d'abuser de ce que l'on appelle, à tort, son monopole, et qui lui laissent toute latitude pour abaisser les prix au fur et à mesure de l'accroissement des transports.

Les enquêtes anglaises contiennent les renseignements les plus instructifs sur la concurrence en matière de chemins de fer et de canaux. Les voies ferrées se sont établies presque librement sur le sol de la Grande-Bretagne, à la faveur d'une loi de 1844 proposée par Robert Peel. La concurrence a été sans frein entre les canaux et les chemins de fer, et ces derniers ont lutté les uns contre les autres. De cette abondance de lignes, dont une partie était superflue, il est résulté, d'abord, un effroyable gaspillage de capital et une série de crises financières dont la Bourse de Londres garde le souvenir. Les baisses de tarifs suivies de brusques relèvements ont, plus d'une fois, jeté la perturbation dans l'industrie de plusieurs régions. L'histoire économique des chemins de fer anglais est pleine de désordre et de ruines; mais les folies du capital ne sont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jamais que passagères. Après avoir chèrement payé son hommage à la liberté des transports, le capital a reconnu qu'il faisait un métier de dupe, et il a cherché à étouffer la concurrence. Les compagnies ont commencé par s'adresser aux canaux qui ont, pour l'Angleterre et l'Écosse, un parcours de 6,500 kilomètres. Elles ont acheté les uns, affermé les autres ou passé des conventions qui mettaient fin à la lutte. On s'est plaint vivement, en France, de voir entre les mains de la compagnie du Midi le canal latéral à la Garonne. Que dirait-on de toutes les combinaisons par lesquelles les compagnies anglaises se sont peu à peu rendues maîtresses d'une grande partie des voies navigables ? Il en est qui ont installé leurs rails dans le lit même de l'ancien canal, moyen pratique et infaillible pour tarir la concurrence. En même temps qu'elles désarmaient leur commun adversaire, les compagnies, lasses de se faire la guerre, se rapprochaient et contractaient des unions, des amalgames (*amalgamations*), qui par le fait n'étaient autre chose que des coalitions de tarif; elles sont maintenant en plein dans cette voie. Le *Times,* rendant compte d'une fusion projetée entre deux grandes compagnies, a signalé récemment, en termes très-vifs, le mouvement de l'opinion publique en Angleterre, sur cette question de la concurrence. Voici comment il s'exprime :

« Le système national de nos chemins de fer a été basé sur cette théorie : que l'industrie particulière créerait une concurrence avantageuse qui pourvoirait, d'une manière satisfaisante, aux besoins du trafic. Dans la pratique, chacun le sait, la théorie de la concurrence a tristement échoué, et les projets de fusion qui s'agitent ne sont que des tentatives pour en revenir au régime abandonné en 1844. Il n'est pas en notre pouvoir de réparer aujourd'hui le mal qui est résulté des combinaisons erronées de sir Robert Peel. Les millions ont été gaspillés, les convenances du public sacrifiées pour laisser le champ libre à la concurrence. Qu'y a gagné le public? Nous laissons à la majorité impartiale des voyageurs et des expéditeurs le soin de répondre. Ce que les compagnies y ont gagné, les administrateurs de ces compagnies qui recherchent maintenant la paix et l'union nous l'ont fait assez connaître. La partie de la concurrence a été jouée, et nous pouvons affirmer, sans exagération, que tous les intéressés en ont assez... Ceux qui ont réclamé le plus bruyamment la liberté des entreprises de chemins de fer et la concurrence illimitée sont à peu près unanimes pour demander l'action commune, l'unité d'administration, et pour maudire la concurrence... La garantie de la concurrence, qui, pensait-on, aurait pour effet d'assurer l'économie des voyages et des transports, n'a été dans la pratique, pour les voyageurs et le commerce, qu'une protection inefficace... »

Il convient, en effet, de rappeler qu'en Angleterre, sous le régime de la concurrence, la moyenne du tarif des voyageurs et des marchandises, a été toujours plus élevée qu'en France. Le *Times,* après avoir reconnu avec tant de franchise l'échec complet du système anglais, en est réduit à demander l'appui du Parlement contre les abus du nouveau système de fusion. Il est permis de dire que le cahier des charges imposé aux compagnies françaises garantit au public une protection convenable. En même temps il laisse au Gouvernement la faculté d'augmenter le nombre des lignes existantes, et d'autoriser des prolongements ou des embranchements, de telle sorte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les besoins de transport pourrront toujours recevoir satisfaction au moment convenable, sans prodigalité et sans parcimonie. Il n'y a pas une ligne nécessaire que l'on ne soit en mesure d'établir, soit au moyen des compagnies existantes, soit par la création de compagnies nouvelles.

Après avoir examiné l'argument de la concurrence au point de vue de l'intérêt public, il reste à juger la portée financière du projet d'un chemin de fer de Calais à Marseille et de tous autres projets analogues. On sait que l'État est le garant des compagnies. Il leur doit, chaque année, la somme nécessaire pour parfaire l'intérêt, et assurer l'amortissement du capital employé à la construction du nouveau réseau, et cet engagement, qui porte sur un capital de 4 milliards, l'expose au payement d'une garantie annuelle de près de 200 millions. Mais les produits de l'exploitation peuvent couvrir cette garantie ou venir en déduction de la dette, de telle sorte que, plus ils sont élevés, moins il reste à payer par l'État. Les sommes qui sortent ainsi du trésor lui seront remboursées par les compagnies sur les excédants de revenus, et, à défaut d'excédants, sur la reprise du matériel à la fin des concessions. En 1866, le montant des garanties d'intérêt était inscrit au budget pour 38 millions, il atteint 41 millions dans le budget de 1871. Le découvert s'augmentera encore par les avances qui seront faites pour 1872, et les exercices suivants, jusqu'à ce que la garantie devienne inutile.

Dans cette situation, quel est l'intérêt du trésor ? C'est que les compagnies fassent le plus de recettes, le plus de bénéfices possible, d'abord pour que l'État n'ait plus à leur verser le prix de la garantie annuelle, puis pour qu'elles soient en mesure de lui rembourser promptement les sommes qu'il leur a successivement avancées, et qui s'élèvent aujourd'hui à 190 millions. Cet intérêt est si évident, si pressant, que, s'il arrivait à une compagnie de procéder à d'imprudentes baisses de tarif, de faire des dépenses inutiles, en un mot de mal gérer sa concession, le Gouvernement aurait le droit et le devoir d'y mettre ordre. L'établissement d'une concurrence ayant pour résultat infaillible de diminuer les recettes, les revenus de la compagnie baisseraient, et ce serait au trésor à payer la différence. Les compagnies de Lyon et du Nord, qui n'ont point encore eu recours à la garantie de l'État, seraient elles-mêmes obligées de l'invoquer, si la concurrence venait leur enlever une portion des recettes de leurs principales lignes. Un créancier qui s'aviserait de diminuer les ressources de son débiteur actuel ou éventuel passerait certainement pour malavisé. Il n'y a pas de raison pour que l'État commette cette faute. Notre situation financière ne comporte pas les aventures.

Ce n'est pas tout. Si l'État admettait une première dérogation au principe de l'intégrité des réseaux, les capitaux n'auraient plus le même empressement pour s'engager, à l'avenir, dans les opérations de chemins de fer, et la grande œuvre, qui est loin d'être terminée, se trouverait atteinte. Les titres d'obligations se placent avec facilité sur le marché, non-seulement parce qu'ils sont garantis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par l'État, mais encore parce qu'ils reposent sur une valeur réputée très-solide. Il serait imprudent d'ébranler cette confiance, que l'on ne retrouverait plus au même degré lorsqu'on lui adressera de nouveaux appels. Enfin, même pour le présent, ne se rend-on pas compte du malaise que répandrait à travers les diverses branches du crédit, où tout se tient, un changement aussi important dans la constitution des chemins de fer? Les capitaux sont ombrageux, surtout ceux-là qui, se chiffrant par milliards, sont sortis des bourses les plus modestes. On n'ignore pas que les obligations et même les actions de chemins de fer sont aujourd'hui divisées à l'infini. L'opinion publique ne les considère plus comme des valeurs de spéculation; elle assimile les obligations à la rente. Il ne faut pas risquer de leur enlever ce caractère; la rente elle-même s'en ressentirait, au moment où nous avons besoin, plus que jamais, de ménager notre crédit. Voilà pourquoi tous les projets de chemins de fer concurrents nous semblent devoir être écartés par une décision nette, qui maintienne fermement le régime actuel et affirme, une fois de plus, le respect des contrats.

III.

Les chemins de fer d'intérêt local, qui tendent à prendre une grande place dans l'ensemble du réseau français, se rattachent directement à l'objet de cette étude. C'est une institution nouvelle, puisque la législation qui régit ces chemins de fer ne date que de 1865. Il est donc aisé de remonter au principe de cette création, d'apprécier les intérêts qui l'ont inspirée, ainsi que les conditions qui lui ont été faites, d'en mesurer les conséquences financières; l'occasion semble opportune pour rectifier, s'il y a lieu, les écarts qui pourraient la compromettre en altérant les caractères économiques, ou en étendant outre mesure le champ d'action de ces nouvelles voies. Les documents qui ont été préparés pour les enquêtes de 1870 montrent que, dès ce moment, les pouvoirs publics se préoccupaient de l'interprétation que les départements et les communes entendaient donner à la loi récente. Les débats qui se sont élevés à ce sujet, pendant la dernière session des conseils généraux, ne permettent pas d'ajourner les décisions relatives à la création et au développement de cette catégorie de voies ferrées.

Lorsque fut entreprise la construction du réseau français, on commença naturellement par les grandes lignes destinées à couper le territoire du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest, en prenant Paris pour point central; puis, l'on traça des lignes transversales pour desservir les villes populeuses, les ports et les régions industrielles qui ne se trouvaient pas sur le passage des premières lignes, pour rencontrer à la frontière les voies ferrées des autres pays dans l'intérêt du trafic international, ou pour satisfaire à des nécessités stratégiques. Ensuite on entra dans le système des embranchements, suivant un programme qui consistait à fournir, autant que possible, un parcours de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chemin de fer à chaque département, et à placer des gares dans les chefs-lieux de préfecture et de sous-préfecture. Le sentiment d'équité, les exigences politiques, les convenances administratives, recommandaient cette extension graduelle et la répartition symétrique des voies ferrées ; mais, pour obtenir ces premiers résultats, il avait fallu dépenser de très-fortes sommes, et l'on observait que plus on multipliait les embranchements, plus on devait faire de sacrifices qui demeuraient, en définitive, à la charge du trésor. Ces embranchements, plongeant dans des régions accidentées, étaient très-coûteux à établir, et l'exploitation se soldait par de fortes pertes. Le Gouvernement jugea que le moment approchait où la continuation de ces grands travaux deviendrait presque impossible, cependant il était constamment assailli de nouvelles demandes ; chaque année, lors de la discussion du budget, il y avait à la tribune législative un défilé de députés qui venaient exposer, avec énergie, les vœux ou les griefs de leur département. Dès **1861**, l'Administration fit étudier des combinaisons moins dispendieuses, et elle envoya des ingénieurs en Écosse, où, depuis plusieurs années, le génie industrieux et essentiellement économe des habitants de ce pays avait établi des chemins de fer sur des parcours que dédaignaient les grandes compagnies. MM. Lan et Bergeron, chargés de cette mission, virent, en effet, des lignes courtes construites au prix de **70,000** à **110,000** fr. le kilomètre, s'exploitant de la manière la plus simple, et pouvant, avec de très-faibles recettes, couvrir leurs frais. L'expérience avait réussi, l'idée était pratique, et nous devions en faire notre profit. Déjà, au surplus, quelques-uns de nos départements les plus riches et les plus avancés, et à leur tête ceux de l'Alsace, avaient exécuté ou projeté l'établissement de petites lignes en leur appliquant, par une interprétation peut-être abusive que l'Administration ne voulut point contrarier, la loi de **1836** sur les chemins vicinaux. Il s'agissait donc de faciliter, par des dispositions générales, la création d'un nouveau réseau destiné à former, en quelque sorte, le service vicinal des chemins de fer, à côté des grandes lignes qui peuvent être assimilées aux routes nationales.

Telle fut l'origine de la loi de **1865**, qui a réglé le mode de concession, d'établissement et d'exploitation des chemins de fer d'intérêt local. La loi porte que les chemins de fer de cette catégorie seront créés soit par les départements et les communes, avec ou sans le concours des propriétaires intéressés, soit par des concessionnaires, avec le concours des départements ou des communes. Le conseil général du département fixe les tracés et passe les traités de concession, sous la réserve de la déclaration d'utilité publique qui précède le commencement des travaux, et que le Gouvernement s'est réservée. Il peut être accordé, par l'État, des subventions variant selon les ressources des départements, et selon les sacrifices faits par les départements, les communes et les intéressés. Le chiffre maximum des subventions fournies, chaque année, sur les fonds du trésor, fut fixé à **6** millions. Le texte de la loi indique clairement le caractère modeste et purement local des voies ferrées à établir ; ce sont, en réalité, des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chemins vicinaux où la chaussée est remplacée par des rails et les chevaux par des locomotives. La plus grande tolérance fut laissée pour le rayon des courbes, pour les pentes, pour tous les détails de la construction et du service de l'exploitation. Le bon marché est la condition fondamentale du système.

Il serait inutile d'énumérer les nombreuses applications de la loi de 1865. Les chemins de fer ne peuvent point passer partout ni desservir directement tous les centres de population ; ils laissent à quelque distance, des deux côtés de leur voie, d'importants chefs-lieux de canton, des communes où se tiennent de grands marchés, des usines ou des exploitations agricoles, qu'il est utile de relier aux gares par des procédés moins imparfaits et moins dispendieux qu'une voiture de messagerie ou un chariot de roulage, et, si intéressantes que soient ces localités, il serait impossible de faire pour elles les frais d'un embranchement. De même, les chemins de fer, organisés pour la vitesse, sont assujettis à des règles de construction qui ne leur permettent pas de franchir les rampes dépassant un certain degré, de décrire des contours trop brusques ni même de se poser, à moins de frais quelquefois énormes, sur tous les terrains. Ils s'éloignent donc des régions où ces difficultés se rencontrent. Enfin, une organisation très-coûteuse, qui doit être homogène sur le même réseau, et qui ne comporte ni deux catégories d'agents ni deux échantillons de matériel, exige un minimum de trafic que n'atteindrait jamais la circulation purement locale, très-active cependant, entre les diverses régions d'un département ou de deux départements limitrophes. Indiquer ce que ne peuvent faire les grandes lignes, c'est dire ce que l'on doit demander aux chemins de fer d'intérêt local, et donner la mesure des services que ceux-ci sont appelés à rendre, si l'on parvient à les établir avec économie et discernement.

Dès que la loi de 1865 a été rendue, les préfectures et les conseils généraux ont reçu une grande quantité de projets, accompagnés de demandes de subvention. Il y avait un arriéré de vœux et de réclamations qui trouvaient enfin l'occasion de se produire, sans compter la spéculation, qui est toujours à l'affût des entreprises nouvelles et qui ne devait pas manquer au rendez-vous. Des chemins de fer à construire et des départements à exploiter, c'était un double bénéfice. Cependant les subventions de l'État étaient limitées par la loi à 6 millions par an, celles des propriétaires intéressés, sauf en Alsace et en Lorraine, étaient relativement peu empressées, et les conseils généraux, tout en se montrant disposés à user du bénéfice de la législation nouvelle, hésitaient à s'engager dans de trop lourdes dépenses. La spéculation se vit ainsi plus ou moins contenue. Le Gouvernement, d'ailleurs, n'accordait ses subventions et ne décrétait l'utilité publique qu'après avoir fait étudier par le Conseil général des ponts et chaussées les plans et devis. Voici la statistique des chemins d'intérêt local qui ont été approuvés depuis 1866. Ces chemins sont au nombre de 72, répartis entre 29 départements. Ils mesurent ensemble 2 000 kilomètres, ce qui donnerait, pour chacun d'eux, une longueur moyenne de 28 kilomètres environ ; beaucoup ont un parcours moindre, mais quelques-uns dépassent 60 et même 80 kilomètres. L'évaluation de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dépense totale monte à 260 millions. Le chiffre des subventions allouées est de 110 millions, sur lesquels l'État fournit 34 millions, les départements 63, et les propriétaires intéressés 13 millions. Les départements qui ont le réseau local le plus étendu sont l'Eure-et-Loir (350 kilomètres), l'Eure (234), la Somme (159), l'Hérault (157), Saône-et-Loire (122).

Sans contester l'utilité de ces 2000 kilomètres, il est permis de dire que la dépense évaluée, qui représente, en moyenne, 130 000 fr. par kilomètre, s'écarte des proportions économiques qui ont fait le succès des chemins d'Écosse, et, si l'on examine, en détail, les concessions, on en trouve dont le coût kilométrique dépasse 220 000 francs. Cela vient de ce que la plupart des entrepreneurs tiennent à construire leurs voies de manière à recevoir le matériel de la grande ligne sur laquelle ils s'embranchent, avec la pensée qu'un jour ou l'autre la compagnie voudra bien les acheter. Quelques-uns ont évidemment l'intention d'étendre leur parcours, et de préparer, d'accord avec des concessionnaires voisins, l'organisation d'un véritable service de chemins de fer. Avant d'exprimer une opinion définitive sur ces premiers chemins, il est juste d'attendre qu'ils aient été exploités : les produits diront si l'on a prudemment engagé le capital de 260 millions qui doit être dépensé. En tout cas, le caractère exclusivement vicinal de la loi de 1865 a été méconnu en ce qui concerne plusieurs de ces chemins qui, par la longueur du parcours et par le chiffre des dépenses d'établissement, révèlent, dès à présent, l'ambition d'être considérés comme les embranchements futurs d'une grande ligne.

Il n'y a eu, jusqu'ici, de concessions que dans le tiers de nos départements ; mais on sait que la dernière session des conseils généraux a été très-féconde en nouveaux projets. On a voté des milliers de kilomètres et des millions en conséquence. Cette fois, il n'y a pas à se méprendre. Parmi les projets qui ont reçu un accueil favorable, il en est un certain nombre qui préparent une concurrence au grand réseau. L'intention ne prend même plus la peine de se dissimuler; elle s'affiche avec un luxe qui ne conviendrait pas à la modestie d'une entreprise purement locale, et elle circule en prospectus très-explicites. La récente loi de décentralisation (10 août 1871) a favorisé ces combinaisons, en permettant aux conseils généraux de se concerter directement entre eux pour les intérêts qui seraient communs à plusieurs départements, de faire des actes et de conclure des traités pour lesquels ils n'ont plus à se renfermer dans les limites de leur territoire respectif; disposition très-sage, très-libérale, qui peut devenir fort utile, mais à la condition d'être appliquée à propos, de ne point se tourner contre les lois existantes, et spécialement de ne pas transformer en affaires locales des questions qui touchent aux intérêts généraux du pays. Or, au moyen de cette action commune qu'il est désormais possible d'établir entre plusieurs conseils généraux, des entrepreneurs ont fait adopter des chemins de fer qui, traversant plusieurs départements et affectant, dans chacun d'eux, le caractère local, forment réellement une ligne unique de plusieurs centaines de kilomètres, c'est-à-dire une ligne d'intérêt tout à fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

national. On comprend, d'ailleurs, que les assemblées départementales, élues d'hier, se soient laissé facilement séduire par ces nombreux plans de voies ferrées que les populations voient toujours avec faveur, et qu'elles tiennent à montrer en même temps et la puissance de leurs nouvelles attributions et leur sollicitude pour les régions qu'elles représentent. Si donc tous les chemins de fer qui ont été adoptés dans la dernière session venaient à être exécutés, il s'ensuivrait une dépense totale de plusieurs centaines de millions, s'ajoutant aux 260 millions déjà engagés, et un réseau de plusieurs milliers de kilomètres. Cet état de choses provoque de sérieuses réflexions.

Il ne s'agit plus seulement ici de la loi de 1865, manifestement violée; l'exposé des motifs de cette loi et le rapport rédigé par M. le comte Le Hon, au nom de la commission législative, ne laissent aucun doute à cet égard : il s'agit du système général suivant lequel a été constitué l'ensemble du réseau. A l'extension abusive des chemins de fer d'intérêt local, s'opposent la plupart des objections qui ont été développées plus haut contre la création d'une grande ligne de Calais à Marseille; objections morales, financières et politiques de l'ordre le plus élevé. La concurrence faite aux compagnies, en bouleversant l'économie du système, porterait atteinte aux contrats, sans profiter à l'intérêt public; les finances de l'État seraient compromises, un capital considérable risquerait d'être gaspillé; on aurait bientôt le désordre, les excès de la spéculation et la ruine. Nous tomberions, après trente ans de sagesse, dans les fautes qui ont été commises en Angleterre et qui ont causé de grandes pertes. Ce serait la désorganisation de notre plus belle industrie (1).

Est-ce à dire qu'il faille empêcher la construction des chemins de fer d'intérêt local, et priver les départements de la faculté qui leur a été attribuée? Non, sans doute, c'est uniquement une question de mesure et de prudence. En voulant faire trop ou trop vite, on risque de faire mal et d'aboutir à une spéculation ruineuse. Parmi les chemins de fer déjà concédés, il en est qui ne seront exploités que très-difficilement, parce que l'importance du trafic a été inexactement calculée. Les entrepreneurs auront réalisé des bénéfices sur la construction, puis l'affaire périclitera. Sur d'autres points, on présente des projets pour desservir des parcours où le Gouvernement se propose lui-même, quand il aura les ressources nécessaires, de tracer de grandes lignes conseillées par un intérêt stratégique. On s'exposerait donc à un double emploi, c'est-à-dire à une dépense superflue. La ligne stratégique sera utile pour le trafic local, tandis que la petite ligne, construite dans d'autres conditions, ne répondrait pas aux exigences du service militaire. Il est préférable de se résigner à un ajournement. Les divers projets ne doivent

(1) Un avis du conseil d'État, rédigé en 1869 par M Vernier, rapporteur de la section des travaux publics, a exposé avec une grande force les motifs d'intérêt public qui s'opposaient à l'établissement d'un chemin de fer d'intérêt local de Saint-Étienne à la limite du département du Rhône. Ce document contient toute la doctrine en cette matière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donc pas être appréciés isolément, alors même qu'ils conserveraient le caractère local. Quant aux moyens d'exécution, la constitution du capital que les concessionnaires demandent au public n'est pas toujours très-saine. Ce capital consiste principalement en obligations. Il est naturel que l'on profite de la faveur que ce genre de titres obtient sur le marché ; mais cette faveur, qui s'explique pour les grandes compagnies garanties par l'État, ne se justifie pas au même degré pour ces entreprises nouvelles, et n'est-il pas à craindre que, si les obligations des chemins de fer d'intérêt local venaient à subir de fortes dépréciations, le crédit des compagnies n'en fût très-affecté à cause de l'analogie apparente du titre ? Pour l'achèvement du grand réseau, la conséquence serait des plus graves. Tous ces points doivent être examinés avec une sévère attention. Jusqu'à ce que la jurisprudence administrative ou une législation nouvelle les ait réglés d'une manière plus précise, il est indispensable que l'on se renferme dans les conditions établies par la loi de 1865. Le Gouvernement a le devoir d'y veiller, et il lui suffit de refuser la déclaration d'utilité publique pour réduire à néant les concessions abusives ; mais il appartient à la commission d'enquête de prendre en main cette question importante, et de fixer, d'une manière définitive, le domaine réservé aux chemins de fer d'intérêt local. Il y a là un grand intérêt pour l'avenir du réseau et pour le crédit public.

La France a plus que jamais besoin de développer ses richesses agricoles, industrielles et commerciales, d'améliorer les moyens de transports, d'accroître ses voies ferrées, et cependant son capital est diminué. Quand elle aura payé la guerre, c'est à l'aide du crédit, fondé sur le travail et sur la sagesse, qu'elle devra reconstituer le fonds de ses épargnes. Plus de dix milliards sont engagés dans les chemins de fer ; gardons-nous de les compromettre. Capital et crédit, il faut tout ménager pour échapper à une crise financière qui serait plus que désastreuse dans la situation politique du pays. Les chemins de fer forment, aujourd'hui, l'élément le plus considérable de la fortune publique. Ce grand intérêt est confié à la commission d'enquête parlementaire, qui appréciera ce qu'il est possible de faire pour perfectionner la circulation intérieure, à quelles conditions, avec quelles ressources, dans quel délai. En pénétrant dans les détails de l'exploitation, elle reconnaîtra les améliorations réalisables et les réformes utiles. Jamais enquête n'aura été plus étendue, plus opportune ni plus vivement désirée.

ARTS MÉCANIQUES.

SUR LES EFFETS DES VARIATIONS DU TRAVAIL TRANSMIS PAR LES MACHINES ET SUR LES MOYENS DE LES RÉGULARISER, PAR M. E. ROLLAND. (*Extrait.*)

« Malgré les importants travaux de Navier, de Poncelet, de Coriolis et de leurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

successeurs, les théories de la mécanique industrielle laissent encore beaucoup à désirer, et la nécessité de les améliorer, pour les mettre au niveau des besoins actuels, devient chaque jour plus manifeste. Quelques mots suffiront pour expliquer les causes d'un tel état de choses : conduits à traiter des questions le plus souvent inabordables par les moyens dont disposait l'analyse, les créateurs de la mécanique industrielle durent, à l'origine, faire des hypothèses de nature à en rendre l'accès possible, et se contenter de solutions approximatives. De telles solutions suffisent, dans bien des cas, pour les besoins de la pratique, mais il est prudent de ne pas les accepter sans s'être rendu compte des limites entre lesquelles elles sont réellement admissibles. Malheureusement cette précaution nécessaire est trop souvent mise en oubli, et l'on obtient ainsi des résultats inattendus, anormaux, que leurs auteurs reprochent à la théorie, tandis qu'ils sont dus uniquement au mauvais emploi qui en est fait. A mesure que le temps s'écoule, cet oubli des hypothèses initiales a des conséquences plus graves, et l'on arrive graduellement à des règles pratiques d'autant plus vicieuses que, n'étant plus basées sur les vrais principes de la science, elles ne sont pas même justifiées, comme certaines règles empiriques, par leur conformité avec les résultats de l'expérience. Appelé à diriger de nombreuses installations de machines, j'ai pu constater bien souvent ces malentendus, ces désaccords, qui menacent de jeter une entière confusion dans une branche importante des sciences appliquées, et la nécessité de porter remède à cette fâcheuse situation.

« Parmi les questions dont l'importance réclame le plus impérieusement de nouvelles investigations, se place au premier rang celle de la régularisation de la vitesse dans les machines. Tel est le sujet des études dont ce mémoire forme la première partie. Ce sujet est, en réalité, des plus vastes, car il comprend implicitement la théorie des volants et des régulateurs, ou, pour parler plus exactement, la théorie entière de la transmission du travail. On trouve dans la première partie du cours professé par Poncelet à l'École de Metz, le développement remarquable des considérations générales que comporte cette théorie, et je n'ai pas la prétention de le refaire après le savant général. Mon but est, au contraire, de spécialiser les questions, dans l'espoir de leur faire faire un nouveau pas en avant. La première chose à faire, en abordant le problème sous ce nouveau point de vue, était d'en bien préciser les termes, et, pour y arriver, je passe en revue les causes diverses qui peuvent entraîner des changements dans la vitesse des machines, et les moyens à l'aide desquels on peut en conjurer, ou du moins en atténuer les effets. Cet examen fait voir que les organes divers, servant à la réglementation, se réduisent, en réalité, aux trois suivants : les ditributeurs, dont le but est de maintenir, le plus possible, l'invariabilité des forces agissantes ; le modérateur, réservoir de force vive, formé par toutes les pièces mouvantes de la machine et dont le rôle est de rendre plus lente l'altération de la vitesse ; enfin, le régulateur, chargé de modifier la grandeur de la puissance, dès que la vitesse tend à sortir des limites voulues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Après ces définitions nécessaires, je pose, dans les termes suivants, le problème général de la réglementation : *une machine pourvue d'un régulateur étant en marche régulière, déterminer les variations de la vitesse qui se produiront à la suite d'un changement brusque dans la quantité du travail transmis.* La solution d'un semblable problème est à peu près inabordable par les moyens dont dispose aujourd'hui la science. Mais on peut limiter la question, en faisant abstraction de la période pendant laquelle le régulateur est en mouvement, et se demander seulement quelle est la variation permanente qu'aura subie la vitesse, quand il sera arrivé à sa position finale d'équilibre. C'est ainsi qu'ont été obtenues les formules en usage, sans qu'on ait spécifié dans quelles conditions cela était admissible. Ne pouvant aborder ici la discussion à laquelle je me livre sur ce sujet, je me borne à en donner les principaux résultats :

« 1° L'action du régulateur est en relation des plus intimes avec la puissance du modérateur. L'étude des effets propres à chacun de ces deux organes de la réglementation ne peut donc se faire isolément.

« 2° Le bon fonctionnement du régulateur dépend à la fois de sa sensibilité et de la rapidité avec laquelle s'altère la vitesse de la machine, sous l'influence d'une cause perturbatrice donnée. Cette rapidité d'altération a pour mesure une fraction dont le numérateur est la variation de travail produite en une seconde par la perturbation, et dont le dénominateur est la somme des forces vives de toutes les pièces en mouvement.

« 3° Un régulateur spécial étant donné, on peut déterminer par expérience la valeur de la fraction définie au paragraphe précédent, pour laquelle cesserait son bon fonctionnement. Cette valeur limite peut être considérée comme caractéristique de ce régulateur, et, pour faire avec succès l'application de celui-ci sur une machine quelconque, il suffira de donner à la force perturbatrice et au modérateur des proportions telles que cette limite ne soit pas dépassée.

« 4° La fraction caractéristique est indépendante de la puissance de la machine. On doit donc repousser comme inadmissible le mode d'appréciation aujourd'hui fort usité, en vertu duquel le degré de perfection du régulateur dépendrait de la fraction dont il serait possible, sans troubler son bon fonctionnement, de faire varier brusquement le travail total de la machine.

« 5° Toutes choses égales d'ailleurs, le modérateur doit être d'autant plus puissant que le régulateur est plus sensible. L'inobservation de cette condition nécessaire est la cause principale des mécomptes auxquels a donné lieu l'emploi des régulateurs isochrones. Faute d'un modérateur de puissance suffisante, ces régulateurs trop sensibles déterminent forcément des oscillations périodiques de la vitesse. Les inconvénients résultant de ces oscillations sont, du reste, bien connus, et les constructeurs, pour s'en rendre maîtres, en sont venus à introduire dans le mécanisme de véritables freins, à l'aide desquels ils peuvent réduire la sensibilité suivant les besoins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La théorie précédente est établie dans l'hypothèse, généralement admise par les auteurs, de l'invariabilité de formes des organes d'une machine en mouvement. Dans la seconde partie de mon mémoire, je montre la nécessité de tenir compte de l'élasticité de ces organes. J'établis les équations générales du mouvement d'un nombre quelconque de pièces tournantes, rendues solidaires par des arbres, des courroies, ou tout autre lien élastique. Ainsi que l'avait déjà fait voir M. Kretz, dans un mémoire présenté en 1865 à l'Académie, mais par une voie différente, je montre qu'au système défini ci-dessus il est possible d'en substituer un autre, consistant en une série de masses unies par des ressorts et se mouvant en ligne droite. Je fais une étude spéciale et complète des effets produits par les forces perturbatrices sur le système formé de deux roues montées sur le même arbre. Voici quelques résultats tirés de cette étude :

« 1° Sous l'action des changements brusques dans l'intensité des forces agissantes, il se produit, dans l'arbre, des oscillations tournantes, dont les lois sont conformes à celles des oscillations pendulaires. En raison de cet état dynamique, la tension correspondant à la torsion produite sur l'arbre par la perturbation s'élève jusqu'au double de sa valeur statique. On conclut de là, par une déduction facile, que, dans une transmission, ce sont les arbres les plus éloignés du moteur qui supportent la plus grande fatigue élastique. Cette conclusion, en contradiction absolue avec la règle pratique prescrivant de renforcer surtout les arbres les plus voisins du moteur, montre le danger d'appliquer de semblables règles sans examen préalable.

« 2° La perturbation produit sur la machine des effets de trois sortes, savoir : un excès de torsion de l'arbre, une perte de force vive, et des variations dans les vitesses des deux roues. La discussion des formules donnant la mesure de ces trois sortes d'effets me conduit à établir la proposition suivante : « Si l'on débraye simultanément n ou-
« tils de même puissance, les effets d'élasticité de toutes natures résultant de cette
« perturbation seront n fois plus grands que si leur débrayage s'était fait successi-
« vement. »

« 3° L'emploi des régulateurs trop sensibles, amenant une série de perturbations de sens contraires, accroît, dans des proportions considérables, la fatigue des transmissions et les pertes de force vive dues à l'élasticité.

« 4° Il existe, sur la longueur de l'arbre, un point inaccessible aux mouvements oscillatoires engendrés par les perturbations, et que, pour ce motif, je nomme le *centre neutre*. Cette proposition, rigoureusement exacte dans le cas où le moment d'inertie de l'arbre est négligeable devant ceux des deux poulies, peut être regardée comme très-sensiblement vraie dans la plupart des applications. Dans une machine complexe, le centre neutre ne coïncide pas, en général, avec un point déterminé du système, mais le plus souvent il se déplace en réalité fort peu. Dans tous les cas, il existera dans la transmission une région des moindres oscillations, jouissant, dans une certaine mesure, des avantages du centre neutre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« On comprend, sans peine, l'utilité dont peuvent être les considérations de cette nature pour la combinaison rationnelle des éléments des machines, et notamment pour la fixation du point où l'on doit prendre le mouvement de certains organes, tels que le régulateur et les tiroirs de distribution, qu'il importe de mettre à l'abri des perturbations. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 12 juillet 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Dufrené,* ingénieur, rue de la Fidélité, 10, à Paris, annonce le retrait de la décision qui obligeait les habitants de l'Alsace-Lorraine, possesseurs de brevets pris en France, à verser les annuités de leurs brevets; cet acte de justice a été rendu sur la demande de l'ambassadeur de France, à Berlin. (Commerce.)

M. *Ackermans* (Robert), serrurier, boulevard Richard-Lenoir, 36, soumet à l'examen de la Société un ferme-persienne d'un nouveau système. (Arts économiques.)

M. *Dietrich* (Ch.), graveur, rue Champollion-Sorbonne, 9, présente à la Société une étude sur la possibilité d'arrêter immédiatement un train de chemin de fer sans secousse violente. (Arts mécaniques.)

M. *Dreyfus* (L.), rue de Rivoli, 42, demande l'examen de la Société pour une théorie du tour ovale qu'il se propose de publier. (Arts mécaniques.)

M. *Sacc,* professeur de chimie, à Neuchâtel (Suisse), envoie un mémoire sur un procédé pour la conservation des substances alimentaires, qui peut s'appliquer à la préparation des viandes, des légumes et des fruits.

Les viandes à conserver sont placées pendant quarante-huit heures dans l'acétate de soude en poudre mis en quantité égale au quart de leur poids environ; au bout des premières vingt-quatre heures elles sont retournées, déplacées et remises dans le même sel. Après ce délai, elles sont retirées et elles peuvent soit être séchées à l'air, ce qui est assez rapide, soit être embarillées dans leur saumure en remplissant les vides, s'il y en a, par une solution formée de 3 parties d'eau pour 1 d'acétate de soude. Leur conservation est ainsi assurée.

Pour faire usage de cette viande conservée, il faut la faire tremper, pendant douze heures au moins et vingt-quatre heures au plus, dans de l'eau tiède contenant 1 pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

100 de sel ammoniac. Cette préparation leur rend leur aspect et toutes leurs qualités premières, et elles peuvent alors être employées à toutes les préparations culinaires. Les os qu'elles contiennent fournissent même un bouillon gras très-sapide.

On peut conserver ainsi du gibier, dessécher à l'air des poissons fins, des légumes, des champignons, des fruits à peau fine, pêches, fraises, etc. (Comités des arts chimiques et économiques.)

En prescrivant ce renvoi, M. le *Président* parle de la communication que M. *Sacc* lui avait faite de son procédé et des encouragements qu'il avait donnés à ses travaux. A la même époque, à propos d'autres recherches, il avait essayé, de son côté, l'action d'un grand nombre de sels et il avait reconnu que, sur quarante ou cinquante sels essayés, l'acétate de potasse seul jouissait de la propriété remarquable de s'opposer à la fermentation et que, de plus, il empêchait même l'interversion du sucre. La même propriété subsiste, à un degré un peu moindre, pour l'acétate de soude.

Il a donc félicité M. *Sacc* d'avoir reconnu, de son côté, cette propriété destructive du ferment qui paraît résider dans les acétates et d'en avoir fait une application aussi utile. Il pense que les résultats annoncés sont dignes de l'intérêt des comités des arts chimiques et des arts économiques.

M. *Gaffard* (Aug.), fabricant de produits chimiques et pharmaceutiques, à Aurillac (Cantal), présente à la Société un procédé pour conserver les œufs, d'une application facile, économique, à la portée de tout le monde, et pour lequel il a pris un brevet.

Les œufs frais sont maintenus, pendant trente à quarante minutes, dans une bassine contenant 5 kilog. d'alun et 5 litres d'eau à la température de 45 à 50 degrés ; ils sont ensuite retirés et mis à égoutter. Pendant ce temps-là, la dissolution d'alun est portée à l'ébullition et, quand elle est à son maximum de température, on y plonge les œufs, par parties, pendant dix à quinze secondes; puis on les met à égoutter de nouveau. Quand ils sont refroidis, ils peuvent être emballés dans une substance inerte, empêchant le renouvellement de l'air, comme le son, la sciure de bois sèche, la cendre, le coton, etc.; dans cet état, l'auteur dit qu'ils se conservent très-bien pendant une année entière. (Arts économiques.)

M. *Michonnet* (Claude), route de Paris, à Versailles, 44, présente un piége à mouche pour lequel il désire prendre un brevet. (Arts économiques.)

M. *Ginestou,* bibliothécaire de la Société, fait hommage d'une traduction des principes de géologie de sir Ch. *Lyell* qu'il vient de publier.

M. le *Président,* en présentant cet ouvrage au Conseil, remercie M. *Ginestou* d'avoir entrepris cette traduction qui offrait des difficultés spéciales. Les *Principes de géologie* de sir Ch. *Lyell,* dit-il, forment un des ouvrages les plus complets qui existent sur cette science. Ils sont le complément nécessaire de ses *Éléments de géologie* dont M. *Ginestou* a déjà donné, il y a cinq ans, une traduction très-estimée, et il y a lieu de féliciter le laborieux traducteur du service qu'il a rendu à la science, en donnant une bonne et fidèle interprétation de ces deux importants ouvrages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Lamy,* membre du Conseil, présente à la Société, de la part de M. *Jordan* (S.), professeur de métallurgie à l'École centrale, le second volume de la *Revue de l'industrie du fer* en 1867, qu'il a publiée dans la *Revue de l'Exposition de* 1867, Noblet, éditeur. (Comité des arts chimiques.)

MM. les *Secrétaires* font une analyse de la correspondance imprimée dans laquelle on remarque :

M. *Blavier* (E. E.), inspecteur des lignes télégraphiques. Considérations sur le service télégraphique et sur la fusion des administrations des postes et des télégraphes. Nancy, 1872, in-8°.

Rapports des comités. — M. le comte *du Moncel* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur le télégraphe autographique de M. *Meyer*.

Ce télégraphe, qui est redevable à son constructeur, M. *Hardy,* de plusieurs perfectionnements essentiels, a paru au comité des arts économiques de nature à mériter à leurs auteurs les remercîments de la Société pour l'intéressante communication qu'ils en ont faite, et ce comité propose l'insertion, au *Bulletin,* du rapport qu'il présente à ce sujet, avec les dessins de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Régulateurs isochrones.* — M. *Villarceau,* membre de l'Académie des sciences, expose devant la Société les résultats auxquels l'a conduit l'étude particulière qu'il a faite des régulateurs des machines.

Les régulateurs sont des appareils qui ont pour objet de faire varier la quantité du travail moteur produit ou la quantité du travail résistant, de manière que la vitesse de la machine à laquelle ils sont appliqués soit uniforme et égale à celle qu'on veut produire. Les pendules et les échappements des montres peuvent, à la rigueur, être considérés comme des régulateurs intermittents pour obtenir une vitesse moyenne, mais on réserve ce nom à ceux qui laissent une valeur constante et continue à la vitesse.

Pendant fort longtemps on ne s'est servi que du régulateur de *Watt,* formé d'un losange articulé tournant, portant des boules suspendues à l'extrémité des deux côtés supérieurs prolongés, modifiant l'ouverture de la vanne d'admission de la vapeur, par le mouvement ascendant ou descendant de l'angle inférieur du losange et, par suite, la quantité du travail moteur employé ; mais cet appareil ne fonctionne plus utilement quand le travail résistant subit des variations étendues, et M. *Charbonnier,* ingénieur, à Mulhouse, imagina de le compléter par l'addition de contre-poids. MM. *Farcot, Gand, Rolland* s'occupèrent aussi, à plusieurs reprises, des modifications dont cet appareil était susceptible.

D'autre part, *L. Foucault,* pour assurer la régularité du mouvement continu qu'il fallait donner aux grands instruments astronomiques, rechercha les moyens d'établir un régulateur qui maintînt dans les appareils employés un mouvement continuellement uniforme, quelque grandes que fussent les variations du travail moteur ou du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travail résistant. Il y parvint et nomma ces appareils des *régulateurs isochrones*. La première théorie mathématique de cette espèce d'appareils est due à M. *Rolland*.

Le caractère essentiel des régulateurs isochrones est de se tenir en équilibre, quels que soient la position des parties oscillantes et l'orifice de la vanne d'admission du moteur, tant que la vitesse est égale à celle pour laquelle ils ont été réglés. Ces appareils forment, d'ailleurs, deux classes distinctes. Dans la première, si l'uniformité de la vitesse de rotation est troublée, les changements qui en résultent dans le régulateur ont pour effet de modifier la puissance motrice, soit par un mouvement transmis à la vanne d'admission, soit autrement. Dans la deuxième classe on ne tient aucun compte de l'économie possible du travail moteur, et le régulateur, par ses oscillations, fait varier le travail résistant de manière à retenir la vitesse au point fixe qui a été arrêté pour elle, lors du règlement de l'appareil. Le moyen le plus simple pour obtenir ce résultat consiste dans le déplacement d'ailettes liées aux pièces oscillantes de l'appareil, qui dans leurs diverses positions éprouvent, de la part de l'air ambiant, une résistance variable, laquelle maintient la vitesse au taux fixé à l'avance.

Ces appareils sont composés d'un arbre vertical tournant sous l'impulsion du moteur, et de deux plateaux perpendiculaires à cet arbre, dont l'un fait corps avec lui, tandis que l'autre oscille parallèlement au premier. Ces deux plateaux sont reliés entre eux par un certain nombre de systèmes articulés, placés dans des plans verticaux qui passent par l'axe de rotation et qui forment des angles égaux autour de cet axe. Dans le régulateur de *Watt,* le plateau supérieur est fixe et le plateau inférieur est mobile, et le nombre de systèmes articulés est de deux; dans le régulateur qui est sous les yeux du Conseil, c'est le plateau inférieur qui est fixe et le nombre des systèmes articulés est de trois.

Chacun de ces systèmes se compose de deux tiges égales réunies par une articulation et reliées de la même manière, l'une au plateau supérieur, l'autre au plateau inférieur. De petites masses placées sur la tige supérieure ont pour objet de l'équilibrer de manière que, si elle était géométriquement repliée sur la tige inférieure, toute droite passant par leur extrémité dans le plan du système fût un axe principal d'inertie relativement à ce point : les masses principales dont les oscillations déterminent celles de toutes les pièces mobiles sont liées aux tiges inférieures.

Ces masses principales ne peuvent être arbitraires ni dans leur forme ni dans leur position. L'analyse de la question montre qu'elles ne peuvent pas être des sphères comme dans le régulateur de *Watt* et qu'elles ne doivent pas être sur le prolongement des tiges inférieures. On leur donne la forme d'un prisme rectangulaire ou d'un cylindre, dont la plus grande dimension est dans le plan du système dont elles font partie, et leur centre de gravité est relié géométriquement avec les tiges qui sont contiguës au plateau fixe inférieur.

La vitesse de régime est modifiée à volonté en changeant l'angle de calage de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

masse principale par rapport à la tige inférieure, et en modifiant, en conséquence, le poids du plateau supérieur.

Dans les régulateurs isochrones de la première classe, la fonction à remplir est de faire varier l'ouverture de la vanne d'admission de la vapeur du moteur, de manière que la vitesse de rotation de l'arbre de la machine reste comprise entre deux limites données; une fourchette passant dans une gorge du plateau oscillant transmet ce mouvement à la vanne d'admission. Un calcul facile fait connaître le poids et les dimensions qu'il faut donner aux parties de l'appareil pour que cette condition soit toujours remplie.

Les régulateurs de la deuxième classe ont pour objet de produire une grande constance dans la vitesse, sans tenir compte de la puissance dépensée. Ils agissent non pas en modifiant cette puissance, mais en faisant varier la résistance. Quelque perfection qu'ait eue la construction de l'appareil, il est indispensable de conserver des moyens de réglage pour corriger les petites erreurs sur la densité ou le poids des pièces, les irrégularités inévitables et les causes matérielles d'irrégularités non évaluées dans les prévisions. Le calcul montre qu'il est nécessaire, pour obtenir une correction complète, d'introduire, dans l'appareil, quatre variations différentes. A cet effet, trois masses mobiles, le long de tiges filetées, ont été placées sur la masse principale dont elles font partie, mais dont elles permettent de modifier la forme et la position du centre de gravité. Une altération du poids du plateau supérieur par des poids en anneaux concentriques formerait la quatrième variation si elle devenait nécessaire. Des ailettes en aluminium fixées à la masse principale s'épanouissent plus ou moins, en faisant un angle de plus en plus grand avec la verticale, quand le plateau mobile supérieur s'élève. En décrivant ainsi des cercles d'un plus grand rayon, elles éprouvent de la part de l'air une plus grande résistance, qui est l'augmentation de travail nécessaire pour que la vitesse reste uniforme et fixée comme à l'origine du mouvement.

L'appareil qui est présenté à la Société a été construit par M. *Bréguet* avec un soin remarquable, mais ce soin a eu surtout pour objet de se conformer, avec l'exactitude la plus scrupuleuse, aux dimensions et aux poids portés au projet. Il ne lui était jamais arrivé, dit-il, de voir un projet entièrement basé sur la théorie réussir ainsi du premier coup. La puissance, en effet, dans cet appareil a varié de 1 à 6 et au delà; elle a été modifiée de toutes les manières les plus variables par un frein placé sur l'appareil d'horlogerie qui sert de moteur, et la vitesse, mesurée avec un bon chronomètre pendant cinquante et une observations durant trente minutes, n'a pas présenté d'écart supérieur à un cinquième de seconde.

M. *Villarceau* reproduit devant l'assemblée quelques-unes de ces modifications pour montrer comment l'épanouissement des ailettes est sensible aux moindres variations de la puissance. Il place ensuite, sur une tige perpendiculaire à l'axe du moteur, une petite masse troublante qui, suivant ses positions successives, agit tantôt en aug-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mentant d'une très-petite quantité, tantôt en diminuant un peu la puissance du moteur, et il montre que ces effets sont traduits instantanément par des variations correspondantes dans l'épanouissement des ailettes.

Ainsi ce régulateur, dès sa première réalisation, a déjà atteint un haut degré de précision. Pour la conduite d'un équatorial, il ne paraît pas inférieur au plus parfait des régulateurs isochrones qui existent, celui de L. *Foucault;* adapté aux enregistreurs, aux télégraphes, etc., on en obtiendrait d'excellents résultats.

M. le *Président* remercie M. *Villarceau* de l'intéressante communication qu'il a bien voulu faire à la Société d'encouragement et le prie de remettre au Bureau une note à ce sujet, qui puisse être insérée dans le *Bulletin* avec un dessin de l'appareil.

Vert de Chine; lokaïne, lokaétine. — M. *Guignet* expose devant la Société les recherches que M. *Cloëz* et lui ont faites sur la matière connue sous le nom de *vert de Chine,* qui a été signalée, pour la première fois, en 1848, par M. *Kœchlin* (Daniel) comme matière colorante distincte, et qui a été étudiée, depuis cette époque, par plusieurs chimistes.

Le *vert de Chine* ou *lokao* est une laque contenant une forte proportion de substances minérales. Il est d'un prix élevé et n'est plus employé en teinture.

En le faisant digérer pendant plusieurs jours avec de l'eau froide, il subit une espèce de fermentation et, en filtrant, on obtient un bain vert foncé qui teint le coton en vert terne intense, mais qui ne donne sur la laine et la soie qu'une teinte grisâtre très-faible.

Le carbonate d'ammoniaque est le véritable dissolvant de la partie colorante de cette matière. Après quatre jours de contact de poids égaux de ces deux matières dans quarante fois leur poids d'eau, on obtient une liqueur bleu foncé qui, filtrée et desséchée, donne 60 pour 100 d'un produit bleu soluble qui est la combinaison ammoniacale du principe colorant que les auteurs de ces recherches nomment *lokaïne.*

Si on y ajoute de l'hyposulfite de soude, la liqueur filtrée, qui est d'un bleu pur, teint facilement le coton, à 80 degrés, en un bleu d'azur de la plus grande pureté et lui donne un éclat particulier; l'hyposulfite de soude est un véritable dissolvant de la *lokaïne;* le coton teint en bleu par elle se déteint dans l'hyposulfite qui se colore en bleu foncé.

La *lokaïne* est un glucoside donnant de la glucose par l'action des acides faibles avec précipitation d'un corps insoluble coloré en brun rouge.

Ce corps est à la *lokaïne* ce que l'acide gallique est au tannin, MM. *Guignet* et *Cloëz* le nomment *lokaétine;* il est produit partiellement quand on chauffe la *lokaïne ammoniacale* à 110 degrés pendant plusieurs heures. On obtient ainsi une matière d'un violet pur qui, dissoute dans l'eau distillée, donne au coton non mordancé une teinte d'un violet intense résistant à l'ammoniaque; la laine et la soie se teignent moins bien.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on ajoute de l'hyposulfite de soude à cette dissolution de *lokaïne ammoniacale* modifiée par la chaleur, et qu'on filtre, le violet reste sur le filtre, et la liqueur filtrée, d'un bleu intense, contient la matière bleue, et peut servir pour la teinture.

La *lokaétine* est attaquée à 100 degrés par l'acide nitrique étendu ; elle donne une grande quantité d'acide oxalique et une matière jaune cristallisable qui diffère complétement de l'acide picrique, dont elle n'a pas la saveur amère, qui est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, et qui est douée d'un très-grand pouvoir colorant.

Ainsi le vert de Chine peut donner trois couleurs solides d'une grande pureté : le bleu, le violet, le jaune. Il est extrait, en Chine, de l'écorce de certains nerpruns ; des recherches, faites à la suite de la proposition d'un prix, ont fait trouver un procédé pour l'extraire des nerpruns de France ; mais l'auteur de ce procédé est mort, et les tentatives faites pour reproduire cette fabrication n'ont pas réussi.

M. *Guignet* croit qu'il serait utile que la Société attirât sur ce sujet les recherches des industriels et provoquât de nouveaux travaux.

M. le *Président* remercie M. *Guignet* de l'intéressante communication qu'il vient de faire à la Société, et le prie d'en faire l'objet d'une note qui sera insérée au *Bulletin*.

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Sirandré,* fabricant de savon, à Dijon, est nommé membre de la Société.

Séance du 26 *juillet* 1872.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* accuse réception de l'extrait du procès-verbal de la séance du 28 juin et du rapport fait, dans cette séance, par le comité des arts mécaniques, sur l'invention de MM. *Boutard* et *Lasalle,* par laquelle l'emploi d'un enfant pour lancer la navette des métiers à châles n'est plus nécessaire. Il remercie la Société de cet envoi.

M. *Bois* (Alexis), rue Saint-Maur, 204, et à Londres Lower-John street, 3, envoie à la Société un dessin lithographié et une description d'un bateau-bac pour le transport des trains de chemin de fer.

M. *Raffard* (N. J.), rue de Richelieu, 45, croquis de deux roues de brouettes employées en Australie. (Arts mécaniques.)

M. *Van Royen* (J. B. N.), capitaine dans l'armée néerlandaise, Van Wyckskach, 324, à Utrecht, roue hollandaise perfectionnée pour élever de l'eau. (Arts mécaniques.)

M. *Charpentier* (P.), ingénieur civil, boulevard de Clichy, 8, auteur d'un système nouveau pour le chauffage économique de tous les foyers industriels, demande si la publication de son procédé par la voie de l'impression et en une brochure l'empêche de concourir pour le grand prix de la Société qui doit être délivré en 1873. (Réponse

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à M. *Charpentier* que cette publication ne peut pas être un obstacle à la délivrance d'un prix, ni à celle des autres récompenses que la Société décerne, et qu'il doit, dès lors, envoyer toutes les pièces qui peuvent établir ses titres à une récompense de la Société.)

M. *Marion* (A.), cité Bergère, **16**, présente à la Société un papier préparé au ferro-prussiate, très-propre à la copie rapide des dessins de tout genre. (Arts chimiques.)

MM. *Voisin* et *Dronnier*, rue Saint-Fargeau, **41**, nouveaux sels excitateurs pour les piles au bichromate de potasse. (Arts économiques.)

M. *Durand* (F.), **167**, rue Montmartre, chez M. *Lion* (A.), envoie une nouvelle note sur le procédé de construction sous-marine qu'il a imaginé et qui peut s'appliquer à toutes les constructions souterraines. (Renvoyé au comité des arts mécaniques auquel une communication sur le même sujet a déjà été transmise par le même auteur le **10** novembre **1871**.)

M. *Antoine* (Ch.), ingénieur des constructions navales, à Brest, adresse à la Société un exemplaire de son mémoire sur les propulseurs hélicoïdaux, et des tables qu'il a calculées pour la détermination des hélices et de la résistance de la carène.

Dans ces ouvrages, il reprend, avec des expériences nouvelles, l'étude de l'action de l'hélice appliquée comme propulseur à la marche des navires. Il établit les formules théoriques qui font connaître l'avance du bâtiment pour chaque tour d'hélice, et la résistance qu'elle oppose à l'action de l'appareil moteur, et il détermine les coefficients que comportent ces formules, soit pour la résistance des carènes suivant que l'hélice est plus ou moins immergée, soit pour le nombre de tours obtenus par minute. Ces résultats ont été contrôlés par un millier d'essais faits sur des bâtiments de types divers, chacun de ces essais n'étant lui-même que la moyenne des nombreux parcours obtenus pendant une série d'expériences. (Arts mécaniques.)

M. *Giroud* (H.), rue Hautefeuille, **49**, à Paris, fait hommage à la Société d'un exemplaire de son Traité sur la pression du gaz d'éclairage et sur les moyens à employer pour la régulariser.

M. *Chaudet,* ingénieur-chimiste, à Rouen, rue Saint-Julien, **119**, fait présenter par M. *Alcan,* membre du comité des arts mécaniques, les produits de l'industrie qu'il a créée. Ce sont :

1° Des pâtes à papier et à carton ;

2° Des produits liquides colorés dits *savonnules tanniques*, qui remplacent les dissolutions tanniques employées dans l'art de la teinture et qui peuvent teindre en même temps les étoffes composées de laine et de coton, qui peuvent, de plus, servir soit au tannage des cuirs, soit à empêcher l'incrustation des chaudières ;

3° Des produits intermédiaires obtenus dans les traitements qui sont nécessaires pour la production des deux premiers.

Tous ces produits sont extraits des résidus des bois de teinture, formant un déchet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de fabrique important, dont une portion est entièrement perdue et le reste est vendu à vil prix pour servir de combustible.

Ce sont, en effet, ces bois de teinture, rejetés à la sortie des cuves, que M. *Chaudet* a repris et traités par des moyens spéciaux, et qu'il a transformés en produits d'une valeur supérieure; de la pâte à papier et des matières tinctoriales tanniques. Il est, dès à présent, en état de fabriquer sur une échelle suffisante pour démontrer l'efficacité, la simplicité et les avantages des moyens qu'il emploie.

On aura une idée de l'importance des matières sur lesquelles il peut opérer, en sachant qu'on estime à 200 tonnes par jour la quantité de bois de teinture traitée dans les seuls départements de la Seine et de la Seine-Inférieure. (Arts chimiques.)

MM. les *Secrétaires* font une analyse de la correspondance imprimée dans laquelle on remarque

M. *Melsens,* Note sur les plaies produites par les armes à feu et sur l'impossibilité de la fusion des balles de plomb par leur choc contre des hommes ou des chevaux. Bruxelles, 1872, in-8°. (Voir plus haut, p. 629.)

Rapports des comités. — *Pétrole. Son inflammabilité.* — M. *de Luynes* présente, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur l'appareil de M. *Granier*, pour constater le degré d'inflammabilité des huiles de pétrole destinées à l'éclairage.

Le comité des arts économiques est d'avis que le petit instrument de M. *Granier* peut rendre de grands services, et il propose de remercier l'auteur de sa communication, et d'insérer dans le *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, avec le dessin de l'appareil.

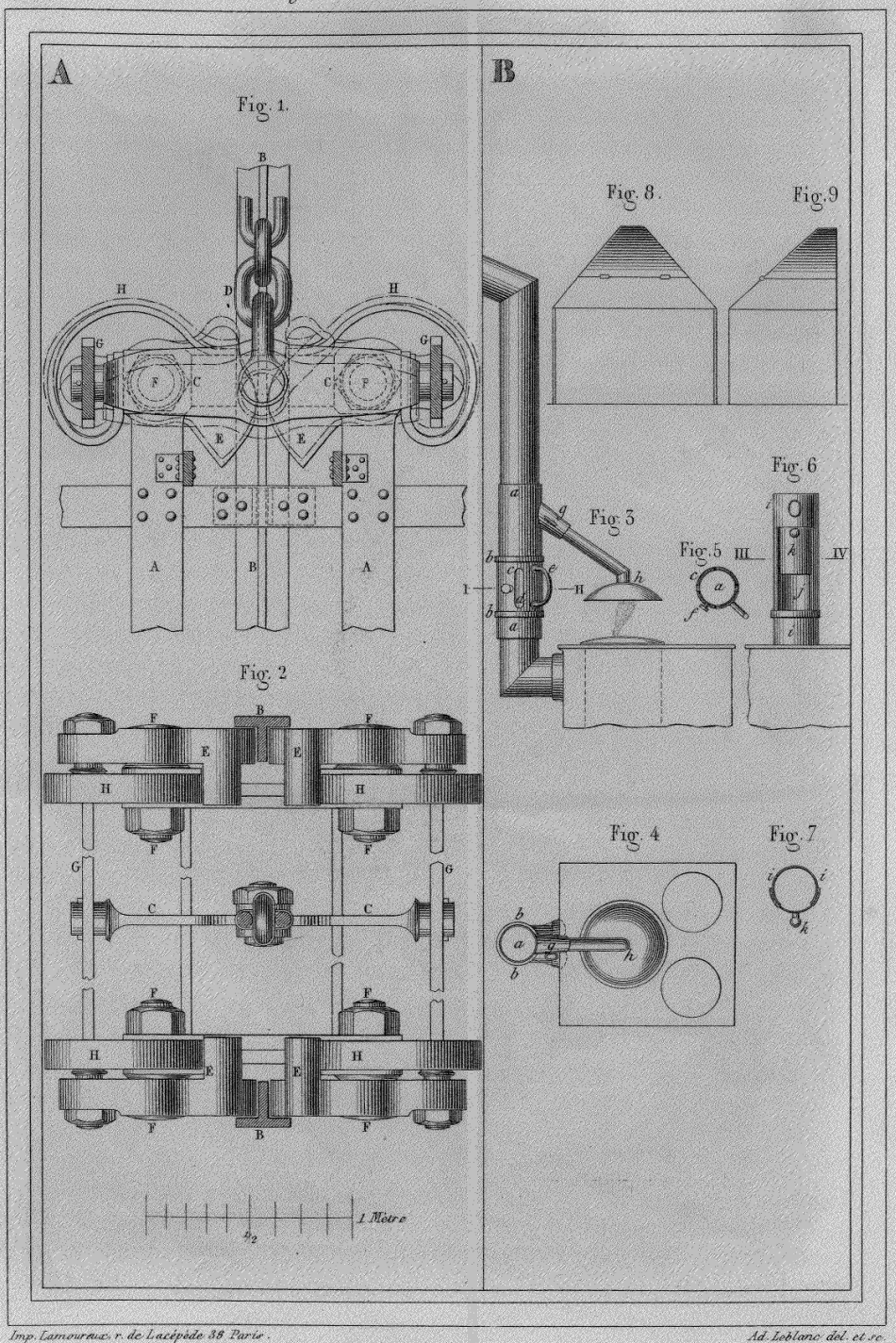
Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Acier spécial au tungstène.* — M. *Gruner*, membre du comité des arts chimiques, communique à la Société les résultats de l'examen qu'il a fait d'un acier spécial d'une très-grande dureté, qui est employé à la fabrication de crochets servant à tourner les bandages en acier des roues au chemin de fer de l'Ouest. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Papier sensible à l'hydrogène et au phosphore. — M. *Renault,* professeur au collége de Cluny, a fait des observations intéressantes sur la réduction que certains sels d'argent éprouvent en présence de l'hydrogène et des vapeurs du phosphore, et M. *Balard,* vice-président, en rend compte à la Société. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

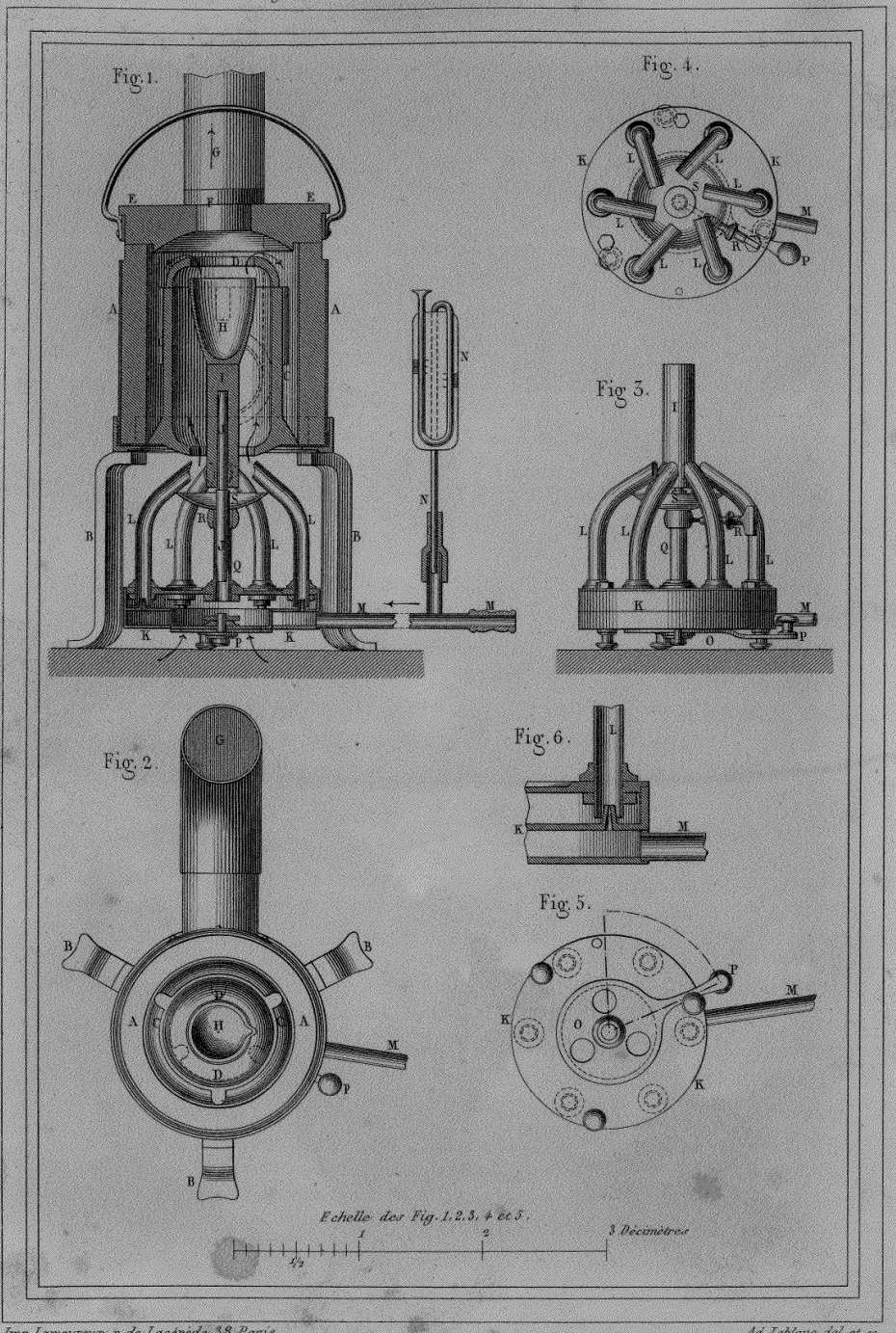
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris. *Ad. Leblanc del. et sc.*

A PARACHUTE, PAR M. SALVA - **B** MODÉRATEUR-ASPIRATEUR HYGIÉNIQUE, PAR M. HENRY.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

APPAREIL DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ, PAR M. WIESNEGG.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

71e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIX. — Décembre 1872.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS PHYSIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom du comité des arts économiques, sur le* GALVANOMÈTRE-BALANCE *de* M. BOURBOUZE, *préparateur à la Faculté des sciences et à l'École de pharmacie de Paris.*

Messieurs, le galvanomètre-balance, que votre comité des arts économiques a examiné avec le plus vif intérêt, est l'œuvre de M. Bourbouze, préparateur de physique à la Faculté des sciences, successeur, dans ces fonctions, de notre collègue Silbermann.

M. Bourbouze a inventé et construit de ses mains un grand nombre d'appareils, parmi lesquels nous citerons :

Son élégant et ingénieux moteur électro-magnétique, décrit dans la physique de Pouillet et la mécanique de M. Delaunay;

Sa machine pour l'étude des lois de la chute des corps, où le temps est mesuré par le tracé sinueux d'une lame vibrante;

Son appareil destiné à l'étude des vibrations des lames et à la mesure de leur élasticité par le tracé de leur mouvement;

Une machine à diviser simplifiée, présentée à notre Société par Silbermann.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bourbouze a puissamment aidé aux séances de vulgarisation faites le soir à la Sorbonne dans le grand amphithéâtre, par l'exécution de photographies innombrables et la création de son système curieux de photographies en mouvement. Enfin, pendant le siége, au moyen d'un mode simple de compensation des courants telluriques, il pu constater la transmission du courant dans une étendue de plusieurs kilomètres par le lit de la Seine, et fait espérer un instant la possibilité de correspondre à travers les lignes d'investissement.

Aujourd'hui M. Bourbouze soumet à votre jugement un instrument nouveau. C'est un galvanomètre, dont le cadre multiplicateur a ses spires horizontales et dont l'aiguille est remplacée par un fléau de balance aimanté.

Des masses mobiles, le long des tiges taraudées, permettent de déplacer le centre de gravité du fléau, soit latéralement, soit de bas en haut, et d'arriver ainsi :

1° A rendre le fléau horizontal en opposant à l'action directrice de la terre le mouvement du poids du barreau transporté à une distance convenable de l'axe de suspension ;

2° De régler la sensibilité de l'appareil en amenant, aussi près que possible de l'axe de suspension, la résultante générale des forces qui agissent sur le système, et dont une partie, celle qui provient de la pesanteur, est à la disposition de l'opérateur.

Une aiguille longue et légère indique, sur une division circulaire, le sens et l'amplitude de la déviation que le barreau éprouve dès qu'un courant circule dans le multiplicateur.

Cet instrument doit être orienté de façon que le pôle austral du barreau soit le plus près possible du nord; sans cela le barreau ne prendrait, avant le passage du courant, qu'une position d'équilibre instable. On arrive rapidement, par le mouvement des masses, à la régler à la position horizontale dans le plan particulier où les besoins de l'expérience l'ont fait orienter.

On peut l'amener également par le déplacement des masses à être plus ou moins voisine de l'état d'équilibre indifférent qui en ferait une aiguille véritablement astatique.

La sensibilité peut donc être rendue plus ou moins grande et être mise en rapport avec le genre d'expérience que l'on veut faire.

Il est possible également de modifier la sensibilité de l'appareil en portant le barreau à des distances plus ou moins grandes du centre du multiplicateur. M. Bourbouze a eu soin, en effet, de monter sur un support mobile, à l'aide

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une crémaillère, le système de plan d'acier sur lequel porte le couteau et le cercle divisé devant lequel l'aiguille se déplace.

Les qualités spéciales de cet instrument ont été démontrées par l'application constante qui en a été faite, cette année, par M. Desains dans son cours de la Sorbonne. Il a pu servir avec un plein succès à la démonstration de phénomènes d'induction, des actions électro-chimiques et à l'étude si délicate des radiations calorifiques visibles et invisibles.

Nous pouvons donc affirmer que M. Bourbouze a doté la science d'un instrument ingénieux, qui joint à une sensibilité parfaite une exactitude incontestable.

Cet appareil est d'autant plus utile, qu'il peut tout à la fois être employé comme un excellent appareil de démonstration et comme un bon instrument de mesure.

Votre comité des arts économiques vous propose donc de féliciter M. Bourbouze du service qu'il a rendu à l'enseignement et à la pratique de la physique par la création de son ingénieux appareil, de le remercier de son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le présent rapport avec la description de l'instrument, ainsi qu'une note succincte que votre rapporteur se réserve d'y joindre pour en donner la théorie complète.

Signé LISSAJOUS, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *mars* 1872.

THÉORIE DU GALVANOMÈTRE DE M. BOURBOUZE.

Nous supposerons, pour plus de simplicité, que l'axe de rotation du barreau soit perpendiculaire à la ligne des pôles et horizontal, et que la ligne des pôles elle-même soit horizontale quand l'aiguille indicatrice est au zéro de division.

Soit AB (fig. 1, d'autre part) la ligne des pôles du barreau; soit O la trace de l'axe de suspension sur le plan vertical qui contient AB; soit α l'angle azimutal fait par ce plan avec le méridien magnétique; soit G le centre de gravité du barreau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En G est appliqué le poids p du barreau; en A et en B agissent les forces F et — F qui constituent le couple terrestre.

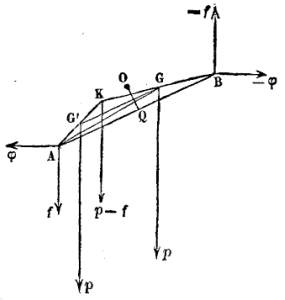


Fig. 1.

Nous décomposons chacune de ces forces en trois composantes : l'une verticale, l'autre horizontale et perpendiculaire à AB, et la troisième horizontale et située dans le même plan que AB. De ces trois composantes, la première et la troisième sont les seules qui influent sur l'équilibre du barreau AB.

Représentons par φ et $-\varphi$ les composantes horizontales efficaces, et par f et $-f$ les composantes verticales. Nous avons, évidemment,

$$f = \mathrm{F} \sin \mathrm{I},$$
$$\varphi = \mathrm{F} \cos \mathrm{I} \cos \alpha,$$

I étant l'angle d'inclinaison. Les trois forces f, $-f$ et p ont une résultante égale à leur somme p, et appliquée en un point G′ qui est situé ainsi que G sur une parallèle à AB. En effet, la résultante des deux forces p et $-f$ est appliquée en K (si l'on suppose $p > f$), et l'on a

$$\frac{\mathrm{KG}}{\mathrm{KB}} = \frac{f}{p};$$

la résultante de la force $p - f$ qui est appliquée en K et de la force f qui agit en A est appliquée en G′ et l'on a

$$\frac{\mathrm{KG'}}{\mathrm{AG'}} = \frac{f}{p-f},$$

d'où

$$\frac{\mathrm{KG'}}{\mathrm{KA}} = \frac{f}{p} = \frac{\mathrm{KG}}{\mathrm{KB}},$$

donc les points G′ et G sont à la même distance de AB. De plus, le point G′ est fixe par rapport au barreau, quelle que soit son inclinaison.

Par suite de la présence des trois masses de réglage que présente le fléau, il nous est possible de déplacer le centre de gravité; les masses latérales

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permettront de l'amener sur la perpendiculaire au fléau passant par le point O, la troisième masse servira à l'élever ou à l'abaisser. Lorsqu'on veut se servir de l'instrument, on commence par déplacer les masses horizontales, jusqu'à ce que le fléau soit amené à l'horizontalité. Pour que cette condition soit remplie, il faut évidemment que le point G′ soit sur la ligne OQ perpendiculaire à AB.

Si nous écartons maintenant AB de la position horizontale, le fléau est soumis à un ensemble de forces dont le moment est plus ou moins grand. Ce moment total, pris par rapport au point O, donne évidemment la mesure de la sensibilité du galvanomètre. C'est donc dans le calcul de ce moment que réside toute la partie utile de la théorie de l'instrument imaginé par M. Bourbouze.

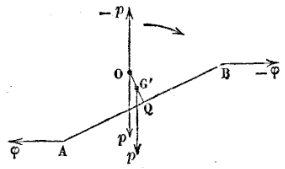


Fig. 2.

Pour calculer ce moment, j'observe que les forces en jeu se réduisent à (fig. 2)

φ agissant en A,
$-\varphi$ agissant en B,
p agissant en G′;

je représente OG′ par d, AB par $2a$, et j'appelle ω l'angle que la ligne AB fait avec l'horizon. Appliquons en O deux forces égales p et $-p$; la force p est détruite par la résistance du point d'appui, et le système reste soumis aux deux couples $(p - p)$, $(\varphi - \varphi)$. Si nous prenons pour positifs les moments qui tendent à ramener AB à l'horizontale par le plus court chemin, c'est-à-dire dans le sens de la flèche tracée sur la figure, le moment total est $\mathrm{M} = 2\varphi a \sin\omega + pd \sin\omega$.

Si donc nous posons

$$\mathrm{M} = \mu \sin\omega,$$

nous aurons

$$\mu = 2\varphi a + pd = 2a\,\mathrm{F}\cos\mathrm{I}\cos\alpha + pd.$$

La discussion de cette formule met en évidence les propriétés curieuses du galvanomètre-balance.

Nous voyons déjà, à la seule inspection de la formule $\mathrm{M} = \mu \sin\omega$, que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le fléau mis horizontalement en équilibre dans un azimut quelconque est en équilibre horizontalement dans tous les azimuts sans exception. La sensibilité représentée par μ est variable avec l'azimut, puisque μ est fonction de α. On peut disposer de d de façon à rendre dans un azimut quelconque $\mu > 0$, $= 0$, ou < 0.

Si μ est > 0, l'équilibre est stable;

Si μ est < 0, l'équilibre est instable;

Enfin, si $\mu = 0$, l'équilibre est indifférent et l'aiguille devient rigoureusement astatique. Il est donc possible de donner au galvanomètre autant de sensibilité que l'on veut.

Si l'on donne à l'avance à d une valeur déterminée, il est facile de voir comment l'aiguille se comportera dans les divers azimuts.

En effet :

Si pd est > 0 et $> 2\,a\,\mathrm{F}\cos\mathrm{I}$, μ est toujours > 0, et l'équilibre est toujours stable;

Si pd est < 0 et plus grand en valeur absolue que $2\,a\,\mathrm{F}\cos\mathrm{I}$, l'équilibre est toujours instable.

Il est stable pour certaines valeurs de d et instable pour d'autres, quand pd est compris entre $+ 2\,a\,\mathrm{F}\cos\mathrm{I}$ et $- 2\,a\,\mathrm{F}\cos\mathrm{I}$. En effet, dans ce cas, μ est toujours nul pour une certaine valeur de α, car si l'on résout l'équation $\mu = 0$, par rapport à $\cos\alpha$, on a

$$\cos\alpha = \frac{-pd}{2\,a\,\mathrm{F}\cos\mathrm{I}},$$

quantité comprise entre -1 et $+1$.

Si A est la valeur de α tirée de cette équation, pour $\alpha = \mathrm{A}$, $\mu = 0$, et l'équilibre est indifférent;

Si α est plus petit en valeur absolue que A, l'équilibre est stable;

Si α est plus grand en valeur absolue que A, l'équilibre est instable.

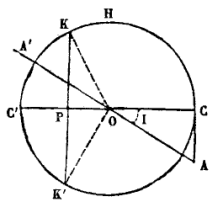


Fig. 3.

Toute cette discussion peut se résumer dans une construction géométrique fort simple. Soit C' OC (fig. 3) une horizontale; menons une ligne OA faisant avec OC un angle $\mathrm{COA} = \mathrm{I}$; $\mathrm{OA} = 2\,a\,\mathrm{F}$; projetons OA suivant OC, nous aurons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$OC = 2aF\cos I.$$

Sur CC′ comme diamètre décrivons la circonférence C′HC; supposons que nous comptions les arcs à partir de C comme origine. Reportons maintenant, à partir de O, une longueur $OP = pd$ dans la direction OC′ si d est > 0, dans la direction inverse si d est < 0. Élevons en P une perpendiculaire KK′.

Dans tous les azimuts compris depuis OC jusqu'à OK et OK′, l'équilibre du barreau sera stable; dans tous ceux compris de OC′ à OK et OK′, l'équilibre sera instable.

Si le point P est au delà de C′, l'équilibre sera stable dans tous les azimuts;

Il sera, au contraire, instable si P s'éloigne dans le sens OC au delà du point C.

Pour accroître la sensibilité de son instrument, M. Bourbouze a disposé les masses de façon à pouvoir obtenir les trois équilibres stable, instable et indifférent, lorsque le pôle austral de son barreau est dirigé exactement vers le nord, c'est-à-dire quand $\alpha = 0$. Il en résulte que pd est < 0 et peut varier de 0 à $-2aF\cos(1-\varepsilon)$, ε étant une quantité très-petite. Lorsqu'il le met en équilibre dans un azimut $\alpha < 90°$, il faut alors que la valeur absolue de pd soit un peu inférieure à $2aF\cos I\cos\alpha$. Si l'on retourne l'aiguille bout pour bout, ce qui équivaut à changer le signe de $\cos\alpha$, le moment $2aF\cos I\cos\alpha + pd$ est composé de deux termes négatifs; il est donc négatif et l'équilibre devient instable.

Cette propriété curieuse tient essentiellement, comme le prouve la discussion précédente, à la distribution particulière des masses adoptée par M. Bourbouze, et est une garantie de la sensibilité de l'appareil.

(L.)

LÉGENDE DE LA PLANCHE 480 REPRÉSENTANT LE GALVANOMÈTRE-BALANCE DE M. BOURBOUZE.

Fig. 1. Vue de face de l'instrument, avec section verticale de la bobine, suivant son grand axe.

Fig. 2. Vue partielle de profil du même, moins la bobine.

Fig. 3. Vue partielle en dessus de la bobine.

A, colonne creuse supportant tout l'appareil; elle est fixée verticalement sur un trépied reposant sur trois vis calantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B, vis calantes servant à régler l'horizontalité du trépied.

C, bobine plate, à deux fils, fixée sur la colonne A au moyen d'une plaque et de quatre vis.

D, vis servant à assujettir la bobine C sur la colonne A.

E, bornes pour attacher à la bobine les conducteurs des courants.

F, colonne coulissant dans l'intérieur de la colonne A et portant le fléau de balance de l'instrument, ainsi que le cadran indicateur ; à cet effet, elle est munie, suivant une génératrice, d'une crémaillère (fig. 2) qui engrène, par une fente pratiquée dans la colonne A, avec un petit pignon fixé à cette colonne.

G, bouton de manœuvre du pignon qui commande le mouvement de la colonne F; il est fixé, au devant de l'appareil, sur l'axe même du pignon qui peut également se manœuvrer au moyen d'un bouton semblable placé par derrière, afin de permettre à l'expérimentateur de ne pas masquer l'instrument lorsqu'il opère dans un amphithéâtre.

H, barreau aimanté portant, comme un fléau de balance, des couteaux lui servant d'axe d'oscillation. Ces couteaux reposent sur des plans d'acier, entre les extrémités supérieures de la fourchette qui forme la tête de la colonne F.

I, longue aiguille fixée perpendiculairement sur le milieu du barreau H, et indiquant, sur un cadran, les angles d'oscillation que les courants impriment à ce barreau.

J, J, petites masses mobiles servant à régler l'horizontalité du fléau H; on les éloigne ou les rapproche à volonté, en les faisant tourner sur la petite tige horizontale filetée qui les porte;

K, autres petites masses analogues aux précédentes, et qu'on élève ou qu'on abaisse suivant qu'on veut élever ou abaisser le centre de gravité du fléau.

L, cadran devant lequel se meut l'aiguille I ; il est fixé à la colonne F. Le limbe gradué est en verre, ce qui permet, en mettant une lumière derrière, de faire apercevoir de loin, dans un amphithéâtre, les expériences qu'on veut faire le soir.

Pour se servir de l'instrument, on assure la verticalité de la colonne A à l'aide des vis calantes B, puis, après avoir tourné le bouton G jusqu'à ce que le fléau arrive à la partie supérieure de la bobine, on ramène l'aiguille au zéro du cadran, en réglant la position du centre de gravité du barreau. On fait ensuite passer le courant dans l'un ou l'autre des deux circuits, ou à la fois dans tous les deux, pour augmenter l'intensité de l'action; l'aiguille prend alors un mouvement très-lent et éprouve un déplacement considérable sous l'influence de courants très-faibles.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* BOCARD A CONCASSER LE MINERAI *et sur une* POMPE DITE A SABLE, *employés en Australie, appareils communiqués à la Société par* M. RAFFARD, *rue de Richelieu*, 45, *à Paris.*

Messieurs, M. Raffard vous a présenté les croquis et la description de deux machines intéressantes employées, en Australie, au traitement des minerais aurifères :

Un bocard ou concasseur à pilon et une pompe à enlever les sables, en les tenant en suspension dans l'eau, et sans trop altérer les organes de cette pompe.

Le premier de ces appareils, le bocard, ne doit pas attirer toute votre attention ; il est employé en Europe, et des publications allemandes en ont donné la description ; néanmoins, comme son usage ne nous paraît pas très-répandu et que ses dispositions sont bonnes, nous vous en ferons une description sommaire.

Le bocard, vous le savez, consiste principalement en une tige verticale, armée, à sa partie frappante, d'un pilon en métal dur, et, vers son sommet, elle porte un galet sur lequel agit une came qui la soulève et la laisse retomber.

Dans ces conditions, le pilon retombant toujours dans les mêmes contacts, il en résulte une déformation rapide qui, dans les cas ordinaires, ne présente pas de graves inconvénients, mais qui, dans le cas spécial du traitement de l'or, détermine des déchets sensibles.

En permettant à la tige du bocard de prendre un mouvement de rotation, on ménage ainsi les surfaces frappantes, qui conservent alors une forme sensiblement plane.

Ce résultat est obtenu en changeant la tige carrée en une tige ronde et le galet en un plateau ; à chaque soulevée de la came, il s'opère un petit mouvement de rotation analogue à celui que fait le fleuret du mineur lorsqu'il perce ses trous. Il nous paraît suffisant de vous indiquer cette disposition générale sans entrer dans les détails de la construction, qui varient suivant les applications.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La pompe à sable nous a paru beaucoup plus intéressante ; elle est employée à débarrasser les usines traitant les quartz aurifères des sables abondants, produits du lavage et du bocardage. Elle les enlève, mélangés à l'eau, et va les déposer au loin et en diverses directions.

Divers procédés ont été essayés tout d'abord, car on ne devait guère songer à employer des pompes à ce rude travail ; aussi les premières chargées de cette opération ont-elles été promptement hors de service.

Des dragues, des norias ont été employées quelque temps, mais la dureté des sables quartzeux mettait rapidement toutes les articulations hors d'état, lorsque vint l'idée d'adjoindre à une pompe verticale à piston plongeur une petite pompe auxiliaire, chargée de laver constamment avec de l'eau pure le piston de la pompe principale. Dans certains cas, lorsque l'on peut disposer d'un réservoir assez élevé, cette pompe auxiliaire est remplacée par un simple conduit provenant de ce réservoir.

Au moyen du travail supplémentaire de la petite pompe ou du réservoir, il est facile de comprendre qu'en dirigeant le jet d'eau propre à la partie supérieure du grand piston plongeur, on empêche ainsi tout contact avec les eaux chargées de sables aspirées à la partie inférieure.

Les soupapes seules restent soumises à la détérioration, mais ce sont des organes moins délicats que le piston ; elles sont d'une construction rustique, et disposées de manière à être facilement accessibles. Ce sont des clapets de cuir agissant sur des siéges en tôle d'acier, et leur remplacement est facile.

A la base du tuyau par lequel on élève les eaux sableuses à une hauteur convenable à leur déversement, se trouve une soupape de vidange que l'on ouvre à chaque arrêt du travail, afin de ne pas laisser se précipiter et se solidifier les sables suspendus, qui feraient ainsi obturation.

Votre comité vous propose, Messieurs, de vouloir bien ordonner la publication du présent rapport dans votre *Bulletin* en y joignant la reproduction des croquis remis par M. Raffard.

Vous regretterez de ne pas connaître le nom de l'inventeur de la pompe, mais vous accorderez sans doute vos remercîments au voyageur qui a bien voulu faire profiter ses concitoyens du fruit de ses observations.

Signé A. E. Pihet, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *mai* 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 481 REPRÉSENTANT LES CROQUIS DES DEUX APPAREILS COMMUNIQUÉS PAR M. RAFFARD.

Bocard.

Fig. 1. Vue de face.

Fig. 2. Section transversale perpendiculaire à l'arbre des cames.

Fig. 3. Section horizontale suivant la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 4, 5 et 6. Détails.

A, pilons.

B, arbre des cames.

C, cames calées sur l'arbre B.

D, mentonnets calés sur les tiges des pilons A.

E, caisse recevant l'eau et le minerai; la partie inférieure est fondue d'une seule pièce et la partie supérieure est en tôle avec couvercle en bois.

F, masses de fonte placées au fond de la caisse E sous chaque pilon.

G, organes de la commande.

H (fig. 6), anneau dont on charge chaque pilon, lorsque l'usure l'a rendu trop léger.

Pompe.

Fig. 7. Section verticale partielle de l'appareil à l'échelle de $0^m,025$ pour un mètre.

I, Fosse, de $0^m,80$ de profondeur, dans laquelle l'eau et le sable arrivent.

J, réservoir d'eau claire à niveau constant.

K, pompe à piston plongeur enlevant les sables de la fosse I.

L, petite pompe injectant l'eau du réservoir J dans la pompe K pour l'empêcher d'être engorgée par les sables. Lorsque le réservoir J est placé à une grande hauteur par rapport à la fosse I, on peut supprimer le piston de la petite pompe, et il suffit alors d'un robinet M pour régler la quantité d'eau pure qui doit entrer dans la pompe K.

N, piston plongeur de la pompe K, ayant une course moyenne de $0^m,30$ par seconde; son poids doit faire équilibre à la moitié de la colonne de sable refoulée dans le tuyau O, et il doit être, ainsi que toutes les autres parties de la pompe, en fonte aussi dure que le travail du tour le permet.

O, tuyau de refoulement de la pompe K; son diamètre varie entre 1/2 et 1/5 de celui du plongeur N.

P, canal en bois dans lequel débouche le tuyau O.

Q, soupape se fermant par un levier à contre-poids et servant, lorsqu'on arrête le travail, à vider le tuyau O pour empêcher les sables de s'y solidifier.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

QUESTIONS OUVRIÈRES.

SUR L'ORGANISATION DES CAISSES DE SECOURS ET DE PARTICIPATION AUX BÉNÉFICES ÉTABLIES DANS CERTAINES USINES EN FAVEUR DES OUVRIERS, PAR M. C. LAVOLLÉE,

Membre du Conseil (1).

« Messieurs, les progrès et la transformation de l'industrie ont modifié profondément les conditions du travail et, en particulier, les relations entre les patrons et les ouvriers.

« Autrefois les grandes usines étaient rares. Une forte part de la fabrication s'exécutait dans de petits ateliers et même dans les ménages. Il suffisait d'un faible capital pour devenir patron. Les relations entre maîtres et ouvriers étaient faciles; à cette époque, d'ailleurs, la loi sur les coalitions mettait obstacle à la suspension volontaire du travail. Les grèves étaient peu fréquentes; elles ne se produisaient que dans les grandes villes, dans quelques corps d'état, et, bien souvent, elles pouvaient être attribuées à l'influence de mouvements politiques plutôt qu'à l'existence de libres dissentiments sur le taux des salaires.

« Aujourd'hui, les grandes manufactures se sont substituées aux modestes ateliers. Les procédés de fabrication exigent l'emploi des machines, un outillage compliqué et coûteux, un capital plus ou moins important et l'agglomération d'un grand nombre d'ouvriers. Les relations entre les maîtres et les ouvriers, étant moins directes et moins familières, se sont gravement altérées. L'action politique, étendue à tous par l'institution du suffrage universel, a introduit dans ces relations un nouvel élément d'antagonisme; enfin l'abolition, devenue nécessaire, du délit de coalition a eu jusqu'ici pour effet de multiplier les grèves.

« Nous assistons, il faut bien le dire, à une véritable révolution qui s'accomplit dans le mécanisme et dans le personnel de l'industrie, révolution qui produit des conséquences très-diversement appréciées, les unes bonnes, les autres fâcheuses, mais toutes inévitables.

(1) Communication faite dans la séance du 14 juin 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Pour l'ensemble de la fabrication, si l'on considère la quantité, la qualité, la variété, on constate un progrès immense et continu. L'industrie, en se perfectionnant, rend à la société beaucoup plus de services qu'autrefois. Elle améliore la condition de tous, y compris ceux qu'elle emploie et qu'elle peut rémunérer plus largement. Mais, en ce qui touche à la discipline intérieure des ateliers, à l'harmonie du travail, aux intérêts et aux sentiments des ouvriers, beaucoup de bons esprits contestent qu'il y ait progrès : dans tous les cas, il y a beaucoup à faire.

« La Société d'encouragement a eu plus d'une fois l'occasion de mentionner les efforts tentés par des chefs d'industrie pour améliorer la condition morale et matérielle de leurs ouvriers. Elle ne se borne pas à apprécier les procédés nouveaux ou les perfectionnements ingénieux qui sont soumis à son examen. Bien souvent, dans leurs rapports sur les matières les plus techniques, les membres du Conseil se sont attachés à mettre en relief les combinaisons habiles, bienveillantes et prévoyantes qu'ils avaient remarquées dans l'administration des usines visitées par eux. C'est qu'en réalité la plus faible machine peut bien remplacer des bras ; mais la machine la plus puissante n'acquiert de force et d'effet que par l'intelligence de l'homme, et cette intelligence elle-même n'a de valeur pour la production que si elle est bien dirigée, par le conseil et sous l'influence des mœurs, plutôt que sous le commandement de la loi. De là l'importance extrême que nous attribuons tous, aujourd'hui plus que jamais, à l'organisation intérieure des ateliers.

« Nous venons donc, Messieurs, vous signaler deux ateliers dont les chefs, bien connus de vous, viennent d'ajouter à la rémunération de leurs ouvriers une combinaison qui n'a été encore que très-rarement appliquée. Il s'agit de l'imprimerie de MM. Godchaux et de l'imprimerie de M. Chaix. Ces honorables industriels viennent de fonder des caisses de participation aux bénéfices et des caisses de prévoyance et de retraite au profit de leur personnel.

« Les inventions mécaniques introduites dans les ateliers de MM. Godchaux, ainsi que l'utilité et la perfection de leurs produits ont été déjà appréciées devant vous par deux rapports, l'un de M. Laboulaye, au nom du comité des arts mécaniques (août 1868), l'autre de M. Lissajous, au nom du comité des beaux-arts (février 1869). MM. Godchaux emploient une cinquantaine d'ouvriers, qui reçoivent un salaire généralement plus élevé que la moyenne des salaires parisiens.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ils ont décidé que, chaque année, ils verseront, à une caisse spéciale, 5 pour 100 des bénéfices réalisés par eux, que moitié de la somme ainsi produite sera partagée immédiatement entre les employés et ouvriers au prorata des appointements ou salaires, et que l'autre moitié formera un fonds de réserve, portant intérêt à 4 pour 100 et destiné à servir des pensions viagères, dont le maximum peut atteindre 1000 fr., soit pour ancienneté de services, soit pour blessures ou infirmités.

« De même, par un règlement récent qui complète tout un système d'institutions prévoyantes depuis longtemps établies dans ses nombreux ateliers, M. Chaix a créé une caisse de participation aux bénéfices, au moyen d'un prélèvement de 15 pour 100 sur ses bénéfices; 1/3 sera remis, chaque année, aux ouvriers participants, lesquels doivent remplir certaines conditions ; 1/3 sera porté au compte de chaque ouvrier et placé de manière à constituer une retraite, et le dernier 1/3 versé dans un fonds de réserve, au partage duquel n'auront droit que les participants ayant 60 ans d'âge ou comptant 20 ans de service.

« Les statuts contiennent, pour les deux ateliers, les détails très-étudiés de la combinaison qui a pour principe d'augmenter, par un droit de participation aux bénéfices, le salaire de l'ouvrier, salaire qui ne subit aucune diminution.

« Dans les services publics, dans un grand nombre d'administrations ou d'industries particulières, il existe des caisses de retraite ; on a recours à des combinaisons de diverses natures pour imposer ou encourager la prévoyance. Tantôt on prélève sur le traitement ou salaire une somme déterminée, suivant une règle à laquelle sont assujettis les employés et ouvriers, et cette somme est consacrée à un fonds de retraite. Tantôt le patron, en même temps qu'il impose un prélèvement sur le salaire, augmente de ses deniers la somme ainsi prélevée; il la double par un don annuel ou mensuel qui s'ajoute à la cotisation de l'ouvrier; c'est une addition qui est faite au salaire et qui figure dans les frais généraux de l'usine. Ces dispositions sont très-rationnelles. Faut-il le dire, cependant? Beaucoup d'ouvriers n'y voient qu'une réduction de leur salaire; ils réclament contre le prélèvement qui leur est imposé, ils protestent même contre le don qui leur est fait par le patron : dans le premier cas, ils croient que l'on attente à leur liberté ; dans le second cas, qu'on leur accorde la charité. Ces sentiments s'expriment principalement dans les grandes usines, où l'on a vu quelquefois des grèves

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se produire à propos des caisses de secours ou de retraite organisées par les soins des patrons, sous leur direction bienveillante et en partie avec leur argent. Aussi, le régime des cotisations obligatoires, subventionnées ou non, ne paraît-il pas devoir s'étendre, et l'on semble préférer une organisation suivant laquelle aucune retenue ne serait exercée sur le salaire, le patron faisant seul les frais des institutions de prévoyance.

« C'est ainsi qu'ont procédé MM. Godchaux et Chaix. En outre, et c'est ce qui forme la partie la plus remarquable du système, l'allocation qu'ils accordent n'est pas arbitraire, elle est calculée d'après leurs profits annuels, en vertu d'un contrat qui rend les ouvriers propriétaires, en quelque sorte, d'une portion déterminée des bénéfices, 5, 10 ou 15 pour 100.

« Il convient d'examiner si ce système de participation peut être appliqué d'une manière générale. La question est importante. Elle se rattache aux grands débats qui s'agitent depuis 1848 sur l'organisation du travail. Beaucoup d'ouvriers y voient ce qu'ils appellent leur affranchissement, c'est-à-dire la suppression du patron et de la prétendue tyrannie du capital, l'abolition du salariat qui serait remplacé par l'association universelle, dont on parle de plus en plus à mesure que nous sommes en toutes choses plus divisés. La participation aux bénéfices serait un premier pas vers un nouvel état de choses, duquel on attend l'accord parfait entre les divers agents et les divers éléments de la production. Toutes les personnes qui ont suivi les discussions sur ces matières se rappellent les espérances que l'on fondait, il y a cinq à six ans, sur les associations dites coopératives. La coopération a peu réussi. Les regards se portent maintenant sur la participation. Il faut donc l'étudier, non plus dans quelques actes isolés, mais dans l'application étendue que l'on croit pouvoir lui donner, en invoquant précisément l'exemple de quelques ateliers où des patrons généreux et intelligents, qui ne veulent cependant pas se supprimer, l'ont organisée avec chance de succès.

« On fait au système une première objection, toute de principe. On dit : « Comment peut-on prendre part aux bénéfices, si l'on ne prend point part aux pertes? » Cette objection ne nous arrêterait pas. Il s'agit d'une convention librement faite par le patron, et celui-ci doit avoir intérêt à retenir dans ses ateliers le même personnel d'ouvriers qui travaille plus et produit mieux; ce qui diminue ses pertes dans les mauvaises années et augmente ses profits dans les années prospères. La convention, qui paraît inégale au premier abord, peut donc être favorable à l'intérêt du patron.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« On fait une seconde objection tirée de la pratique : on dit que, pour exécuter la condition du partage, le patron devra rendre des comptes à ses ouvriers, leur communiquer son bilan et ses inventaires, s'exposer à des contestations qui nuiront à la discipline nécessaire du travail. Cette critique paraît sérieuse. Il est vrai que, dans les statuts de la participation, le patron peut se défendre contre l'ingérence des ouvriers en stipulant que ceux-ci doivent s'en rapporter à l'inventaire dressé par lui et accepter ses calculs de bénéfices; mais facilement admissible dans les industries constituées en grandes sociétés, parce que là les ouvriers ont la garantie du contrôle des actionnaires, cette réserve pourra amener des difficultés dans certains ateliers, donner ouverture à des réclamations, à des soupçons fâcheux, créer des déceptions et des mécontentements. Peut-être encore, on nous a cité cet exemple, les ouvriers, en recevant une somme considérable à titre de partage pour une année très-favorable, feront-ils la réflexion que le patron gagne trop et qu'il doit augmenter leur salaire fixe.

« Mais ce qui nous frappe le plus, c'est que le système n'est applicable que dans un nombre restreint d'ateliers, parce qu'il exige une abondance de ressources, un chiffre de bénéfices et des conditions de durée qui ne se rencontrent que rarement et auxquelles, en ce qui concerne la durée, nos lois civiles font obstacle autant et même plus que la loi naturelle. Il serait superflu d'insister sur la gravité de ces difficultés devant un auditoire auquel les questions industrielles sont familières. Pour peu que l'on se rende compte du régime de la plupart des manufactures, grandes ou petites, et des variations inévitables qui se produisent, suivant les circonstances, dans les mouvements du travail, on comprend tout de suite que la plupart des patrons ne seront jamais en mesure d'organiser régulièrement, pour un même nombre d'ouvriers, avec des garanties suffisantes de durée, le mode de participation qui peut être essayé, non sans peine, par quelques industriels solidement établis et par des compagnies.

« Il n'est pas sans intérêt de prémunir l'opinion publique contre les illusions, de faire comprendre aux ouvriers que, par la force des choses, la participation aux bénéfices, qui semble en passe de devenir leur thème favori, ne recevra jamais une application générale sous la forme que leur ont pu donner un certain nombre d'industriels, et, tout récemment, MM. Chaix et Godchaux. Cette déclaration est utile à répéter, parce que, autrement, les ouvriers seraient tentés de croire que, si tous les patrons ne procèdent pas de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même, c'est qu'ils ne le veulent pas. L'animosité si regrettable, qui existe et qui est excitée chaque jour contre les patrons, ne pourrait que s'accroître, et l'on invoquerait contre l'ensemble des patrons les combinaisons bienveillantes et ingénieuses qui ont pu être adoptées par quelques-uns d'entre eux.

« Il convient d'accepter, d'approuver toutes ces combinaisons, mais en rappelant que, quoi que l'on fasse, le salaire, dénoncé constamment comme un signe de servitude, est et demeurera toujours le meilleur mode de rémunération, le plus sûr, le plus libre.

« On parle d'association. Le salaire est l'application la plus complète, la plus perfectionnée de ce principe. De même que le capital, le travail a droit à sa part dans l'œuvre de la production. Au capital argent, l'intérêt; au travail manuel, comme à l'intelligence, le salaire, qui est, à vrai dire, l'intérêt du travail. Le capital et le travail sont constamment liés l'un à l'autre et comme incorporés dans le produit d'une façon indissoluble, jusqu'au moment où le produit fabriqué se vend, s'échange ou se liquide. Alors seulement, dans l'ordre logique, devrait se partager entre le patron et l'ouvrier le prix de la production. Le système du salaire est un partage anticipé, et le taux de ce salaire est calculé de manière à représenter aussi exactement que possible la valeur du travail manuel, détaché des autres éléments, matière première, outillage, avances en argent, direction, etc., qui entrent pareillement dans la valeur du produit. Le salaire est donc le résultat le plus direct d'un acte fait en commun; c'est l'association. De plus, il est une assurance au profit de l'ouvrier. Il garantit celui-ci contre la perte que l'objet fabriqué subirait au moment de la vente. Association et assurance, voilà le salaire. Il n'y a pas, à notre sens, d'expression qui soit plus simple pour traduire un fait aussi compliqué que celui de la production. Au point de vue de la justice, il n'y a pas de combinaison plus équitable, lorsque la discussion du salaire est libre; au point de vue social, il n'en est pas qui soit plus ordonnée pour faire à chacun sa part légitime, pour régler à l'amiable tous les intérêts et pour assurer l'harmonie dans le travail.

« Que l'on examine, d'ailleurs, les divers procédés, les uns bons, les autres mauvais, qui ont été imaginés pour rémunérer la main-d'œuvre. On verra qu'aucun de ces procédés, même parmi les plus radicaux, n'a pu supprimer absolument le salaire, et que chacun d'eux, sous une forme beaucoup plus compliquée et au moyen de calculs souvent contestables, aboutit, en définitive, au salaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ne nous lassons donc pas de réclamer, au nom de la science, de l'expérience, et surtout dans l'intérêt des ouvriers, contre les critiques dont le salaire est l'objet. Ici encore on est dupe des mots. Quand on a prononcé les mots de *salariat* et *salariés,* il semble que l'on ait tout dit et que l'on ait prononcé un arrêt de condamnation. La politique s'est emparée de ces termes si simples, et l'on sait ce qu'elle en a fait.

« Le salaire, que l'on veut proscrire, est, au contraire, la plus noble expression de la plus noble des choses, du travail. Qui dit salaire dit travail. Il n'y a que ceux qui ne travaillent pas qui ne reçoivent pas de salaire. Nous tous ici qui travaillons, nous sommes et nous voulons être salariés. Qu'on lise les grands écrivains, on y rencontre maintes fois le mot salaire employé avec la signification la plus haute. Ce ne sont pas les économistes ni les industriels qui l'ont inventé; il n'a pas été emprunté pour exprimer, d'une façon particulière et basse, telle ou telle catégorie de travail. Il s'applique à tous les efforts, à tout ce qui est bien, et notre langue, dans sa correction précise, ne dit-elle pas : le *salaire de la vertu?*

« Nous vous présentons, Messieurs, les courtes observations qui, au temps où nous sommes, ne vous paraîtront pas inopportunes. Pour l'organisation industrielle, comme pour le reste, nous sommes trop souvent à la merci des mots et des vagues formules.

« Étant respecté le salaire, il convient de signaler et d'encourager toutes les tentatives qui sont faites sérieusement, avec chance de succès, par des industriels honorables et dans des établissements appropriés, pour inspirer aux ouvriers le sentiment de prévoyance qui leur fait trop souvent défaut. C'est à ce titre que les institutions créées par MM. Godchaux et Chaix nous paraissent mériter une approbation complète. Il ne nous appartient pas, dans cette communication qui est toute personnelle, de vous soumettre, à cet égard, aucune proposition. Toutefois, MM. Godchaux et Chaix ayant transmis à la Société leurs statuts de participation, nous regretterions que votre initiative, précédant l'examen de votre comité de commerce, les privât du témoignage qui nous paraît leur être dû.

« Nous demandons, en conséquence, au Conseil de vouloir bien, en leur accusant réception de leur communication, encourager l'œuvre qu'ils ont entreprise, et manifester ainsi, une fois de plus, l'intérêt qu'il porte non-seulement aux instruments matériels du travail, mais encore à la bonne organisation des usines, aux patrons et aux ouvriers. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

SUR L'ACTION EXERCÉE, A LA TEMPÉRATURE ROUGE, PAR LE CHARBON ET PAR LE FER SUR L'ACIDE CARBONIQUE, PAR M. DUMAS.

« Peu de temps après la découverte de l'oxyde de carbone, par Priestley, la constitution de ce gaz était mise en évidence par Cruishanks, d'une part, et de l'autre par Clément et Desormes. Cependant, Berthollet soutenait que ce nouveau gaz inflammable contenait de l'hydrogène, associé au carbone et à l'oxygène.

« Aujourd'hui, ce n'est plus la nature de l'oxyde de carbone qui est mise en cause; elle a été trop bien démontrée par la comparaison des densités de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'oxyde de carbone lui-même, ainsi que par la conversion de ce dernier gaz en acide carbonique, opérée sur une grande échelle, avec une extrême précision par M. Stas, pour qu'elle ne laisse prise à aucune objection.

« M. Dubrunfaut, pour contester le mode de génération de l'oxyde de carbone, n'en est pas moins conduit, ainsi que Berthollet, à considérer l'hydrogène comme indispensable à sa formation. D'après lui, l'acide carbonique sec ne pourrait pas être converti en oxyde de carbone par le charbon sec. Cette action exigerait que l'acide carbonique fût humide ou que le charbon contînt de l'eau, et la présence de la vapeur d'eau serait nécessaire pour déterminer la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

« Pour Berthollet, l'hydrogène entrait, comme matière, dans la composition même de l'oxyde de carbone ; pour M. Dubrunfaut, c'est par sa présence qu'il décide la production de ce gaz comme excitateur.

« Depuis que les chimistes, à l'exemple de Berzélius, ont admis les actions de contact, et qu'on a vu quelquefois des traces d'une substance convenablement choisie déterminer des réactions profondes sur d'autres produits pris en quantités considérables, on est disposé à faire intervenir souvent ce mode mystérieux d'action chimique.

« Il n'est pas facile, *à priori,* de repousser ces interventions. Pourquoi, en effet, une trace d'oxygène serait-elle nécessaire, quand il s'agit de décomposer l'oxyde de carbone au moyen du fer, et pourquoi une trace d'hydrogène ne le serait-elle pas lorsqu'il s'agit de convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone au moyen du charbon ?

« Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que de telles questions soient posées. Seulement, on aimerait qu'elles le fussent toujours après avoir consulté l'expérience. En tout cas, il n'est pas bon que, le doute continuant à peser longtemps sur des sujets de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cet ordre, on soit amené à considérer, peu à peu, comme incertaines les vues fondamentales sur lesquelles repose l'édifice construit par Lavoisier.

« Après avoir démontré, par une série d'expériences sur la combustion du graphite sec et privé d'hydrogène, dans l'oxygène absolument sec, que la formation de l'acide carbonique a lieu dans ces conditions, contrairement à l'opinion de M. Dubrunfaut, je me suis proposé de contrôler à son tour la seconde des propositions émises par cet habile chimiste, savoir : que l'acide carbonique ne peut pas être converti en oxyde de carbone par le charbon, sans le concours de l'hydrogène ou de l'eau.

« J'ai mis un intérêt particulier à éclairer cette question. L'oxyde de carbone m'a toujours occupé. J'y voyais le lien entre la chimie organique et la chimie minérale, lorsque j'introduisais l'emploi du gaz chloro-carbonique dans la synthèse des combinaisons organiques. C'est dans mon laboratoire que M. Leblanc découvrit les propriétés vénéneuses si extraordinaires de l'oxyde de carbone, devenu l'un des moyens les plus puissants pour l'analyse des gaz du sang. Je démontrais, dans mes cours publics : 1° que l'acide carbonique peut être converti en oxyde de carbone par le charbon; 2° que l'eau peut être transformée par le charbon en oxyde de carbone et en hydrogène; 3° que les gaz produits par l'une ou l'autre de ces réactions se comportent à volumes égaux, comme sources de chaleur, à la manière de l'hydrogène pur. Ajoutant, en effet, au gaz oxyde de carbone, provenant de la décomposition de l'acide carbonique; au mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène produit par la décomposition de l'eau ; enfin, à l'hydrogène lui-même, la moitié de leur volume d'oxygène, je démontrais que les flammes provenant de ces trois sources de chaleur pouvaient fondre également le platine. J'appelais, en conséquence, l'attention des industries pyrotechniques sur l'emploi de ces gaz, qui offraient le moyen d'utiliser, pour les températures les plus hautes, les combustibles les plus pauvres, et de régulariser l'emploi de tous ceux dont nous disposons (1).

« L'invention du four Siemens a réalisé toutes ces prévisions, et lorsqu'on voit son adoption, déjà fort étendue, devenir l'occasion de grands profits, tout en améliorant la qualité des produits et le sort des ouvriers, on s'étonne qu'il puisse rester encore des doutes sur les circonstances relatives à cette transformation par le charbon de l'acide carbonique en oxyde de carbone, dont le rôle est devenu si important.

« Cependant, si l'on remonte aux premiers travaux dont l'oxyde de carbone a été l'objet, on trouve que l'expérience sur laquelle on s'appuie pour professer ce point de doctrine chimique a été effectuée par Cruishanks et par Clément et Desormes, au moyen de deux vessies placées aux deux bouts d'un tube en fer ou en terre chauffé au

(1) Mes expériences sur la décomposition de l'eau par le charbon ne sont pas d'accord avec celles de M. Bunsen. Elles feront l'objet d'une note particulière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rouge, à l'aide desquelles on forçait le gaz acide carbonique, passant alternativement de l'une à l'autre, à subir l'action du charbon contenu dans le tube.

« Dans cette expérience un peu primitive, l'acide carbonique employé était humide; le charbon l'était également et contenait certainement de l'hydrogène combiné. Elle ne permettait donc pas de trancher ni l'une ni l'autre des deux questions suivantes : 1° le charbon décompose-t-il l'acide carbonique absolument sec ? 2° L'acide carbonique peut-il être entièrement converti par le charbon en oxyde de carbone ?

« J'ai mis à profit de nouveau, pour les résoudre, des appareils que les laboratoires de l'École centrale possèdent.

« L'acide carbonique était produit par l'acide chlorhydrique et le marbre blanc, au moyen d'un appareil à dégagement constant pouvant fonctionner pendant plus de huit jours sans interruption. Le gaz traversait un premier vase plein de bicarbonate de soude pour le dépouiller de toute vapeur d'acide chlorhydrique. Un second vase plein de chlorure de calcium menu commençait sa dessiccation. Cinq tubes en U, présentant un développement de $2^{m},50$, pleins de pierre ponce à gros grains mouillée d'acide sulfurique concentré, achevaient la dessiccation du gaz.

« Le charbon que renfermait le tube de porcelaine était un charbon de bois léger, criblé à gros grains, chauffé au rouge blanc dans un creuset enveloppé de poussier, et mis en place encore très-chaud. Deux tampons d'amiante le maintenaient dans le tube.

« Les gaz sortant du tube de porcelaine étaient recueillis sur le mercure.

« Je me suis assuré que le gaz acide carbonique n'entraînait pas trace d'acide chlorhydrique, en le faisant passer dans un appareil à boules, contenant de l'acide sulfurique concentré, tenant du sulfate d'argent en dissolution. Je n'ai pas aperçu la formation de la moindre trace de chlorure d'argent, même après deux ou trois jours de service de l'appareil.

« Comme il s'agissait de s'assurer que les gaz sortant de l'appareil seraient entièrement absorbables, l'acide carbonique par la potasse, l'oxyde de carbone par la dissolution de protochlorure de cuivre, j'ai cherché si les agents employés ne pouvaient pas fournir quelques traces de gaz non absorbables par ces deux réactifs.

« L'acide chlorhydrique liquide, par exemple, ne pouvait-il pas contenir de l'air qui se répandrait dans l'acide carbonique auquel il aurait donné naissance? Pour répondre à cette question, qui intéresse une foule d'expériences où l'acide carbonique produit par son intermédiaire intervient, j'ai fait bouillir dans un ballon l'acide chlorhydrique liquide, comme s'il s'agissait d'extraire et de doser l'air de l'eau. 405 centimètres cubes d'acide ont fourni $4^{cc},6$ d'air par une ébullition prolongée.

« 100 centimètres cubes d'acide chlorhydrique liquide peuvent donc abandon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ner 1cc,15 d'air à l'acide carbonique qu'ils produisent, dont la quantité s'élève à 10 000 centimètres cubes et correspond à 20 000 centimètres cubes d'oxyde de carbone (1).

« L'air fourni par l'acide chlorhydrique forme donc à peu près 1/20,000 du volume total du gaz sortant du tube de porcelaine et constitue une quantité inappréciable.

« Le marbre blanc le mieux choisi, le plus compacte, ne contiendrait-il pas de l'air emprisonné dans quelques cavités accidentelles, et qui s'en échapperait au moment de sa dissolution par les acides? La quantité en serait très-faible, très-variable, et généralement négligeable, sans doute; mais, pour des expériences de la nature de celles que j'avais à poursuivre, il était nécessaire d'en tenir compte, s'il y avait lieu.

« Or, l'acide carbonique sortant de l'appareil, avant que le tube de porcelaine eût été chauffé, était entièrement absorbable par la potasse. 100 centimètres cubes laissaient comme résidu une bulle de la grosseur d'une tête d'épingle, de l'ordre des millionièmes, relativement au volume total du gaz. Celle-ci provenait même probablement d'une trace d'air expulsé de la dissolution de potasse employée pour absorber l'acide carbonique. En tout cas, il était impossible d'en apprécier la nature ou le volume.

« Ces précautions ne sembleront point exagérées, puisque la moindre trace d'oxygène détermine la décomposition de l'oxyde de carbone par le fer et le dépôt du charbon en quantités considérables sur ce métal qui n'agit point sur l'oxyde de carbone pur.

« Je ne considérais donc pas, pour mon compte, comme une pensée vaine et qu'on devait rejeter sans examen, cette assertion que des traces de vapeur d'eau pourraient être nécessaires à la combustion du charbon. Je connais les difficultés qu'on rencontre dans toute expérience précise, et je sais aussi qu'il ne faut pas repousser une vue nouvelle, par ce seul motif qu'elle dérange les habitudes de notre esprit.

« L'acide carbonique circulant dans mes appareils étant pur et sec, j'ai porté au rouge-cerise clair la température du tube de porcelaine contenant le charbon. Un courant lent d'acide carbonique étant dirigé au travers du tube, j'ai laissé perdre quelques litres de gaz avant de recueillir celui que je destinais aux analyses. En voici les résultats :

---

(1) 100 centimètres cubes de l'acide chlorhydrique employé pèsent 83 grammes et contiennent 33 grammes d'acide réel, capables de déplacer 20 grammes d'acide carbonique, représentant 10 litres de ce gaz à zéro et 0,76, et 20 litres d'oxyde de carbone.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Acide carbonique.	0	0	0	2	3	12
Oxyde de carbone.	56	124	119	68,5	116	105,8
Gaz non absorbable et inflammable. . .	1	1	1	0,5	1	0,2
	57	125	120	71,0	120	118,0

« Tant que le charbon s'est trouvé en quantité suffisante, l'acide carbonique a donc été complétement décomposé; mais, à la fin de l'expérience, il s'était produit des chemins par lesquels l'acide carbonique pouvait s'écouler sans rencontrer le charbon nécessaire à la formation de l'oxyde de carbone, et il en passait des quantités de plus en plus notables.

« D'un autre côté, des traces d'eau retenues par le charbon, malgré tous les soins apportés dans le chargement du tube, ont donné successivement 1 centième, 1/2 centième, 1/4 de centième d'hydrogène, proportions décroissantes, sans qu'on ait pu arriver à faire disparaître complétement ce gaz. J'avais prévu ce résultat, et toutes les dispositions étaient prises en conséquence. Je savais depuis longtemps qu'on ne parvient à priver le charbon d'hydrogène ou d'eau qu'à l'aide du chlore, à la chaleur rouge.

« Le tube de porcelaine étant rempli de charbon avec les mêmes soins que dans la première expérience, on l'a chauffé au rouge, et l'on a dirigé dans son intérieur un courant de chlore sec pendant toute une journée. Il s'est dégagé des vapeurs abondantes d'acide chlorhydrique, accompagnées de chlorure de silicium, de chlorure de fer et de chlorure de potassium.

« On a balayé l'appareil refroidi, au moyen d'un courant d'acide carbonique sec, et l'on a élevé la température au rouge-cerise clair. Il s'est dégagé, pendant quelque temps encore, des vapeurs soit d'acide chlorhydrique, soit des chlorures désignés plus haut. Lorsqu'elles ont cessé de paraître, on a recueilli les gaz dont voici l'analyse :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Acide carbonique.	3	0	2,7	trace.	trace.
Oxyde de carbone. . . .	78	61	89,0	51,9	67,9
Gaz non absorbable. . .	1	1	0,3	0,1	0,1
	82	62	92,0	52,0	68,0

« L'expérience répétée dans les mêmes conditions, on a obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Acide carbonique. . .	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	4,6	9,9
Oxyde de carbone.. .	94,4	94,5	97,6	96,3	99,9	188,0	95,4	90,1
Gaz non absorbable.	2,8	0,8	0,4	0,2	0,1	traces inappréc.	traces inappréc.	traces inappréc.
	97,2	95,5	98,5	96,5	100,0	188,0	100,0	100,0

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ces résultats démontrent que, au début de l'opération, il se dégage encore quelques traces d'un gaz non absorbable par la potasse ou par le protochlorure de cuivre. A la fin, ce gaz a disparu. Mais, à mesure que le charbon se brûle, on voit reparaître l'acide carbonique, qui échappe à l'action du charbon.

« Deux points demeurent donc acquis : le premier, c'est que le charbon, absolument dépouillé d'hydrogène et d'eau par l'action du chlore, transforme l'acide carbonique en oxyde de carbone ; le second, c'est que la conversion de l'acide carbonique en oxyde de carbone est totale, à la température du rouge-cerise clair, quand les circonstances sont favorables, c'est-à-dire quand il y a excès de charbon et que le courant est lent.

« L'acide carbonique exerce-t-il la même action sur le fer? Il n'est pas nécessaire d'expliquer par quelles raisons on a été conduit à poursuivre cette recherche. Le fer et l'acide carbonique se trouvent si souvent en présence à une température élevée, qu'on a besoin de savoir, avec certitude, dans quelles limites ils peuvent réagir l'un sur l'autre pour des conditions déterminées.

« J'ai porté à la même température que dans les expériences précédentes un tube en porcelaine rempli de tournure de fer, et j'y ai fait passer : 1° un courant d'air pour oxyder la surface du métal et pour brûler toutes les poussières ou graisses adhérentes ; 2° un courant d'hydrogène sec pour réduire le métal oxydé ; 3° un courant très-lent d'acide carbonique pur et sec obtenu au moyen de l'appareil décrit plus haut.

« N'ayant pas réalisé de la sorte la décomposition totale de l'acide carbonique, j'ai supposé que les surfaces métalliques étaient insuffisantes, et j'ai repris l'expérience, après avoir rempli, au moyen de grosse limaille de fer, tous les vides laissés par la tournure. L'ensemble a été soumis de nouveau au rouge vif, à l'action de l'air, à celle de l'hydrogène sec et, en dernier lieu, à celle de l'acide carbonique sec et pur.

« Voici les résultats de ces deux expériences :

Tournure de fer seule.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Acide carbonique.	36	28	32,5	30,9	35,3
Oxyde de carbone.	48	59	67,0	66,0	62,0
Résidu inabsorbable. . . .	2	1	0,5	0,1	0,2
	86	88	100,0	97,0	97,5

Tournure et limaille de fer.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Acide carbonique. . . .	35	38,5	29,5	31,6	35,0	34	42,9
Oxyde de carbone. . .	88	70,0	78,0	77,0	64,9	99	74,0
Résidu inabsorbable. .	perdu	0,5	0,5	0,4	0,1	perdu	0,1
	123	109,0	108,0	109,0	100,0	133	117,0

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Sans rien changer à l'appareil, on a fait passer dans le tube successivement, encore une fois à la chaleur rouge presque blanc, l'air, l'hydrogène sec et l'acide carbonique pur et sec ; voici les résultats de cette dernière épreuve :

Tournure et limaille de fer.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Acide carbonique. . .	20	48	43,0	36,7	20,9	45,0	26,8	42,0
Oxyde de carbone. .	101	85	82,5	89,0	95,0	94,9	83,0	82,9
Gaz non absorbable.	1	1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
	122	134	126,0	126,0	116,0	140,0	110,0	125,0

« Il résulte de ces trois séries d'expériences qu'un courant même très-lent d'acide carbonique passant sur le fer à une température voisine du rouge blanc n'est pas converti tout entier en oxyde de carbone. Pour 100 volumes d'acide carbonique employé, il en échappe au moins 30 volumes, et quelquefois près de 50 à la décomposition. En tout cas, la proportion varie d'un essai à l'autre.

« Je n'ai pas pu réduire à des quantités inappréciables, comme c'est le cas pour le charbon, la proportion de gaz inabsorbable. Elle est restée assez constamment égale au 1/1 000 ou au 1/1 500 du volume total du gaz. Je ne m'étais pas préparé à recueillir ce gaz en quantité assez notable pour en faire une analyse, et je laisse à décider plus tard s'il faut y voir de l'azote ou de l'hydrogène condensés par le fer et abandonnés au moment de son oxydation, ou même de l'oxygène provenant de la dissociation de l'acide carbonique. Les premiers résidus m'ont paru combustibles; les derniers m'ont semblé privés de cette propriété et partiellement absorbables par les pyrogallates alcalins. Mais sur des quantités aussi faibles, du volume d'une lentille, il reste toujours quelque incertitude.

« Tandis que l'acide carbonique pur et sec est converti tout entier par le charbon en oxyde de carbone, le fer ne ramène donc point à cet état la totalité de l'acide carbonique à la même température.

« La différence entre l'action du fer et celle du charbon s'explique tout naturellement, si l'on y voit un effet de l'affinité ; elle s'explique aussi quand on y voit une conséquence de la dissociation des composés par la chaleur. En effet, l'acide carbonique, se séparant par la chaleur en oxyde de carbone et oxygène en présence du charbon, trouve dans celui-ci l'élément nécessaire pour convertir l'oxygène en oxyde de carbone. Avec le fer, au contraire, l'oxyde de fer formé tend à reproduire l'acide carbonique, en agissant sur une portion de l'oxyde de carbone, et donne naissance à des mélanges variables des deux gaz. Pour fixer les limites de cette dernière réaction, il aurait fallu maintenir l'acide carbonique à une température fixe, longtemps en contact avec le fer, et non le diriger sur lui sous forme d'un courant. Mais je n'avais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas en vue une étude qu'il appartient au laboratoire de notre confrère M. Henri Sainte-Claire Deville d'accomplir.

« En résumé, il résulte de ces expériences :

« Que, au point de vue de la doctrine, on peut enseigner avec certitude :

« 1° Que l'acide carbonique absolument sec, en passant sur le charbon entièrement privé d'hydrogène, se convertit, à la chaleur du rouge-cerise clair, en oxyde de carbone ;

« 2° Que, si le charbon est en excès, l'acide carbonique disparaît tout entier, remplacé par de l'oxyde de carbone parfaitement pur ;

« Que, au point de vue des applications, il convient de noter :

« 3° Que le charbon de bois le plus énergiquement chauffé retient de l'hydrogène ou de l'eau qu'il ne perd que sous l'influence prolongée du chlore à la chaleur rouge ;

« 4° Que le charbon qui n'a pas subi le traitement par le chlore, étant employé à convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone, fournit toujours un gaz accompagné de quelques traces d'hydrogène ;

« 5° Qu'un courant lent d'acide carbonique sec est partiellement converti par le fer, chauffé au rouge-cerise clair, en oxyde de carbone, une proportion considérable d'acide carbonique restant toutefois inaltérée ou se trouvant régénérée. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

ARTS CHIMIQUES.

DU FER CONTENU DANS LE SANG ET DANS LES ALIMENTS; RECHERCHE DE CE MÉTAL DANS LE SANG D'UN ANIMAL INVERTÉBRÉ, PAR M. BOUSSINGAULT.

I. *Du fer contenu dans le sang et dans les aliments.*

« Ayant eu, cette année, dans mon enseignement du Conservatoire des arts et métiers, à traiter de l'alimentation de l'homme et du développement du bétail nourri à l'étable, j'ai été conduit à discuter l'influence de certaines substances qui n'entrent qu'en très-minimes proportions dans les rations alimentaires : du sel marin d'abord, et ensuite du fer, élément essentiel du sang.

« Pelouze a dosé ce métal dans le sang de divers animaux. De 100 grammes, il a retiré : fer exprimé à l'état métallique :

Sang de l'homme.	Bœuf.	Porc.	Oie.	Dinde.	Poulet.	Canard.	Grenouille.
gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
0,051	0,055	0,059	0,037	0,033	0,037	0,034	0,042
0,054	0,048	0,051	0,033	0,034			

« Le sang était brûlé à une température peu élevée dans un vase en platine. On

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dosait le fer dans les cendres par l'excellente méthode volumétrique due à M. Marguerite (1). J'ai suivi le même procédé. Les quantités de métal que j'ai rencontrées dans le sang du bœuf et du porc ne diffèrent pas notablement de celles trouvées par Pelouze.

« Le sang avait été pris à la sortie de la veine, pesé, desséché, incinéré sous la moufle. Dans 100 grammes, dosé :

	Sang de bœuf.	Sang de porc.
Fer exprimé en métal.	0gr,0375	0gr,0634

La cendre du sang de porc présentait la couleur et l'aspect du sesquioxyde ferrique.

« Une fois établi que le fer est une des parties constituantes du sang, il devient évident que les aliments doivent en renfermer, y compris, bien entendu, les aliments végétaux, puisque ce métal entre dans la composition du sang des herbivores et des granivores.

« De ces faits, il ressort deux conséquences : la première, c'est que, s'il était possible de former un régime privé de fer, l'animal que l'on y soumettrait succomberait infailliblement, par la raison que le sang ne pourrait pas être constitué; la seconde conséquence, c'est que le fer paraît être aussi indispensable à la vie végétale qu'à la vie animale.

« On sait, d'ailleurs, que le prince de Salm-Horstmar, dans des expériences remarquables sur le rôle des substances minérales dans la végétation, a communiqué la chlorose à l'avoine, au colza, en les faisant naître dans un sol exempt de fer; chlorose qu'il fit disparaître par l'intervention de l'élément ferrugineux (2). Toutefois, c'est Eusèbe Gris qui, le premier, en 1849, rattacha la chlorose des feuilles à l'absence ou à l'insuffisance des sels de fer. N'oublions pas, néanmoins, que l'analogie, selon moi assez éloignée, que l'on cherche à établir aujourd'hui entre la matière verte des plantes et la matière colorante du sang, est née de cette assertion de M. Verdeil, que le fer existe en forte proportion dans la chlorophylle à l'état où il est dans l'hématosine; par suite, on a introduit, en physiologie végétale, le mot chlorose, emprunté à la pathologie pour exprimer l'étiolement des feuilles.

« Le fer existant dans les aliments, probablement même dans tous les aliments, il restait, en se plaçant à un point de vue pratique, à en fixer la quantité, non-seulement dans les substances servant à la nourriture de l'homme, mais encore dans les fourrages, afin d'être à même d'en apprécier la proportion dans les rations alimentaires. Les données analytiques que j'ai déjà pu rassembler intéresseront, je l'espère, les physiologistes, et aussi les éleveurs, s'il est vrai que la bonne constitution du sang exerce

(1) PELOUZE, *Comptes rendus*, t. LX, p. 880.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXII, p. 461 : « Sans fer, la couleur verte manque plus ou moins à la plante qui ressemble à un végétal venu dans l'obscurité. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une influence favorable sur la santé, la vigueur, en un mot sur la qualité des animaux et sur celle de leurs produits.

« En ce qui concerne les aliments, les dosages ont été exécutés à l'état où ils sont consommés, c'est-à-dire avec leur eau constitutionnelle. J'ai cru devoir doser le fer dans le vin, dans la bière et dans quelques-unes des eaux distribuées à Paris, que notre confrère M. Belgrand a bien voulu me procurer avec une obligeance dont je ne saurais trop le remercier. J'ai à peine besoin d'ajouter que l'eau, soit comme boisson, soit en intervenant dans la coction des viandes et des légumes, apporte nécessairement un faible contingent du métal objet de ces recherches.

« Voici les résultats des dosages que j'ai pu faire jusqu'à présent :

Fer exprimé à l'état métallique.

Dans 100 grammes de matière :

	gr.		gr.
Sang de bœuf	0,0375	Maïs	0,0036
Sang de porc	0,0634	Riz	0,0015
Chair musculaire de bœuf	0,0048	Haricots blancs	0,0074
Chair musculaire de veau	0,0027	Lentilles	0,0083
Chair de poisson (merlan)	0,0015	Avoine	0,0131
Merlan, poisson entier	0,0082	Pommes de terre	0,0016
Arêtes fraîches de merlan	0,0100	Carottes (racines)	0,0009
Arêtes d'aigrefin, séchées à l'air	0,0372	Feuilles de carottes	0,0066
Morue dessalée (chair)	0,0042	Pommes	0,0020
Lait de vache	0,0018	Feuilles d'épinards	0,0045
OEufs de poule, sans la coque	0,0057	Chou, intérieur, étiolé	0,0009
Colimaçon, sans la coquille	0,0036	Chou, feuilles vertes	0,0039
Coquilles de colimaçons	0,0298	Champignons de couches	0,0012
Os de bœuf (frais)	0,0120	Foin	0,0078
Os de pieds de mouton	0,0209	Paille de froment	0,0066
Corne de bœuf (sèche)	0,0083	Varech, séché à l'air	0,0548
Cheveux noirs (homme de 40 ans)	0,0755		
Crins de cheval	0,0507	*Boissons, dans* 1 *litre.*	
Plumes de pigeon	0,0179	Vin rouge du Beaujolais	0,0109
Laine de mouton	0,0402	Vin blanc d'Alsace	0,0076
Peau de lapin, fraîche, épilée	0,0039	Bière	0,0040
Poils de lapin	0,0210	Eau de Seine, Bercy (14 mai), filtrée	0,00040
Souris (entière)	0,0110	Eau de la Marne (10 avril)	0,00105
Urine d'homme (moyenne)	0,0004	Eau de la Dhuis (10 avril)	0,00104
Urine de cheval	0,0024	Eau du puits de Grenelle	0,00160
Excréments de cheval, humides	0,0138	Eau du puits de Passy	0,00280
Pain blanc de froment	0,0048	Eau de la mer, Nice (1)	0,0070

(1) Cette eau, prise il y a quelques années, était dans un flacon bouché à l'émeri.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Établissons maintenant, avec les données précédentes, la quantité de fer contenue dans divers régimes alimentaires :

Ration du marin français.

	gr.		Fer contenu. gr.
Pain	750	ou l'équivalent en biscuit	0,0360
Viande	300	ou l'équivalent en viande salée	0,0144
Légumes secs	120	haricots, lentilles	0,0101
Café	20	mis en infusion	»
Beurre	15	et huile d'olive 6 grammes	»
Choux	20		0,0005
Vin	460		0,0051
Eau-de-vie	60		»
Sel marin	22		»
		Fer dans la ration	0,0661

« Dans la ration du soldat, peu différente de celle du marin :

Fer	0,0780

Ration d'un ouvrier anglais (1).

	gr.		gr.
Pain	750		0,0360
Viande	650		0,0312
Pommes de terre	1 000		0,0160
Bière	2 lit		0,0080
		Fer dans la ration	0,0912

« Dans la ration journalière des ouvriers en Irlande, la pomme de terre remplaçant le pain (2) :

	gr.		gr.
Pommes de terre	6 000		0,0960
Lait	500		0,0090
Bière	1 lit		0,0040
			0,1090

Ration du forçat soumis au travail.

	gr.		Fer contenu. gr.
Pain	917		0,0440
Légumes secs à l'huile ou au lard	120		0,0099
Vin	48centil		0,0052
			0,0591

(1) Ouvrier travaillant au chemin de fer de Rouen, d'après M. de Gasparin.

(2) PAYEN, *Substances alimentaires*, p. 507.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ration du cheval de la cavalerie de réserve.			Fer contenu.
	gr.		gr.
Foin.	5 000	. . . . .	0,3900
Avoine.	3 600	. . . . .	0,4716
Paille pour nourriture et litière.	5 000	moitié pour nourriture.	0,1550
			1,0166

Ration du cheval attelé à de lourdes voitures.			Fer contenu.
	gr.		gr.
Foin.	7 000	. . . . .	0,5460
Avoine.	7750	. . . . .	1,0152
			1,5612

				Fer.
		kil.		gr.
Une vache du poids de 600 kilog. consommant par jour.	Foin. . . .	17,50	reçoit.	1,365
Produit, en moyenne.	Lait. . . .	7,52	contenant. . . .	0,135
Au maximum de rendement.		14,42	. . . . .	0,260
Un veau, pendant l'allaitement, consomme, en moyenne.	Lait. . . .	10,30	contenant. . . .	0,185

« Chez un individu ayant atteint son complet développement, le fer compris dans la ration ne fait que traverser l'organisme, en apparence du moins. Je dis en apparence, parce que le métal donné chaque jour avec la nourriture, remplaçant celui qui est éliminé chaque jour par les fonctions vitales, on retrouvera dans les excrétions une quantité de fer égale à celle qui aura été introduite. Le sang brûlé, expulsé par le rein après la combustion respiratoire, entraîne évidemment une partie du fer qui entrait dans sa constitution. La présence du métal dans l'urine de l'homme, dans les déjections du cheval, établit la réalité de cette élimination.

« Pour un animal en voie de croissance, tout le fer ne sera pas éliminé, et il y aura, chaque jour, du fer fixé dans l'organisme, comme il y a, dans cette condition, fixation d'azote, de phosphates, de phosphore, de soufre, par cela même qu'il y a production de sang, augmentation de chair musculaire, dont le fer est partie intégrale. Ajoutons que les os, les poils, la peau, les plumes, chez les oiseaux, retiennent ce métal en notable quantité.

« Il a paru intéressant de rechercher en quelle proportion le fer était réparti dans l'organisme d'un animal.

« *Mouton.* — A l'occasion d'observations sur l'engraissement, on fut obligé de peser les divers organes, le squelette, la peau, la laine, la graisse, la chair, le sang d'un mouton pesant 32^{k},07 après qu'on eut vidé les intestins (1).

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 628, 2^{e} édition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« En appliquant les dosages, on trouve que le fer contenu doit approcher de 3gr,38, soit 0,00011 du poids du mouton.

« *Souris.* — Dans la cendre d'une souris du poids de 27 grammes et brûlée dans la moufle, on a dosé :

Fer, 0_{gr},0030, les 0,00011 du poids de l'animal.

« *Poisson.*— Un merlan pesant 182 grammes a laissé une cendre très-blanche, dans laquelle on a dosé :

Fer, 0gr,0149, les 0,000082 du poids du poisson.

« Il n'y aurait donc pas au delà de 1/10000 de fer. Pour les invertébrés ne renfermant ni os ni arêtes, la fraction serait encore moindre; elle ne dépasse pas 0,00004 dans les mollusques.

« Tout infime que soit la quantité de fer constatée, elle n'en est pas moins indispensable, puisque, sans elle, il n'y aurait pas de sang constitué. Il y a là un nouvel exemple de l'intervention efficace d'infiniment petits dans les phénomènes de la vie.

« C'est au fer que, généralement, on attribue la couleur du sang. L'hématosine, matière colorante des globules, en contiendrait au nombre de ses éléments; mais la présence de ce métal n'expliquerait pas la coloration en rouge de l'hématosine, puisqu'il résulte des expériences de MM. Mulder et van Goudoever qu'elle peut en être dépouillée complétement sans que sa couleur soit modifiée (1). Ensuite, on est amené à n'accorder à la couleur du sang qu'une importance limitée, par cette raison qu'elle manque entièrement dans le sang de presque tous les animaux invertébrés (2). « Si « l'on ouvre le cœur d'un colimaçon ou d'une huître, on y trouve un liquide dont le « rôle physiologique est le même que celui du sang d'un animal vertébré ; seulement, « au lieu d'être rouge, il est incolore. C'est bien du sang au même titre que le fluide « nourricier de l'homme ou du cheval, mais c'est du sang blanc au lieu d'être du sang « rouge (3). » Or les observations microscopiques montrent que le sang incolore est à peu près constitué comme le sang coloré des vertébrés. Chez les mollusques, les globules du sang blanc sont circulaires, plus ou moins aplatis (4).

« Il y avait, je crois, lieu de rechercher si ce sang incolore contenait du fer.

« 140 grammes de colimaçons séparés de leurs coquilles ont été desséchés et brûlés dans la moufle.

---

(1) Milne-Edwards, *Leçons de Physiologie*, t. I, p. 179.
(2) *Idem*, p. 104.
(3) *Idem*, p. 91.
(4) *Idem*, p. 96.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans les cendres, on a dosé 0gr,0050 de fer. Pour 100 grammes, fer 0gr,0036.

« Ainsi, la chair de colimaçons injectée de sang blanc renfermerait à peu près autant de fer que la chair musculaire du bœuf et du veau injectée de sang rouge.

« Comme conclusion, voici un rapprochement assez curieux entre les animaux et les végétaux : c'est que, si le sang blanc des invertébrés contient peut-être autant de fer que le sang rouge, les plantes exemptes de matière colorante verte, telles que les champignons, renferment du fer comme celles qui en sont pourvues. Ce rapprochement serait sans doute plus facile à saisir, si la comparaison portait sur des organismes amenés à un même état de siccité.

« De toutes les substances nutritives consommées par l'homme, le sang est certainement l'aliment le plus riche en fer, et je puis ajouter en fer assimilable, par la raison qu'il a déjà été assimilé. En Europe, le sang de porc est à peu près le seul que l'on accepte comme nourriture; le sang des autres animaux de boucherie a une saveur, une odeur particulière qui fait qu'on le repousse. Cependant, dans les steppes de l'Amérique du Sud, on le mange après l'avoir coagulé et assaisonné avec des condiments très-sapides. C'est un usage fort ancien. Lors de la conquête, les Espagnols constatèrent avec étonnement que les Indiens de *Cibola* (Nouvelle-Espagne) recueillaient avec soin, pour s'en nourrir, le sang des bisons qu'ils tuaient dans leurs chasses (1). »

II. *Recherche du fer dans le sang d'un animal invertébré.*

« Les observations précédentes m'ont conduit à rechercher le fer dans le sang blanc d'un invertébré, la limace jaune, si abondante dans les potagers.

« Dans ces limaces, les cavités où logent les poumons et le cœur sont protégées par un disque charnu placé sur le devant du dos. Le cœur, ouvert avec une pointe en platine, donne une ou deux gouttes de liquide. On jugera par là combien de cœurs de limaces il a fallu percer pour obtenir une centaine de grammes de sang.

« Ce sang est presque incolore, légèrement opalin, teinté d'une nuance jaune; liquide au moment de l'extraction, il prend bientôt une consistance semi-gélatineuse. Au microscope, on y aperçoit de nombreux globules elliptiques serrés les uns contre les autres; çà et là, des espaces limités sans globules; de rares granules, peu de lambeaux cellulaires et quelques fragments à structure cristalline. Les globules ont à peu près la dimension des globules du sang de vache, pris pour terme de comparaison.

---

(1) Lopez de Gomara, *Historia general de las Indias*, année 1552.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Le sang blanc des limaces possède une réaction alcaline.

« Dans 100 grammes, on a trouvé

	gr.		gr.
Matières sèches.	3,905	Eau.	96,095
Cendres blanches.	0,767		
Fer exprimé en métal.	0,00069		

« Le fer est en si minime proportion que l'on peut hésiter à le considérer comme un élément du sang.

« Chez les animaux supérieurs, on a vu que le sang rouge renferme plus de fer que la chair musculaire. S'il en était ainsi chez les mollusques, il y aurait une présomption pour admettre que ce métal, quelque limitée qu'en soit la quantité dosée, entre dans la constitution de leur sang blanc.

« On dut conséquemment procéder au dosage du fer dans les limaces; mais, pour arriver à un résultat exact, il fallait commencer par exclure de ces animaux, avant de les brûler, la nourriture qu'ils n'avaient pas digérée, les déjections qu'ils retenaient encore, afin de ne pas introduire, dans les cendres, du fer ne faisant pas partie de l'organisme. On essaya d'abord de mettre les limaces à la diète; mais, même après plusieurs jours, les déjections n'étaient pas expulsées; on leur enleva donc l'intestin, après les avoir bien nourries, puis l'on procéda à l'incinération.

« 100 grammes de limaces ont donné :

	gr.		gr.
Matières sèches.	15,12	Eau.	84,88
Cendres blanches.	3,00		
Fer exprimé en métal.	0,001176		

« Ainsi, pour des poids égaux, la chair des limaces renfermerait à peu près deux fois autant de fer que le sang; mais, en raison de la plus forte proportion d'eau que renferme le sang, la comparaison doit nécessairement porter sur les matières sèches :

		gr.
Dans 100 grammes de sang blanc desséché.	Fer. . . .	0,0177
Dans 100 grammes de chair desséchée.	*Id.* . . .	0,0078

« Le sang blanc sec renfermerait, par conséquent, plus de fer que la chair sèche. Ce rapport est dans le sens constaté pour les animaux à sang rouge; seulement, pour ces derniers, la différence est beaucoup plus forte. En prenant les données sur le sang et la chair de bœuf, présentées au commencement de ce travail, l'on trouve que :

		gr.		gr.
100 grammes de sang de bœuf contiennent :	Matière sèche.	22,0	Fer.	0,0525
100 grammes de chair musculaire.	*Id.*	22,5	*Id.*	0,0048

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Après dessiccation :

		gr.
100 grammes de sang sec.	Fer.	0,234
100 grammes de chair sèche.	*Id.*	0,021

« Il y a donc dix fois autant de fer dans le sang de bœuf que dans la chair; tandis que, pour la limace, ce serait le double seulement, à peu près.

« Le sang blanc normal des limaces ne renfermerait que 1/75 du fer dosé dans le sang rouge liquide; et, si ce métal est un principe constant de l'hématosine, on concevrait que, à cause de l'exiguïté de sa proportion, le sang des invertébrés ne soit pas sensiblement coloré. Toutefois, il n'y a pas lieu d'y supposer la plus minime quantité d'une substance colorante analogue à l'hématosine, parce que, en se concentrant par l'évaporation, ce sang conserve une teinte jaune sans aucune nuance de rouge. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

BIOGRAPHIE.

NOTICE BIOGRAPHIQUE SUR M. DANIEL KOECHLIN, PAR M. A. PENOT.

La Société d'encouragement a perdu, vers la fin de l'année dernière, l'un des membres correspondants les plus éminents de son comité des arts chimiques, M. Daniel Kœchlin, manufacturier, à Mulhouse. S'associant au deuil de l'industrie alsacienne, elle s'empresse de reproduire l'intéressante notice que M. A. Penot a lue à la société industrielle de Mulhouse dans la séance du 29 novembre dernier.

« Messieurs, la société industrielle a eu la douleur de perdre, dans le courant de cette année, un de ses membres les plus distingués, dont le nom figurera honorablement parmi les plus marquants dans l'histoire de la fabrication des indiennes. Un des premiers, et avec un succès éclatant, M. Daniel Kœchlin a apporté le fertile concours de la science à un art jusque-là livré au hasard capricieux d'une aveugle routine. C'est là, en effet, le sort ordinaire de toutes les industries. Une pratique, quelquefois même assez avancée, quoique marchant avec lenteur et en tâtonnant, y précède souvent de plusieurs générations la théorie savante qui vient l'éclairer un jour, et lui permettre de faire, dans un temps relativement très-court, plus de progrès qu'elle n'a pu en réaliser dans une longue suite de siècles. Notre regretté collègue fut un de ces initia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs puissants dont les travaux font époque dans les annales des manufactures, et nul plus que lui n'a contribué à fonder la réputation et la fortune de nos ateliers. Je signalerai dans cette notice les principales découvertes dues à cet éminent chimiste, et, pour en faire mieux comprendre et ressortir l'importance et la portée, je rappellerai sommairement ce qu'était avant lui la fabrication de l'indienne dans nos contrées, et je puis ajouter dans le monde entier.

« Pendant près de deux siècles, du milieu du XVI^e^ au milieu du XVIII^e^, la petite république de Mulhouse, très-resserrée dans son territoire exigu, ne fabriqua que des draps d'une qualité médiocre, recherchés surtout par les habitants de la campagne. Il est à croire que cette industrie prospérait et tendait à accroître la richesse de ceux qui l'exploitaient, puisqu'un parti, craignant de voir augmenter l'influence de quelques citoyens au delà de toute proportion avec la modeste situation des autres, sollicita et obtint du magistrat, en 1750, un édit qui limitait pour chaque atelier le nombre de pièces qui pourraient en sortir annuellement. Toutefois, cette mesure restrictive resta à peu près sans effet, à cause des contraventions fréquentes auxquelles elle donna lieu; l'amende à encourir étant très-faible, comparée au bénéfice offert par une fabrication étendue.

« Telle était la principale, ou plutôt la seule industrie manufacturière de Mulhouse, lorsqu'en 1746, Samuel Kœchlin, Jean-Jacques Schmalzer et Jean-Henri Dollfus établirent dans cette ville une fabrique d'indienne, et jetèrent ainsi les premiers fondements de la prospérité de leur patrie. On en attribue la première idée à Schmalzer qui avait séjourné, pendant quelques années, en pays étranger, dans une maison faisant le commerce des toiles peintes, qu'elle tirait de Hollande. A son retour, il proposa à Henri Dollfus, peintre, de s'associer à lui pour fonder un établissement; mais, manquant l'un et l'autre de fonds suffisants pour cette entreprise, ils s'adjoignirent Samuel Kœchlin, négociant expérimenté, qui apporta les capitaux dont on avait besoin. La maison fondée par ces trois associés, dont nous devons tenir à honneur de conserver fidèlement la mémoire, prit le nom de Kœchlin, Schmalzer et comp. Elle fut le berceau de l'industrie cotonnière en Alsace, ainsi que de toutes celles s'y rattachant; et on pourrait même dire que d'elle date également l'origine de la fabrication de l'indienne en France, le célèbre Oberkampf s'étant formé dans les ateliers de Samuel Kœchlin, avant d'aller fonder l'usine de Jouy.

« Bientôt les profits considérables que présentait l'industrie des toiles peintes attira de ce côté de nombreux capitaux, et alors se fondèrent plusieurs maisons nouvelles. Diverses circonstances favorisèrent ce rapide développement : l'eau de la Doller était excellente pour les teintures, et se trouvait assez abondante pour suffire aux besoins de plusieurs établissements; on trouvait facilement à emprunter des fonds à Bâle, surtout contre hypothèque, et l'art de l'impression étant introduit depuis peu sur le territoire de la République, et non encore réglementé comme les autres, quant au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de ses ateliers et à la quantité de ses produits, chacun pouvait s'y livrer en toute liberté. C'est ainsi qu'on vit des orfévres, des teinturiers, des boulangers, des médecins, des pharmaciens, abandonner leurs anciennes professions pour embrasser celle, plus lucrative, qui s'offrait à eux. La société Kœchlin, Schmalzer et comp. ne dura même que peu de temps, car, au bout de quelques années, les trois associés se séparèrent pour former autant de maisons distinctes, et déjà, vers la fin du siècle, on comptait à Mulhouse quinze fabriques d'indienne, peu importantes sans doute, comparées à celles de nos jours; outre un certain nombre de succursales établies dans diverses vallées des Vosges.

« Il est à noter, en effet, que plusieurs raisons puissantes engagèrent des Mulhousiens à sortir de leur territoire trop étroit, où ils n'avaient pas tardé à être soumis à une réglementation restrictive et gênante, pour porter leur activité dans des localités françaises du voisinage, où ils trouvaient plus de liberté pour étendre leurs affaires, et plus de facilité à écouler leurs produits. A une époque où on ne connaissait pas d'autre moteur inanimé que l'eau, le vent étant ici sans application possible, les lois de la République s'opposaient à ce que les moulins fussent transformés en manufactures; et les priviléges dont jouissaient les drapiers, devenus ombrageux et jaloux à leur tour, empêchaient aussi de convertir les foulons en usines.

« La législation avait encore d'autres rigueurs. Les indienneurs, qu'on avait affiliés aux tailleurs pour ne pas créer une corporation ou, comme on disait à Mulhouse, une tribu nouvelle, ne purent pas établir de pinceautage dans la ville, ni même dans les villages français environnants, afin de ne pas faire hausser la main-d'œuvre des fileurs en laine. Il était défendu aux étrangers de commanditer des indienneries, qu'on craignait de voir prendre trop d'extension; et c'est ainsi que la puissante maison Pourtalès, de Neuchâtel, ne put apporter à Mulhouse les capitaux qu'elle voulait y placer, ni obtenir pour un de ses membres le droit de bourgeoisie, qu'elle sollicitait dans le dessein de prendre un intérêt dans une fabrique de toiles peintes. En outre, ces manufactures étaient tenues de payer au fisc 5/12 pour 100 des affaires qu'elles faisaient; droit très-onéreux dont elles furent affranchies plus tard pour les marchandises expédiées à diverses foires, et notamment à celles de Leipzig et de Francfort.

« Les lois douanières de la France apportaient aussi un obstacle sérieux au développement de cette industrie naissante, qui consistait à imprimer des tissus, presque tous achetés en Suisse. La ville de Mulhouse, quoique formant un état étranger, jouissait, pour ses affaires de commerce, des mêmes prérogatives que l'Alsace devenue terre française depuis plus d'un siècle. Elle payait, pour ses impressions expédiées dans l'intérieur du Royaume, un droit fixe de 135 livres par quintal, lorsque la Compagnie française des Indes, privilégiée en avril 1785, obtint un arrêté par lequel l'introduction des toiles étrangères fut désormais prohibée. Une députation, envoyée à grands frais à Paris, obtint comme faveur qu'on admettrait encore, sous la condition des an-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ciens droits, 40 000 pièces d'indiennes (1) sorties des ateliers de Mulhouse, mais qu'ensuite on ne laisserait plus entrer d'autres marchandises que celles qui auraient été tissées en Alsace, et achetées en blanc à la Compagnie, à qui son privilége accordait le droit de servir d'intermédiaire dans ces transactions. Cependant on se départit bientôt de cette sévérité, et un arrêt de 1786 accorda aux manufactures de Mulhouse l'avantage d'être assimilées, sous ce rapport, à celles de l'Alsace; ce qui débloqua leur territoire et leur permit de s'ouvrir d'importants débouchés en Allemagne, en Italie, en Hollande, et particulièrement en France.

« Toutefois cette concession fut quelque peu illusoire et de courte durée. Les fabriques de l'intérieur ne tardèrent pas à réclamer, et dès 1789 on rétablissait un droit de 95 livres par quintal, à l'entrée des indiennes de Mulhouse. Tant que subsista cette disposition fiscale, c'est-à-dire jusqu'au moment de la réunion de Mulhouse à la France en 1798, les fabricants de cette ville furent fort gênés dans l'extension à donner à leurs affaires; et c'est à cette époque que plusieurs allèrent fonder des établissements dans diverses vallées des Vosges, où ils trouvaient, avec l'eau pure qui leur était indispensable, la possibilité d'écouler leurs marchandises en France, où était leur principal débouché. C'est ainsi que prirent naissance les premiers établissements industriels de Cernay, Thann, Munster, Guebwiller et Sainte-Marie-aux-Mines. Quant à la maison de Wesserling, elle a une autre origine.

«Comme on doit s'y attendre, l'industrie de l'indienne en Alsace eut des commencements bien modestes. Les trois associés Kœchlin, Schmalzer et Dollfus ne disposaient que d'un fonds commun de 40 000 francs, et leurs moyens d'exécution se réduisaient à un nombre fort restreint d'opérations et de procédés, qu'une longue pratique avait enseignés, et dont on devait l'importation à des ouvriers nomades, suisses ou allemands. D'abord on se borna à imprimer, sur des toiles communes venues de la Suisse, des couleurs d'application à l'huile siccative ou au vernis, en dessins à une ou deux couleurs, rouge et noire, les seules qu'on sût produire; et cependant, à cause de leur nouveauté, et surtout parce qu'alors on ne savait faire mieux nulle part en Europe (2), ces toiles furent favorablement accueillies du public, et procurèrent aux trois associés des bénéfices considérables.

« Dès la seconde année de son existence, la maison Kœchlin, Schmalzer et comp. apprit d'un compagnon imprimeur de Hambourg la manière de préparer le mordant rouge, ou d'alumine, et l'acétate de fer, ou bain noir, dont on se servait pour obtenir le noir ou le violet; ce qui lui permit de fixer par teinture la matière colorante de la garance, dont l'usage remonte à la plus haute antiquité dans les Indes. Elle put, dès

(1) La pièce était alors de 16 aunes ou $19^{m},20$.

(2) Les toiles peintes arrivant des Indes étaient bien supérieures et se vendaient fort cher.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lors, produire trois couleurs bon teint : le rouge, le violet et le noir, dans toutes leurs dégradations de nuances, et obtenir, en les mariant avec goût, des effets qui donnèrent une grande valeur à ses produits.

« Les dessins étaient exécutés par Henri Dollfus, un des trois associés. Le petit nombre de couleurs dont on disposait alors exigeait beaucoup d'habileté et d'imagination chez l'artiste, qui devait donner aux étoffes assez de variété et d'agrément pour en provoquer la vente. Quant à la fabrication, elle se résuma encore longtemps, malgré les progrès que je viens de signaler, en quelques opérations assez simples, contrastant singulièrement avec ce que nous avons vu depuis. Les toiles arrivaient déjà blanchies de la Suisse ou d'Orange, alors dans les États du pape. On les faisait macérer pendant quelques heures dans une eau faiblement aiguisée d'acide sulfurique, afin de les débarrasser des oxydes ou matières terreuses qui auraient pu les salir; puis on les engallait, pour prévenir après l'impression le coulage du mordant, qu'aurait occasionné un excès d'alun, et on les cylindrait avant de les imprimer. Mais cet engallage avait le grave inconvénient de rendre le blanchiment des fonds plus difficile après le garançage.

« Quelques années plus tard, la fabrique d'indienne s'enrichit d'une nouvelle couleur d'enluminage, l'indigo qu'on désoxygénait par le sulfure d'arsenic dissous dans la potasse, et qu'on appliquait au pinceau, après l'avoir épaissi à la gomme sénégale. Puis on associa au bleu la nuance jaune rouille fournie par l'acétate de fer, soit pour en faire directement une couleur, soit pour obtenir du vert par superposition au pinceau sur l'indigo. A la même époque s'introduisit l'usage d'un jaune d'application obtenu au moyen d'une décoction de graine d'Avignon dans l'alun. Ainsi se multipliaient les nuances dont pouvait disposer le fabricant; ce qui lui permettait de produire des effets nouveaux, et de donner à ses dessins plus de variété et d'élégance.

« On peut dire toutefois que, jusque vers la fin du XVIII^e^ siècle, les progrès furent assez lents dans l'art d'imprimer les étoffes. Aucune science, qui pût guider le fabricant, n'avait encore pénétré dans les ateliers, et il fallait tout attendre du hasard ou de la tradition. Cependant aucun effort ne fut négligé dans notre pays pour reproduire les plus belles indiennes qu'on vît circuler alors dans le commerce; et il faut faire remonter à cette époque l'imitation parfaite, et à plus bas prix, du genre perse des Indes, qui ferma le marché européen à ces produits de l'Orient, jusque-là si recherchés. Aussi les toiles de Mulhouse acquirent de la réputation en France, et s'y vendirent d'autant mieux qu'elles ne trouvèrent d'abord de concurrence que celle de la fabrique d'Orange appartenant au pape. L'impression à la planche vint bientôt remplacer en grande partie l'opération si rudimentaire et si lente du pinceautage, empruntée à l'Orient. Inventée on ne sait où en Europe et importée dans notre ville, on ne pourrait dire par qui, elle commençait à se perfectionner, et contribuait à la plus grande netteté et au meilleur aspect des formes. Alors on vit la fabrication

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des toiles peintes se diviser à Mulhouse en deux branches distinctes. Quelques industriels plus habiles, et possédant mieux les secrets de leur art, exploitèrent l'indienne fine, les châles, les meubles riches, et ouvrirent ainsi la voie à la confection des étoffes élégantes qui sont devenues la spécialité de l'Alsace. Les autres continuèrent à fournir le marché d'indiennes communes, pour lesquelles la fabrication à bas prix est la première des conditions; et, depuis bien des années, ce genre s'est à peu près perdu parmi nous.

« Mais le moment était venu où la science allait enfin prendre sa place dans nos fabriques, pour y servir de guide à l'industriel qui pourrait désormais connaître les propriétés chimiques des agents qu'il emploierait, et expliquer leur action réciproque les uns sur les autres. Le premier qui entra résolûment dans cette voie, si pleine de promesses pour l'avenir, fut Jean Michel Haussmann, à Colmar, qui avait puisé des connaissances assez étendues et fort utiles dans la fabrique déjà célèbre de son beau-père, de Schüle, à Augsbourg. C'est à ce chimiste savant et ingénieux qu'on doit, outre plusieurs découvertes importantes, d'avoir appris aux autres fabricants la puissance que donne au praticien l'application de la science à l'industrie. Dès cette époque fut universellement reconnue l'indispensable nécessité d'études théoriques sérieuses, pour celui qui aspire à diriger une fabrique d'indiennes, et, depuis cinquante ans, rien n'a été épargné à Muthouse pour en faciliter l'accès aux jeunes gens.

« Nous voici arrivés, Messieurs, aux premières années du XIX^e^ siècle, et c'est ici que va apparaître avec éclat le grand industriel dont j'essaye de rappeler les travaux. M. Daniel Kœchlin était né à Mulhouse le 6 novembre 1785. Il était fils de Jean Kœchlin, qui avait épousé M^elle^ Climène Dollfus, et petit-fils de Samuel Kœchlin, un des trois fondateurs de l'industrie cotonnière à Mulhouse. Notre ville était loin de posséder à cette époque les puissants moyens d'instruction que nous y avons vus depuis. On n'y trouvait rien au-dessus de l'instruction primaire, et les jeunes gens étaient obligés d'aller chercher au dehors, en Suisse ordinairement, un enseignement plus relevé. Cependant, c'est ailleurs que s'adressaient les familles, lorsqu'il s'agissait d'un enseignement spécial; et c'est ainsi que notre regretté collègue fut envoyé à Paris dès l'âge de quinze ans. Il y suivit pendant plusieurs années les cours de chimie de Fourcroy, pendant qu'il travaillait comme apprenti dans une maroquinerie du faubourg Saint-Marceau. Il prenait, par là, de bonne heure la précieuse habitude de faire marcher de front la pratique, qui fait connaître tant de faits, et la science qui les prévoit, les éclaire et les explique. Son frère aîné, M. Nicolas Kœchlin, qui avait fondé en 1802 la maison Nicolas Kœchlin et frères, ne tarda pas à le rappeler de Paris, et se l'associa en qualité de chimiste.

« Sans sortir encore de la période de la routine et de la tradition, où presque tous les procédés restaient à l'état de secrets de fabrique, l'industrie des toiles peintes avait fait cependant quelques progrès pendant les dernières années du siècle qui venait de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

finir. Le nombre des matières colorantes mises à la disposition de l'indienneur s'était accru. A celles que j'ai déjà citées s'étaient ajoutés la gaude, le quercitron, le sumac, le carthame, l'orcanète, le solanum, le campêche, le fernambouc, le rocou. On commença à ne plus se contenter des articles teints, et on fit quelques couleurs d'application à bases et à dissolvants d'étain. Ces couleurs, qui s'imprimaient à la manière du bleu de Prusse, se composaient de laques obtenues pour la première fois par Jean-Michel Haussmann, et qu'on ne se serait pas attendu à voir breveter cinquante ans plus tard par des imprimeurs sur laine. Les genres vapeur ne tardèrent pas également à apparaître; cochenille, carmin d'indigo, prussiates, cachou, décoction de campêche, de bois rouge, etc. On eut aussi les couleurs métalliques, qui vinrent s'ajouter à celles du fer, et qui dérivaient de l'antimoine, de l'étain, du mercure, du manganèse. C'est à cette série qu'appartient la plus belle découverte de M. Daniel Kœchlin : l'emploi du chrome qui donna le jaune, l'orange, le vert, et cet acide qui, avec l'indigo, créa les genres les plus ingénieux, et, avec plus d'une matière colorante, les oxydations les plus commodes.

« Mais ce ne fut pas là la première innovation due à notre collègue, qui avait déjà doté la fabrication de l'indienne d'un genre très-riche, consistant à faire ressortir des dessins enluminés sur fond rouge d'Antrinople. Ce rouge qui nous vient des Indes, et dont l'origine paraît y remonter aux temps les plus anciens, ne s'obtenait d'abord que sur fils. Parmi les Mulhousiens qui émigrèrent pour chercher ailleurs les avantages que j'ai signalés, se trouva Jean-Georges Reber, qui alla fonder à Sainte-Marie-aux-Mines, en 1755, l'industrie de la teinture et du tissage de coton teint, pour la production des étoffes qui prirent le nom de siamoises ou de cotonnades. Pour les couleurs rouges de ces premiers tissus, on employa, dès le début, du rouge de garance, ou du rouge de fernambouc faux teint; puis des fils teints en rouge d'Andrinople, qu'on tirait de Marseille. Plus tard, M. Reber envoya des filés blancs à Aix en Provence, pour les faire teindre en rouge turc, avant de les employer dans ses tissages; la fabrication d'alors devant et pouvant supporter des frais de transport et des chômages, dont des procédés nouveaux et plus sûrs ont affranchi nos fabriques. Il en fut ainsi jusqu'en 1802, époque à laquelle MM. Germain et Schoubart établirent à Sainte-Marie-aux-Mines un atelier de teinture en rouge turc qui, au bout de peu d'années, rivalisa avantageusement avec tous les autres établissements similaires de la France et de l'étranger. Notre département vit se fonder, à la même époque, d'autres ateliers de teinture du même genre, qui n'approvisionnèrent plus seulement les fabriques de siamoises, mais qui versèrent dans le commerce une quantité considérable de fils teints en cette couleur brillante, à l'usage surtout des habitants de la campagne.

« Déjà, en 1792, M. Laurent Weber avait importé à Mulhouse la teinture des fils en rouge turc; ce qui avait été d'un grand secours pour Sainte-Marie-aux-Mines. Il avait même, quelques années après, fait tisser, avec des fils préalablement teints, des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toiles qui furent les premières de cette couleur qu'on ait vues ; mais c'est à M. Daniel Kœchlin qu'on doit d'avoir porté directement cette teinture sur des pièces déjà tissées. Ce grand industriel avait acquis, d'un marchand d'Andrinople, des notions encore incomplètes sur le procédé suivi en Orient pour huiler le coton ; opération capitale dans la production du rouge. Après de nombreuses tentatives poursuivies avec persévérance, il parvint, en **1810**, à produire ces belles toiles pour lesquelles Mulhouse se fit une si grande réputation, et qu'on n'y fabrique plus aujourd'hui. Il s'appliqua ensuite à faire ressortir, sur ce fond d'un si vif éclat, des dessins enluminés qui devaient en rehausser la richesse. D'abord il obtint par l'impression en noir d'application sur toiles teintes en rouge d'Andrinople, d'objets à effets, et principalement de dessins à palmettes, ce qu'on appela le genre mérinos fond rouge ; et ce fut là le premier exemple d'impression sur rouge turc uni. Il chercha à produire encore d'autres nuances sur le même fond ; mais à cette époque, et dans l'état où était alors la science industrielle, ce problème présentait de graves difficultés, et exigeait une grande somme de connaissances et d'observations. Avant tout, au moins pour quelques-unes des nuances à marier au rouge, il fallait détruire la couleur du fond, afin d'en conserver les tons dans toute leur pureté, en les faisant naître sur blanc. Pour atteindre ce but, M. Daniel Kœchlin avait essayé sans succès bien des réactions, et, dans leur nombre, des impressions de formes métalliques chaudes, lorsqu'il eut recours à la propriété décolorante du chlore récemment appliquée par Berthollet, et dont l'usage commençait à se répandre. En premier lieu, il imprima le chlorure décolorant, épaissi à la terre de pipe. Mais l'instabilité de la composition et les émanations pernicieuses qu'elle répandait dans les ateliers l'obligèrent à recourir à un autre moyen. Se fondant sur la grande différence de rapidité dans la destruction de la couleur par le chlorure alcalin dans son état normal, ou par le même chlorure sous l'action d'un acide, il imprima en acide tartrique ou citrique, et plongeant ensuite le tissu dans la cuve de chlorure, pendant un temps très-court, il vit que, tandis que le fond demeurait intact, les parties imprimées ressortaient blanches ; la couleur en ayant disparu sous l'action du chlore devenu libre. Le blanc étant produit avec une très-grande netteté de contours et de forme, M. Daniel Kœchlin obtint un enlevage bleu, en mélangeant du bleu de Prusse à l'acide avant l'impression. Le noir était dû à l'application du bleu de Prusse sans acide, c'est-à-dire sur le fond rouge même. Il ne restait plus alors, pour compléter ce genre d'enluminage, qui n'a pas changé depuis le moment de sa découverte en **1811**, qu'à faire naître le jaune sur fond rouge turc, soit pour y conserver cette couleur dans sa nuance naturelle, soit pour avoir du vert par superposition au bleu.

« L'année **1819** vit naître une des plus belles applications de la chimie à la teinture. Le professeur Lassaigne avait obtenu un beau jaune en mordançant des écheveaux de soie, de laine et de coton en sel de plomb soluble, et en les passant ensuite dans une dissolution de bichromate de potasse. M. Daniel Kœchlin fut le premier à appliquer en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grand ce procédé plus compliqué en fabrique que dans une simple expérience de laboratoire, et trouva même bientôt le moyen d'enlever en jaune de chrome sur différents fonds, en conservant une netteté complète aux contours des dessins même les plus délicats. Un essai d'enlevage en blanc avait été tenté en Écosse, et pratiqué pendant bien des années, non sur des aunages, mais sur des mouchoirs qui se prêtaient mieux à ce genre d'opération. L'étoffe étant pliée en plusieurs doubles, on la plaçait entre deux plaques de plomb, dans lesquelles on avait enlevé en même temps, et en les perforant d'outre en outre, des dessins parfaitement correspondants, et on serrait autant que possible. On plaçait le tout horizontalement dans une caisse, au fond de laquelle on ménageait un espace rigoureusement clos. On versait dans la partie supérieure de l'appareil, en communication avec l'air extérieur et formant boîte, une dissolution de chlorure de chaux, et on faisait le vide par-dessous, en se servant d'une pompe pneumatique. Le liquide passait à travers l'étoffe, dans les parties seulement qui restaient à découvert, c'est-à-dire qui correspondaient aux découpures ménagées dans les deux plaques. Alors, au moyen d'un robinet, on enlevait l'excédant du chlorure de chaux, réuni dans la partie inférieure de la caisse, et ensuite, en employant le même procédé, on faisait passer de l'acide sulfurique très-étendu à travers les mêmes parties de l'étoffe, qui se trouvaient ainsi décolorées. Plus tard, et après le premier emploi du jaune de chrome par M. Daniel Kœchlin, on obtint aussi des enlevages jaunes. A cet effet, lorsqu'on avait produit le blanc comme je viens de le dire, et toujours au moyen du vide, on lavait à l'eau, et on imprégnait successivement le tissu d'une dissolution de plomb et de chromate de potasse pour obtenir le jaune. Il est facile de voir qu'avec une pareille méthode, qu'on n'employait que sur des couleurs faux teint, comme bois rouges ou autres, on ne pouvait produire que des pois ou des dessins sans finesse, dont les contours n'étaient jamais nettement définis, la capillarité exerçant toujours son action, et produisant des teintes diverses et irisées sur les bords de chaque objet.

« M. Daniel Kœchlin changea complétement ce procédé par trop primitif et compliqué pour se généraliser dans les ateliers, et le remplaça par un autre, aussi simple que savant. Il avait observé que les tartrate et citrate de plomb étaient solubles dans l'acide nitrique, ou réciproquement que le nitrate de plomb ne précipitait pas avec les acides tartrique ou citrique, et qu'une pareille composition, passée en cuve décolorante, laissait sur tissu un enlevage blanc, mordancé en plomb, qu'il suffisait de tremper ensuite dans une dissolution de chromate de potasse pour obtenir une couleur jaune sur fond rouge. Ce même jaune se transformait en enlevage vert, lorsqu'on avait mélangé d'abord du bleu de Prusse aux acides et au nitrate de plomb. On put exécuter, dès lors, des genres jusque-là réputés impossibles, en jaune brillant et solide sur plusieurs fonds colorés, principalement sur ceux ayant pour base la garance ou l'indigo ; et les dessins même les plus déliés ressortirent avec la netteté la plus régulière, le mordant étant imprimé mélangé déjà avec les acides d'enlevage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« L'enlevage jaune par la cuve décolorante donna lieu à une application importante sur des violets ou des grenats garance. Elle consista à convertir ces nuances en vert, sous le jaune qui les recouvrait. Pour atteindre ce but, M. Daniel Kœchlin passait des violets ou grenats en prussiate acide de potasse avant l'impression du jaune. Le bleu de Prusse, qui se formait immédiatement par la combinaison avec le mordant de fer, disparaissait ensuite en cuve décolorante alcaline, partout où il n'était pas recouvert d'enlevage jaune ; de sorte que ces parties reprenaient leurs nuances primitives. Il n'en était pas ainsi sous l'enlevage. L'élément végétal seul, c'est-à-dire la couleur de la garance, s'y détruisait, et ne laissait apparaître que la substitution métallique du bleu de Prusse sous le jaune, c'est-à-dire du vert. On produisait en même temps du jaune sur les parties du fond qui n'avaient pas été mordancées en fer pendant l'impression.

« L'article rouge turc ne s'obtenait pas seulement en ton rouge proprement dit, mais aussi en double rouge et en rose, en faisant varier le degré d'intensité du mordant employé. Quand ces diverses nuances étaient passées en cuve d'indigo, elles produisaient des grenats, des violets, avec la faculté de rouges et roses réservés ; ensemble qui supportait les enlevages blancs et jaunes dans le passage en chlorure de chaux, et donnait lieu ainsi à un genre des plus riches, qui fut désigné sous le nom d'Aladin.

« Ces premières et importantes découvertes de M. Daniel Kœchlin valurent à cet éminent industriel des récompenses bien méritées. Il reçut une médaille d'or à l'Exposition de 1819, pour avoir obtenu le rouge d'Andrinople sur toile, et avoir donné l'ingénieuse méthode des enlevages blancs ou enluminés que j'ai rappelée. La même année, il fut décoré de la Légion d'honneur, sur la demande unanime du Conseil municipal de Mulhouse, pour ses belles applications du jaune de chrome. Ses collègues, fabricants de rouge turc dans le département, joignirent à ces brillants témoignages une attestation qui le garantirait contre toute attaque, si on essayait jamais de mettre en doute ses droits de priorité. Voici comment elle est conçue :

« Les soussignés, dans le but de rendre hommage à la vérité, certifient que les « échantillons ci-joints (1), de différents genres d'impression, tels que :

« Le genre *lapis riche* avec réserve à mordant et blanc, en fond bleu cuvé en indigo ; « paquet n° 1. Cinq échantillons, n^os^ 1 à 5 ;

« Le genre *fond rouge turc* enluminé riche (dit *fond rouge mérinos*) ; paquet n° 2. « Sept échantillons, n^os^ 1 à 7 ;

« Le genre avec application de *jaune de chrome* et enlevage jaune de chrome sur « différents fonds ; paquet n° 3. Six échantillons, n^os^ 1 à 6 ;

« Que ces genres ont été découverts et appliqués en grand par M. Daniel Kœchlin-« Schouch, associé de la maison Nicolas Kœchlin et frères.

(1) Ces échantillons ont été déposés au secrétariat de la Société industrielle de Mulhouse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ont signé :

MM. Schlumberger-Schouch, de la maison Jean Hofer et comp.;
Heilmann-Vetter, de la maison Heilmann-Mantz;
Gros, Odier, Roman et comp., de Wesserling;
Lischy, ex-associé de la maison F. Schwartz, Lischy et comp.;
Dᵉˡ Schlumberger et comp., en liquidation. »

« Aussi généreux de caractère que passionné pour son industrie, M. Daniel Kœchlin n'a jamais pu se décider à se réserver, au moyen d'un brevet, le droit exclusif d'exploiter ses découvertes. En ces temps même, où la science venait si peu en aide au fabricant, que les procédés industriels étaient fort difficiles à imiter, et pouvaient demeurer longtemps secrets entre les mains des inventeurs, il ne pensait même pas à profiter de ce privilége naturel, et était heureux de communiquer à ses collègues tous les détails de ses inventions. Son grand principe était que le progrès est plus assuré, lorsqu'on y fait concourir plusieurs mains, que si on concentre le travail dans une seule; et il disait que les arts pouvant avancer indéfiniment, il importait de répandre au plus tôt les méthodes les plus récentes, pour les substituer aux anciennes, et en provoquer de nouvelles. Il n'en fut pas ainsi en Angleterre, où l'importation du rouge turc fut brevetée, en 1825, au nom de MM. Thomson et Chippendall, avec l'autorisation toute désintéressée de la maison Nicolas Kœchlin et frères.

« Le genre d'indiennes qui, après le rouge turc et les applications des composés du chrome, intéressa le plus M. Daniel Kœchlin, et qui reçut de lui sa forme définitive, fut celui qu'on désigna sous le nom de lapis. On doit aux Anglais l'idée première de cette fabrication, qui se réduisit entre leurs mains à produire des dessins rouges sur un fond d'indigo bleu ou vert. En 1808, MM. Sœhnée l'aîné et comp., à Munster, importèrent cet article, auquel ils ajoutèrent une teinture au saflor. L'année suivante, ce genre, laissant encore beaucoup à désirer, fut notablement perfectionné par M. Daniel Kœchlin, qui parvint à produire, avec un rouge plus beau, des couleurs grenat, puce, noir, vigogne, accompagnées d'un blanc à la fois réserve et enlevage, qui ressortait sur toutes ces nuances. Il y ajouta plus tard du jaune et du vert; ce qui, en complétant l'enluminage, permit d'imiter le cachemire, et de fabriquer ces lapis qui eurent alors un grand succès de vogue, et n'ont pas varié depuis.

« Il parvint même à produire avec le lapis un effet qui paraîtrait peut-être énigmatique aujourd'hui à plus d'un jeune chimiste, tant la fabrication de l'indienne diffère de ce qu'elle fut autrefois. C'était un rouge sous bleu de cuve, formes simples, recouvertes d'un dessin qui rehaussait l'intensité de ces deux nuances. Ce résultat s'obtenait au moyen d'une réserve grasse protégeant les parties foncées pendant une immersion en chlorure décolorant, qui dégradait les parties restées à découvert. Une addition de jaune, quelquefois à la réserve même, produisait de tels contrastes, que cet article en reçut le nom de fantasmagorie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ainsi le vénérable collègue dont nous avons aujourd'hui à regretter la perte doit être regardé comme le créateur de deux genres qui acquirent une telle importance à Mulhouse, que tous les fabricants d'Alsace en firent, pendant bien des années, leur production principale, et quelques-uns même leur unique spécialité. Quoique ces deux genres aient depuis longtemps disparu de notre ville, ils n'en sont pas moins exploités avantageusement aujourd'hui encore en Écosse, en Suisse, en Russie et en Hollande, où ils ont conservé toute leur valeur, et continuent à faire la prospérité de nombreux établissements. On ne trouverait pas dans l'histoire de l'indienne un second exemple de deux découvertes dues au même chimiste, ayant acquis une telle importance, et dont la vente ait conservé une si longue durée.

« M. Daniel Kœchlin était doué au plus haut degré de l'esprit d'observation, et cherchait toujours à se rendre compte des faits qui le frappaient dans le cours de ses travaux. Une des applications les plus utiles qu'il en fit à son industrie fut de régulariser les conditions d'aérage des mordants, jusque-là laissées aux caprices d'une atmosphère plus ou moins sèche ou humide. Il avait remarqué qu'une même pièce, imprimée dans la même journée, avec le même mordant, et séchée à mesure dans l'atelier, ne donnait pas les mêmes résultats au garançage sur toute sa longueur. La partie imprimée la dernière ressortait mieux que l'autre. Il attribua cette différence à ce que l'air de l'atelier devenait plus humide à mesure que la journée s'avançait, d'abord à cause de la présence des ouvriers, puis par suite du séchage des mordants déposés en premier lieu sur le tissu. Il reconnut que la différence observée en teinture était d'autant plus sensible que l'air extérieur et, par conséquent, celui des salles d'impression, pris au matin, était plus sec. L'évaporation de l'acide acétique se faisait alors dans de mauvaises conditions, parce qu'elle ne pouvait s'opérer dans un état presque anhydre. De là, sur le résultat définitif, cette influence fâcheuse qu'on ne remarquait plus sur les parties imprimées l'après-midi dans une atmosphère plus humide. M. Daniel Kœchlin fut amené ainsi à introduire de la vapeur dans les salles d'aérage, afin de les maintenir dans un état hygrométrique régulier. Le fixage des mordants, méthodiquement réglé par le secours de la science, fut donc appliqué d'abord dans la maison Nicolas Kœchlin et frères. Plus tard, M. Henri Schlumberger, l'élève de M. Daniel Kœchlin, appliqua, chez MM. Dollfus-Mieg et comp. et chez MM. Blech, Steinbach et Mantz, cette méthode, qui devint bientôt après générale. En Angleterre, MM. Walter Crum et Tom, construisirent des appareils continus sur ce principe, et reconnurent si bien les droits de notre ingénieux compatriote à la priorité, qu'ils sollicitèrent et obtinrent de lui l'autorisation de se faire breveter dans leur pays.

« Ce même esprit d'observation, à qui tout servait d'aliment, jusqu'aux accidents imprévus qui se produisent parfois dans le cours de la fabrication, l'amena à découvrir un principe de plus grandes fixité et insolubilité des mordants à oxydes doubles. Un jour il avait mordancé en alumine un tissu qui avait déjà servi à un dessin à couleur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'étain, et qu'il croyait avoir parfaitement dépouillé après l'avoir blanchi. Ayant ensuite imprimé sur cette alumine un dessin acide qui devait l'enlever par places, il fut fort étonné de n'avoir pas obtenu, après teinture, un enlevage franc et régulier, mais de voir certaines parties restées inaltérées malgré l'acide. Une analyse lui fit reconnaître que ces parties correspondaient à une superposition de l'alumine et de l'oxyde d'étain. Il ne tarda pas à appliquer très-heureusement cette observation. Widmer, de la maison Oberkampf, avait produit le premier, en 1808, un vert dit faïencé, parce qu'on l'obtenait au moyen du bleu faïencé, additionné de sel d'étain, qu'on passait en gaude, après avoir enlevé par l'acidulage les parties alcalines et ferrugineuses restées sur le tissu. Le défaut de ce vert était d'être généralement pauvre en jaune. En ajoutant de l'alun au vitriolage, et en donnant ainsi naissance à un mordant double d'une grande fixité, M. Daniel Kœchlin parvint à renforcer la faible nuance qu'on avait obtenue jusque-là.

« On a eu, depuis, des preuves nombreuses de la grande difficulté qu'on éprouve à faire disparaître les mordants composés d'alumine et d'étain ; et l'avantage de ces mordants à deux bases a pu être apprécié en plus d'une circonstance. Ainsi, lorsqu'on s'efforçait de garancer les bleus et verts solides, et que, pour fixer ces couleurs, il fallait leur faire subir le passage alcalin nécessaire à la fixation du bleu, le meilleur moyen de protéger l'alumine et d'éviter des affaiblissements de tons était de la mélanger à un sel de magnésie. Enfin, dans cette catégorie de mordants doubles, notre savant collègue classait à juste titre les couleurs garancées, qui ne sont, en définitive, que des laques à base double de chaux et d'alumine ; de chaux, d'alumine et d'étain, ou de chaux et d'oxyde de fer.

« Si cet observateur profond et ingénieux a vécu à une époque où les innovations pouvaient être plus nombreuses, parce que presque tout était à créer ou à remanier dans un art resté à l'état d'enfance malgré sa haute antiquité, on peut dire aussi qu'à cette même époque l'indienneur se trouvait désarmé contre les irrégularités et les accidents qui pouvaient survenir dans le cours d'une fabrication ; la science alors presque complétement absente des ateliers, ne pouvant lui venir en aide. Ce fut précisément la gloire de M. Daniel Kœchlin d'avoir, un des premiers, cherché dans les théories chimiques l'explication de tous les phénomènes qui se produisaient sous ses yeux dans ses opérations journalières, de manière à prévoir et à éviter les accidents fâcheux, ou à les corriger, lorsqu'ils s'étaient produits. Les grands services que lui rendait tous les jours sa science de prédilection lui avaient si bien fait sentir l'importance de son étude pour la prospérité de l'industrie mulhousienne, qu'il sollicita et obtint du Conseil municipal la création, à Mulhouse, d'un laboratoire qui est en possession, depuis près d'un demi-siècle, de fournir des chimistes distingués aux fabriques de France et de tous les pays de l'Europe.

« Lorsque arriva le moment où, les cotons étant devenus plus rares, on apporta moins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de soin dans le choix de ceux qu'on livrait au commerce, M. Daniel Kœchlin fut frappé d'un fait nouveau, qu'il s'empressa de communiquer à la Société industrielle. On remarquait sur le tissu après teinture, et particulièrement dans les nuances à mordants faibles, telles que les fonds violets en garance, une multitude de petits points blancs qui s'étaient obstinément refusés à prendre la couleur. Notre collègue attribuait cet accident à ce qu'il devait se trouver dans le mélange de cotons fourni à la filature, et plus tard au tissage, quelque variété malade, ou dans toute autre mauvaise condition. Il donna le nom de *coton mort* à ces parties, que son ami, M. Walter Crum, reconnut plus tard être une fibre cueillie avant d'être parvenue à une maturité suffisante.

« Dans un dernier voyage fait à Paris, en juin 1858, M. Daniel Kœchlin, se trouvant en visite chez son ami le savant et vénérable M. Chevreul, aperçoit, dans le laboratoire des Gobelins, un vert métallique d'un aspect particulier, qu'il cherchait depuis longtemps. M. Cloëz, présent à cette entrevue, frappé des idées émises par notre compatriote sur cette couleur nouvelle, et encouragé par les espérances d'avenir pronostiquées à ce produit par un industriel aussi compétent, s'empressa de rapporter cette opinion à l'inventeur, M. Guignet. Peu de jours après, MM. Kœchlin frères recevaient de M. Guignet les deux premiers kilogrammes de ce vert, dont les fabriques d'indienne ont fait depuis un si ample usage. Ainsi prit un développement très-considérable la fabrication d'une couleur jusque-là utilisée seulement dans la préparation des fleurs artificielles et en peinture, ce qui n'en faisait pas monter la consommation à plus de 100 kilogrammes par an.

« Au sujet de l'emploi du jaune de chrome, dont l'histoire tout entière se compose d'une succession de découvertes dues à la première application de M. Daniel Kœchlin, il est une dernière observation que je dois citer. Elle est relative à l'action solaire sur le jaune de chrome, qui perd par ce fait la propriété de virer à l'orange par les alcalis, et celle de décomposer l'indigo par les acides, lorsqu'on le met en contact avec des tissus bleu de cuve ; tout en continuant cependant à altérer la fibre végétale.

« Que de faits, ayant chacun leur importance, je pourrais encore relater, si je voulais rappeler les nombreuses et intéressantes observations de laboratoire de notre collègue, tant sur les matières colorantes que sur certains composés chimiques, dont il espérait tirer quelque application utile à son industrie : la solubilité des sels, celle de leurs mélanges, les dissolutions métalliques alcalines au moyen des citrates ou des tartrates, et tant d'autres réactions, alors nouvelles, dont la publication eût suffi à fonder la réputation d'un chimiste. Il est cependant un certain nombre de travaux que je ne puis passer sous silence, à cause de leur valeur scientifique et industrielle, et parce que notre éminent collègue les a fait insérer dans notre *Bulletin*.

« M. Thomson, fabricant de toiles peintes, à Manchester, venait d'indiquer un moyen de produire des enlevages blancs sur fond bleu d'indigo. Il consistait à imprégner les toiles bleues de chromate de potasse, à sécher rapidement à l'ombre et à la température ordinaire, puis à imprimer une dissolution épaissie d'acides tartrique et oxalique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

additionnés d'un peu d'acide nitrique. Au moment même de l'impression, l'indigo se trouvait détruit. Si on voulait avoir ces mêmes dessins blancs sur fond vert, on plaquait la toile bleue en acétate d'alumine mélangé au chromate acide, et, après la décoloration, on teignait en gaude. Mais, comme bien des opérations de fabrique à cette époque, celle-ci resta d'abord inexpliquée, et ce fut dans un mémoire publié dans notre *Bulletin* (tome I, page 83) que M. Daniel Kœchlin en donna une théorie très-satisfaisante pour l'époque, en démontrant que c'était l'oxygène naissant, produit par la réduction de l'acide chromique, qui détruisait l'indigo.

« Dans le même volume (page 175), on trouve un mémoire où ce grand praticien a résumé ses nombreuses observations sur la garance, et qui a ouvert la longue série de travaux entrepris plus tard par lui et plusieurs autres de nos collègues sur cette importante matière colorante, alors très-peu connue sous le rapport de sa composition et des propriétés particulières des diverses substances qui la constituent. Un long usage, remontant à plusieurs siècles, avait fourni des données précieuses sur les moyens d'en tirer un grand parti en teinture, sans qu'on eût pu constater aucun progrès dans les méthodes suivies depuis les temps les plus reculés. On doit à M. Daniel Kœchlin d'avoir, un des premiers, appelé l'attention des chimistes sur cette précieuse racine, dont la préparation artificielle récente du principe colorant est une des plus belles conquêtes de la science moderne.

« On ne saurait se faire une idée aujourd'hui de l'étrange fantaisie qu'on pouvait constater dans certaines recettes, et particulièrement dans celle du mordant rouge ou d'alumine, à une époque où on ne se rendait aucun compte de l'action chimique de chacune des drogues qu'on y faisait entrer au nombre de douze, quinze et quelquefois même davantage. Enfin, grâce à l'utile intervention de quelques savants, on arriva, vers la fin du dernier siècle, à reconnaître que, de toutes les substances mises en jeu, deux seulement étaient nécessaires : l'alun et l'acétate de plomb. Au moyen d'une double décomposition, il se forme de l'acétate d'alumine qui constitue le mordant. Mais quelles sont les meilleures proportions à prendre, suivant la nuance qu'on veut produire? A quel état de saturation par l'oxyde de plomb se trouve l'acide acétique après la préparation du mordant? Quels sont les épaississants à choisir, et leur meilleur mode d'emploi? Quels phénomènes chimiques se produisent pendant la dessiccation, et quelles sont les circonstances les plus propres à les favoriser? Dans quelle combinaison définitive se trouve l'alumine sur le tissu au moment de la teinture, et comment est-elle combinée à l'étoffe? Quelle est l'utilité et quelle est l'action du dégorgeage sur les tissus imprimés? Telles sont les questions capitales habilement traitées par M. Daniel Kœchlin dans un mémoire (tome I, page 277) devenu classique autant au point de vue de la science qu'à celui de la pratique de nos ateliers.

« Je citerai ici, seulement pour mémoire, un travail complet de notre collègue sur une opération alors très-importante et aujourd'hui abandonnée, qui consistait à faire passer les toiles mordancées dans un bain d'eau de son, avant et après la teinture. C'était encore

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

là un de ces procédés traditionnels, employés pour la première fois on ne sait où, ni à quelle époque, mais reconnu nécessaire, et dont on ne donnait aucune explication satisfaisante. Tout en indiquant les meilleures conditions où il fallait se placer pour bien réussir, M. Daniel Kœchlin fit voir quelles actions chimiques se produisaient pendant ce passage.

« Il n'est pas de praticien qui n'eût reconnu autrefois que l'emploi de la gomme comme épaississant présentait souvent des inconvénients assez graves, dont on ignorait la cause, et dont on ne savait pas se préserver. Avec son habileté et sa sagacité ordinaires, M. Daniel Kœchlin se livra sur ce sujet à des recherches patientes, qui lui firent reconnaître l'origine du mal dans une fermentation acide de la dissolution; fermentation qui pouvait être hâtée dans des circonstances qu'il indiqua, en même temps qu'il donna le moyen de se soustraire aux accidents qui en résultaient. Son mémoire se trouve publié dans nos *Bulletins,* tome XVII, page 323.

« M. Daniel Kœchlin eut pendant quelques années un élève distingué. M. Henri Schlumberger, travailleur intelligent et infatigable, dans lequel il trouva un collaborateur utile et dévoué. M. Schlumberger entreprit, sous sa direction, cette série de travaux si intéressants sur la garance, qu'on voit figurer dans notre *Bulletin,* à côté de ceux non moins importants dus à deux autres de nos collègues, deux frères, MM. Gustave et Édouard Schwartz, dont les recherches ont si puissamment contribué à porter l'article garancé à un hant degré de perfectionnement. On sait aussi avec quel empressement M. Daniel Kœchlin adoptait toutes les idées nouvelles et pratiques concernant l'impression et la teinture, quelque part qu'elles eussent pris naissance; et on l'a vu souvent ajouter, par ses propres travaux, à la valeur des procédés dont il était l'introducteur dans nos ateliers. L'industrie des toiles peintes lui doit un grand nombre de découvertes, de perfectionnements, de recherches utiles, de travaux de laboratoire, dont je viens d'esquisser l'ensemble, sans tenir compte, toutefois, de son merveilleux talent à assortir les divers genres aux caprices de la mode; de la sûreté de son coup d'œil dans la fabrication; de son habileté dans certains coups de main, qui assurent le succès d'une opération; d'une foule d'observations précieuses dues à sa longue et habile expérience, et qu'il se plaisait à communiquer à ses amis et à ses collègues.

« Aussi son nom était-il connu et vénéré partout où a pénétre l'industrie qui lui est si redevable, et dont il était un des maîtres incontestés. C'est un juste hommage que chacun se plaisait à lui rendre, et nous venons d'en avoir une preuve touchante dans la proposition qui nous a été faite par ceux de nos compatriotes et collègues qui habitent la Russie, d'élever un monument à la gloire de ce grand industriel. Vous vous rappelez que, dans les circonstances douloureuses où se trouve l'Alsace, et sur la demande même de sa famille, l'exécution de ce projet, auquel vous vous êtes associés en principe, a été remise à des temps meilleurs. M. Daniel Kœchlin a eu l'avantage, d'ailleurs, de jouir déjà de son vivant des honneurs légitimement dus à son savoir et à son caractère. Il avait contracté en France et à l'étranger les amitiés les plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

enviables ; il s'était acquis l'estime et la vénération de tous ses concitoyens, et, à la suite de l'Exposition de 1855, il fut promu au grade d'officier dans l'ordre de la Légion d'honneur.

« M. Daniel Kœchlin fut un des fondateurs de la Société industrielle, et c'est peut-être à lui qu'en est due la première idée. Ses collègues furent unanimes à lui en offrir la présidence à l'origine ; il eut la modestie de la refuser, et se contenta d'en être, jusqu'à la fin de sa vie, un des membres les plus assidus et les plus écoutés. Cependant, la présidence lui ayant été offerte de nouveau, il ne crut pas, plus que la première fois, devoir se rendre à nos instances, s'excusant sur son grand âge ; et la Société se fit un devoir de le mettre à sa tête, en qualité de président honoraire.

« A une époque où les comices agricoles n'étaient pas encore créés, la Société industrielle avait formé dans son sein une section d'agriculture, dont M. Daniel Kœchlin resta le président pendant toute sa durée, qui fut de plusieurs années. Notre laborieux collègue y déploya la plus constante activité dans l'intérêt de nos campagnes. Sous sa direction, de nombreux essais de bien des genres furent tentés dans les champs qu'il mettait libéralement à la disposition de ses collègues. Espérant doter son pays d'une riche industrie agricole, il fit opérer une grande plantation de mûriers dans sa propriété de la Vanne, et pendant de nombreuses années il y fit élever des vers à soie dans une magnanerie modèle, dont madame Daniel Kœchlin se plaisait à prendre soin. Sous cette habile direction, les produits obtenus furent remarquablement beaux, et justement appréciés sur nos marchés du Midi. Mais l'inclémence de notre climat exigeait de telles précautions, et, par suite, de telles dépenses, pour réussir dans cette éducation si délicate, qu'il n'y eut pas lieu de pousser les petits propriétaires à se jeter dans cette voie trop hasardeuse. Enfin, Messieurs, vous n'avez pas oublié que, pour donner à notre Compagnie une dernière marque de son estime et de son attachement, M. Daniel Kœchlin lui a légué, en mourant, une somme de 10 000 francs, dont il lui a laissé le libre usage, sachant bien qu'il pouvait s'en remettre à elle du soin d'en faire le meilleur emploi.

« Chez M. Daniel Kœchlin, l'homme n'est pas resté au-dessous de l'industriel. Quelque éminent que celui-ci se soit montré, nous qui avons eu l'avantage de le connaître dans l'intimité, nous pouvons dire que chez lui le cœur fut à la hauteur de l'intelligence. Sans cesse préoccupé des devoirs moraux des patrons envers les ouvriers qu'ils emploient, et dans lesquels il ne voyait que des collaborateurs, il méditait sans cesse sur les moyens d'améliorer leur sort, en restant dans les limites du possible, et sans se laisser bercer par de chimériques illusions, que son esprit juste et pratique devait repousser. Cette préoccupation, qui fut celle de toute sa vie, se résume d'une manière frappante dans cette phrase, d'une touchante simplicité, recueillie dans ses papiers après sa mort : « Je n'ai jamais pu trouver le bonheur complet, parce que je n'ai jamais pu me consoler des misères irrémédiables que je voyais autour de moi. » Cependant les constants efforts qu'il a faits pour soulager ces misères, avec la ferme espé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rance qu'elles auraient leur terme, montrent qu'il ne les croyait pas aussi irrémédiables qu'il a pu l'écrire dans un moment de découragement. Dans des questions de cette nature, où on voit en jeu tant d'intérêts, et aussi malheureusement tant de passions, il faut tout attendre du temps et de la bonne volonté réciproque des parties qu'on voudrait rapprocher. Notre regretté collègue reconnaissait cette haute vérité, et sa vie entière a été un modèle de cette justice et de cette bienveillance que le patron doit aux travailleurs qu'il reçoit dans ses ateliers. Dans les nombreuses discussions qui ont eu lieu dans cette enceinte au sujet de questions touchant à l'instruction, à la santé, au bien-être de l'ouvrier, nous l'avons toujours vu émettre les opinions les plus sages et, par là même, les plus largement libérales; et sa parole, forte de l'éloquence persuasive du cœur, a bien souvent fait pénétrer la conviction dans plus d'un esprit hésitant, mais droit.

« M. Daniel Kœchlin est mort le 18 avril 1871, à l'âge de près de 86 ans, membre de plusieurs sociétés savantes de France et de l'étranger, qui avaient tenu à honneur de s'adjoindre un homme d'un si parfait mérite. Sa vie entière peut être proposée comme un remarquable exemple de toutes les vertus de la famille, de patriotisme, de simplicité de mœurs, de travail et de bonté se traduisant par la plus parfaite pratique des sublimes préceptes de la charité chrétienne. Sa mémoire restera toujours vénérée au milieu de nous, et puisse le souvenir de tant de qualités précieuses inspirer à nos jeunes collègues la louable ambition d'approcher un jour d'un tel modèle. »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Addition aux méthodes d'essai de l'or, par M. Merrick, à Boston. La réduction du plomb en scories par le salpêtre constitue, dit l'auteur, une méthode élégante de diminution du poids des plombs aurifères trop volumineux pour être passés facilement à la coupelle, ainsi que je m'en suis assuré par de nombreux essais.

Ce procédé exige un peu d'habitude, mais il doit être un utile auxiliaire pour les diverses méthodes usuelles. Voici comment j'opère ordinairement :

On place, dans un creuset de Hesse, les doses de plomb chargé d'or trop considérables pour la coupellation, par exemple, celles qui pèsent de 100 à 180 grammes. On chauffe jusqu'au rouge ce creuset, qui doit être assez grand, de manière à bien fondre le plomb. On ajoute alors un poids de nitrate de potasse correspondant à peu près à la moitié de celui du plomb, et l'on élève assez la température pour que le creuset soit rouge blanc jusqu'à ses bords. On remue alors son contenu avec une tige de fer pointue, puis on le retire du feu avant que l'oxyde de plomb ait pu le percer;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on le laisse refroidir et on le casse. Quand on le juge convenable, on renouvelle encore deux ou trois fois ce procédé d'oxydation. Les précautions nécessaires sont seulement de maintenir le creuset au rouge blanc et de le retirer du fourneau avant que le contenu ait pu l'endommager.

Ce procédé peut naturellement être poussé encore plus loin, et jusqu'à ce que la dernière opération donne l'or pur réduit. L'auteur connaît même un essayeur qui détermine ainsi très-souvent la valeur des minerais d'or, et qui se dispense tout à fait alors de la coupellation. (*American Chemist.*) (V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 août 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE.— M. *Guattari* (A.), rue de Bréa, 7, à Paris, demande à la Société de faire examiner des télégraphes à air installés chez lui concurremment avec des appareils électriques, et qui remplissent, aussi promptement et avec autant de fidélité, toutes les mêmes fonctions. (Arts économiques.)

M. *Dufrené,* ingénieur, rue de la Fidélité, 10, demande une rectification au compte rendu de la séance du 12 juillet dernier, au sujet de la décision allemande qui fait cesser l'exigence d'un double payement d'annuité imposé, en Alsace-Lorraine, aux brevetés français. Cette décision, dit-il, s'étend non-seulement aux habitants des pays annexés, mais à tous les titulaires de brevets français antérieurs au 2 mars 1871.

M. *Wojciechowski* (L. K.), rue de la Tour, 7, à Passy-Paris, fait hommage à la Société d'une brochure sur le calcul des surfaces de déblais et de remblais nécessaire pour l'exécution des grands travaux publics. (Arts mécaniques.)

M. *Bonamy,* ancien pharmacien-parfumeur, rue de Richelieu, 83, à Paris, présente à la Société diverses préparations de parfumerie, savons, pâte, lotion, dans lesquelles il a introduit de l'alumine capable, suivant lui, de leur donner des qualités très-avantageuses. (Arts chimiques.)

MM. les *Secrétaires* font l'analyse de la partie imprimée de la correspondance dans laquelle on remarque les articles :

M. *Seillan* (Jules), Topographie des vignobles du Gers et de l'Armagnac, avec une carte œnologique et un essai de synonymie pour les cépages cultivés dans le département du Gers. Paris, 1872, 3e édition, in-18.

Société des naturalistes de la nouvelle Russie. Trois fascicules de mémoires sur la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

botanique, imprimés en latin et en russe, avec une demande d'échange contre le *Bulletin* de la Société. Odessa, 1872, in-8°. (Commission du Bulletin.)

M. *de Martin* (Louis). De l'action de l'acide sulfurique sur le vin.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Orléans. Mémoires de cette Société, 3e trimestre 1872.

Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. Mémoires de cette Société, année 1871.

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. *Bella* lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur la fabrication de fers pour chevaux, par procédés mécaniques, qui a été installée à Clichy-la-Garenne, par MM. *Mansoy* et *comp.*

Le comité propose de remercier ces industriels de leur communication et d'insérer le Rapport dans le *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

M. *Paliard* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les galeries pour essuyer les pieds, destinées aux vestibules des grands appartements, qui ont été présentées à la Société par M. *Farjat,* rue Fontenelle, 50 *bis,* à Rouen.

Le comité propose de remercier M. *Farjat* de la communication qu'il a faite à la Société et d'insérer le rapport dans le *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Ponts biais, appareils dans leur construction.* — M. *de la Gournerie,* membre du Conseil, donne à la Société des détails sur la marche qu'a suivie l'emploi des ponts biais dans les travaux publics, et sur les appareils divers qui ont été adoptés successivement par les ingénieurs. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Carte agronomique de la France. — M. *Heuzé* fait hommage à la Société d'encouragement d'un exemplaire, collé sur toile et encadré, de la carte agronomique coloriée de la France. Il explique verbalement comment ont été faites les divisions qu'elle présente, dans le détail desquelles il ne peut pas entrer, et il annonce qu'il remettra, dans la prochaine séance, une note explicative de cette carte.

M. le *Président* annonce que la Société entre en vacances à partir du 15 août, et qu'elle ne reprendra ses séances que le vendredi 25 octobre prochain.

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Chambrier* est nommé membre de la Société par un vote du Conseil, après l'accomplissement des délais prescrits par le règlement.

Séance du 25 octobre 1872.

Présidence de M. *Huzard,* membre du comité d'agriculture.

CORRESPONDANCE. — MM. *Sée* (E. et P.), ingénieurs, boulevard de la Liberté, 121,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à Lille, présentent M. *Schmid*, de Zurich, comme concurrent pour le prix proposé par la Société, au sujet d'un moteur de petit atelier. Ils joignent à leur lettre un prospectus de l'inventeur du moteur hydraulique proposé. (Arts mécaniques.)

M. *Paganetti*, fumiste, rue Oberkampf, 156, présente une mitre tournante à girouette pour les tuyaux de cheminée ou de ventilation. (Arts économiques.)

M. *Ferret*, employé à l'usine des produits chimiques de MM. *Collin* et *Coupier*, à Poissy, écrit de Villepreux, pour faire connaître la description d'un chasse-neige qu'il propose pour les chemins de fer, et pour lequel il demande les conseils du comité des arts mécaniques de la Société.

Il a été répondu à M. *Ferret* que les inventions relatives à une industrie aussi spéciale que celle de la locomotion sur chemins de fer doivent être adressées à la commission des inventions pour l'exploitation des chemins de fer, qui a été instituée par le ministre des travaux publics; que, cependant, s'il veut faire examiner son projet par la Société, il est nécessaire qu'il présente des dessins et des modèles indispensables pour qu'on puisse se rendre compte de sa construction.

MM. *Muller* et *Eichebrenner*, représentés par MM. *Leblond* (P.) et *Mulot* (A.), ingénieurs, rue Abatucci, 47, à Paris, présentent un système nouveau de fours à gaz d'éclairage. (Arts économiques et arts chimiques.)

M. *Charpentier* (P.), ingénieur, boulevard de Clichy, 8, à Paris, présente, pour le concours des prix à décerner en 1872, deux brochures renfermant la description théorique et pratique, et les tableaux d'expériences relatifs aux procédés nouveaux de chauffage qu'il emploie. (Arts économiques.)

MM. *Pégard* et *Tavernier*, constructeurs-mécaniciens, rue de Clignancourt, 120, à Paris, soumettent à l'examen de la Société un moteur à vapeur qui présente divers avantages, au point de vue du poids de l'appareil et de la force produite. (Arts mécaniques.)

M. *Caboche* (L. H.), mécanicien, à Limours (Seine-et-Oise), présente un agencement à appliquer au niveau d'eau des chaudières à vapeur pour éviter les accidents qui ont lieu quand les tubes en verre, de ce niveau, sont brisés. (Arts mécaniques.)

MM. *Kuss* frères, ingénieurs, à Berne (Suisse), font présenter, par M. *Armengaud* aîné, rue Saint-Sébastien, 45, à Paris, un mémoire descriptif, en français, et une brochure analytique, au sujet d'un régulateur de machine qu'ils ont inventé et qui est construit par MM. *Schaffer* et *Kudenberg*, à Magdebourg (Arts mécaniques.)

M. *Gouyon* (F.), docteur-médecin, rue de la Cerisaie, 8, à Paris, présente un appareil de sûreté pour les mines, qu'il nomme *grisouvore*. (Arts économiques.)

M. *Farge* (Jean), à Agen, propose un système de frein pour chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. *Varrot* (jeune), rue d'Anjou (Marais), 10, présente un poulain mécanique qu'il a fait breveter. (Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *du Burguet*, président de la Société d'agriculture de Ribérac, à Allemans (Dordogne), demande l'avis de la Société sur un moyen qu'il propose pour appliquer la force des chevaux au remorquage des bateaux. (Arts mécaniques.)

M. *Beringer* (L.) fils, fabricant de chapeaux, 5, rue des Filles-Saint-Thomas, à Paris, demande une première annuité de brevet, pour une espèce nouvelle de chapeaux de soie. (Arts mécaniques.)

M. *Brice*, rue Mesnil, 11, à Passy-Paris, demande à la Société un conseil en matière de brevet d'invention au sujet d'un outillage pour faire une partie de la chaussure. (Arts mécaniques.)

M. *Monet*, prote à l'imprimerie *Claye*, rue Saint-Benoît, 7, à Paris, présente à la Société un ouvrage sous le titre : *Le conducteur de machines typographiques*, et demande qu'il soit l'objet de l'examen du Conseil. (Arts mécaniques.)

Le *Président* de la chambre syndicale des entrepreneurs de travaux de bâtiments, à Châlon-sur-Saône, demande à la Société d'encouragement un exemplaire de ses statuts, et des renseignements sur le mode de distribution des médailles et prix pour la fondation d'une société analogue. (Renvoyé au Bureau.)

M. le *Consul* général d'Autriche-Hongrie, à Paris, membre de la Société, envoie au Conseil les statuts et le programme des questions à examiner dans un congrès international des liniculteurs, industriels et commerçants en lin, qui doit se réunir, à Vienne, les 18, 19 et 20 août 1873, pendant l'Exposition universelle de cette ville, et il demande que la plus grande publicité possible soit donnée à ce programme. (Arts mécaniques et agriculture.)

M. *de Fienne*, rue des Petites-Écuries, 31, demande que la Société fasse examiner une lampe à pétrole qu'il a brevetée et qui est sans odeur, à lumière variable à volonté, et offrant une sécurité qui n'a encore été donnée par aucun autre appareil de ce genre. (Arts économiques.)

M. *Vendelen* (Ch.), rue de Moscou, 34, à Paris, envoie un mémoire sur ce qu'il y aurait à faire pour constater le mode de la progression envahissante du *phylloxera*, et pour arrêter l'invasion de cet insecte par des moyens curatifs qu'il propose. (Agriculture.)

M. *Dugoujard* (E.) fils, rue Pierre-Picard, à Paris, modification hygiénique dans la construction des appareils siphoïdes. (Arts économiques.)

MM. *Bloch* (N. et J.), fabricants de fécule, glucose et amidon, à Tomblaine, près Nancy, envoient un mémoire et divers documents sur leur féculomètre qui est employé à Épinal et dans d'autres lieux avec un grand succès. (Arts chimiques.)

M. *Challiot* (Paul), ingénieur, rue d'Orléans, 26, à Lorient (Morbihan), demande divers renseignements sur la forme dans laquelle les pièces pour les concours ouverts par la Société doivent être adressées. (Bureau.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Martrou* (P.), à Leuc (Aude), propose un remède pour arrêter les effets du *phylloxera*. (Agriculture.)

M. *Granier* (Émile), rue Saint-Lazare, 46, propose une unité monétaire universelle qu'il nomme l'écu de l'union, et qui est, dit-il, la moyenne des unités des principales nations commerciales; cette unité a une valeur égale à la pièce de 5 fr. française. (Comité du commerce.)

M. *Faucon* (Louis), à Graveson (Bouches-du-Rhône), adresse à la Société deux exemplaires d'un supplément à la livraison de juillet 1872 du *Bulletin* de la Société d'agriculture et d'horticulture de Vaucluse, et des extraits du journal le *Messager du Midi*. Ces pièces contiennent des mémoires et lettres, au sujet du procédé qu'il a employé pour sauver ses vignes de l'invasion du *phylloxera*, et des observations qu'il a faites sur la marche de cet insecte à la surface du sol, pour passer d'un cep à un autre. (Agriculture.)

M. *Lacroix* (A.), chimiste, rue Parmentier, à Paris, présente des spécimens de couleurs vitrifiables à l'essence ou sans essence, conservées en tubes, et il demande que la Société veuille bien faire examiner ses procédés. (Arts chimiques.)

M. *Pollard* (L.), route de Versailles, 134, à Auteuil-Paris, demande l'examen d'un nouveau système de moufle qu'il a inventé. (Arts chimiques.)

M. *Dalbouze*, ingénieur-constructeur, rue Saint-Maur, 214, à Paris, envoie le dessin prospectus d'un robinet à vanne rotative et circulaire, système *F. Rigollot*, qui est employé pour l'eau, le gaz et la vapeur, et qui offre des avantages sur les robinets-vannes ordinaires. (Arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* font l'analyse de la partie imprimée de la correspondance. On y remarque :

Barre (Paul), ancien officier d'artillerie. Études pratiques sur la dynamite et ses applications à l'art militaire. Paris, sans date, br. in-8, 81 pages. Lemoine, éditeur.

Rapports des comités. — *Eau fraîche*. — *Hygiène*. — M. *Homberg* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les moyens employés, en Australie, pour avoir constamment de l'eau fraîche, qui ont été signalés à la Société par une communication de M. *Raffard,* l'un de ses membres.

Le comité des arts économiques propose de remercier M. *Raffard* de la communication qu'il a faite et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Parcs et jardins. — M. *Hardy* fait, au nom du comité de l'agriculture, un rapport sur un ouvrage intitulé : *Les parcs et jardins,* créés et exécutés par M. *Duvillers,* architecte-dessinateur de jardins.

Le comité d'agriculture propose d'adresser des félicitations à M. *Duvillers* et d'ordonner l'insertion, au *Bulletin,* du rapport auquel son ouvrage a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS. — *Poids et mesures. — Commission internationale du mètre.* — M. *Tresca,* l'un des secrétaires de la Commission internationale des étalons des poids et mesures, entretient la Société des travaux de cette Commission, qui vient de clore ses séances. Tout ce qui touche aux poids et mesures, et ce qui peut tendre à généraliser l'emploi d'un système unique et universel, est d'une grande importance pour le commerce et mérite, à ce titre, l'intérêt de la Société d'encouragement.

Cette réunion était formée par les délégués de trente nations, et n'avait aucunement pour objet de statuer directement sur l'adoption universelle d'un ensemble de poids et mesures. Elle avait pour but unique d'examiner comment devaient être fixées les unités de longueur et de poids destinées à être dorénavant le point de départ du système métrique qu'un assez grand nombre de nations ont adopté, conformément à celui qui est en usage en France. Elle devait ensuite faire confectionner un mètre définitif, conforme à ses décisions, et faire exécuter des exemplaires identiques qui seraient remis à toutes les nations intéressées. Des études du même genre devaient être faites sur le kilogramme représentant l'étalon de l'unité de poids.

Il devait résulter de ces opérations une sécurité complète sur cette base essentielle du commerce, pour les nations qui ont adopté notre ensemble des poids et mesures, et, pour les autres peuples, un point de départ certain duquel pourraient ensuite être déduits les coefficients de concordance de leurs poids et mesures.

Cette sécurité était nécessaire à établir; car les pays commerçants qui se sont assimilé les mesures françaises sont déjà nombreux, et on n'avait jamais encore examiné officiellement l'identité entre les étalons de ces mesures.

Les nations qui sont directement intéressées à cet examen sont : la Belgique, la Suisse, l'Italie, l'Espagne, le Portugal, la Prusse, la Grèce, la Turquie, les républiques hispano-américaines, l'Inde anglaise, dont les mesures légales sont conformes aux nôtres ; l'Autriche, qui rend notre système métrique obligatoire à partir du 1er janvier prochain ; à quoi il faut ajouter l'Angleterre elle-même et les États-Unis d'Amérique qui, sans le rendre obligatoire, ont admis l'emploi légal de nos poids et mesures concurremment avec celui de leurs mesures anciennes. Cette énumération contient, à quatre ou cinq près, toutes les nations civilisées du globe, et l'extension même, qu'avait prise cette adoption des mesures communes, rendait indispensable une entente sur le point de départ, les étalons des unités, dont on devait faire cet usage général. C'est dans ce but que la *Commission internationale du mètre* a été réunie.

Elle s'est d'abord reportée au principe sur lequel le système des mesures françaises avait été primitivement basé. En le créant, on avait voulu en chercher les éléments dans les dimensions mêmes du globe, pour rompre avec toutes les traditions de mesures locales, et pour lui donner une généralité qui répondît au concours de savants de toutes les nations, appelés à prendre part à cette détermination. La Commission examina donc, en premier lieu, s'il était nécessaire de reconstituer à nouveau un mètre étalon, soit en recommençant l'opération géodésique de la-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelle les mesures françaises avaient été déduites, soit, au moins, en vérifiant avec le mètre actuel, déposé aux archives de la France, une des grandes bases de la triangulation qui a servi à l'établir.

La discussion à laquelle cette question a été soumise dans la Commission a fait reconnaître qu'une nouvelle opération géodésique ne permettrait pas d'atteindre le but théorique que l'on se serait proposé, savoir : d'obtenir un étalon tiré d'une des données immuables et incontestables de la physique du globe. Cette mesure du quart d'un méridien, quelle qu'elle fût, n'aurait que l'exactitude que les moyens actuellement connus de la science permettraient aux hommes de lui donner, et, de même que la mesure primitive paraît maintenant comporter des incertitudes que nous croyons pouvoir éviter, rien ne dit que, dans quelques années, cette nouvelle détermination ne sera pas, à son tour, entachée d'inexactitudes relatives, dont les progrès de la science feront regretter l'existence.

On sait maintenant, par exemple, que les différents méridiens de la terre sont loin d'être égaux entre eux ; on ne peut pas affirmer que chacun d'eux ne puisse pas éprouver, avec le temps, des variations de forme et de longueur. D'autre part, la mesure du quart du méridien de Paris n'est déduite que d'une triangulation embrassant un petit nombre seulement de ses degrés, et ce n'est qu'à l'aide d'hypothèses, sur la forme qu'il peut avoir en dehors de l'espace mesuré, qu'on peut conclure la distance entière du pôle à l'équateur. On est donc assuré, d'avance, que le résultat de cette immense opération, entreprise à nouveau, n'aurait pas le caractère de certitude et d'immuabilité qu'on aurait voulu lui donner.

Des considérations du même genre ont fait voir qu'on n'obtiendrait pas un résultat plus incontestable en cherchant à mesurer, avec une grande précision, la longueur du pendule à seconde dans un lieu déterminé, parce que cette longueur dépend de la résultante des attractions locales du globe, qui non-seulement est différente d'un point à un autre, mais encore peut varier, dans le même lieu, par des causes analogues à celles qui peuvent déformer lentement les méridiens. Enfin on a reconnu qu'il n'y avait pas lieu, non plus, de chercher à déduire la longueur du mètre de la nouvelle mensuration d'une des bases de l'opération géodésique primitive, parce qu'on ne pouvait pas espérer de trouver, dans cette base, une exactitude de mesurage primitif, de conservation matérielle et de vérification nouvelle, qui fût plus grande que la confiance qu'on devait avoir dans la bonne exécution et la conservation du mètre étalon des archives.

Ces motifs ont prévalu et ont engagé la Commission à se reporter à cet étalon du mètre conservé avec soin, jusqu'à présent, aux archives nationales de la France, mais contre lequel il y avait quelques préventions à l'étranger, où on ne connaissait ni les soins extrêmes qui ont été mis à son exécution, ni les attentions qui ont présidé à sa conservation. Cet étalon constitue un mètre *à bout* en platine. Les attouchements et les chocs qu'il pouvait avoir subis, en servant à la vérification de diverses copies,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

n'avaient-ils pas altéré sa longueur? Le métal dont il est composé n'a-t-il pas varié de longueur, par un travail moléculaire analogue à celui que la variation des coefficients de dilatation a signalé dans des barres de certains métaux? Dans quel état sont les extrémités de cette règle? Est-il tel que l'exécution des étalons divers qu'on en déduira puisse inspirer toute confiance sur leur parfaite concordance? Telles sont les principales recherches qui se sont imposées à la Commission.

M. *Fizeau* est venu, avec les moyens d'investigation particulière si précis qu'il possède et les faits qu'il a constatés, montrer que, si des règles de fer et de cuivre ont varié dans leur constitution avec le temps, rien de semblable n'existe pour le platine iridié, analogue au métal de l'étalon des archives, et que sa dilatabilité n'a nullement varié. Ce point important a été établi avant tout.

On a ensuite examiné les extrémités de la barre de platine au microscope et, par la réflexion d'un fil d'araignée presque en contact avec sa surface polie, on a constaté que cette surface était régulière et n'avait subi aucune déformation, et que, en définitive, les extrémités de cet étalon étaient demeurées en parfait état.

Mais comment avaient-elles été exécutées? Aucun procès-verbal régulier n'a été tenu de ces opérations délicates qui ont été faites et dirigées par des savants et des artistes du plus grand mérite. L'examen microscopique auquel la Commission s'est livrée a montré que ces surfaces présentaient une série de traces, circulaires, prouvant qu'elles avaient été travaillées par les procédés du lapidaire.

Ces traces, encore intactes, témoignaient que les faces sur lesquelles elles étaient racées étaient bien demeurées dans leur état primitif; cependant, au centre de la surface, on trouva une trace brillante et unie, dont l'état différait de tout ce qui l'entourait. Cette facette avait-elle altéré la longueur de l'axe de la barre? Quelle pouvait être son influence sur la longueur générale du mètre dont on voulait être sûr à un dix-millième de millimètre près? Ce fut un sujet de recherches nouvelles. On construisit un microscope, dont la mise au point pouvait être chiffrée à la précision requise; on chercha un objet bien défini, assez petit pour être mesuré avec des quantités de cet ordre, et on ne put y parvenir qu'en employant une matière minérale curieuse, la poussière formant la silice globuleuse des geysers d'Islande, et composée de petites sphères parfaitement régulières et transparentes d'un centième de millimètre de diamètre. Avec ces moyens d'investigation, on a pu s'assurer que rien n'autorisait à penser que la longueur de l'étalon des archives eût varié depuis l'époque à laquelle il a été construit.

La Commission a donc décidé que, pour faire le mètre international, dont un exemplaire serait remis au gouvernement de chacune des nations représentées dans la conférence, on copierait exactement le mètre des archives.

La matière dont il devait être formé a été ensuite discutée. On aurait voulu le faire en *quartz* qui présente des avantages particuliers; mais il aurait été impossible de trouver des cristaux d'une dimension suffisante. On a proposé de le faire en *béril,* en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réduisant la longueur de l'étalon à 20 centimètres; mais cette réduction était un inconvénient sérieux, et on n'aurait pas été certain, non plus, de trouver un nombre suffisant de pierres de cette dimension. Il a donc fallu revenir au platine iridié, alliage contenant un dixième d'iridium avec une tolérance de 2 pour 100 en plus ou en moins. Cet étalon sera *un mètre à trait,* tracé sur une règle de 102 centimètres. Il sera aussi construit un certain nombre de mètres à bout, pour les pays qui préféreraient cette forme; leurs extrémités seront travaillées suivant une sphère de 1 mètre de rayon.

Des discussions du même genre ont amené la Commission à adopter, pour type des mesures de poids, le kilogramme des archives dans son état actuel. Le nouvel étalon des poids sera en platine iridié au dixième, et aura la même forme que le type qu'il devra reproduire.

Ces nouveaux prototypes du mètre et du kilogramme seront exécutés par la section française de la Commission, avec le concours d'un comité permanent qui suivra ces opérations jusqu'à leur achèvement et leur vérification définitive par la Commission. La Commission a ensuite émis le vœu que, dans l'intérêt de la science géodésique, le gouvernement français fît mesurer à nouveau une des bases géodésiques françaises, et elle s'est chargée elle-même de déterminer le poids du décimètre cube d'eau pure.

C'est ainsi que s'est terminée cette importante conférence, et ce résultat ne peut qu'augmenter l'autorité que le système des poids et mesures françaises avait déjà acquise. L'hommage général qui a été ainsi rendu à la science française n'est pas une simple victoire scientifique; il servira à rendre universel, parmi toutes les nations, l'usage des mesures nouvelles qui, en facilitant les échanges, développera le commerce et la prospérité de tous les pays associés à cette grande œuvre d'unification et de concorde.

M. le *Président* remercie M. *Tresca* de l'intéressante communication qu'il vient de faire à la Société; il le prie d'en faire l'objet d'une note détaillée, terminée par un état des résolutions de la Commission internationale du mètre, qui sera insérée au *Bulletin* et mettra ainsi tous les membres de la Société au courant de ces remarquables travaux.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Huet,* ingénieur des ponts et chaussées, à Paris; *Payard* (Émile), ingénieur-chimiste à la cristallerie de Baccarat (Meurthe-et-Moselle); *Guesnon* (Auguste), ingénieur, à Meulan (Seine-et-Oise).

Séance du 8 *novembre* 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Correspondance. — MM. *Agnellet* frères, rue Richelieu, 73, annoncent qu'ils ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fait breveter un nouveau moyen de chauffage par la combustion complète des huiles lourdes et autres hydrocarbures, et ils demandent des renseignements sur la forme dans laquelle ils doivent présenter leur invention, afin de concourir pour les prix proposés par la Société. (Arts économiques.)

M. *Toselli,* rue de Lafayette, **213**, inventeur d'une cloche à plongeur perfectionnée, qu'il nomme *taupe marine,* demande le concours de la Société et de tous les amis du progrès des sciences, pour l'aider à faire fonctionner son appareil dans une expérience en grand, dans la rade de Marseille, qui puisse en faire connaître toutes les qualités pratiques. (Arts économiques.)

M. *Aubert* (Louis), rue de Provence, **2**, présente un mémoire sur la nécessité d'un programme pour les constructions navales. (Arts mécaniques.)

M. *Castelnau* (L.), professeur de mathématiques, rue de Rennes, **156**, présente à la Société une règle divisée avec demi-cercle, qui est propre à faciliter l'étude du dessin linéaire et de la géométrie dans les écoles et les lycées. (Arts économiques.)

Fluctuat nec mergitur. Sous cette devise, un concurrent pour le prix de mécanique sur les chaloupes-remorqueurs à vapeur présente un mémoire, et des dessins contenant le projet d'une de ces chaloupes. Son nom est mis dans un paquet cacheté, portant la même devise, qui sera ouvert par le comité chargé de l'examen du projet. (Arts mécaniques.)

M. *Lehoucq* (Pierre), rue du Faubourg-de-Tournay, **4**, à Fives-Lille, auteur d'un ouvrage manuscrit relatif à la tenue des livres, demande à la Société d'examiner cet ouvrage; il désirerait savoir s'il doit être envoyé en manuscrit ou en exemplaire imprimé. (Commerce.)

M. *Hélouis,* chimiste, boulevard Saint-Martin, **43**, propose l'emploi du chlorure de manganèse, résidu de fabrique, pour la désinfection permanente des fosses d'aisances. (Arts chimiques.)

M. *Loarer* (Ed.), rue de Rivoli, **104**, envoie à la Société deux exemplaires d'une brochure sur le *phylloxera,* dans laquelle il indique, comme remède, l'arsenic qu'il a vu employé très-habituellement à un usage analogue dans l'Inde. Là, en effet, dit-il, une maladie, qu'il croit semblable à celle de la vigne, frappe les arbres et les plantations, et elle serait désastreuse, si on n'avait pas recours à l'arsenic. (Agriculture et arts chimiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Sels excitateurs de la pile à bichromate de potasse.* — M. *du Moncel* fait au Conseil, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur le sel excitateur pour la pile à bichromate de potasse, qui a été présenté à la Société par MM. *Voisin* et *Dronier*.

Le comité des arts économiques propose de remercier les auteurs de leur communication, et de faire insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fabrication perfectionnée d'abat-jour. — M. *Duméry* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les procédés que M. *Maurel* a imaginés pour perfectionner la fabrication des abat-jour.

Le comité propose de remercier M. *Maurel* de son intéressante communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — M. *Leblanc* (F.), membre du Conseil, fait hommage à la Société d'un exemplaire du rapport qu'il a été chargé de faire sur le nouvel éclairage proposé à la ville de Paris, sous le nom d'*éclairage oxyhydrique*. Ce rapport a été présenté au Conseil municipal qui en a adopté les conclusions et voté l'impression.

M. le *Président* adresse, au nom de la Société, des remercîments à M. *Leblanc* et décide que son mémoire sera renvoyé à l'examen de la commission du *Bulletin*. C'est, dit-il, un travail considérable, fondé sur un grand nombre d'expériences faites avec habileté par des personnes très-expérimentées et avec des appareils, installés sur une grande échelle, qui donnent le moyen d'obtenir une grande précision.

A cette occasion, M. le *Président* rappelle les appareils photométriques, employés par la ville de Paris, qui permettent d'estimer avec exactitude la quantité de lumière produite par le gaz consommé, et de se rendre compte du prix de revient de cette lumière (1). Ils ont été successivement adoptés par un grand nombre de villes en France et même à l'étranger; le fabricant qui les construit a déjà vendu 115 de ces appareils, qui donnent des résultats très-comparables et qui ont procuré plusieurs fois, aux villes qui les emploient, des économies importantes, sans nuire en aucune manière à leur éclairage.

Air comprimé employé à l'exploitation des mines. — M. *Callon*, membre du Conseil, donne à la Société des renseignements sur une application de l'air comprimé, au transport de la force à grande distance, pour l'ouverture d'une galerie, à Éboulets, dans la mine de Ronchamp (Haute-Saône). (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

M. le *Président* remercie M. *Callon* de son intéressante communication.

Il rappelle que, déjà, plusieurs entreprises importantes se sont créées, en France, en se fondant sur l'emploi de l'air comprimé. Il cite le parti qu'on peut en tirer pour transmettre à grande distance, sur le plateau de Bellegarde, la force motrice considérable qui va être produite, près de la perte du Rhône, par un canal de dérivation.

Un peu au-dessus de cette chute, on a ouvert, à travers la montagne, un tunnel d'un kilomètre de longueur seulement, et on s'en sert pour dériver un quart du vo-

(1) Ces appareils sont dus à MM. Dumas et V. Regnault. Voy. *Bulletin* de 1861, 2e série, t. VIII, p. 270.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lume des eaux du Rhône, qui seront dirigées ainsi, très-simplement, dans la gorge latérale de la Valteline. Une lettre récente de M. *Colladon* apprend que les travaux de ce tunnel sont terminés et qu'on a déjà reçu des soumissions pour l'emploi d'une force de 500 chevaux.

La force motrice produite par cette dérivation est évaluée à 8 ou 10000 chevaux-vapeur. Cette puissance peut être transportée à distance par des moyens analogues à ceux dont M. *Callon* vient de développer l'application pratique, et animer ainsi tout le plateau de Bellegarde qui domine ces gorges où un grand développement de production industrielle va succéder à la nudité et à la solitude qu'on y voit maintenant.

Il serait utile que la Société fût tenue au courant de ces travaux, d'une importance exceptionnelle, et M. le *Président* invite les membres de la Société, qui pourraient fournir ces renseignements, à les faire connaître au Conseil.

M. *Callon* explique les perfectionnements successifs que ces appareils ont reçus. Ils sont, maintenant, parvenus à un état régulier et à peu près définitif, qui permet d'en tirer un très-grand parti, et d'asseoir, sur leur emploi, des calculs d'une certaine exactitude.

Il cite, à ce sujet, le percement du Saint-Gothard pour lequel un traité vient d'être passé avec un entrepreneur. Le percement doit avoir 15 kilomètres de longueur; il doit être exécuté en huit ans. L'entrepreneur est tellement sûr de ses calculs qu'il croit avoir un an à quinze mois de marge, et le marché qu'il a consenti porte un dédit de 5 000 francs par jour, de sa part, si l'ouverture n'est pas faite à l'époque fixée. Le prix résultant de ce marché est de 1 800 francs par mètre de tunnel, sans comprendre les revêtements en maçonnerie qui seront payés à part et sur une série de prix quand ils seront nécessaires. On se servira, pour ces travaux, des machines de M. *Sommelier* avec leurs plus nouveaux perfectionnements. Elles seront mues par des chutes d'eau sur l'un des versants, où l'eau abonde, et par des machines à vapeur sur le versant opposé.

Textiles à l'Exposition de Lyon. La soie. — M. *Alcan* présente au Conseil la première partie du compte rendu de la visite qu'il a faite à l'Exposition de Lyon.

M. le *Président* remercie M. *Alcan* de cette intéressante communication qui sera insérée au *Bulletin* de la Société. (Voy. cahier de février 1873, p. 75.)

Il croit, au sujet de la culture de la soie, devoir attirer l'attention de M. *Alcan* et du Conseil sur un point qui l'a frappé : c'est l'empressement des Italiens à appliquer les saines méthodes pour combattre l'épidémie des vers à soie, empressement qui a eu pour résultat incontestable une récolte exceptionnelle. Comment se fait-il que ces méthodes, qui ont été trouvées en France, qui, depuis plusieurs années et dès leur origine, ont été mises en lumière et pratiquées dans les départements français producteurs de soie, n'aient fourni que des résultats incomplets dans le pays où elles ont pris naissance, tandis qu'elles ont été largement employées, complétées et mises en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

œuvre de manière à donner un plein succès dans un pays voisin qui n'est entré que plus tard dans la voie de leur application?

M. *Alcan* signale l'incertitude qu'il a, en effet, trouvée, un peu partout, en France, dans l'assentiment donné aux procédés de sélection par ceux même qui en profitent. Il est certain, cependant, que ces méthodes ont une grande autorité dans la population, et il en donne pour preuve le soin que les brocanteurs mettent, en vendant la plus mauvaise graine, à affirmer, dans leurs prospectus et sur leurs étiquettes, qu'elle a été produite par le *procédé Pasteur*. Il pense que le temps seul peut vaincre cette inertie et rendre l'adoption des bonnes méthodes universelle. Il constate, en effet, que leur emploi se généralise tous les jours davantage.

M. *Chatin* demande si l'emploi des procédés pour obtenir une bonne graine est plus répandu et plus populaire en Italie.

M. le *Président* dit qu'à l'étranger ces procédés ont été adoptés avec une grande faveur. En Autriche, par exemple, un prix a été proposé à ce sujet, et la commission, composée de onze sériciculteurs, a été unanime, par avis motivés, pour le décerner à M. *Pasteur,* malgré la prévention instinctive qui devait exister envers un étranger.

Il est évident qu'en France il y a eu une inertie fâcheuse dans l'adoption de ces utiles méthodes. Elle provient surtout, il faut bien le reconnaître, de l'ignorance des populations et de la méfiance qui en est la suite. Il en est résulté, pour le pays, une conséquence fâcheuse : c'est la perte de 18 à 20 millions de kilogrammes de cocons pendant plusieurs années, c'est-à-dire la perte d'une valeur énorme.

Séance du 22 novembre 1872.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce à la Société la mort de M. *Le Tavernier*, ancien notaire à Paris, trésorier honoraire de la Société. — Le Conseil n'a pas oublié le zèle et le dévouement avec lesquels M. *Le Tavernier* a géré pendant quinze ans les intérêts de la Société, fonctions que l'état seul de sa santé l'obligea à résigner. Le Président exprime aujourd'hui les vifs regrets que le Conseil entier éprouve en apprenant la perte qu'il vient de faire.

Correspondance. — M. le *Ministre des travaux publics* adresse à la Société un exemplaire du catalogue des livres qui composent la bibliothèque de l'École des ponts et chaussées.

MM. *Mille*, ingénieur en chef, et *Durand-Claye* (A.), ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, demandent que le Service d'ingénieurs, créé pour l'emploi des eaux d'égouts de la ville de Paris, soit admis à concourir pour le prix n° 17 (arts chimiques) qui a été mis au concours pour récompenser celui qui aurait trouvé le moyen de désinfecter et de clarifier les eaux des égouts des grandes villes. (Arts chimiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Toselli* (J. B.), rue Lafayette, 213, à Paris, propose, pour empêcher la grêle et les inondations, de soutirer l'électricité des nuages orageux, en employant un grand nombre de ballons captifs retenus par des fils métalliques. (Arts économiques.)

M. *Aman-Vigié*, rue Curiol, 30, à Marseille, envoie une poudre qui, même en petite quantité, permet de faire disparaître l'inconvénient que présentent au début de leur service les plumes métalliques neuves sur lesquelles l'encre adhère mal. (Arts chimiques.)

M. *Delamothe*, essayeur du commerce : procédé pour le traitement des cendres d'orfévre. (Arts chimiques.)

Rapports des Comités. — *Dosage du cuivre.* — M. *Gobley* présente, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur un mode de dosage du cuivre, par le cyanure de potassium, présenté par M. *de Lafollye*, inspecteur des lignes télégraphiques, à Tours.

Le comité des arts chimiques propose de remercier M. *de Lafollye* de son intéressante communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Four à moufle perfectionné. — M. *Salvetat* présente, au nom du même comité, un rapport sur les perfectionnements que M. *Pollard,* cuiseur de moufles, à Auteuil, route de Versailles, 134, a apportés dans la construction de ce genre de fours.

Le comité des arts chimiques propose de remercier M. *Pollard* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Couleurs en tubes pour peinture sur porcelaine.—M. *Salvetat* fait encore, au nom du même comité, un rapport sur les couleurs vitrifiables broyées à l'avance et conservées dans des tubes en étain, qui ont été présentées à la Société par M. *Lacroix* (A.), chimiste, 8, rue Parmentier, à Paris.

Le comité des arts chimiques propose de remercier M. *Lacroix* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Pétrole, son épaississement pour empêcher les incendies.* — M. *Troost,* membre du Conseil, expose devant la Société le nouveau moyen employé par M. *Jordery* pour remédier au danger que présentent le transport et la conservation en magasin de l'huile de pétrole.

Il rappelle d'abord la gravité de ce danger et la grande difficulté que l'on éprouve à s'y soustraire. Les incendies de pétrole, dit-il, proviennent d'une filtration à travers des fissures, d'une imbibition du sol ou des boiseries par le liquide volatil, puis de l'explosion des tonneaux intacts au moment de l'événement, qui répandent alors des flots de matières combustibles s'étendant au loin. Les efforts qu'on a faits pour prévenir le danger ont été, jusqu'ici, à peu près infructueux ; ils se bornent à des précautions préventives, très-importantes sans doute, mais d'un effet restreint. Il serait inutile,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par exemple, de chercher le moyen d'élever le point d'ébullition de ces huiles minérales et de les rendre moins volatiles et moins inflammables; l'industrie a pour tendance, au contraire, de se servir beaucoup des essences et huiles très-volatiles; elle cherche même à décomposer les huiles lourdes pour en retirer des produits de ce genre. Il faut donc prendre une autre voie pour atteindre le but que l'on cherche.

M. *Jordery* y est parvenu d'une manière heureuse, qui s'applique à toutes les espèces d'huiles minérales. Il a reconnu qu'une petite quantité de poudre de saponaire, employée convenablement, produisait, avec l'huile de pétrole, une émulsion d'une consistance assez ferme, telle qu'une colle épaisse ou la graisse de saindoux en hiver; cette émulsion ne s'écoule plus que difficilement, ne peut plus s'infiltrer dans les fissures des vases mal joints, des boiseries ou du sol, et, à l'approche d'un corps enflammé, donne bien encore une flamme quand il s'agit d'huiles légères, mais faible et facile à éteindre et n'ayant rien de commun avec la déflagration que produisent les huiles légères dans leur état ordinaire.

Pour obtenir ce résultat, sans altérer la nature et la pureté du pétrole, M. *Jordery* prend une petite quantité d'un extrait aqueux de poudre de saponaire, et il y ajoute, petit à petit, de l'huile de pétrole, en agitant continuellement. Cette opération est tout à fait semblable à celle qu'on fait toutes les fois qu'on prépare des émulsions de ce genre, et pareille à celle par laquelle on produit la sauce dite *mayonnaise*, qui solidifie, elle aussi, des quantités assez grandes d'huile d'olive. On peut incorporer, ainsi, dans l'émulsion, un volume d'huile égal à trente fois au moins la quantité d'extrait employée.

Le produit qu'on obtient ainsi est consistant, stable et n'est pas détruit par les agitations ordinaires du transport ou les mouvements du magasinage; il n'est pas altéré par l'eau au travers de laquelle il passe pour venir flotter à sa surface. Quand il s'agit d'huiles brutes, il est inutile d'avoir recours à l'extrait aqueux, et l'emploi de la poudre de saponaire suffit pour produire une excellente émulsion.

D'autre part, rien n'est plus facile que de rendre à l'huile ainsi préparée toute sa limpidité et ses propriétés premières. Il suffit, pour cela, de laisser tomber à sa surface quelques gouttes d'acide phénique, ou une dose un peu plus grande d'acide acétique cristallisable. Le travail de résolution commence aussitôt, et en très-peu de temps, sans qu'on ait besoin d'y toucher, l'huile de pétrole reparaît claire et limpide, avec toutes ses propriétés, surnageant au-dessus de l'extrait aqueux tombé au fond du vase.

On a calculé, après plusieurs expériences en grand, qu'au taux de 30 fr. les 100 kilogrammes, que coûte aujourd'hui la saponaire, l'augmentation de prix qui résulterait de l'emploi de ce procédé pour la conservation des huiles minérales ne dépasserait pas un centime et demi par litre. On a donc tout lieu de croire que cette précieuse propriété de la saponaire sera bientôt utilisée, et que, dorénavant, il ne sera plus ques-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion de catastrophes analogues à celles de New-York ou du port de Bordeaux, dont le souvenir est encore présent à tous les esprits; malheureusement, pour la réussite rapide d'un procédé industriel, il ne suffit pas qu'il soit utile et qu'il prévienne des dangers; il faut également qu'il soit rémunérateur. Mais il faut remarquer d'une part que le négociant du Havre, qui ne paye la marchandise que suivant estimation à l'arrivée, n'a aucun intérêt à lui faire faire subir une préparation avant l'embarquement, et d'autre part que les intermédiaires entre lui et les vendeurs en détail sont si nombreux, que les coulages répartis entre eux sont, pour chacun, de peu d'importance.

Il ne faut donc compter sur la coopération d'aucun des intérêts privés engagés dans le commerce et l'exploitation des huiles minérales, pour faire adopter ce moyen simple de les conserver et de garantir nos habitations des dangers que leur présence entraîne. On doit espérer, cependant, que la publicité donnée aux procédés de M. *Jordery* encouragera des recherches dans le même sens, et, en attirant l'attention de l'autorité, provoquera l'adoption des mesures de protection que réclame l'intérêt public et qui doivent avoir pour but une sécurité qui ne semble plus désormais irréalisable. M. *Troost* a pensé que la Société voudrait bien examiner avec intérêt un procédé qui peut conduire à d'aussi importants résultats.

M. le *Président* remercie M. *Troost* de l'intéressante communication qu'il vient de faire. Il signale ce que le phénomène qui se produit dans cette circonstance a de remarquable, au point de vue de la physique. La tension superficielle est remarquablement diminuée sans augmentation sensible de volume, et il n'y a encore qu'un petit nombre d'exemples de modifications de ce genre. Il demande au comité des arts chimiques d'étudier les conséquences physiques et industrielles du procédé de M. *Jordery* et d'en faire l'objet d'un rapport au Conseil.

Géodésie. Instruments de précision. — M. *de Fréminville* présente à la Société, de la part de M. *Laporte*, professeur de mathématiques, à Bordeaux, un instrument de géodésie basé sur un principe nouveau. Son auteur a eu pour but de dispenser l'opérateur de la lecture minutieuse à la loupe des divisions marquées sur un vernier et sur un limbe, et le constructeur de faire cette division, qui est toujours une opération extrêmement délicate. Il remplace cette lecture par l'inspection plus facile des divers cadrans d'un compteur ordinaire, installé sur le cercle d'assiette de l'instrument, qui indique immédiatement le nombre de tours et de fractions de tours qu'une vis tangente opère en faisant parcourir à une pièce qui porte la lunette toute l'amplitude de l'angle qu'il s'agit de mesurer.

Le travail de précision du fabricant de l'instrument serait ainsi borné à la construction de la vis tangente et du cercle qu'elle mène et à la construction d'un compteur ordinaire, dont les organes ne réclament pas plus de soin que ceux de toutes les montres de qualité supérieure que fournit le commerce.

L'instrument a donc pour pièce essentielle une vis tangente faite avec un grand soin, qui commande le mouvement du plateau mobile de l'instrument. Son emploi sera peut-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être regardé comme peu rapide, parce qu'il faut dix-huit minutes pour faire le tour de l'horizon ; mais le retard que cause cette lenteur de mouvement est loin d'égaler le temps que l'on met aux nombreuses répétitions d'angles qu'on fait avec les instruments ordinaires de géodésie. Le plateau porte plusieurs cadrans : les deux premiers sont petits et indiquent les dizaines et les unités de degrés ; le troisième est divisé en soixante parties et correspond aux minutes ; le quatrième donne les secondes, et un cinquième pourrait donner les tierces si la précision du visé pouvait aller jusque-là. C'est bien toujours le comptage des tours de la vis tangente, mais dans une numération particulière qui donne directement ce que cherche l'opérateur.

M. *de Fréminville* décrit les précautions particulières que M. *Laporte* emploie pour se débarrasser de l'influence du temps perdu dans les engrenages. La visée définitive de la lunette sur un point n'est faite que lorsque le rouage a été mis en charge et que toutes les roues s'appuient partout les unes sur les autres. Il pense que cet instrument est digne d'être étudié avec intérêt par la Société.

M. le *Président* remercie M. *de Fréminville* de l'exposition qu'il vient de faire de l'instrument de M. *Laporte*, et il charge le comité des arts économiques d'en faire l'objet d'un rapport au Conseil.

Four à moufle au pétrole pour les bijoutiers. — M. *Debray* fait, au nom de M. *Wiesnegg*, fabricant de fourneaux, place de la Sorbonne, 6, la présentation d'un petit fourneau à moufle chauffé à l'huile lourde de pétrole, qui est destiné aux travaux des bijoutiers et de la petite orfévrerie. Cet appareil est chauffé par un brûleur de pétrole du système de M. Henri *Sainte-Claire Deville ;* il a deux orifices pour recevoir le combustible et trois pour l'entrée de l'air. L'huile qui est contenue dans un réservoir muni d'un appareil à écoulement constant, placé à proximité du fourneau, est amenée par un petit tube en plomb aux deux côtés du foyer, où deux robinets règlent son débit de manière qu'elle n'arrive au brûleur qu'en quantité convenable. Là elle est volatilisée et produit une flamme qui lèche la partie de sole inclinée, en remontant de l'avant à l'arrière, et qui remplit la capacité du fourneau en enveloppant tous les objets qu'on y a placés, moufle, creusets, tubes transversaux, etc. ; les gaz s'échappent par le dôme et le tuyau de la cheminée.

Au-dessus du brûleur, une porte demi-circulaire est disposée de manière qu'on puisse mettre dans le fourneau une moufle en terre réfractaire mince, qui s'appuie au fond sur un tasseau, et qui a 10 centimètres environ de diamètre, sur une longueur à peu près double ; des creusets de dimension moyenne peuvent être placés, en même temps, dans la partie située en face du brûleur. On peut aussi, en place de la moufle, mettre deux grands creusets, ou bien un tube transversal en métal ou en terre réfractaire. pour les opérations de chimie dans lesquelles on aurait besoin de cet appareil. Des portes latérales et des ouvertures circulaires, habituellement fermées par des bouchons en terre cuite, permettent ces diverses modifications.

Le four de M. *Wiesnegg* peut, on le voit, se prêter à tous les usages que réclament

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la bijouterie, la petite orfévrerie et la plupart des opérations de chimie à faire par la voie sèche dans un laboratoire. Il donne aussi aux bijoutiers une garantie contre les pertes en cas d'accident, garantie qu'ils ne trouvent dans aucun des fourneaux ordinaires. En effet, quand des matières d'or ou d'argent sont fondues, et qu'au moment de la fonte le creuset se brise, le métal est précipité dans le cendrier, et il est toujours long et coûteux de l'extraire des cendres. Le fourneau à pétrole n'a point de cendres, et il est toujours facile de placer le creuset sur un têt en forme de soucoupe qui, en cas d'accident, recevrait le métal fondu et éviterait toute perte. Une précaution semblable a été prise par M. *Wiessnegg* lorsqu'il a placé une coupe au-dessous de ses creusets dans le four à gaz, modification du four de M. *Perrot*, qu'il a déjà présenté à la Société (1); cette précaution a été très-appréciée par les bijoutiers qui font un grand usage de ce fourneau.

Il reste à parler du prix de revient de la chaleur produite par le nouveau four de M. *Wiessnegg*. L'expérience a montré que pour un feu soutenu il fallait environ 3 litres d'huile lourde par heure. Il y a peu d'opérations qui durent ce temps-là, et, au prix où est l'huile lourde, c'est une dépense d'environ 20 centimes par heure, ce qui est insignifiant. Avec cette consommation on peut, en une demi-heure au plus, fondre du cuivre, de la fonte de fer et, par conséquent, produire les températures les plus élevées que l'industrie emploie dans les arts auxquels ce fourneau est destiné.

M. *Debray* montre à l'assemblée que, pendant qu'il parlait, c'est-à-dire 20 minutes après que le four a été allumé, du cuivre rouge contenu dans un creuset a été parfaitement fondu, et qu'un autre creuset contenant de la fonte de fer présentait déjà des marques manifestes d'une prochaine liquéfaction de ce métal.

M. le *Président* remercie M. *Debray* de cette communication, et renvoie le fourneau de M. *Wiessnegg* à l'examen du comité des arts chimiques.

Nomination de Membres. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Idrac*, fabricant de parquets, à Toulouse ; *Manuel F. del Castillo*, à Mexico.

Séance du 13 *décembre* 1872.

Présidence de M. *Balard*, vice-président.

Nécrologie.— M. le *Président* annonce la perte que la Société a faite de M. *Blancard-Évrard*, dont la mort lui a été annoncée par une lettre du 10 décembre. Tout le monde connaît les services que M. *Blancard-Évrard* a rendus à la photographie et les travaux de chimie qu'il a produits. La Société d'encouragement était heureuse de le

(1) Voy. *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 628.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

compter parmi ses membres, et le Conseil d'administration l'avait choisi pour un des cinq correspondants que son comité des arts économiques avait en France. L'expression des regrets du Conseil sera inscrite au procès-verbal de cette séance.

CORRESPONDANCE. — M^me^ *Audouin* présente à la Société divers échantillons d'ouvrages où l'on a employé la glu marine; elle demande que la Société en fasse l'examen. (Arts chimiques.)

M. *Dupaigne* (Albert) fait hommage, à la Société, de son ouvrage illustré sur les montagnes, qui contient une étude étendue des procédés orographiques employés, et de ceux qu'on pourrait leur ajouter. (Arts économiques.)

M. *Auzio*, inventeur d'un perfectionnement à la lampe de sûreté pour les mineurs, rappelle qu'il a présenté cette lampe à la Société, et qu'elle n'a pas encore été l'objet d'un rapport. M. *Combes* avait été nommé rapporteur, et sa mort a empêché la suite qui pouvait être donnée à cette présentation. (Arts économiques.)

Nous devons travailler pour la gloire de la France. Sous cette devise, un dossier est expédié de Lorient, à la Société, par un concurrent pour le prix proposé pour l'amélioration hygiénique des conditions dans lesquelles se trouvent les ouvriers qui taillent les pierres meulières. (Arts mécaniques.)

Industrie, progrès. Un concurrent pour le grand prix de **12 000** fr. de la Société envoie, sous cette devise, un dossier contenant les détails relatifs à un procédé pour chauffer les machines, fours et fourneaux par l'huile lourde de pétrole. (Arts économiques.)

M. *Vallery*, serrurier, à Beauchamps, canton de Gamaches (Somme), demande l'examen de ses serrures incrochetables et se met sur les rangs pour concourir au grand prix de la Société. (Arts mécaniques.)

M. *Pimont*, président de l'Académie des arts et belles-lettres de Rouen, inventeur d'enduits et enveloppes calorifuges à placer autour des conduits de vapeur et des générateurs, se présente pour concourir au grand prix que la Société doit décerner en **1873**. (Arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* rendent compte, au Conseil, de la partie imprimée de la correspondance, dans laquelle on remarque :

M. *Châtel* (Victor). Lettre à M. le *Ministre* de l'agriculture sur le moyen d'empêcher les inondations, en conservant les eaux sur les pentes des montagnes par des rigoles obliques qui les forcent à s'infiltrer dans le sol, au lieu de se précipiter au fond des vallées. Campandre-Valcongrain, **18** novembre **1872**, **1** feuillet in-**8**.

M. *Gaudry*. Observations sur la question ouvrière et les grèves, extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils. Paris, in-**8**.

Hauts fourneaux, métallurgie du fer. — M. *Grüner,* inspecteur général des mines et membre du comité des arts chimiques, fait hommage à la Société d'un Mémoire qu'il a publié dans les *Annales* des mines et qui contient des études sur les hauts fourneaux. (Renvoi à la commission du *Bulletin*.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Fabrication du fer.* — M. *Lamy* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur la deuxième partie de la *Revue de l'industrie du fer en* 1867 par M. *Jordan* (S.), ingénieur, professeur de métallurgie à l'École centrale des arts et manufactures.

Le comité propose d'adresser des remercîments à M. *Jordan* pour l'envoi de son livre, de comprendre cet ouvrage dans le nombre de ceux qui sont donnés en prix aux contre-maîtres, et d'insérer le rapport du comité au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

M. *Hervé Mangon* confirme les détails donnés dans ce rapport sur le développement que la production de l'acier a pris en France, et il donne des renseignements intéressants sur l'extension considérable de cette fabrication dans l'usine du Creusot. Elle dépasse tout ce qu'on a fait ailleurs, même en Angleterre. Les transports par eau favorisent, d'ailleurs, beaucoup ce développement; ainsi, en ce moment, il s'est organisé une compagnie de transports qui, en profitant de l'ouverture du canal Saint-Louis, à l'embouchure du Rhône, se charge d'approvisionner cette grande usine à des prix très-bas pour tout le minerai de la Méditerranée qui lui sera nécessaire.

M. *Grüner* complète ces indications, en ce qui concerne les minerais français propres à la fabrication de l'acier. La France en est pourvue bien plus abondamment qu'on ne croit, et est bien loin d'en être réduite à soutenir, avec les étrangers, une concurrence incertaine au sujet des produits des mines de l'Algérie, de l'Espagne ou de l'Italie. Son sol lui fournit en abondance du fer oxydulé et oligiste, ainsi que du fer spathique et du minerai manganésifère. Ces gîtes, dont la plupart ont été signalés à diverses époques, n'étaient pas exploités faute de combustibles et de moyens de transport; mais ils sont maintenant l'objet de recherches et d'exploitations sérieuses.

Parmi eux, on peut citer les gisements nombreux et variés des Pyrénées; les mines de Vicdessos, dans l'Ariége, les gisements abondants du Canigou, qui étaient délaissés jusqu'à ce jour, et qui sont maintenant exploités depuis qu'on a construit un chemin de fer de Perpignan à Prades. Dans les Alpes, on connaît les fers spathiques d'Allevard, ceux de la Maurienne, qui ont repris toute leur importance, maintenant que la législation sarde n'entrave plus leur développement. Dans Maine-et-Loire, il y a six mois environ, des mines de fer oxydulé, d'une grande valeur, ont été découvertes. Un ancien ingénieur des mines, juge de paix dans le pays, a remarqué des mamelons réguliers formant de grands sillons à travers les champs et les bois; il les a suivis, relevés, étudiés; il y a trouvé des scories et y a vu les restes d'une ancienne exploitation à ciel ouvert, dont l'histoire ni les traditions n'avaient gardé aucune trace. Il y a fait des fouilles, et il a reconnu qu'en effet il existait, là, un important gisement présentant plusieurs couches exploitables, dont l'une, entre autres, a 8 mètres de puissance et est composée, comme à l'ordinaire, de poches ou amas étendus. Cinq compagnies se sont déjà mises

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'œuvre pour exploiter ces minerais, qui sont d'excellente qualité pour la fabrication de l'acier.

Les découvertes et les exploitations de ce genre se renouvelleront, sans aucun doute, à mesure que le sol de la France sera mieux étudié. Mais il y a des mines connues depuis très-longtemps, que diverses causes avaient laissées sans emploi et qui sont recherchées maintenant. M. *Grüner* cite, entre autres, les gîtes importants qu'on a découverts, depuis longtemps, dans la chaîne des Maures, et qui ont été, de sa part, l'objet d'une analyse publiée depuis plus de vingt ans. Le minerai a la plus grande analogie avec celui de la *Mokta ;* il est très-abondant et est dans une roche de grenat placée au milieu des micaschistes. On vient de reprendre récemment son exploitation.

On voit donc que la France est loin d'avoir à craindre l'épuisement des minerais de la Méditerranée, dont elle fait usage pour la fabrication de l'acier, et la concurrence dont ils peuvent être l'objet. Elle a, sur son propre sol, de quoi suffire, pendant de longues années, à une abondante production de ce métal.

Instruction primaire. — M. *Priestley* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport verbal sur les tableaux modèles destinés à faciliter l'étude de la lecture, qui ont été présentés par M. *Radiguet.*

Ces tableaux se composent de deux parties : l'une, fixe, présente en colonne verticale les voyelles simples, ou les ensembles de lettres formant un son analogue à celui des voyelles. La seconde partie, qui est mobile, contient, rangées de la même manière, les diverses consonnes, et en glissant elle les présente devant les voyelles ou les ensembles de lettres correspondants. L'enfant arrive, ainsi, à se rendre compte très-promptement de l'influence de la consonne dans la formation de la syllabe, et l'auteur du tableau a adopté un groupement de ces lettres, fondé sur la similitude des sons, qui facilite encore à l'élève l'acquisition de cette notion.

Ces tableaux peuvent varier de forme, d'étendue et de grandeur, et s'appliquer aussi bien à l'enseignement individuel qu'à l'enseignement collectif; ils peuvent rendre, ainsi, de très-utiles services. Le comité propose donc de remercier M. *Radiguet* de la communication qu'il en a faite à la Société.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Bouchage du vin de Champagne. — M. *Priestley* fait, au nom du même comité, un rapport sur le nouveau système de bouchage pour les bouteilles de vin de Champagne, inventé par M. *Chambrier* et présenté à la Société par MM. *Fisse*, *Thirion* et comp., fabricants de vins de Champagne, à Reims.

Le comité propose de remercier MM. *Chambrier*, *Fisse* et *Thirion* de leur communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Toiture en tuiles métalliques estampées. — M. *Paliard* lit, au nom du comité des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arts économiques, un rapport sur la toiture métallique en feuilles de zinc estampées, qui a été présentée à la Société par M. *Coutelier*.

Le comité propose de remercier M. *Coutelier* de sa communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Dessin graphique. Règle divisée. — M. *de la Gournerie* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur un double décimètre perfectionné, présenté à la Société par M. *Castelnau*.

Le comité propose de remercier M. *Castelnau* de sa communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Lampe à pétrole. Éclairage domestique. — M. *Lissajous* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur la lampe à pétrole présentée par M^me^ *Defienne*, demeurant rue des Petites-Écuries, 31, et inventée par son mari, qui est mort récemment.

Le comité propose de remercier M^me^ *Defienne* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin* avec le dessin et la description de la lampe.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — *Embrayeur électrique, casse-fil pour chaîne.* — M. le comte *du Moncel* présente, au nom de M. *Richard*, un spécimen d'un débrayeur électrique pour métiers à tisser, qui est plus spécialement appliqué au cas où quelque fil de la chaîne vient à casser.

Lorsque M. *Richard* a voulu appliquer au métier à tisser un débrayeur analogue à celui qu'il avait disposé pour les métiers à tricoter, et que la Société a jugé digne d'une de ses récompenses (1), il s'est trouvé arrêté par une difficulté sérieuse. La poussière filamenteuse qui est sans cesse soulevée dans les ateliers recouvrait rapidement les lames métalliques entre lesquelles devait se faire le contact, et la fermeture du courant n'avait pas lieu lorsque le contact apparent des pièces métalliques était réalisé. M. *Richard* a eu alors recours à l'emploi du mercure, qui, mouillant le cuivre des pièces qu'on y plonge, rétablit le courant d'une manière certaine.

Il a donc placé dans toute la largeur du métier, perpendiculairement à la direction des fils de chaîne, une cuvette longue et étroite qui est partagée, longitudinalement, en deux par une lame en ébonite (caoutchouc durci). Les deux compartiments contiennent du mercure, et chacun d'eux, en restant isolé de l'autre par la cloison qui les sépare, est mis en communication avec un des pôles d'une pile. D'autre part, de petits crochets légers, à branches égales, sont placés à cheval sur chacun des fils de la chaîne, dans une position telle que la cloison en ébonite de la cuvette soit engagée entre leurs deux branches, sans que cependant celles-ci touchent le mercure.

On comprend le jeu de l'appareil. Quand un fil quelconque de la chaîne vient

(1) Voy. *Bulletin* de 1872, 2^e^ série, t. XIX, p. 259 et 473.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à casser, le crochet qu'il supportait, n'ayant plus d'appui, tombe et plonge ses deux branches dans le mercure des deux compartiments de la cuvette. Le courant électrique est rétabli aussitôt et fait fonctionner le mécanisme du frein qui arrête le métier. Cet appareil est simple, et on comprend qu'il doit toujours fonctionner convenablement.

M. *du Moncel* décrit ensuite quelques dispositions de détail adoptées par l'inventeur pour le cas où, comme dans la fabrique des rubans, les fils de chaîne seraient très-rapprochés, pour celui où, par l'action d'un ressort spiral, il serait utile d'écarter plus ou moins ces fils de chaîne. Ce sont des accessoires ingénieux, mais qui ne doivent pas faire perdre de vue le mérite de l'invention principale.

M. le *Président* remercie M. le comte *du Moncel* de cette communication et charge les comités des arts mécaniques et des arts économiques de faire un rapport sur le débrayeur électrique pour métiers à tisser, que M. *Richard* a présenté.

Télégraphie : appareil Digney. — M. le comte *du Moncel* expose ensuite au Conseil divers perfectionnements que M. *Digney* a apportés à l'appareil du télégraphe Morse qu'il a construit, et pour lequel la Société lui a donné une médaille d'or (1). Cet appareil est généralement adopté maintenant, et est le seul qui soit resté en usage pour cette espèce de télégraphie ; mais M. *Digney* l'a perfectionné dans plusieurs de ses parties d'une manière qui est digne d'intérêt.

1° Le *barillet* de l'appareil est devenu amovible et peut être changé en très-peu de temps, de sorte que cette partie de l'appareil n'apporte aucun retard important dans la manœuvre.

2° L'*encrage* de la molette qui imprime les signes se fait par un tampon cylindrique qui, toujours chargé d'encre, a pour fonction de la distribuer à la molette. Mais, dans la pratique, on a reconnu que le même cercle de ce cylindre, étant toujours en fonction, s'altérait promptement et que le tampon ne fonctionnait plus que d'une manière incomplète. M. *Digney* y a pourvu en donnant au cylindre un mouvement de va-et-vient sur son axe, qui présente à la molette des points très-variés de sa surface ; dès lors, l'encrage se fait bien et régulièrement. La came qui produit cette oscillation du tampon n'influe, d'ailleurs, en rien sur la rapidité des mouvements parce qu'elle est mise en action par un des premiers mobiles de l'appareil. Enfin ce mouvement de va-et-vient permet de donner l'encre au cylindre-tampon au moyen d'un petit pinceau à barbe, toujours mouillé, ce qui produit un encrage plus régulier.

M. *du Moncel* parle ensuite successivement : d'une *armature mobile* au moyen d'une vis de rappel, pour répondre aux résistances diverses de plusieurs lignes différentes qui peuvent être mises successivement en communication avec un même appareil ; d'un *tendeur* rapide à potence, à un ou deux tours, pour faciliter les opérations et les besoins de la ligne, sans déranger le contact de translation ; d'un *volant régulateur* de la marche du moteur, pour régler la longueur du papier débité. Mais il arrête

(1) Voyez *Bulletin* de 1859, 2e série, t. VI, p. 3, 8, et t. VII, 1860, p. 228.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus particulièrement l'attention du Conseil sur une *boussole des tangentes* d'une nouvelle construction qui, avec une précision remarquable, est d'un prix bien moins élevé que tous les appareils connus de ce genre, ce qui pourra faire répandre dans la télégraphie l'usage de cet utile instrument.

M. le *Président* remercie M. *du Moncel* des détails dans lesquels il est entré au sujet des perfectionnements que M. *Digney* a faits à ses appareils, et il charge le comité des arts économiques d'en faire l'examen.

Pianos : transposition musicale.— M. *Wolff*, membre du Conseil, donne connaissance à la Société d'un instrument qui résout simplement une des plus grandes difficultés de l'exécution musicale, celle de la transposition de la musique d'un ton dans un autre. Cette difficulté est telle, qu'il est peu d'exécutants qui osent aborder en public la transposition d'une musique donnée. Il faut cependant faire cette opération dans beaucoup de circonstances : quand il s'agit d'étudier ou de répéter une étude pour l'exécution théâtrale et qu'un des acteurs est suppléé par un autre ; quand un morceau quelconque de musique de salon n'est pas dans la voix du chanteur, etc. Les facteurs de piano et les musiciens ont cherché, à plusieurs reprises, des combinaisons qui permissent d'atteindre ce but, et qui donnassent au piano une propriété qui lui manque pour pouvoir être comparable à la voix, au violon et aux autres instruments usuels ; mais les pianos à déplacement du clavier, qu'on a faits, s'altéraient promptement et ils ne seraient pas praticables avec la puissance qu'on donne maintenant à ces instruments.

M. *Wolff* a résolu ce problème d'une manière très-simple, en faisant un deuxième clavier amovible, de peu d'épaisseur, qui se place sur le clavier d'un piano quelconque et sur lequel l'exécutant joue sans s'occuper de la transposition. Cette pièce additionnelle est formée de deux couches distinctes : l'une, fixée au piano, a pour objet de combler, par des pilotes, les inégalités de hauteur qui existent entre les différentes touches blanches et noires du piano, et la deuxième, qui peut se déplacer de droite à gauche du nombre voulu de demi-tons, est un clavier ordinaire, pareil à celui du piano. Ce second clavier est en communication avec les touches du piano par les pilotes de la couche inférieure, et, quand il a été convenablement déplacé, l'artiste exécute le morceau de musique sans avoir à s'occuper de la transposition qui s'opère à son insu.

M. *Wolff* montre, par quelques accords, sur un excellent piano qu'il a fait installer dans la salle, avec quelle facilité cette opération peut être faite.

M. le *Président* remercie M. *Wolff* de cette intéressante communication, et lui demande d'en faire l'objet d'une note, accompagnée d'un dessin, qui puisse être insérée au *Bulletin* de la Société.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Saint-Père*, fils, architecte, à Paris ; *Verdin*, peintre-décorateur, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance générale du 27 décembre 1872 (Élections).

Présidence de M. *Dumas,* président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce une nouvelle et regrettable perte, celle de M. *Lefebvre* (Théodore), fabricant de céruse, à Lille, qui vient de mourir récemment. La Société avait été heureuse de comprendre cet honorable industriel dans la distribution de ses récompenses, pour les progrès qu'il avait fait faire à cette industrie, et surtout pour la prévoyance avec laquelle il avait organisé ses ateliers, afin de protéger la vie de ses ouvriers contre les dangers auxquels l'emploi des sels de plomb les expose. M. *Lefebvre*, grâce à cette sollicitude paternelle, a su gagner l'attachement et le dévouement de ses ouvriers, et c'est ainsi que sa fabrique a toujours été soustraite à l'influence des agitations qui n'ont que trop affecté l'industrie dans ces dernières années. Ses qualités lui avaient acquis l'estime générale de la ville de Lille, où il jouissait d'une considération méritée. La Société d'encouragement le comptait parmi ses membres les plus anciens et les plus dignes.

Élections. — M. le *Président* annonce à l'assemblée que, conformément aux statuts, l'objet principal de la réunion de la Société est l'élection annuelle du Bureau et le renouvellement par tiers des comités qui composent le Conseil. Un scrutin est ouvert à cet effet, et le dépouillement en sera fait à la fin de la séance.

Correspondance. — M. *Barthaud*, conducteur des ponts et chaussées, à Aurillac, adresse à la Société une notice sur le lever des plans cotés par le tachéomètre et sur les modifications que ce procédé peut recevoir. (Arts économiques.)

M. *Delesse*, ingénieur en chef, professeur à l'École des mines, rue de Madame, 37, fait hommage à la Société d'un exemplaire de l'ouvrage qu'il vient de publier sur la lithologie du fond des mers. — M. le *Président* charge M. *Grüner* de rendre compte de cet ouvrage à la Société, et exprime les remercîments du Conseil pour l'envoi qui en a été fait à la Société.

Être utile : sous cette devise, un dossier est présenté pour le concours au prix que la Société a proposé pour un petit moteur destiné à un atelier de famille. (Arts mécaniques.)

M. le *Consul général adjoint d'Autriche,* à Paris, membre de la Société, envoie trois exemplaires de documents relatifs à l'Exposition universelle de Vienne, et demande qu'on leur donne la plus grande publicité possible; ce sont : 1° un règlement de douane et d'octroi pour les objets envoyés à l'Exposition, qui exonère de ces droits les objets exposés quand ils sont réexportés et qui fixe les formalités à remplir en ce cas; 2° un troisième avis relatif à la réduction de tarif que les compagnies de chemins de fer ont accordée en faveur des exposants; 3° un règlement spécial sur les pavillons de dégustation qui seront construits dans l'enceinte de l'Exposition. (Ces documents peuvent être consultés au secrétariat de la Société.)

M. *Duseigneur-Kleber*, filateur de soie, à Lyon, envoie un Mémoire descriptif de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son nouveau moulin à soie, à double effet et à grande vitesse, qui avait déjà été signalé à la Société dans le compte rendu que M. *Alcan* a fait lors de sa visite à l'Exposition de Lyon. (Arts mécaniques.)

M. *Constantin*, pharmacien de première classe et membre du Conseil d'hygiène de Brest, soumet à l'examen de la Société des poteries communes vernies au silicate de soude additionné d'un peu de quartz en poudre et de minium, qui sont inattaquables aux acides végétaux. (Arts chimiques.)

M. *Théodore de Biseau d'Hauteville* (le chevalier), à Entremont sur Beuvrinnes par Erquelines (Belgique), envoie une Note sur la culture alimentaire des terres franches, qu'il caractérise par les mots : *La cuisine basse des plantes cultivées,* et dans laquelle il propose un système particulier d'assolement. (Agriculture.)

MM. les *Secrétaires* signalent dans la correspondance imprimée :

M. *Bernardin*, conservateur du musée commercial industriel, à Gand. Classification de cent caoutchoucs et gutta-perchas, suivie de Notes sur les sucs de Bolata et de Massarauduba. Gand, 1872, in-8.

M. *Fontaine* (H.). Revue industrielle, années 1870-71 et 1872. Paris, 2 volumes grand in-8, au bureau de la Revue, rue Saint-Sébastien, 16, et chez *Baudry*, éditeur.

COMMUNICATIONS. — *Agriculture française.* — M. *Heuzé,* membre du comité d'agriculture, lit un Mémoire étendu, dans lequel il passe successivement en revue les productions agricoles qui distinguent les diverses provinces de la France. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

Goîtres. Alimentation privée d'iode. — M. *Pierre Thomas,* ingénieur, présente à la Société des documents recueillis pendant qu'il exploitait une mine de cuivre pyriteux dans la vallée de la Doire, et qui lui paraissent jeter quelque jour sur les causes du goître dont les habitants des vallées des Alpes et des Pyrénées sont souvent affectés.

Il déclare d'abord que, dans la contrée qu'il a habitée, il n'a trouvé aucune liaison entre le goître et le crétinisme. Les crétins qu'on lui a montrés étaient, pour la plupart, des sourds et muets laissés dans l'abandon ; mais le crétinisme n'est pas plus fréquent là qu'ailleurs. Il n'exempte pas ceux qui en sont affectés du goître, mais il est indépendant de cette maladie.

Le goître, au contraire, est endémique dans la vallée de la Valpeline et d'Allemont où était placée la mine en exploitation, et, tandis que les populations de la partie supérieure des trois torrents sont saines, les neuf dixièmes de celles qui habitent les bords du cours d'eau dans lequel ils se réunissent sont affectés du goître, qui est, aussi, habituel parmi les riverains de la Doire au-dessous du confluent. Les habitants de la partie supérieure de la Doire et ceux de la montagne, sur la rive opposée de cette rivière, n'éprouvent pas cette affection.

Le prédécesseur de M. *Thomas* dans cette exploitation et les employés de l'administration en furent attaqués. Les ouvriers de divers pays qu'il avait fait venir et qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

usaient des eaux d'une certaine source, réputée mauvaise, furent dans le même cas. L'un d'eux, s'en étant aperçu, prit son eau à une autre source et fut bientôt guéri; les autres demeurèrent dans l'état où ils avaient été mis, jusqu'à ce que M. *Thomas* eût fait murer cette source. Une famille que l'usage d'une source de bonne qualité avait laissée indemne vit son fils aîné prendre le goître dès qu'il alla, comme meunier, dans un lieu où l'eau n'était pas salubre.

L'influence des eaux constatée, il restait à en chercher la cause. M. *Thomas* ne pouvait pas se borner à la reconnaître dans l'absence d'iode dans les eaux, puisqu'il constatait que tous les cours d'eau dans lesquels se jette le torrent d'Allemont étaient empoisonnés par lui et acquéraient une influence funeste qu'ils n'avaient pas auparavant. Il y avait donc, là, un réactif particulier qui détruisait la qualité saine que l'eau potable avait avant que ce réactif y fût mêlé. Cette déduction amenait aisément à la solution de la question. On sait, en effet, que le sulfate double de cuivre et de fer est un réactif certain pour précipiter d'un liquide l'iode qu'il contient, soit que ce corps y soit à l'état d'iodure ou à celui d'iodate. Comme ce sel double ne peut pas manquer d'exister dans les eaux passant sur les affleurements de cuivre pyriteux des environs d'Allemont, on était assuré qu'il était dans les eaux du torrent d'Allemont et dans celles de la rivière qui reçoit le tribut de ce torrent. Ces eaux potables et l'alimentation dans laquelle elles étaient employées étaient donc complétement exemptes d'iode et, par suite, pouvaient laisser développer une difformité dont la présence de l'iode eût laissé les habitants indemnes.

C'est à la présence de ce réactif que M. *Pierre Thomas* attribue les goîtres si nombreux qui existent dans ces vallées. Comme contre-épreuve, il constata l'absence complète d'affleurement de pyrite de cuivre dans toute la partie de la contrée où le goître n'existait pas, et il se préserva lui-même, ainsi que les employés qui étaient avec lui, en ne faisant usage que des eaux tout à fait étrangères à la région cuprique du pays. Les affleurements de cuivre et les débris provenant d'anciens travaux des Romains reparaissent avec le goître dans d'autres petits affluents de la Doire : les vallons de Marcel, de Champ de Pras, de Châtillon. Le goître existe aussi dans le Valais, pays très-riche en mines, etc.

M. *Pierre Thomas* est donc convaincu que le goître se présentera toutes les fois qu'un agent chimique énergique, comme le sulfate double de cuivre et de fer, doué de la propriété de précipiter l'iode, se trouvera exister dans les eaux de source, ou sera introduit d'une manière habituelle dans l'alimentation. Des expériences en ce sens peuvent être tentées par des médecins spéciaux, et il signale les chiens qui peuvent avoir cette affection, comme pouvant être utiles dans ces recherches.

M. *le Président* remercie M. *Pierre Thomas* de cette communication intéressante et charge le comité des arts chimiques d'en faire l'examen.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLECTIONS GÉNÉRALES DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ. — M. le *Président* et le *Bureau* font le dépouillement du scrutin. Ce scrutin donne les résultats suivants :

Sont nommés :

BUREAU. — MM. *Dumas*, président; — le baron *Séguier* et *Balard*, vice-présidents; — le baron *Dupin* (Ch.), secrétaire général; — *Peligot* (Eugène) et *Laboulaye* (Ch.), secrétaires adjoints; — *Becquerel* (Edmond) et *Legentil* fils, censeurs; — *Goupil de Préfeln*, trésorier.

COMMISSION DES FONDS. — MM. *Legrand*, *Devinck*, *Calon* (Paul), le général *Mengin* *Lecreulx*, en remplacement de M. *Godard-Desmarets*, décédé.

COMITÉ DES ATS MÉCANIQUES. — MM. *Tresca*, *Farcot*, *Phillips*.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — MM. *Frémy*, *Leblanc*, *Salvetat*.

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES. — MM. *Jamin*, *de Luynes*, *Peligot* (Henri).

COMITÉ D'AGRICULTURE. — MM. *Moll*, *Boitel*, *Chatin*.

COMITÉ DE COMMERCE. — MM. *Rondot* (Natalis), *Say* (Léon), *Christofle* (Paul); l'amiral vicomte *de Chabannes*, en remplacement de M. *Jullien*, démissionnaire; *Magnier*, négociant, en remplacement de M. *Legentil*, nommé censeur.

NOMINATION DE MEMBRES. — Ont été nommés membres de la Société par des votes du Conseil :

MM. *Coupier*, manufacturier, à Poissy (Seine-et-Oise); — *Richard*, ingénieur-mécanicien, à Paris; — *Bourbouse*, préparateur à la faculté des sciences de Paris; — *Chabannes* (amiral vicomte *de*); — *Magnier*, négociant, à Paris; — *Somasco*, ingénieur civil, à Paris; — *Frontault*, ingénieur civil, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS ADMIS EN 1872

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Armengaud jeune, fils, ancien élève de l'École polytechnique, à Paris.
Bablon, fabricant de régulateurs pour le gaz, à Paris.
Bayvet (Gustave), ingénieur civil, à Paris.
Boutard et *Lassalle*, fabricants de châles brochés, à Paris.
Boyard (Auguste), ingénieur-chimiste, à Bruxelles.
Bréhier (Édouard), constructeur, à Paris.
Chabrier, ingénieur civil, à Paris.
Delaporte (Georges), ingénieur civil, à Paris.
Guesnon (Auguste), ingénieur, à Meulan.
Herscher (Charles), ingénieur-constructeur, à Paris.
Huet, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris.
Idrac, fabricant de parquets, à Toulouse.
Laurencin-Chapelle (Paul), à Paris.

MM.

Maistrasse, chimiste, à Paris.
Manuel F. del Castillo, rentier, à Mexico.
Meunier (L. Félix), constructeur en chaudronnerie, à Fives-Lille.
Payard (Émile), ingénieur-chimiste, aux cristalleries de Baccarat.
Persoz, directeur de la condition des soies, à Paris.
Quéruel, ingénieur civil, à Paris.
Raffard (Nicolas), ingénieur civil, à Paris.
Sirandré, fabricant de savons, à Dijon.
Sohy, mécanicien, à Paris.
Thomas (Pierre), ingénieur civil, à Paris.
Tulpin (Alfred), à Rouen.
Tulpin aîné (Frédéric), constructeur-mécanicien, à Rouen.
Vimont, ingénieur civil, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE ET ONZIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Ackermans (*R.*). Système de fermeture pour les persiennes, **664.**
Adams (*Isaac*). Création de l'industrie du nickelage aux États-Unis, **163.**
Agnellet. Système de chauffage par les huiles lourdes, **732.**
Alcan. Sur les progrès réalisés dans la filature du chanvre, du lin et de la soie, **151, 181, 353.**
— Remarques sur l'empressement des Italiens à adopter les méthodes de M. *Pasteur* pour la sélection des graines de vers à soie, **736.**
Alvergniat. Tubes vides et tubes lumineux, **417.**
Aman-Vigié. Poudre pour faire adhérer l'encre aux plumes métalliques neuves, **737.**
André (*A.*). Système de machine à vapeur, **614.**
Antoine (*Ch.*). Étude de l'action de l'hélice employée comme propulseur pour les navires, **671.**
Aubanel et *Charles*. Projet de ballon, **614.**
Audouin (M^me^). Nouvelle glu marine, **742.**
Avril. Ancien censeur de la Société; nouvelle de sa mort, **150.**

B.

Bablon (*V.*). Régulateur pour becs de gaz, **196.**
Baerle et *comp*. Sur le lavage de la laine avec le verre soluble neutre, **463.**
Balard. Rapport sur le concours ouvert par la Société pour la meilleure encre à écrire n'oxydant pas les plumes, **236.**
Balonchard et *Dumars*. Système de conservation du blé, **207.**
Barral. Discours prononcé sur la tombe de M. *Combes*, **30.**
— Rapport sur une note de M. *Sacc* traitant de l'action de l'acide nitrique et de la soude caustique sur les huiles siccatives et les huiles non siccatives, **105.**
— Notice biographique sur M. *Combes*, **210.**
— Rapport sur la fabrication de l'acide phosphorique et de phosphates divers de M. *Blanchard*, **420.**
— Rapport sur la fabrication de divers produits dérivés des os entreprise par MM. *Dunod* et *Bougleux*, **551.**
— Observations sur l'emploi des phosphates en agriculture, **608.**
Barre (*Paul*). Études pratiques sur la dynamite, **728.**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Barthaud. Notice sur le lever des plans cotés par le tachéomètre, **748.**

Baude. Note sur les perceptions prélevées au profit de l'État sur les recettes des chemins de fer, **188.**

— Rapport sur la brouette avec roue en fer pour les terrassements, construite par M. *Marché*, **346** (dessin sur bois.)

— Rapport sur le frein articulé à coin pour le matériel roulant des chemins de fer, imaginé par M. *Stilmant*, **409** (pl. **473**).

Beaumont (Élie de). Discours prononcé sur la tombe de M. *Combes*, **24.**

Becker. Installation d'une ventilation rationnelle dans l'aiguiserie de l'usine *Goldenberg* (méd. arg.), **249.**

Bell (Lowthian). Expériences relatives à l'action des gaz d'un haut fourneau sur du minerai de fer porté à la température de 400 degrés, **369.**

Benoit-Duportail. Réclamation faite au sujet de la sténographie manuscrite ordinaire, **207.**

Beringer (J. L.). Système de turbine, **103.**

Beringer (J.). Nouveau genre de chapeaux de soie, **727.**

Berthelot. Évaluation de la force de la poudre et des autres matières explosives, **603.**

Bignon. Études pratiques sur le métayage dans le Bourbonnais (méd. or), **244**; description, **425.**

Billy (de). Discours prononcé sur la tombe de M. *Combes*, **25.**

Bischof. Purification de l'eau par l'éponge de fer, **336.**

Biseau d'Hauteville (Th. de). Sur la culture alimentaire des terres franches, **749.**

Blancard-Évrard, membre de la Société; nouvelle de sa mort, **741.**

Blanchard (L. H.). Fabrication de phosphates ammoniacaux-magnésiens, **202**, **420.**

Blavier (E.). Considérations sur la fusion des administrations des postes et des télégraphes, **666.**

Bloch (N.). Féculomètre, **613**, **727.**

Bois (Alexis). Bateau-bac pour le transport des trains de chemins de fer, **670.**

Bonamy. Emploi de l'alumine dans la parfumerie, **724.**

Borde. Grue à vapeur de grande hauteur, **77** (pl. **464**).

Bougleux et *Dunod.* Fabrication de divers produits dérivés des os, **551.**

Bouilhet (Henri). Rapport sur l'appareil gazateur de M. *Maldiné*, **351** (pl. **472**).

Boulay (A.). Compteur-mesureur pour l'avoine, **604.**

Bourbouze. Galvanomètre-balance, **198**; (méd. or), **245**; description, **673** (pl. **480**).

Boussingault. Reçoit la grande médaille de l'agriculture de la Société, dite *médaille de Thénard*, **219.**

— Du fer contenu dans le sang et dans les aliments; recherche de ce métal dans le sang d'un animal invertébré, **698.**

Bouyn (Édouard de). Chemin de fer mobile à rails tournants, **465.**

Breton (Paul). Procédé d'assainissement dans le nettoyage des chiffons, **47.**

Burq (V.). Système de filtre pour les eaux, **604.**

C.

Caboche (L. H.). Système de niveau d'eau pour chaudières à vapeur, **726.**

Caillaux (Alfred). Mémoire sur les mines métalliques de la France autres que les mines de fer, **375**, **582.**

Callon. Communication sur le percement du Saint-Gothard au moyen d'appareils marchant à l'air comprimée, **735.**

Calvet. Note sur le rôle économique des associations pastorales dans les hautes vallées des Pyrénées, **113**; (méd. arg.), **250.**

Capitaine. Système d'outils pour les bijoutiers et joailliers, **150.**

Caron (H.). Sur le fer cristallisé ou brûlé, **192.**

Carré (Edmond). Pompe pneumatique ou appareil à congeler l'eau, **462** (dessins sur bois).

Castor. Grue à vapeur de grande hauteur, **77** (pl. **464**).

Cellard. Laine végétale, **465.**

Chaix. Fondation, dans ses ateliers, de caisses de participation aux bénéfices, de prévoyance et de retraite pour les ouvriers, **685.**

Chambrier. Télégraphe électrique (méd. plat.), **246.**

Charles et *Aubanel.* Projet de ballon, **614.**

Charpentier (P.). Chauffage économique des foyers industriels, **670**, **726.**

Châtel (Victor). Sur les moyens d'empêcher les inondations, **742.**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chatin. Rapport sur le prix de sériciculture accordé par la Société à M. *Sirand*, 234.
— Sur une essence forestière peu connue, 613.
Chaudet. Utilisation des résidus des bois de teinture, 671.
Chauvin (*Léonce*). Fabrication de vins fins, 469.
Chevreul. Remarques au sujet du mémoire de M. *Dumas* traitant de la combustion du carbone par l'oxygène, 143.
Chrétien. Grue à vapeur à traction directe, 298 (pl. 469).
Chutaux. Pile au bichromate de potasse (méd. arg.), 250.
Clair. Procédé pour déterminer simultanément le moment des forces extérieures des solides et l'angle de torsion correspondant, 165.
Claudet. Système de mouvement parallèle applicable aux étaux, 196.
Cloëz et *Guignet*. Recherches sur le vert de Chine, 669.
Collin et *Coupier*. Encouragement accordé par la Société pour leur encre à écrire, 236.
Combes. Secrétaire adjoint du Conseil. Nouvelle de sa mort, 48.
— Sa biographie, par M. *Barral*, 210.
Comice agricole de Dinan. Mise au concours de deux prix pour les meilleurs mémoires sur la fabrication du beurre et du cidre, 472.
Constantin. Nouveau vernis pour les poteries communes, 749.
Corbin. Chemin de fer portatif pour exploitation rurale (méd. arg.), 251; description, 282 (pl. 468).
Cornut. Perfectionnements dans la filature du chanvre, 187, 202.
Corréard. Perfectionnements aux baignoires et bains de siége (méd. br.), 257.
Coste (*L. M. P.*). Relation des températures des vapeurs saturées avec leurs tensions correspondantes, 615.
— Du calcul des machines à vapeur dans le cas de la détente, *ibid.*
Coupier et *Collin*. Encouragement accordé par la Société pour leur encre à écrire, 236.
Coutelier (*J. V.*). Système de couvertures pour bâtiments, 196.
Coze. Étude sur les plaies produites par les armes à feu, 630.
Crepin (*Jules*). Système perfectionné de fermeture des croisées, 150.

D.

Daniel (*C.*). Procédé de peinture décorative sur étain, 461.
Danks. Four à puddler rotatif pour la fabrication du fer, 361.
Deacon, *Gaskell* et *comp*. Nouveau procédé de fabrication du chlore, 435.
Debray. Communication sur les perfectionnements apportés par M. *Wiesnegg* au fourneau à gaz de M. *Perrot*, 151; rapport, 626 (pl. 479).
— Communication sur l'affinage de l'or cassant, 152.
— Rapport sur un mémoire de M. *Merget* traitant de la diffusion de la vapeur de mercure et de ses applications, 158.
— Communication sur un système de four à moufle chauffé au pétrole pour les bijoutiers, construit par M. *Wiesnegg*, 740.
Delamothe. Procédé de traitement des cendres d'orfévres, 737.
Delesse. Ouvrage sur les oscillations des côtes de France, 465.
— Lithologie du fond des mers, 748.
Denans. Sytème de joints pour tuyaux de conduite (méd. br.), 257.
Deprez (*Marcel*). Réclamation au sujet de l'invention de sa règle, 610.
— et *Jules Garnier*. Règle pour obtenir, sans épure, les circonstances de la distribution de la vapeur dans les machines (méd. arg.), 252.
Destremx de Saint-Christol. Mention honorable accordée par la Société pour sa monographie des cultures, 218.
De Valois (censeur honoraire de la Société). Nouvelle de sa mort, 204.
Deville (*H. Sainte-Claire*). Rapport sur un mémoire de M. *Gruner* relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes, 367.
Dexant. Signal d'alarme pour trains de chemins de fer, 196.
Diétrich (*Ch.*). Frein pour chemins de fer, 664.
Digeon (*Ferdinand*). Fabrication de graine saine de vers à soie indigène, 469.
Digney. Modifications à son appareil télégraphique du système Morse, 746.
Doray. Système de projections pour les cours publics (méd. br.), 257; description, 291.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Doray. Fabrication simplifiée des capsules pour cartouches-Chassepot, 465.
Dreyfus (*L.*). Méthode graphique pour déterminer le nombre de dents des roues d'engrenage dans le tour à fileter, 614.
— Théorie du tour ovale, 664.
Dronnier et *Voisin*. Sels excitateurs pour la pile au bichromate de potasse, 671.
Ducos-Duhauren (*L.*). Nouveau moteur à air, 465.
Dufrené (*H.*). Observations sur la situation faite aux titulaires de brevets français pris en France avant la cession de l'Alsace-Lorraine, 470, 664, 724.
Dujardin (*Ch.*). Procédé d'imperméabilisation et d'incombustibilité des tissus, 469, 604.
Dumars et *Balonchard*. Système de conservation du blé, 207.
Dumas (*Ernest*). Sur l'affinage de l'or cassant à la Monnaie de Londres, 443 (dessin sur bois).
Dumas (Président). Observations au sujet des ravages causés à la vigne par le phylloxera, 104.
— Sur la combustion du carbone par l'oxygène, 140.
— Observations au sujet de la communication de M. *Alcan* relative aux progrès réalisés dans la filature du chanvre, du lin et de la soie, 151.
— Communications au sujet de la mort de M. *Riocreux*, conservateur des collections de la manufacture de Sèvres, 204, et à l'occasion de celle de M. *Ogerau*, membre de la Société, *ib.*
— Rapport au sujet du cours d'enseignement supérieur agricole à établir à l'École centrale des arts et manufactures, 394.
— Observations sur l'emploi des phosphates en agriculture, 608.
— Observations relatives au chauffage des vins dans le Midi, 613.
— Remarques sur la propriété que possède l'acétate de potasse d'empêcher la fermentation, 665.
— Sur l'action exercée à la température rouge sur l'acide carbonique par le charbon et par le fer, 691.
— Communication sur les travaux entrepris sur le plateau de Bellegarde pour transmettre la force à distance au moyen de l'air comprimé, 734.
— Observations relatives aux appareils employés pour mesurer l'intensité de lumière du gaz d'éclairage, 734.
— Remarques au sujet de l'empressement des Italiens à adopter les méthodes de M. *Pasteur* pour la sélection des graines de vers à soie, 735.
Dumas. Observations relatives au procédé d'épaississement du pétrole de M. *Jordery*, 739.
Du Moncel (comte *Th.*). Rapport sur le système de débrayeur électrique de M. *Richard* pour les métiers de bonneterie et de tissage, 473 (pl. 475).
— Rapport sur les différents appareils électriques de M. *Trouvé*, 537 (dessins sur bois).
— Exposé des applications de l'électricité (3e édition), 605.
— Communication sur les modifications apportées par M. *Richard* à son débrayeur électrique pour métiers à tisser, 745.
— Autre communication sur les perfectionnements apportés par M. *Digney* à son appareil télégraphique du système Morse, 746.
Dunlop. Conversion du carbonate de manganèse en peroxyde sous l'action de la chaleur, 437.
Dunod et *Bougleux*. Fabrication de divers produits dérivés des os, 551.
Dupaigne (*Albert*). Ouvrage sur les montagnes, 742.
Dupont. Discours prononcé sur la tombe de M. *Combes*, 28.
Durand-Claye (*Léon*). Communication sur les phosphates calcaires du Lot, 606.
— et *Hervé Mangon*. Expériences sur la résistance au mouvement des ballons dans l'air, 17 (dessin sur bois).
Durand (*François*). Appareil pour construire sous l'eau, 671.
Duseigneur-Klcber. Nouveau moulin pour le dévidage des cocons, 749.
Duvillers (*F.*). Ouvrage sur les prés et jardins, 603.

E.

Eichebrenner et *Muller*. Système de four à gaz d'éclairage, 726.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

F.

Fahlman. Système d'assainissement des fosses et cabinets d'aisances, **465**, **609**.
Farge (*J.*). Frein pour chemins de fer, **726**.
Fastré. Thermomètre aéro-électrique avertisseur, **615**, **616**.
Faucheux (*L.*). **Four à potasse et à engrais, 102.**
Faucon (*L.*). Remède contre le phylloxera, **728**.
Fauler (feu), **membre du Conseil. Legs fait à la Société, 103.**
Ferret. Chasse-neige pour les chemins de fer, **726**.
Festugière. **Réclamation de priorité au sujet des joints de tuyaux du système *Dussart*, 102.**
Fienne (*de*). Système de lampe à pétrole, **727**.
Fisse, Thirion et *comp*. Système de bouchage des bouteilles pour les vins mousseux, **469**.
Fontaine (*H.*). Revue industrielle, **749**.
Fourgeau. Système de couvertures pour bâtiments (méd. arg.), **253**.
Fréminville (*de la Poix de*). Rapport sur le système de gaffe de sauvetage de M. *Legrand*, **289**.
— Communication sur un nouvel instrument de géodésie de M. *Laporte*, **739**.
Freycinet (*Ch. de*). Sur les procédés d'assainissement employés dans le nettoyage des chiffons, **47**.
— Sur la réglementation du travail des enfants et des femmes dans les manufactures de l'Angleterre, **315**.
Frontault (*H.*). Note sur le four rotatif à puddler de M. *Danks* pour la fabrication du fer, **361**.

G.

Gaffard (*Auguste*). Procédé de conservation des œufs à l'état frais, **102**, **665**.
Gaiffe. Industrie du nickelage galvanique introduite en France, **163**; (méd. arg.), **253**.
Garnier (*Jules*) et *Marcel Deprez*. Règle pour obtenir, sans épure, les circonstances de la distribution de la vapeur dans les machines (méd. arg.), **252**.
Gaskell, Deacon et *comp*. Nouveau procédé de fabrication du chlore, **435**.
Gaudry. Observations sur la question ouvrière et les grèves, **742**.
Gensoul. Appareil de sténographie mécanique, **199**.
Gerardin. Sur l'assainissement des cours d'eau infectés par les eaux d'usines, **199**.
Giffard. Sa tentative de direction des ballons en **1852**, **510** (en note).
Gillet. Flotteur-avertisseur pour chaudières à vapeur (méd. br.), **258**; description, **413** (pl. **474**).
Ginestou. Traduction des principes de géologie de Sir *Ch. Lyell*, **665**.
Girard (*A.*). Éloge de M. *Payen*, **447**.
Giraudeau et *Jolibert*. Calorifère pour caves et appartements, **464**.
Giret. Don d'une somme de **1 000** fr. fait avec les héritiers de feu *Vinas*, à la Société, à l'occasion du prix qui leur a été accordé pour leur appareil à chauffer les vins, **613**.
Giroud. Trois types différents de régulateurs pour becs de gaz, **205**, **465**.
Godchaux. Fondation, dans leurs ateliers, de caisses de participation aux bénéfices, de prévoyance et de retraite pour leurs ouvriers, **685**.
Godin (de Belgique). Procédé d'assainissement dans le nettoyage des chiffons, **47**.
Goudoever (*van*) et *Mulder*. Expériences sur l'hématosine ou matière colorante des globules du sang, **703**.
Gournerie (*de la*). Rapport sur les niveaux et clitographes de M. *Jules Lefebvre*, **348** (pl. **472**).
Gouyon (*F.*). Appareil de sûreté contre le grisou, **726**.
Granier (*Émile*). Appareil pour mesurer le degré d'inflammabilité du pétrole, **196**.
Griffaut. Système de fermeture des boutiques, **609**.
Gris (*Eusèbe*). Ses recherches sur la chlorose des feuilles, **699**.
Gruner. Mémoire relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes, **367**.
— Sa nomination au comité des arts chimiques, **466**.
— Note sur les nodules phosphatés de la perte du Rhône, **605**.
— Sur l'usage de la chaux vive dans les hauts fourneaux et sur l'emploi du four annulaire Hoffmann pour sa préparation, *ibid.*
— Communication sur un acier spécial au tungstène, **672**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Gruner. Mémoire sur les hauts fourneaux, 742.
— Détails sur la richesse de la France en minerais propres à la fabrication de l'acier, 743.
Guattari (*A.*). Télégraphe fonctionnant au moyen de l'air atmosphérique, 724.
Guenebaut (*Ed.*). Préparation d'une encre inoffensive pour les plumes métalliques, 469.
Guignet et *Cloëz*. Recherches sur le vert de Chine, 669.
Guilliet. Fabrication mécanique des roues de voitures (méd. plat.), 247; description, 337 (pl. 471).

H.

Hamon. Tuyaux en plomb doublé d'étain (méd. arg.), 253.
Haton de la Goupillière. Rapport sur le parachute de mines de M. *Jacquet* aîné, 153 (pl. 467).
— Rapport sur un autre système de parachute de M. *Salva*, 617 (pl. 478).
Hélouis (*N. A.*). Préparation d'un alliage blanc remplaçant le maillechort, 205.
— Proposition d'emploi du chlorure de manganèse pour la désinfection des fosses d'aisances, 733.
Henry. Modérateur-aspirateur pour appareils de chauffage, 623 (pl. 478).
Herpin (de Metz), membre du comité des arts économiques. Nouvelle de sa mort, 150; legs fait par lui à la Société, 201, 281.
Heuzé. Communication sur les ravages causés à la vigne dans la région de l'olivier par le phylloxera, 104, 116.
— Rapport sur les études pratiques du métayage entreprises dans le Bourbonnais, par M. *Bignon*, 425.
— Carte agronomique de la France, 725.
Hirn. Son invention de transmissions télédynamiques, 621.
Homberg. Rapport sur le calibre plastique pour la carrosserie de M. *Reigel*, 55.
— Sur l'asphalte et ses applications aux travaux publics, 428.
— Rapport verbal sur le sommier élastique de M. *Roy*, 611.
Houzeau. Préparation de l'ozone (méd. plat.), 248; communication, 467.
Huyghens. Son oculaire négatif à deux verres, 494.
Huzard. Rapport sur une note de M. *Calvet* relative au rôle économique des associations pastorales dans les hautes vallées des Pyrénées, 113.

J.

Jacoutot (*E.*). Système de moulin à vent dit *panémore*, 469.
Jacquelin. Moteur à air dilaté, 102.
Jacquet aîné. Parachute de mines, 153 (pl. 467); (méd. arg.), 254.
Jallasson. Système de cadran solaire, 604.
Jardain fils. Fabrication du biscuit de mer (méd. arg.), 254.
Joffroy (*A.*). Lait condensé, 205.
Jolibert et *Giraudeau*. Calorifère pour caves et appartements, 464.
Joly. Sur la falsification de la fuchsine, 195.
Joly (*V. Ch.*). Système de cheminée, 205.
Jordan (*J.*). Revue de l'industrie du fer en 1867, 666.
Jordery. Procédé d'épaississement du pétrole pour l'empêcher de s'enflammer, 737.

K.

Knolès (*Jonathan*). Procédé de cotonisation des matières végétales sous le nom de *fibrilia*, 184.
Kœchlin (*Daniel*). Sa biographie, par M. *A. Penot*, 706.
Kuhr. Procédé d'imperméabilisation de la toile, 335.
Kuss. Régulateur pour machines à vapeur, 726.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L.

Laboulaye (*Ch.*). Sa nomination comme secrétaire adjoint, en remplacement de M. *Combes*, décédé, **208**.
— Rapport, fait au nom des censeurs, sur le compte des recettes et dépenses de la Société pour les exercices **1869** et **1870**, **277**.
— Communication sur le nouvel instrument d'arpentage de M. *Noirot*, **612**.
Lacroix (de Saint-Cybard). Procédé employé dans sa papeterie pour assainir le nettoyage des chiffons, **47**.
Laffolye (*de*). Dosage du cuivre au moyen du cyanure d'ammonium, **465**.
— Mémoire sur la section photographique et administrative du service des dépêches par pigeons voyageurs pendant le siége de Paris, **470**.
Lamy. Rapport sur une lettre du syndicat des manufactures de produits chimiques de France, relative au projet d'impôt sur le sel destiné aux fabriques de soude, **12**.
— Rapport sur l'industrie du nickelage galvanique introduite en France par M. *Gaiffe*, **163**.
— Note sur le nouveau procédé de fabrication du chlore, de MM. *Gaskell*, *Deacon* et *comp.*, **435**.
Lanteigne (*A.*). Procédé de sculpture mécanique sur bois, **604**.
Laporte. Nouvel instrument de géodésie, **739**.
Lavergne (*de*). Communication sur les ravages causés à la vigne par le phylloxera, **134**.
Lavollée. Sur l'enquête parlementaire relative aux chemins de fer, **572**, **642**.
— De l'organisation des caisses de secours et de participation aux bénéfices, établies dans certaines usines en faveur des ouvriers, **684**.
Leblanc (*F.*). Rapport au Conseil municipal sur le système d'éclairage au gaz oxyhydrique, **734**.
Lecœuvre. Rapport sur le flotteur-avertisseur pour chaudières de M. *Gillet*, **413** (pl. **474**).
Lefebvre (*Jules*). Niveaux et clitographes, **348** (pl. **472**).
Lefebvre (*Théodore*), membre de la Société; nouvelle de sa mort, **748**.
Legrand (*Jules*). Gaffe de sauvetage (méd. arg.), **255**; description, **289**.
Legrand. Rapport sur le compte des recettes et dépenses de la Société pour les exercices **1869** et **1870**, **267**.
Lehoucq (*Pierre*). Traité de comptabilité, **733**.
Le Hir. Observations sur le rapport de la commission préfectorale au sujet du réseau des voies ferrées souterraines dans Paris, **465**.
Lequesne. Commutateur pour grouper instantanément les éléments d'une pile (méd. arg.), **255**.
Le Roux (*F. P.*). Des relations de l'œil et des oculaires dans les appareils d'optique les plus usités; description d'un appareil pour l'essai des oculaires, **484**, **555** (pl. **477** et dessins sur bois).
Le Tavernier, trésorier honoraire de la Société; nouvelle de sa mort, **736**.
Lichtenstein. Étude des caractères du phylloxera vastatrix, **118**.
Limet. Appareil pour le traitement des cocons, **359**.
Lissajous. Communication sur l'appareil télégraphique de M. *Meyer*, **197**.
— Communication sur le galvanomètre-balance de M. *Bourbouze*, **198**; rapport, **673** (pl. **480**).
— Rapport sur le système d'éclairage pour projections dans les cours publics imaginé par M. *Doray*, **291**.
— Rapport sur les tubes vides et les tubes lumineux de M. *Alvergniat*, **417**.
— Communication sur un mors électrique imaginé par M. *Sidot* pour les chevaux qui s'emportent et ceux qui sont vicieux, **471**.
Loarer (*Ed.*). Proposition d'emploi de l'arsenic comme remède contre le phylloxera de la vigne, **733**.
Loubet. Lettre sur la maladie de la vigne, **470**.
Lyell (sir *Ch.*). Traduction de ses principes de géologie, **665**.
Lyman (*B. S.*). Sur les gîtes bitumineux du Punjab (Inde anglaise), **278**.

M.

Maldiné. Appareil gazateur d'un nouveau système (méd. br.), **258**; description, **351** (pl. **472**).
Malinowski (*J.*). Traité spécial des phosphates de chaux naturels, etc., **609**.
— Notice historique sur l'origine et le développement de l'exploitation de la houille dans le Gard, **610**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mallet. Production du chlore au moyen du protochlorure de cuivre, 439.
Mangon (Hervé). Communication sur le système de poulie, de M. *Peltier*, pour câble télédynamique, 203; rapport, 620.
— Rapport sur le système de chemin de fer portatif pour exploitation rurale de M. *Corbin*, 282 (pl. 468).
— Communication sur le procédé de M. *Tilghman* pour la gravure du verre au moyen du sable, 468.
— Rapport sur le mémoire de M. *H. Tranié* relatif au canal d'irrigation de Lestelle (Haute-Garonne), 481.
— Renseignements sur le développement de la fabrication de l'acier au Creusot, 743.
— et *Léon Durand-Claye.* Expériences sur la résistance au mouvement des ballons dans l'air, 17 (dessin sur bois).
Marché. Brouette avec roue en fer pour les travaux de terrassement (méd. br.), 258; description, 346 (dessin sur bois).
Marès. Communication sur les ravages causés à la vigne par le phylloxera, 131.
Marion (A.). Papier au ferro-prussiate pour copier rapidement les dessins, 671.
Martin (L. de). De l'action de l'acide sulfurique sur le vin, 724.
Martrou (P.). Appareil pour assurer la manœuvre des disques de chemins de fer, 150.
— Remède contre le phylloxera, 728.
Maurel. Notice sur la fabrication du papier au Japon, 465.
Maurice (Gustave). Traduction de l'ouvrage de M. *Warington Smyth* sur la houille et l'exploitation des houillères en Angleterre, 610.
Mège-Mouriez. Préparation d'une sorte de beurre artificiel, 467.
Melsens. Expériences sur le tir des balles de plomb, 629.
Merget. Mémoire sur la diffusion de la vapeur de mercure et ses applications, 158; (méd. plat.), 248.
Merrick. Addition aux méthodes d'essai de l'or, 723.
Meyer. Appareil télégraphique, 197.
Miller (F. Bowyer). Emploi d'un courant de chlore gazeux pour purifier l'or cassant, 444.
Molard. Machine à vapeur rotative, 49 (pl. 463).
Moll. Rapport sur les titres de MM. *Théron de Montaugé* et *Pierre Tochon* au prix de l'agriculture mis au concours par la Société, 229.
Moll. Du rôle de la femme en agriculture, 293.
— Observations sur l'emploi des phosphates en agriculture, 608.
Molon (de). Communication sur les ressources en phosphates de la France, 607.
Monet. Le conducteur de machines typographiques, 727.
Monier. Produits en ciment et fer, 111; (méd. br.), 259.
Monteil (L.). Sur les travaux de percement de l'isthme de Suez, 609.
Morin (général). Discours prononcé sur la tombe de M. *Combes*, 22.
Morse. Notice à l'occasion de sa mort récente, 458.
Mulder et *Van Goudoever.* Expériences sur l'hématosine ou matière colorante des globules du sang, 703.
Muller et *Eichebrenner.* Système de four à gaz d'éclairage, 726.

N.

Noirot. Nouvel instrument pour abréger les opérations d'arpentage, 610, 612.

O.

Ogerau. Membre de la Société; nouvelle de sa mort, 201.
Outrey. Sur le bombyx du Japon, dit Yama-Mai, 333.

P.

Paganetti. Mitre tournante pour tuyaux de cheminée, 726.
Paliard. Rapport sur les produits en ciment et fer de M. *Monier*, 111.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pavy (*Émile*). Système de briques à conjonction cintrées et mode de conservation des céréales, 605.
Payen (feu). Son éloge, par M. *A. Girard*, 447.
Pegard et *Tavernier*. Système de machine à vapeur, 726.
Peligot (*E.*). Compte rendu des concours ouverts par la Société, 215.
— Son procédé de préparation du chlore au moyen du chromate de potasse et de l'acide chlorhydrique, 439.
— Observations sur l'emploi des phosphates en agriculture, 608.
Peligot (*Henri*). Rapport sur un moteur-aspirateur hygiénique, appliqué aux appareils de chauffage par M. *Henry*, 623 (pl. 478).
Pelle (*J. P.*). Perfectionnements à la machine à vapeur, 102.
Peltier. Système de poulie pour câble télédynamique, 203, 620.
Penot (*A.*). Notice biographique sur M. *Daniel Kœchlin*, 706.
Pfundheller. Nouveau vert clair brillant sur la laine, 279.
Pihet fils. Rapport sur un bocard et une pompe à sable employés aux mines aurifères de l'Australie, 681 (pl. 481).
Pimont. Enduits et enveloppes calorifuges pour chaudières à vapeur, 742.
Planche. Indicateur de niveau pour chaudières verticales (méd. arg.), 256.
Planchon. Étude du phylloxera vastatrix, 118.
Planchon (*F.*). Perfectionnements au métier à faire la tapisserie, 465.
Plonquet (*J. L.*). Mémoire sur l'influence matérielle et morale de l'usage alimentaire du vin comparé à celui des autres boissons, 614.
Ponsard. Four pour la réduction des minerais de fer et leur transformation eu fonte ou en acier, 138 (pl. 466).
Porte. Système de monte-charge, 614.
Priestley. Rapport sur les tableaux imaginés par M. *Radiguet* pour faciliter l'enseignement de la lecture, 744.
Prioux (*T.*). Compteur pour voitures publiques, 102.

Q.

Quéruel. Appareil hydraulique appliqué à la scène du théâtre de la Gaîté, à Paris, pour déterminer le déplacement des rideaux et autres pièces mobiles, 9 (pl. 462) ; (méd. br.), 259.

R.

Radiguet. Appareils pour faciliter l'enseignement de la lecture, 610, 744.
Raffard (*J. N.*). Communication sur le nettoyage des chaussées en bitume, et sur un mode de réfrigération de l'eau en Australie, 205.
— Appareil destiné à accroître la vitesse d'un navire à voiles, 465.
— Régulateur pour machines à vapeur, 604.
Ramsden. Son oculaire positif à deux verres, 493.
Reigel. Système de calibre plastique pour la carrosserie, 55.
Renault. Papier sensible à l'hydrogène et au phosphore, 672.
Renaux (*F.*). Appareil siphoïde contre les émanations des appareils de décharge, 195.
Rennie. Sa machine à vapeur rotative à disque, 49.
Richard. Débrayeur électrique pour les métiers de bonneterie et de tissage (méd. br.), 259; description, 473 (pl. 475).
— Modifications à son débrayeur électrique pour métiers à tisser, 745.
Rigollot (*F.*). Système de robinet pour l'eau, le gaz ou la vapeur, 728.
Riocreux, conservateur des collections de la manufacture de Sèvres. Nouvelle de sa mort, 204.
Rolland-Banès (*L.*). Observations au sujet des expériences faites par la commission du prix de la Ferté-sous-Jouarre pour l'assainissement des ateliers de taillage des meules, 102.
Rolland (*E.*). Sur les effets des variations du travail transmis par les machines et sur les moyens de les régulariser, 660.
Roy. Système de sommier élastique, 611.
Royen (*van*). Roue à élever l'eau, 670.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S.

Sacc. Sur l'action de l'acide nitrique et de la soude caustique sur les huiles non siccatives et les huiles siccatives, **105**.
— Emploi de l'acétate de soude en poudre pour la conservation des viandes, **664**.
Saint-Pierre (*C.*). Sur les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne, **470**.
Salm-Hortsmar (prince *de*). Expériences sur le rôle des substances minérales dans la végétation, **699**.
Salva. Système de parachute pour les mines, **617** (pl. **478**).
Schmid. Moteur hydraulique pour petit atelier, **726**.
Seillan (*J.*). Topographie des vignobles du Cher et de l'Armagnac, **724**.
Shanks. Son procédé de préparation du chlore au moyen de l'acide chlorhydrique et du chromate de chaux, **439**.
Sidot. Mors électrique pour arrêter les chevaux qui s'emportent et corriger ceux qui sont vicieux, **471**.
Simonnet. Procédé de saponification de certaines graines oléagineuses, **604**.
Sirand. Prix de sériciculture décerné par la Société, **234**.
Société des sciences industrielles de Lyon. Invitation, adressée au Conseil de la Société, d'envoyer une délégation à l'Exposition industrielle de cette ville, **201**.
Stammer. Expériences sur l'action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de fer dans certaines conditions, **368**.
Stilmant. Frein articulé à coin pour le matériel roulant des chemins de fer (méd. plat.), **249**; description, **409** (pl. **473**).
Syme (*J.*). Sur les applications mécaniques du caoutchouc vulcanisé, **301** (pl. **470**).

T.

Tavernier et *Pegard.* Système de machine à vapeur, **726**.
Théron de Montaugé. Reçoit le prix de l'agriculture de la Société, **229**.
Thirion, Fisse et *comp.* Système de bouchage des bouteilles pour les vins mousseux, **469**.
Thomas (*Pierre*). Sur les causes du goître dans les Alpes et les Pyrénées, **749**.
Tilghman. Procédé de gravure sur verre au moyen du sable, **468**.
Tisserand (*Eug.*). Communication sur la production des laines, **203**.
— Rapport sur les titres de M. *Boussingault* à la grande médaille de l'agriculture de la Société, dite *médaille de Thénard*, **219**.
Tochon (*Pierre*). Reçoit le prix de l'agriculture de la Société, **229**.
Toselli. Proposition d'emploi de ballons captifs pour soutirer l'électricité des nuages orageux, **737**.
Tranié (*H.*). Canal d'irrigation de Lestelle (Haute-Garonne), **481**.
Tresca. Rapport sur l'appareil hydraulique appliqué, par M. *Quéruel*, à la scène du théâtre de la Gaîté, à Paris, pour déterminer le déplacement des rideaux et autres pièces mobiles, **9** (pl. **462**).
— Rapport sur une machine à vapeur rotative de M. *Molard*, **49** (pl. **463**).
— Expériences sur la traction de diverses courroies en cuir, caoutchouc et gutta-percha, **57** (dessin sur bois).
— Étude sur la torsion prolongée au delà de la limite d'élasticité (dessins sur bois), **164**.
— Rapport sur les machines pour la fabrication des roues de voitures de M. *Guilliet*, **337** (pl. **471**).
— Communication sur les travaux de la commission internationale du mètre, **729**.
Troost. Sa nomination au comité des arts chimiques, **208**.
— Communication sur la fabrication d'une sorte de beurre artificiel, par M. *Mège-Mouriez*, **467**.
— Communication sur le procédé de M. *Jordery* pour dénaturer le pétrole tant qu'on ne s'en sert pas, en vue d'empêcher les explosions, **737**.
Trouvé. Divers appareils électriques de chirurgie et de télégraphie, **537** (dessins sur bois).
Turenne (marquis *de*). Rapport sur le legs fait à la Société par M. *Herpin*, de Metz, **281**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

U.

Ungerer. Sur la falsification de la fuchsine, **195**.

V.

Vallery. Serrures incrochetables, **742**.
Vendelen (*Ch.*). Moyen d'arrêter les ravages du phylloxera, **727**.
Vigié (*Aman*). Encouragement accordé par la Société pour sa fontaine filtrante, **217**.
Villarceau (*Y.*). Communication sur les régulateurs isochrones, **666**.
Vincent (*Aristide*). Système de chaudière à vapeur nettoyable, **202**.
Voisin et *Dronnier*. Sels excitateurs pour la pile au bichromate de potasse, **671**.

W.

Warrington Smyth. La houille et l'exploitation des houillères en Angleterre, **610**.
Weldon (*Walter*). Procédé de régénération du bioxyde de manganèse dans la fabrication du chlore, **437**.
Wiesnegg. Perfectionnement au fourneau à gaz de M. *Perrot*, **151**; (méd. arg.), **256**; description, **626** (pl. **479**).
— Système de four à moufle chauffé au pétrole pour les bijoutiers, **740**.
Wolff. Clavier transpositeur d'un nouveau système pour les pianos, **747**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE ET ONZIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Acétate de potasse. Remarques sur la propriété de l', d'empêcher la fermentation, par M. *Dumas*, 665.

Acétate de soude. Emploi de l', en poudre pour la conservation des viandes, par M. *Sacc*, 664.

Acier. Four de fusion pour la réduction des minerais de fer et leur transformation en fonte ou en, par M. *Ponsard*, 138 (pl. 466).

— Communication sur un, spécial au tungstène par M. *Gruner*, 672.

— Renseignements sur le développement de la fabrication de l', au Creusot, par M. *Hervé Mangon*, 743.

— Détails sur les minerais français propres à la fabrication de l', par M. *Gruner*, *ib*.

Acide carbonique. Sur l'action exercée, à la température rouge, sur l', par le charbon et par le fer, par M. *Dumas*, 691.

Acide nitrique. Recherches de M. *Sacc* sur l'action de l', et de la soude caustique sur les huiles non siccatives et les huiles siccatives; rapport de M. *Barral*, 105.

Acide phosphorique. Sur la fabrication de l', et de phosphates divers, par M. *Blanchard*; rapport de M. *Barral*, 420.

Aérostation. Expériences sur la résistance au mouvement des ballons dans l'air, par MM. *Hervé Mangon* et *Léon Durand-Claye*, 17 (dessin sur bois).

— Direction des ballons; limites du problème; aérostat construit par M. *Dupuy de Lôme*, 500 (pl. 476).

— Projet de ballon par MM. *Charles* et *Aubanel*, 614.

Affinage. Sur l', de l'or cassant; communication de M. *Debray*, 152; note de M. *Ernest Dumas*, 443 (dessin sur bois).

Agriculture. Phosphates ammonicaux-magnésiens pour l', par M. *L. H. Blanchard*, 202; rapport de M. *Barral*, 420.

— Grande médaille de l', dite médaille de Thénard, accordée à M. *Boussingault*; rapport de M. *Eug. Tisserand*, 219.

— Prix de l', accordé par la Société à MM. *Théron de Montaugé* et *Pierre Tochon*; rapport de M. *Moll*, 229.

— Études pratiques sur le métayage dans le Bourbonnais, par M. *Bignon* (méd. or), 244; rapport de M. *Heuzé*, 425.

— Système de chemin de fer portatif pour exploitation rurale, par M. *Corbin* (méd. arg.), 251; rapport de M. *Hervé Mangon*, 282 (pl. 468).

— Du rôle de la femme en, par M. *Moll*, 293.

— Cours d', supérieur institué à l'École centrale des arts et manufactures, 394. (Voy. **Enseignement**.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Agriculture. Canal d'irrigation de Lestelle (Haute-Garonne), par M. *H. Tranié;* rapport de M. *Hervé Mangon*, 481.
— Fabrique d'engrais par MM. *Dunod* et *Bougleux;* rapport de M. *Barral*, 551.
— Communication sur les phosphates calcaires du Lot, par M. *Léon Durand-Claye*, 606.
— Sur les ressources en phosphates de la France, par M. *de Molòn*, 607; observations de MM. *Dumas, Moll, Barral, E. Peligot*, 608.
— Note sur la culture alimentaire des terres franches, par M. *Th. de Biseau d'Hauteville*, 749.
Air. Moteur employant l', dilaté, par M. *Jacquelin*, 102.
— Mode de raréfaction de l', dans les tubes, par M. *Alvergniat;* rapport de M. *Lissajous*, 417.
— Nouveau moteur à, par M. *L. Ducos-Duhauren*, 465.
— Télégraphe fonctionnant par l', par M. *A. Guattari*, 724.
— Emploi de l', comprimé pour transmettre la force à distance; communication de M. *Dumas* au sujet des travaux qui vont être établis sur le plateau de Bellegarde, 734.
— Percement du Saint-Gothard au moyen d'appareils marchant à l', comprimé; communication de M. *Callon*, 735.
Albumine. Extraction de l', du sang, 149.
Allliage. Préparation d'un, blanc remplaçant le maillechort, par M. *N. A. Hélouis*, 205.
Alumine. Emploi de l', dans la parfumerie, par M. *Bonamy*, 724.
Alun. Emploi de l', pour la conservation des œufs, par M. *Aug. Gaffard*, 665.
Ammoniaque. Traitement des eaux-vannes pour en extraire l', par M. *Blanchard*, 424.
— Fabrication du sulfate d', par la calcination des os par MM. *Dunod* et *Bougleux;* rapport de M. *Barral*, 551.
Appareil. Système d', hydraulique pour le déplacement des rideaux et autres pièces mobiles des théâtres, par M. *Quéruel;* rapport de M. *Tresca*, 19 (pl. 462); (méd. br.), 259.
— pour assurer la manœuvre des disques de chemins de fer, par M. *Martrou*, 150.
— Système d', siphoïde contre les émanations des appareils de décharge, par M. *F. Renaux*, 195.
— Modèle d', pour mesurer le degré d'inflammabilité du pétrole, par M. *Émile Granier*, 196.
— Système d', de sténographie, par M. *Gensoul*, 199.
— gazateur d'un nouveau système, par M. *Maldiné* (méd. br.), 258; rapport de M. *H. Bouilhet*, 351 (pl. 472).
Appareil à congeler l'eau ou pompe pneumatique, par M. *Edmond Carré*, 462 (dessins sur bois).
— pour construire sous l'eau, par M. *F. Durand*, 671.
Armes à feu. Sur les plaies produites par les, sur quelques effets de la pénétration des projectiles dans divers milieux et sur l'impossibilité de la fusion des balles de plomb qui frappent les hommes ou les chevaux, par M. *Melsens*, 629.
Arpentage. Instrument pour simplifier les opérations d', par M. *Noirot*, 610; communication de M. *Laboulaye*, 612.
Arsenic. Proposition d'emploi de l', comme remède contre le phylloxera de la vigne, par M. *Ed. Loarer*, 733.
Asphalte. Sur l', et ses applications aux travaux publics, par M. *Homberg*, 428.
Assainissement. Sur les procédés d', employés dans le nettoyage des chiffons, par M. *Ch. de Freycinet*, 47.
— Observations au sujet de l', des ateliers de taillage de la pierre meulière, par M. *L. Rolland-Banès*, 102.
— Sur l', des rivières infectées par les eaux d'usines, par M. *Gérardin*, 199.
— Installation d'une ventilation rationnelle dans l'aiguiserie de l'usine *Goldenberg*, par M. *Becker* (méd. arg.), 249.
— Système pour réaliser l', des cabinets et fosses d'aisances, par M. *Fahlman*, 465, 609.
Associations pastorales. Note sur le rôle économique des, dans les hautes vallées des Pyrénées, par M. *Calvet;* rapport de M. *Huzard*, 113; (méd. arg.), 250.
Atelier. Installation d'un, sur navire pour la réparation d'une flotte en pleine mer, 148.

B.

Baignoires. Perfectionnements aux, et bains de siége, par M. *Corréard* (méd. br.), 257.
Balistique. Expériences sur le tir des balles de plomb, par M. *Melsens*, 629.
Ballons. Expériences sur la résistance au mouvement des, dans l'air, par MM. *Hervé Mangon* et *Léon Durand-Claye*, 17 (dessin sur bois).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ballons. Direction des; limites du problème, 500 ; projet d'aérostat dirigé muni d'un propulseur, par M. *Dupuy de Lôme*, 505; résumé de la note remise, en décembre 1871, à la commission d'essai sur l'aérostat à hélice construit par M. Dupuy de Lôme, résumé historique, 510; description, 511 (pl. 476); dimensions principales du plan d'exécution, 512; disposition du filet, gouvernail, nacelle, hélice, treuil à bras, soupapes, 513; nature de l'étoffe du ballon et de son enduit, 514; poids du ballon, calcul des efforts à supporter par l'étoffe du ballon, par celle de la chemise et par les cordages du filet, 516; vitesse horizontale de l'aérostat par rapport à l'air ambiant et puissance à employer pour obtenir cette vitesse, stabilité de l'aérostat, 517; production du gaz hydrogène pour le gonflement, *ib.*; essai de l'aérostat à hélice, 519; rapport de la commission instituée par le Ministre de l'instruction publique pour expérimenter l'aérostat, 527.

— Projet de, par MM. *Charles* et *Aubanel*, 614.

— Proposition d'emploi de, captifs pour soutirer l'électricité des nuages orageux, par M. *Toselli*, 737.

Bâtiments. Système de couverture pour, par M. *J. V. Coutelier*, 196.

— Autre système de couverture pour, par M. *Fourgeau* (méd. arg.), 253.

Beurre. Préparation d'une sorte de, artificiel, par M. *Mège-Mouriez;* communication de M. *Troost*, 467.

— Prix pour le meilleur mémoire sur la fabrication du, fondé par le *Comice agricole* de Dinan, 472.

Bibliographie. Sur le rôle économique des associations pastorales dans les hautes vallées des Pyrénées, par M. *Calvet;* rapport de M. *Huzard*, 113.

— Les oscillations des côtes de France, par M. *Delesse*, 465.

— Observations sur le rapport de la commission préfectorale au sujet du réseau des voies ferrées souterraines dans Paris, par M. *Le Hir*, 465.

— Notice sur la fabrication du papier au Japon, par M. *Maurel*, 465.

— Mémoire sur la section photographique et administrative du service des dépêches par pigeons voyageurs pendant le siége de Paris, par M. *de Laffolye*, 470.

— Sur les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne, par M. *C. Saint-Pierre, ib.*

Bibliographie. Lettre sur la maladie de la vigne, par M. *Loubet, ib.*

— Ouvrage relatif au canal d'irrigation de Lestelle (Haute-Garonne), par M. *H. Tranié*; rapport de M. *Hervé Mangon*, 481.

— Exposé des applications de l'électricité, par M. *Th. du Moncel*, 3e édition, 605.

— Note sur les nodules phosphatés de la perte du Rhône, par M. *Gruner, ibid.*

— Note sur l'usage de la chaux vive dans les hauts fourneaux et sur l'emploi du four annulaire Hoffmann pour sa préparation, *ibid.*

— Traité spécial des phosphates de chaux naturels, etc., par M. *J. Malinowski*, 609.

— Sur les travaux de percement de l'isthme de Suez, par M. *L. Monteil*, 609.

— Essai historique sur l'origine et le développement progressif de l'exploitation du charbon de terre dans le bassin du Gard, par M. *J. Malinowski*, 610.

— La houille et l'exploitation des houillères en Angleterre, par M. *W. Smyth*; trad. par M. *Gustave Maurice*, 610.

— Relation des températures des vapeurs saturées avec leurs tensions correspondantes, par M. *L. M. P. Coste*, 615.

— Du calcul des machines à vapeur dans le cas de la détente, par *le même, ib.*

— Traduction des principes de géologie de sir *Ch. Lyell*, par M. *J. Ginestou*, 665.

— Revue de l'industrie du fer en 1867, par M. *S. Jordan*, 666.

— Considérations sur la fusion des administrations des postes et des télégraphes, par M. *E. Blavier*, 666.

— Sur les plaies produites par les armes à feu, etc., par M. *Melsens*, 672.

— Topographie des vignobles du Gers et de l'Armagnac, par M. *J. Seillan*, 724.

— De l'action de l'acide sulfurique sur le vin, par M. *L. de Martin, ibid.*

— Carte agronomique de la France, par M. *Heuzé*, 725.

— Le conducteur de machines typographiques, par M. *Monet*, 727.

— Études pratiques sur la dynamite, par M. *Paul Barre*, 728.

— Les montagnes; ouvrage illustré, par M. *Albert Dupaigne*, 742.

— Lettre à M. le Ministre sur les moyens d'empêcher les inondations, par M. *Victor Châtel, ib.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie. Observations sur la question ouvrière et les grèves, par M. *Gaudry*, *ib.*
— Mémoire sur les hauts fourneaux, par M. *Gruner*, *ib.*
— Lithologie du fond des mers, par M. *Delesse*, 748.
— Revue industrielle, par M. *H. Fontaine*, 749.
Bière. Emploi du tanin dans la fabrication de la, 602.
Biographie. Notice sur M. *Combes*, secrétaire adjoint de la Société, par M. *J. A. Barral*, 210.
— Notice sur le physicien *Morse*, 458.
— Notice sur M. *Daniel Kœchlin*, par M. *A. Penot*, 706.
Biscuit. Fabrication du, de mer, par M. *Jardain* fils (méd. arg.), 254.
Bitume. Sur les gîtes de, du Punjab (Inde anglaise), par M. *B. S. Lyman*, 278.
— Communication sur le, et ses applications aux travaux publics, par M. *Homberg*, 428.
Bocard. Système de, employé aux mines d'Australie; rapport de M. *Pihet*, 681 (pl. 481).
Bois. Procédé de sculpture mécanique sur, par M. *A. Lanteigne*, 604.
— Utilisation des résidus des, de teinture, par M. *Chaudet*, 671.
Bonneterie. Débrayeur électrique pour les métiers de, et de tissage, par M. *Richard* (méd. br.), 259; rapport de M. *du Moncel*, 473 (pl. 475).
Bouteilles. Système de bouchage des, pour les vins mousseux, par MM. *Fisse*, *Thirion* et *comp.*, 469.
Brevets. Observations sur la situation faite aux titulaires de, français pris en France avant la cession de l'Alsace-Lorraine, par M. *H. Dufrené*, 470, 664, 724.
Briques. Système de, à conjonction, cintrées, par M. *Emile Pavy*, 605.
Brouette. Système de, avec roue en fer pour les travaux de terrassement, par M. *Marché* (méd. br.), 258; rapport de M. *Baude*, 346 (dessin sur bois).

C.

Câble. Système de poulie pour, télédynamique, par M. *Peltier*; communication de M. *Hervé Mangon*, 203; rapport, 620.
Cadran. Système de, solaire, par M. *Jallasson* 604.
Caisses de secours. De l'organisation des, et de participation aux bénéfices, établies dans certaines usines en faveur des ouvriers, par M. *C. Lavollée*, 684.
Calibre. Système de, plastique pour la carrosserie, par M. *Reigel*; rapport de M. *Homberg*, 55.
Caoutchouc. Sur les applications mécaniques du, vulcanisé, par M. *J. Syme*, 301 (pl. 470).
Capsules. Fabrication simplifiée des, pour cartouches Chassepot, par M. *Doray*, 465.
Carbone. Sur la combustion du, par l'oxygène, par M. *Dumas*, 140; remarques de M. *Chevreul*, 143.
— Rapport sur un mémoire de M. *Gruner* relatif à l'action de l'oxyde de, sur le fer et ses oxydes, par M. *H. Sainte-Claire Deville*, 367; résumé et conclusions du mémoire de M. *Gruner*, 373.
Carrosserie. Calibre plastique pour la, par M. *Reigel*; rapport de M. *Homberg*, 55.
Cendres. Procédé de traitement des, d'orfévre, par M. *Delamothe*, 737.
Céramique. Nouveau vernis pour les poteries communes, par M. *Constantin*, 749.
Chanvre. Sur les progrès réalisés dans la filature du, du lin et de la soie, par M. *Alcan*, 151, 181, 353; observations de M. *Dumas*, 151.
— Perfectionnements introduits dans la filature du, par M. *Cornut*, 202.
Chapeaux. Nouveau genre de, de soie, par M. *L. Beringer*, 727.
Chaudières à vapeur. Système de, nettoyables, par M. *Aristide Vincent*, 202.
— Indicateur de niveau pour, verticales, par M. *Planche* (méd. arg.), 256.
— Flotteur-avertisseur pour, par M. *Gillet* (méd. br.), 258; rapport de M. *Lecœuvre*, 413 (pl. 474).
— Système de niveau d'eau pour, par M. *L. H. Caboche*, 726.
— Enduits et enveloppes calorifuges pour, par M. *Pimont*, 742.
Chauffage. Calorifère pour le, des caves et appartements, par MM. *Giraudeau* et *Jolibert*, 464.
— Renseignements sur le, des vins dans le Midi, par M. *Giret*; observations de M. *Dumas*, 613.
— Modérateur-aspirateur hygiénique pour appareils de, par M. *Henry*; rapport de M. *Henri Peligot*, 623 (pl. 478).
— Appareil de, par le gaz, par M. *Wiesnegg*; rapport de M. *Debray*, 626 (pl. 479).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chauffage. Système de, économique des foyers industriels, par M. *P. Charpentier*, 670, 726.
— Moyen de, par les huiles lourdes, par MM. *Agnellet*, 732.
Cheminée. Système de, par M. *V. Ch. Joly*, 205.
— Mitre tournante pour tuyaux de, par M. *Paganetti*, 726.
Chemins de fer. Sur le tunnel du mont Cenis, 146.
— Appareil pour la manœuvre des disques de, par M. *Martrou*, 150.
— Note sur les perceptions prélevées au profit de l'État sur les, par M. *Baude*, 188.
— Signal d'alarme pour trains de, par M. *Dexant*, 196.
— Frein articulé à coin pour le matériel roulant des, par M. *Stilmant* (méd. plat.), 249; rapport de M. *Baude*, 409 (pl. 473).
— Système de, portatifs pour exploitations rurales, par M. *Corbin* (méd. arg.), 251; rapport de M. *Hervé Mangon*, 282 (pl. 468).
— Système de, mobiles à rails tournants, par M. *Édouard de Bouyn*, 465.
— Sur l'enquête parlementaire relative aux, par M. *Lavollée*, 572, 642.
— Système pour arrêter immédiatement un train de, sans secousse violente, par M. *Ch. Dietrich*, 664.
— Bateau-bac pour le transport des trains de, par M. *Alexis Bois*, 670.
— Chasse-neige pour les, par M. *Ferret*, 726.
— Système de frein pour, par M. *J. Farge*, 726.
Chevaux. Mors électrique pour arrêter les, qui s'emportent et corriger ceux qui sont vicieux, par M. *Sidot;* communication de M. *Lissajous*, 471.
Chiffons. Sur les procédés d'assainissement employés dans le nettoyage des, par M. *Ch. de Freycinet*, 47.
Chirurgie. Trousse, explorateur et extracteurs électriques, par M. *Trouvé;* rapport de M. *Th. du Moncel*, 541 (dessins sur bois).
Chlore. Emploi du, gazeux pour l'affinage de l'or cassant; communication de M. *Debray*, 152; note de M. *Ernest Dumas*, 443 (dessin sur bois).
— Sur le nouveau procédé de fabrication du, de MM. *Gaskell, Deacon* et *comp.*, de Widness (Angleterre), par M. *Lamy*, 435.
Cidre. Prix pour le meilleur mémoire sur la fabrication du, fondé par le *comice agricole* de Dinan, 472.
Ciment. Produits en, et fer, par M. *J. Monier;* rapport de M. *Paliard*, 111; (méd. br.), 259.
Comptabilité. Traité de, par M. *Pierre Lehoucq*, 733.
Compteur. Système de, pour voitures publiques, par M. *T. Prioux*, 102.
— Système de, mesureur pour l'avoine, par M. *A. Boulay*, 604.
— Autre du même genre, par M. *Émile Pavy*, 605.
Concours. Compte rendu des, ouverts par la Société, par M. *E. Peligot*, 215.
— Grande médaille de *Thénard* accordée, pour ses travaux agricoles, à M. *Boussingault;* rapport de M. *Eug. Tisserand*, 219.
— Prix de l'agriculture accordé à MM. *Théron de Montaugé* et *Pierre Tochon;* rapport de M. *Moll*, 229.
— Prix de sériciculture accordé à M. *Sirand;* rapport de M. *Chatin*, 234.
— Encouragement accordé, pour leur encre à écrire, à MM. *Coupier* et *Collin;* rapport de M. *Balard*, 236.
— Ouvert par le *comice agricole* de Dinan pour les deux meilleurs mémoires sur la fabrication du cidre et du beurre, 472.
Congrès. Ouverture en 1873 d'un, de liniculteurs à l'Exposition universelle de Vienne (Autriche), 727.
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires composant le, arrêtée dans la séance des élections du 22 décembre 1871, 3.
Conservation. Procédé de, des œufs à l'état frais, par M. *Auguste Gaffard*, 102, 665.
— Système de, du blé, par MM. *Balonchard* et *Dumars*, 207.
— Grenier pour la, des récoltes, par M. *Émile Pavy*, 605.
— Mémoire sur un procédé pour la, des substances alimentaires, par M. *Sacc*, 664.
Cornues. Fabrication de, à gaz en fonte malléable, 280.
Couleurs. Sur la falsification de la fuchsine, par MM. *Ungerer* et *Joly*, 195.
— Nouveau vert-clair brillant sur la laine, par M. *Pfundheller*, 279.
— Recherches sur le vert de Chine, par MM. *Guignet* et *Cloëz*, 669.
Courroies. Expériences sur la traction de diverses, en cuir, caoutchouc et gutta-percha, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Tresca*, 57 (dessin sur bois). (Voy. **Traction.**)
Couvertures. Système de, pour bâtiments, par M. *J. V. Coutelier*, 196.
— Autre système de, pour bâtiments, par M. *Fourgeau* (méd. arg.), 253.
Cuivre. Emploi du bioxyde de, pour la fabrication du chlore, par MM. *Gaskell, Deacon* et *comp.*; rapport de M. *Lamy*, 435.
— Dosage du, au moyen du cyanure d'ammonium, par M. *de Laffolye*, 465.

D.

Débrayeur. Système de, électrique pour les métiers de bonneterie et de tissage, par M. *Richard* (méd. br.), 259; rapport de M. *du Moncel*, 473 (pl. 475).
— Modifications à son système de, électrique pour métiers à tisser, par M. *Richard*; communication de M. *du Moncel*, 745.
Décret concernant l'emmagasinage et la vente des huiles de pétrole, essences et autres hydrocarbures liquides servant à l'éclairage et au chauffage, 80.
Dépenses. Rapport sur les recettes et, de la Société pour les exercices 1869 et 1870, par M. *Legrand*, 267; rapport des censeurs, par M. *Laboulaye*, 277.
Désinfection. Procédé de, des vidanges d'usine, par M. *Gérardin*, 199.
— Procédé de, de l'eau par l'éponge de fer, par M. *Bischof*, 336.
— Système nouveau pour la, des matières fécales d'une ville, par M. *Fahlman*, 465, 609.
— Emploi du chlorure de manganèse pour la, des fosses d'aisances, par M. *Hélouis*, 733.
Dévidage. Nouveau moulin pour le, des cocons, par M. *Duseigneur-Kleber*, 749.
Dessins. Papier au ferro-prussiate pour copier les, rapidement, par M. *A. Marion*, 671.
Diffusion. Mémoire traitant de la, de la vapeur de mercure et de ses applications, par M. *Merget*; rapport de M. *Debray*, 148; (méd. plat.), 248.
Discours de M. le général *Morin* sur la tombe de M. *Combes*, 22.
Discours de M. *Élie de Beaumont* à la même occasion, 24.
— de M. *de Billy* à la même occasion, 25.
— de M. *Dupont* à la même occasion, 28.
— de M. *Barral* à la même occasion, 30.
Don de 1 000 fr. fait à la Société, par MM. *Giret* et *Vinas* à l'occasion du prix qui leur a été accordé pour leur appareil à chauffer les vins, 613.

E.

Eaux. Système de filtration des, par M. *Aman Vigié*; encouragement accordé par la Société, 217.
— Désinfection des, impures au moyen de l'éponge de fer, par M. *Bischof*, 336.
— Ordonnance rendue, en Angleterre, concernant l'altération des cours d', 460.
— Système de filtre pour les, par M. *V. Burq*, 604.
Eaux gazeuses. Nouvel appareil pour, par M. *Maldiné* (méd. br.), 258; rapport de M. *H. Bouilhet*, 351 (pl. 472).
Éclairage. Système d', pour projections dans les cours publics par M. *Doray* (méd. br.), 257; rapport de M. *Lissajous*, 291.
— Système de lampe à pétrole, par M. *de Fienne*, 727.
— Rapport sur le système d', au gaz oxyhydrique, par M. *F. Leblanc*, 734; observations de M. *Dumas, ib.*
Élections. Vote pour la nomination d'un secrétaire adjoint, en remplacement de M. *Combes*, décédé; nomination de M. *Ch. Laboulaye*, 208.
— Nomination de M. *Troost* au comité des arts chimiques, 208.
— Nomination de M. *Gruner* au même comité, 466.
— Vote concernant les, annuelles du Conseil de la Société, 751.
Électricité. Appareil télégraphique, par M. *Meyer*; communication de M. *Lissajous*, 197.
— Galvanomètre-balance, par M. *Bourbouze*, 198 (méd. or), 245; rapport de M. *Lissajous*, 673 (pl. 480).
— Télégraphe électrique, par M. *Chambrier* (méd. plat.), 246.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Électricité. Pile au bichromate de potasse, par M. *Chutaux* (méd. arg.), 250.
— Commutateur pour grouper instantanément les éléments d'une pile, par M. *Lequesne* (méd. arg.), 255.
— Débrayeur mû par l', pour les métiers de bonneterie et de tissage, par M. *Richard* (méd. br.), 259; rapport de M. *Th. du Moncel*, 473 (pl. 475).
— Emploi de l', pour arrêter les chevaux qui s'emportent et corriger ceux qui sont vicieux, par M. *Sidot;* communication de M. *Lissajous*, 471.
— Divers appareils, par M. *Trouvé;* rapport de M. *du Moncel*, 537 (dessins sur bois); pile à fermeture hermétique au sulfate de mercure, 538; perfectionnement à la pile galvano-caustique de *Grenet* au bichromate de potasse, 539; pile de *Calaud* simplifiée et appliquée aux usages électro-médicaux, 540; trousse électro-médicale, 541; explorateur et extracteur électriques, 542; télégraphe militaire, 543.
— Application de l', à certain thermomètre, par M. *Fastré*, 615, 616.
— Débrayeur modifié mû par l', pour les métiers à tisser, par M. *Richard;* communication de M. *du Moncel*, 745.
— Modifications à son système de télégraphe Morse, par M. *Digney*; communication de M. *du Moncel*, 746.
Électro-chimie. Application du nickel par l', par M. *Gaiffe;* rapport de M. *Lamy*, 163; (méd. arg.), 253.
Éloge de M. *Combes*, par M. *J. A. Barral*, 210.
— de M. *Payen*, par M. *A. Girard*, 447.
— de M. *Daniel Kœchlin*, par M. *A. Penot*, 706.
Encre. Encouragement accordé par la Société à MM. *Coupier* et *Collin* pour leur encre à écrire; rapport de M. *Balard*, 236.
— Préparation d'une, inoffensive pour les plumes métalliques, par M. *Ed. Guénebaut*, 469.
— Poudre pour faire adhérer l', aux plumes métalliques neuves, par M. *Aman-Vigié*, 737.
Enduit. Fabrication d'un, calorifuge pour entourer les conduites de vapeur, par M. *Pimont*, 742.
Enfants. Sur la réglementation du travail des, et des femmes dans les manufactures de l'Angleterre, par M. *Ch. de Freycinet*, généralités, 315; actes législatifs, 316; nomenclature des industries réglementées, 317; nature des dispositions suivant les genres d'industries. Classification générale des travailleurs, 318; heures et durée du travail, repos. Fréquentation de l'école, 320; mesures hygiéniques, 323; mesure adoptée pour assurer l'observation de la loi. Formalités. Inspection administrative, 324; pénalités, emploi du produit des amendes, 330; résultats obtenus, 331.
Engrais. Phosphates ammoniacaux-magnésiens, par M. *L. H. Blanchard*, 202.
— Fabrique d', par MM. *Dunod* et *Bougleux;* rapport de M. *Barral*, 551.
— Communication sur les phosphates calcaires du Lot, par M. *Léon Durand-Claye*, 606.
— Sur les ressources en phosphates de la France, par M. *de Molon*, 607; observations de MM. *Dumas*, *Moll*, *Barral*, *E. Peligot*, 608.
Engrenages. Méthode graphique pour déterminer le nombre de dents des, dans le tour à fileter, par M. *L. Dreyfus*, 614.
Enquête. Sur l', parlementaire relative aux chemins de fer, par M. *Lavollée*, 572, 642.
Enseignement. Système de projections pour cours publics, par M. *Doray* (méd. br.), 257; rapport de M. *Lissajous*, 291.
— Cours de l', supérieur agricole institué à l'École centrale des arts et manufactures; considérations générales, 394; principes généraux de l'enseignement, 396; indication sommaire des cours et conditions du nouvel enseignement, 399; partie pratique de l'enseignement, 401; résumé, 402; tableau sommaire des principales matières comprises dans les cours, travaux et exercices des élèves de l'enseignement supérieur de l'agriculture à l'intérieur de l'École, 404.
— Tableaux pour faciliter l', de la lecture, par M. *Radiguet*, 610; rapport de M. *Priestley*, 744.
Étain. Tuyaux en plomb doublé d', par M. *Hamon* (méd. arg.), 253.
— Procédé de peinture décorative sur, par M. *C. Daniel*, 461.
Expériences. Des, faites sur la résistance au mouvement des ballons dans l'air, par MM. *Hervé Mangon* et *Léon Durand-Claye*, 17 (dessin sur bois).
— Sur la traction de diverses courroies en cuir, caoutchouc et gutta-percha, par M. *Tresca*, 57 (dessin sur bois). (Voy. **Traction**.)
— Observations au sujet des, faites par la commission du prix de la Ferté-sous-Jouarre pour l'enlèvement des poussières siliceuses des ateliers de taillage de la pierre meulière, par M. *Rolland-Banès*, 102.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Expériences sur le tir des balles de plomb, par M. *Melsens*, 629.
Expositions universelles. Programmes de l', devant s'ouvrir à Vienne (Autriche) en 1873, 31; système de classification, 37; programmes spéciaux, 85; règlements spéciaux, 748.
— Invitation faite au Conseil par la *Société des sciences industrielles de Lyon* d'envoyer une délégation à l', de cette ville, 201.
— Congrès de liniculteurs devant s'ouvrir en 1873 à l', de Vienne (Autriche), 727.

F.

Falsification. Sur la, de la fuchsine, par MM. *Ungerer* et *Joly*, 195.
Fécule. Instrument pour juger des qualités de la, par M. *N. Block*, 613, 727.
Fer. Sur le, cristallisé ou brûlé, par M. *H. Caron*, 192.
— Purification de l'eau par le, à l'état d'éponge, par M. *Bischof*, 336.
— Four à puddler rotatif pour la fabrication du, par M. *Danks*; note de M. *H. Frontault*, 361.
— Rapport sur un mémoire de M. *Gruner* relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le, et ses oxydes, par M. *H. Sainte-Claire Deville*, 367; résumé et conclusions du mémoire de M. *Gruner*, 373.
— Sur l'action exercée à la température rouge, par le charbon et par le, sur l'acide carbonique, par M. *Dumas*, 691.
— Du, contenu dans le sang et dans les aliments; recherche de ce métal dans le sang d'un animal invertébré, par M. *Boussingault*, 698.
Fermentation. Observations sur la propriété de l'acétate de potasse d'empêcher la, par M. *Dumas*, 665.
Fermeture. Système perfectionné de, des croisées, par M. *Jules Crépin*, 150.
— Autre système de, pour les boutiques, par M. *Griffaut*, 609.
— Autre système de, pour les persiennes, par M. *R. Ackermans*, 664.
Filature. Sur les progrès réalisés dans la, du chanvre, du lin et de la soie; communication de M. *Alcan*, 151, 181, 353; observations de M. *Dumas*, 151.
Filature. Perfectionnements introduits dans la, du lin et du chanvre, par M. *Cornut*, 202.
Filtration. Système de, des eaux, par M. *Aman Vigié*, encouragement accordé par la Société, 217.
Filtre. Système de, pour les eaux, par M. *V. Burq*, 604.
Finances de la Société. Rapport sur les exercices de 1869 et 1870, par M. *Legrand*, 267; rapport des censeurs, par M. *Laboulaye*, 277.
Fonte. Cornues à gaz en, malléable, 280.
Fosses d'aisances. Système d'assainissement des cabinets et, par M. *Fahlman*, 465, 609.
— Emploi du chlorure de manganèse pour la désinfection des, par M. *Hélouis*, 733.
Four. Système de, à potasse et à engrais, par M. *L. Faucheux*, 102.
— de fusion pour le traitement des minerais de fer par le système de M. *Ponsard*, 138 (pl. 466).
— Système de, à puddler rotatif de M. *Danks*; note de M. *H. Frontault*, 361.
— Système de, à gaz d'éclairage, par MM. *Muller* et *Eichebrenner*, 726.
Fourneau. Perfectionnement au, à gaz de M. *Perrot*, par M. *Wiesnegg*; communication de M. *Debray*, 151; (méd. arg.), 256; description, 626 (pl. 479).
— Système de, à moufle chauffé au pétrole pour les bijoutiers, par M. *Wiesnegg*; communication de M. *Debray*, 740.
Frein. Système de, articulé à coin pour le matériel roulant des chemins de fer, par M. *Stilmant* (méd. plat.), 249; rapport de M. *Baude*, 409 (pl. 473).
— Système de, pour chemins de fer, par M. *Ch. Dietrich*, 664.
— Autre système de, par M. *J. Farge*, 726.

G.

Gaffe. Système de, de sauvetage, par M. *Legrand* (méd. arg.), 255; rapport de M. *de Fréminville*, 289.
Galvanomètre. Système de, balance, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Bourbouze;* communication de M. *Lissajous,* 198; (méd. or), 245; rapport de M. *Lissajous,* 673 (pl. 480).

Gaz d'éclairage. Système de régulateur pour bec de, par M. *V. Bablon,* 196.

— Trois types différents de régulateur à, par M. *Giroud,* 205, 465.

— Cornues en fonte malléable pour la fabrication du, 280.

— Appareil de chauffage par le, par M. *Wiesnegg;* rapport de M. *Debray,* 626 (pl. 479).

— Système de four à, par MM. *Muller* et *Eichebrenner,* 726.

Gaz oxyhydrique. Rapport sur les essais d'éclairage au, par M. *F. Leblanc,* 734; observations de M. *Dumas, ib.*

Géodésie. Nouvel instrument de, par M. *Laporte;* communication de M. *de Frémînville,* 739.

— Notice sur le lever des plans cotés par le tachéomètre, par M. *Barthaud,* 748.

Glu. Fabrication de, marine, par M^me^ *Audouin,* 742.

Goître. Sur les causes du, dans les Alpes et les Pyrénées; communication de M. *Pierre Thomas,* 749.

Gravure. Procédé de, sur verre par le sable, par M. *Tilghman;* communication de M. *Hervé Mangon,* 468.

Grêle. Moyen proposé pour empêcher la, par M. *Toselli,* 737.

Grue. Système de, de grande hauteur, par M. *Castor,* 77 (pl. 464).

— Autre système de, par M. *Borde,* 79 (pl. 464).

— Autre système à traction directe, par M. *Chrétien,* 298 (pl. 469).

H.

Hélice. Étude de l'action de l', employée comme propulseur pour les navires, par M. *Ch. Antoine,* 671.

Horticulture. Ouvrage sur les parcs et jardins, par M. *F. Duvillers,* 603.

Huiles minérales. Décret concernant l'emmagasinage et la vente des, et autres hydrocarbures liquides servant à l'éclairage et au chauffage, 80.

Huiles minérales. Appareil pour mesurer le degré d'inflammabilité des, par M. *Émile Granier,* 196.

— Sur les gîtes d', du Punjab (Inde anglaise), par M. *B. S. Lyman,* 278.

— Système de chauffage par la combustion complète des, lourdes, par MM. *Agnellet,* 732.

Huiles végétales. Recherches de M. *Sacc* sur l'action de l'acide nitrique et de la soude caustique sur les, non siccatives et les, siccatives; rapport de M. *Barral,* 105.

I.

Imperméabilisation. Sur l', de la toile, par M. *Kuhr,* 335.

— Procédé d', et d'incombustibilité des tissus, par M. *Ch. Dujardin,* 469, 604.

Impôt. Lettre du syndicat des manufactures de produits chimiques de France relative au projet d', sur le sel destiné aux fabriques de soude; rapport de M. *Lamy,* 12.

Impression. Système d', photographique sans lumière au moyen de la vapeur de mercure, par M. *Merget;* rapport de M. *Debray,* 161.

Insectes nuisibles. Sur les ravages causés aux vignes du Midi par le phylloxera; communication de M. *Heuzé,* 104, 116; observations de M. *Dumas,* 104.

— Moyen d'arrêter les ravages du phylloxera, par M. *Ch. Vendelen,* 727.

— Remède contre le phylloxera, par M. *P. Martrou,* 728.

— Procédé ayant le même but, par M. *L. Faucon, ibid.*

Instruments de précision. Galvanomètre-balance, par M. *Bourbouze;* communication de M. *Lissajous,* 198; (méd. or), 245; rapport de M. *Lissajous,* 673 (pl. 480).

— Règle pour obtenir, sans épure, les circonstances de la distribution de la vapeur dans les machines, par MM. *Marcel Deprez* et *Jules Garnier* (méd. arg.), 252.

— Niveaux et clitographes, par M. *Jules Lefebvre;* rapport de M. *de la Gournerie,* 348 (pl. 472).

— Appareil pour l'essai des oculaires, par M. *F. P. Le Roux,* 484, 568 (dessins sur bois et pl. 477).

— Instruments de chirurgie. Trousse, explorateur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et extracteur électriques, par M. *Trouvé;* rapport de M. *Th. du Moncel,* 541 (dessins sur bois).

Instruments de précision. Système de trigonomètre, par M. *Noirot;* communication de M. *Laboulaye,* 612.

— Thermomètre aéro-électrique de sûreté, par M. *Fastré,* 615, 616.

— Nouvel instrument de géodésie, par M. *Laporte*; communication de M. *de Fréminville,* 739.

Inventeurs. Observations sur la situation faite aux, titulaires de brevets français pris en France avant la cession de l'Alsace-Lorraine, par M. *H. Dufrené,* 470, 664, 724.

Iode. De l'influence de son absence dans certaines eaux alimentaires de montagnes pour la production du goître; communication de M. *Pierre Thomas,* 749.

Irrigations. Canal d', de Lestelle (Haute-Garonne), par M. *H. Tranié;* rapport de M. *Hervé Mangon,* 481.

J.

Joaillerie. Systèmes d'outils pour la, par M. *Capitaine,* 150.

Joints. Système de, pour tuyaux de conduite, par M. *Denans* (méd. br.), 257.

L.

Laine. Communication sur la production de la, par M. *Tisserand,* 203.

— Nouveau vert-clair brillant sur la, par M. *Pfundheller,* 279.

— Sur le lavage de la, avec le verre soluble neutre, par MM. *Baerle* et *comp.*, 463.

— Système de, végétale pour matelas, par M. *Cellard,* 465.

Lait. Présentation d'un, condensé, par M. *A. Joffroy,* 205.

Lampe. Système de, à pétrole, par M. *de Fienne,* 727.

Lecture. Tableaux pour faciliter l'enseignement de la, par M. *Radiguet,* 610; rapport de M. *Priestley,* 744.

Legs fait à la Société par M. *Fauler,* membre du Conseil, 103.

— Autre, fait à la Société, par M. *Herpin,* membre du Conseil, 201; rapport de M. le marquis *de Turenne,* 281.

Levage. Appareils de, pour grandes hauteurs, par M. *Castor,* 77, et par M. *Berde,* 79 (pl. 464).

Lieux d'aisances. Appareil siphoïde à double effet pour, par M. *F. Renaux,* 195.

Lin. Sur les progrès réalisés dans la filature du chanvre, du, et de la soie, par M. *Alcan,* 151, 181, 353; observations de M. *Dumas,* 151.

— Perfectionnements introduits dans la filature du, par M. *Cornut,* 202.

— Congrès concernant la culture et l'industrie du, devant s'ouvrir en 1873 à l'Exposition universelle de Vienne (Autriche), 727.

Liste des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires composant le Conseil d'administration, arrêtée dans la séance des élections du 22 décembre 1871, 3.

— Des différentes médailles accordées par la Société aux industriels dans la séance générale du 12 avril 1872, 242.

— Des médailles décernées dans la même séance aux contre-maîtres et ouvriers, 260.

— Des membres français et étrangers admis en 1872 à faire partie de la Société d'encouragement, 752.

Literie. Système de sommier élastique, par M. *Roy;* rapport de M. *Homberg,* 611.

M.

Machines à vapeur. Système de, rotative, par M. *Molard;* rapport de M. *Tresca,* 49 (pl. 463).

— Perfectionnements aux, par M. *J. P. Pelte,* 102.

— Présentation d'un système de chaudière à vapeur au concours ouvert par la Société pour l'amélioration des, par M. *Aristide Vincent,* 202.

— Règle pour obtenir, sans épure, les circonstances de la distribution de la vapeur dans les machines, par MM. *Marcel Deprez* et *Jules Garnier* (méd. arg.), 252.

— Flotteur-avertisseur permettant l'arrêt des, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Gillet* (méd. br.), 258; rapport de M. *Lecœuvre*, 413 (pl. 474).

Machines à vapeur. Système de régulateur pour, par M. *N. Raffard*, 604.

— Système de, par M. *A. André*, 614.

— Système de, par MM. *Pegard* et *Tavernier*, 726.

— Régulateur pour, par MM. *Kuss*, 726.

Machines et appareils divers. Appareil hydraulique appliqué à la scène du théâtre de la Gaîté pour déterminer le déplacement des rideaux et autres pièces mobiles, par M. *Quéruel;* rapport de M. *Tresca*, 9 (pl. 462); (méd. br.), 259.

— Grue à vapeur à traction directe, par M. *Chrétien*, 298 (pl. 469).

— Machines pour la fabrication des roues de voitures, par M. *Guilliet* (méd. plat.), 247; rapport de M. *Tresca*, 337 (pl. 471).

— Machine à sculpter les bois, par M. *A. Lanteigne*, 604.

Machines hydrauliques. Système de turbine, par M. *J. L. Beringer*, 103.

— Système de roue à élever l'eau, par M. *Van Royen*, 670.

— Moteur pour petit atelier, par M. *Schmid*, 726.

Manganèse. Procédé de régénération du bioxyde de, dans la fabrication du chlore, par M. *Walter Weldon*, 437.

— Emploi du chlorure de, pour la désinfection des fosses d'aisances, par M. *Hélouis*, 733.

Médailles. L'une de grandes, de la Société, dite de *Thénard*, accordée à M. *Boussingault;* rapport de M. *Eug. Tisserand*, 219.

— Liste des, décernées aux industriels dans la séance générale du 12 avril 1872, 242.

— Liste des, décernées aux contre-maîtres et ouvriers dans la même séance, 260, 262.

Mercure. Expériences sur la diffusion de la vapeur du, et ses applications, par M. *Merget;* rapport de M. *Debray*, 158; (méd. plat.), 248.

Métallurgie. Four de fusion pour le traitement des minerais de fer par le système de M. *Ponsard*, 138 (pl. 466).

— Sur le fer cristallisé ou brûlé, par M. *H. Caron*, 192.

— Importance actuelle de l'usine sidérurgique de Krupp, à Essen (Allemagne), 194.

— Sur le four à puddler rotatif de M. *Danks*, par M. *H. Frontault*, 361.

Métayage. Études pratiques sur le, dans le Bourbonnais, par M. *Bignon* (méd. or), 244; rapport de M. *Heuzé*, 425.

Métiers à tisser. Débrayeur électrique pour les, par M. *Richard* (méd. br.), 259; rapport de M. *du Moncel*, 473 (pl. 475).

— Perfectionnement aux, la tapisserie, par M. *F. Planchon*, 465.

— Modifications à son débrayeur électrique pour par M. *Richard*; communication de M. *du Moncel*, 745.

Mètre. Travaux de la commission internationale du; communication de M. *Tresca*, 729.

Meules. Observations au sujet des expériences de la commission du prix pour l'assainissement des ateliers de taillage des, par M. *L. Rolland-Banès*, 102.

Mines. Parachute de, par M. *Jacquet* aîné; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 153 (pl. 467); (méd. arg.), 254.

— Bocard et pompe employés dans les, d'Australie; communication de M. *N. J. Raffard*, 207; rapport de M. *Pihet*, 681 (pl. 481).

— Mémoire sur les, métalliques de la France, autres que les mines de fer, par M. *Alfred Caillaux;* introduction, 375; le sol de la France considéré géologiquement peut être aussi métallifère que les contrées qui l'environnent, 377; la France possède de nombreuses mines qni ont été l'objet d'exploitations considérables, 378; Gaule indépendante, travaux superficiels, enfance de l'art, 380; période romaine, travaux plus étendus, invasion des Barbares, temps de Charlemagne, *ib.*; moyen âge, période de travail consirable pour les mines, 382; XVI^e^ et XVII^e^ siècles, reprise active des mines en Europe, progrès dans l'art des mines, 385; action administrative, 389; XVIII^e^ siècle, 391; XIX^e^ siècle, 582; causes auxquelles on peut attribuer principalement l'abandon des mines, 586; mesures qu'il paraîtrait utile d'adopter pour favoriser le développement des mines métalliques, 597.

— Parachute pour, par M. *Salva;* rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 617 (pl. 478).

— Appareil de sûreté contre le grisou des, de charbon, par M. *F. Gouyon*, 726.

— Renseignements sur les, de fer françaises propres à la fabrication de l'acier, par M. *Gruner*, 743.

Monte-charge. Systèmes de, pour grandes hauteurs, par M. *Castor*, 77, et par M. *Borde*, 79, (pl. 464).

— Système de, par M. *Porte*, 614.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Moulin à vent. Système de, par M. *L. Ducos-Duhauren*, 465.
— Modèle de, dit *panémore*, par M. *E. Jacoutot*, 469.
Musique. Clavier mobile pour pianos pour la transposition de la, par M. *Wolff*, 747.

N.

Navire. Système de, atelier pour la réparation d'une flotte en pleine mer, 148.
— Appareil destiné à accroître la vitesse d'un, à voiles, par M. *Raffard*, 465.
— Étude sur l'action de l'hélice appliquée comme propulseur au, par M. *Ch. Antoine*, 671.
Nécrologie. Mort de M. *Combes*, l'un des secrétaires adjoints de la Société, 22, 48; discours du général *Morin*, *ib.*; discours de M. *Élie de Beaumont*, 24; discours de M. *de Billy*, 25; discours de M. *Dupont*, 28; discours de M. *Barral*, 30.
— Mort de M. *Avril*, ancien censeur de la Société, 150.
— Mort de M. *Herpin*, de Metz, membre du comité des arts économiques, 150.
— Mort de M. *Ogerau*, membre de la Société; paroles de M. *Dumas*, 201.
— Mort de M. *de Valois*, censeur honoraire de la Société, 204.
— Mort de M. *Riocreux*, conservateur des collections de la manufacture de Sèvres; paroles de M. *Dumas*, 204.
— Mort du célèbre physicien *Morse*, 458.
— Mort de M. *Le Tavernier*, trésorier honoraire de la Société, 736.
— Mort de M. *Blancard-Évrard*, chimiste-photographe, membre de la Société, 741.
— Mort de M. *Théodore Lefebvre*, membre de la Société, 748.
Nerprun. Extraction du vert de Chine de l'écorce d'un certain; communication de M. *Guignet*, 669.
Nettoyage. Sur les procédés d'assainissement employés dans le, des chiffons, par M. *Ch. de Freycinet*, 47.
— Moyen d'opérer le, complet des vases qui ont contenu du pétrole, 195.
— Système de, des chaussées en bitume; communication de M. *N. J. Raffard*, 205.
Nettoyage. Sur le, de la laine avec le verre soluble neutre, par MM. *Baerle* et *comp.*, 463.
Nickel. Introduction, en France, du procédé américain d'application du, par voie galvanique, par M. *Gaiffe*; rapport de M. *Lamy*, 163; (méd. arg.), 253.
— Préparation d'alliages contenant du, par M. *N. A. Hélouis*, 205.
Niveaux. Système de, dits clitographes, par M. *Jules Lefebvre*; rapport de M. *de la Gournerie*, 348 (pl. 472).
— Système de, d'eau pour chaudières à vapeur, par M. *L. H. Caboche*, 726.
Noir animal. Fabrique spéciale de, par MM. *Dunod* et *Bougleux*; rapport de M. *Barral*, 551.

O.

Œufs. Procédé de conservation des, à l'état frais, par M. *Auguste Gaffard*, 102, 665.
Optique. Des relations de l'œil et des oculaires dans les appareils d', les plus usités, par M. *F. P. Le Roux*, 484 (dessins sur bois); évaluation de la limitation des faisceaux lumineux dus aux appareils les plus usités, 490; inconvénients qui résultent pour la vision d'une trop grande limitation des pinceaux, 555; description d'un appareil permettant d'étudier l'effet produit par la combinaison d'un œil et d'un oculaire déterminés, 568 (pl. 477).
Or. Sur l'affinage de l', cassant; communication de M. *Debray*, 152; note de M. *Ernest Dumas*, 443 (dessin sur bois).
— Addition aux méthodes d'essai de l', par M. *Merrick*, 723.
Ordonnance rendue, en France, relativement à l'emmagasinage et à la vente des huiles de pétrole et autres hydrocarbures liquides servant à l'éclairage et au chauffage, 80.
— rendue, en Angleterre, concernant l'altération des cours d'eau, 460.
Orfévrerie. Fourneau à gaz pour l', par M. *Wiesnegg*; communication de M. *Debray*, 151; (méd. arg.), 256; description, 626 (pl. 479).
— Procédé pour le traitement des cendres d', par M. *Delamothe*, 737.
— Fourneau à moufle chauffé au pétrole pour l',

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par M. *Wiesnegg*, communication de M. *Debray*, 740.

Os. Traitement spécial des, pour en extraire les produits décolorants et ceux fertilisants, par MM. *Dunod* et *Bougleux*; rapport de M. *Barral*, 551.

Outils. Systèmes d', pour les joailliers, par M. *Capitaine*, 150.

— Système de mouvement parallèle applicable aux étaux, etc., par M. *Claudet*, 196.

Ouvriers. Liste des médailles décernées aux, et contre-maîtres dans la séance générale du 12 avril 1872, 260, 262.

— De l'organisation des caisses de secours et de participation aux bénéfices établies dans certaines usines en faveur des, par M. *C. Lavollée*, 684.

Oxygène. Sur la combustion du carbone par l', par M. *Dumas*, 140; remarques de M. *Chevreul*, 143.

Ozone. Préparation de l', par M. *Houzeau* (méd. plat.), 248; communication, 467.

P.

Papier. Système de, au ferro-prussiate pour copie rapide des dessins, par M. *A. Marion*, 671.

— Communication sur un, sensible à l'hydrogène et au phosphore, préparé par M. *Renault*, 672.

Parachute. Système de, de mines, par M. *Jacquet* aîné; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 153 (pl. 467); (méd. arg.), 254.

— Autre système de, par M. *Salva*; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 617 (pl. 478).

Parfumerie. Emploi de l'alumine dans la, par M. *Bonamy*, 724.

Peinture. Procédé de, décorative sur étain, par M. *C. Daniel*, 461.

Pétrole. Décret concernant l'emmagasinage et la vente des huiles de, et autres hydrocarbures liquides servant à l'éclairage et au chauffage, 80.

— Moyen de bien nettoyer les vases qui ont contenu du, 195.

— Appareil pour mesurer le degré d'inflammabilité du, par M. *Émile Granier*, 196.

— Système de lampe à, par M. *de Fienne*, 727.

Pétrole. Épaississement du, pour empêcher son inflammation dans le transport ou les manipulations, par M. *Jordery*; communication de M. *Troost*, 737; observations de M. *Dumas*, 739.

— Emploi du, pour le chauffage des fourneaux à moufle des bijoutiers, par M. *Wiesnegg*; communication de M. *Debray*, 740.

Phosphates. Fabrication de, ammoniacaux-magnésiens pour l'agriculture, par M. *L. H. Blanchard*, 202; rapport de M. *Barral*, 420.

— Communication sur les, calcaires du Lot, par M. *Léon Durand-Claye*, 606.

— Sur les ressources en, de la France; communication de M. *de Molon*, 607; observations de MM. *Dumas, Moll, Barral, E. Peligot*, 608.

Photographie. Impression de, sans lumière, par M. *Merget*; rapport de M. *Debray*, 161; (méd. plat.), 248.

Phylloxera. Sur les ravages causés par le, *vastatrix* dans les vignobles de la région de l'olivier, par M. *Heuzé*, 104, 116; observations de M. *Dumas*, 104; de M. *Marès*, 131; de M. *de Lavergne*, 134.

— Mémoire concernant le, par M. *Ch. Vendelen*, 727.

— Remède contre les ravages du, par M. *F. Martrou*, 728.

— Procédé ayant le même but, par M. *L. Faucon*, *ibid.*

— Proposition d'emploi de l'arsenic pour combattre le, par M. *Ed. Loarer*, 733.

Pianos. Clavier transpositeur d'un nouveau système pour, par M. *Wolff*, 747.

Pile. Système de, au bichromate de potasse, par M. *Chutaux* (méd. arg.), 250.

— Commutateur pour grouper instantanément les éléments d'une, par M. *Lequesne* (méd. arg.), 255.

— Système de, à fermeture hermétique au sulfate de mercure et perfectionnements aux piles de MM. *Grenet* et *Callaud*, par M. *Trouvé*; rapport de M. *Th. du Moncel*, 538 (dessins sur bois).

— Sels excitateurs pour la, au bichromate de potasse, par MM. *Voisin* et *Dronnier*, 671.

Plomb. Tuyaux en, doublé d'étain, par M. *Hamon* (méd. arg.), 253.

Pompe. Système de, pneumatique ou machine à congeler l'eau, par M. *Edmond Carré*, 462 (dessins sur bois).

— Système de, dite à sable, employée aux mines d'Australie; rapport de M. *Pihet*, 681 (pl. 481).

Potasse. Observations sur la propriété de l'acé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tate de, d'empêcher la fermentation, par M. *Dumas*, 665.

Poudre. Évaluation de la force de la, et des autres matières explosives, par M. *Berthelot*, 603.

Poulie. Système de, pour câble télédynamique, par M. *Pellier;* communication de M. *Hervé Mangon*, 203; rapport, 620.

Priorité. Réclamation de, au sujet des joints de tuyaux du système *Dussart*, présentée par MM. *Festugière*, 102.

Prix. Compte rendu des, mis au concours par la Société, par M. *E. Peligot*, 215.

— De l'agriculture accordé par la Société à MM. *Théron de Montaugé* et *Pierre Tochon;* rapport de M. *Moll*, 229.

— De sériciculture accordé à M. *Sirand;* rapport de M. *Chatin*, 234.

— Encouragement accordé pour leur encre à écrire à MM. *Coupier* et *Collin;* rapport de M. *Balard*, 236.

— Deux, mis au concours par le *Comice agricole* de Dinan pour les deux meilleurs mémoires sur la fabrication du cidre et du beurre, 472.

Procès-verbaux des séances du Conseil d'administration. Séance ordinaire du 12 janvier, 48; —du 19 janvier, 102; —du 26 janvier, 150; — du 9 février, 195; — du 23 février, 201; — du 8 mars, 204; — du 22 mars, 207; — générale du 12 avril, 209; — ordinaire du 26 avril, 464; — du 10 mai, 469; — du 24 mai, 603; — du 14 juin, 609; — du 28 juin, 613; — du 12 juillet, 664; — du 26 juillet, 670; — du 9 août, 724; — du 25 octobre, 725; — du 8 novembre, 732; — du 22 novembre, 736; — du 13 décembre, 741; — du 27 décembre (élections), 748.

Projectiles. Fabrication simplifiée des capsules pour cartouches-Chassepot, par M. *Doray*, 465.

— Note sur les plaies produites par les armes à feu, sur quelques effets de la pénétration des, dans divers milieux et sur l'impossibilité de la fusion des balles de plomb qui frappent les hommes ou les chevaux, par M. *Melsens*, 629.

R.

Recettes. Note sur les perceptions prélevées au profit de l'État sur les, des chemins de fer, par M. *Baude*, 188.

Recettes. Rapport sur le compte des, et dépenses de la Société pour les exercices 1869 et 1870, par M. *Legrand*, 267; rapport des censeurs, par M. *Laboulaye*, 277.

Réclamation. Présentation d'une, de priorité au sujet des joints de tuyaux du système *Dussart*, par MM. *Festugière*, 102.

— faite par M. *A. Benoît-Duportail* au sujet de la sténographie manuscrite, 207.

— faite par M. *Marcel Deprez* au sujet de la médaille décernée, par la Société, à sa réglette pour calculer la distribution de la vapeur dans les machines motrices, 610.

Réfrigération. Mode de, de l'eau en Australie; communication de M. *N. J. Raffard*, 205.

— Machine pour la, de l'eau, par M. *Edmond Carré*, 462 (dessins sur bois).

Réglementation. Sur la, du travail des enfants et des femmes dans les manufactures de l'Angleterre, par M. *Ch. de Freycinet*, 315.

Régulateurs. Système de, pour becs de gaz, par M. *V. Bablon*, 196.

— Trois formes différentes de, pour l'éclairage, par M. *Giroud*, 205, 465.

— Système de, pour machines à vapeur, par M. *N. Raffard*, 604.

— Sur les, des machines motrices, par M. *E. Rolland*, 660.

— Communication sur les, isochrones, par M. *Y. Villarceau*, 666.

— Système de, de machine, par MM. *Kuss*, 726.

Résidus. Produits divers extraits des, des bois de teinture, par M. *Chaudet*, 671.

Résistance. Sur la, au mouvement des ballons dans l'air, par MM. *Hervé Mangon* et *Léon Durand-Claye*, 17 (dessin sur bois).

Robinet. Système de, pour l'eau, le gaz ou la vapeur, par M. *F. Rigollot*, 728.

Roues. Fabrication mécanique des, de voitures, par M. *Guilliet* (méd. plat.), 247; rapport de M. *Tresca*, 337 (pl. 471).

— Système de, en fer pour les brouettes des travaux de terrassement, par M. *Marché* (méd. br.), 258; rapport de M. *Baude*, 346 (dessin sur bois).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S.

Salubrité. Ordonnance rendue, en Angleterre, concernant l'altération des cours d'eau, 460.
— Système pour réaliser la, des cabinets et fosses d'aisances, par M. *Fahlman*, 465, 609.
Sang. Extraction de l'albumine du, 149.
— Du fer contenu dans le, et dans les aliments; recherche de ce métal dans le sang d'un animal invertébré, par M. *Boussingault*, 698.
Saponaire. Emploi de la, pour épaissir les huiles minérales inflammables et empêcher les incendies, par M. *Jordery;* communication de M. *Troost*, 737; observations de M. *Dumas*, 739.
Saponification. Procédé de, de certaines graines oléagineuses, par M. *Simonnet*, 604.
Sauvetage. Gaffe de, par M. *Legrand* (méd. arg.), 255; rapport de M. *de Fréminville*, 289.
Sculpture. Procédé de, mécanique sur bois, par M. *A. Lanteigne*, 604.
Séance générale du 12 avril 1872 (prix et médailles aux industriels et aux ouvriers), 209.
Séances du Conseil. (Voy. **Procès-verbaux.**)
Sériciculture. Prix de, accordé par la Société à M. *Sirand;* rapport de M. *Chatin*, 234.
— Sur le bombyx du Japon, dit yama-maï, par M. *Outrey*, 333.
— Fabrication de graine saine de vers à soie indigène, par M. *Digeon*, 469.
— Empressement des Italiens à adopter les méthodes de sélection de M. *Pasteur;* observations de MM. *Dumas* et *Alcan*, 735, 736.
Serrures. Système de, incrochetables, par M. *Vallery*, 742.
Silviculture. Sur une essence forestière peu connue; communication de M. *Chatin*, 613.
Soie. Sur les progrès réalisés dans la filature du chanvre, du lin et de la, par M. *Alcan*, 151, 181, 353; observations de M. *Dumas*, 151.
— Moulin à, à double effet et à grande vitesse, par M. *Duseigneur-Kleber*, 749.
Sommier. Système de, élastique, par M. *Roy;* rapport de M. *Homberg*, 611.
Soude. Lettre du syndicat des manufactures de produits chimiques de France relative au projet d'impôt sur le sel destiné aux fabriques de; rapport de M. *Lamy*, 12.
Soude. Recherches de M. *Sacc* sur l'action de l'acide nitrique et de la, caustique sur les huiles non siccatives et les huiles siccatives; rapport de M. *Barral*, 105.
— Sur l'emploi de l'acétate de, en poudre pour la conservation des viandes, par M. *Sacc*, 664; observations de M. *Dumas*, 665.
Statistique. Renseignements de, sur l'usine sidérurgique de Krupp, à Essen (Allemagne), 194.
— Sur la production des laines, par M. *Tisserand*, 203.
Sténographie. Appareil de, mécanique, par M. *Gensoul*, 199.
— Réclamation au sujet de la, manuscrite ordinaire, par M. *A. Benoît-Duportail*, 207.
Substances alimentaires. Fabrication du biscuit de mer, par M. *Jardain* fils (méd. arg.), 254.
— Fabrication d'une matière grasse comestible, par M. *Mège-Mouriez;* communication de M. *Troost*, 467.
— Mémoire sur un procédé pour la conservation des, par M. *Sacc*, 664.
Sucre. Sur l'industrie du, en Autriche, 84.

T.

Tanin. Emploi du, dans la fabrication de la bière, 602.
Tapisserie. Perfectionnement au métier à, par M. *F. Planchon*, 465.
Télégraphie atmosphérique. Système de, par M. *A. Guattari*, 724.
Télégraphie électrique. Appareil autographique de, par M. *Meyer;* communication de M. *Lissajous*, 197.
— Télégraphe imprimeur perfectionné, par M. *Chambrier* (méd. plat.), 246.
— Histoire du premier appareil de, de *Morse*, 458.
— Appareil de, dit militaire pour les armées en campagne, par M. *Trouvé;* rapport de M. *Th. du Moncel*, 543 (dessins sur bois).
— Modifications à son appareil de, du système Morse par M. *Digney;* communication de M. *du Moncel*, 746.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Théâtres. Appareil hydraulique pour la manœuvre des rideaux et autres pièces mobiles des, par M. *Quéruel;* rapport de M. *Tresca*, 9 (pl. 462); (méd. br.), 259.
Thermomètre. Système de, aéro-électrique de sûreté, par M. *Fastré*, 615, 616.
Tir. Expériences sur le, des balles de plomb, par M. *Melsens*, 629; tir contre des obstacles sensiblement inébranlables, 631; tir sur le plomb, tir sur du bois, 636; tir sur des calcaires durs et polis, 637; tir sur calcaire tendre, *ib.*; tir dans les papiers, 638.
Torsion. Étude sur la, prolongée au delà de la limite d'élasticité, par M. *Tresca* (dessins sur bois), 164; formule complète, 175; conclusions, 180.
Tour. Méthode graphique pour déterminer le nombre de dents des engrenages dans le, à fileter, par M. *L. Dreyfus*, 614.
— Théorie du, ovale, par *le même*, 664.
Traction. Expériences sur la, de diverses courroies en cuir, caoutchouc et gutta-percha, par M. *Tresca*, 57 (dessin sur bois); mode d'expérimentation, 58; courroies en cuir, 59; courroies en gutta-percha, 60; courroies en caoutchouc, *ib.;* courroies en caoutchouc et tissu, 63; influence du tissu interposé, 72; conclusions, 74.
Transmission. Poulie pour, de force à grande distance, par M. *Peltier;* communication de M. *Hervé Mangon*, 203; rapport, 620.
Transports. Sur l'enquête parlementaire, à propos des, sur les chemins de fer, par M. *Lavollée*, 572, 642.
— Bateau-bac pour, des trains de chemins de fer, par M. *Alexis Bois*, 670.
Transposition. Clavier de piano d'un nouveau système pour la, musicale, par M. *Wolff*, 747.
Travail. Sur la réglementation du, des enfants et des femmes dans les manufactures de l'Angleterre, par M. *Ch. de Freycinet*, 315.
— Sur les effets des variations du, transmis par les machines et sur les moyens de les régulariser, par M. *E. Rolland*, 660.
Tubes. Confection de, vides et lumineux, par M. *Alvergniat;* rapport de M. *Lissajous*, 417.
Tunnel. Sur le, du mont Cenis, 146.
— Sur le percement du, du Saint-Gothard; communication de M. *Callon*, 735.
Turbine. Système de, par M. *T. L. Beringer*, 103.
Tuyaux. Fabrication de, en plomb doublé d'étain, par M. *Hamon* (méd. arg.), 253.
— Manchon de raccordement pour, en fonte, par M. *Denans* méd. br.), 257.

V.

Vapeur. Mémoire sur la diffusion de la, du mercure et ses applications, par M. *Merget;* rapport de M. *Debray*, 158; (méd. plat.), 248.
Vent. Système de moulin à, par M. *L. Ducos-Duhauren*, 465.
— Système de moteur par le, par M. *E. Jacoutot*, 469.
Ventilation. Installation d'une, rationnelle dans l'aiguiserie de l'usine *Goldenberg*, par M. *Becker* (méd. arg.), 249.
Vernis. Nouveau, pour les poteries communes, par M. *Constantin*, 749.
Verre. Procédé de gravure sur, au moyen du sable, par M. *Tilghman;* communication de M. *Hervé Mangon*, 468.
Verre soluble. Sur le lavage de la laine avec le, par MM. *Baerle* et *comp.*, 463.
Vers à soie. (Voy. **Sériciculture**.)
Vert. Nouveau, clair brillant sur la laine, par M. *Pfundheller*, 279.
— Recherches sur le, de Chine faites par MM. *Guignet* et *Cloëz*, 669.
Vins. Fabrication de, fins, par M. *Léonce Chauvain*, 469.
— Système de capsulage et de bouchage des, mousseux, par MM. *Fisse*, *Thirion* et *comp.*, 469.
— Renseignements sur le chauffage des, dans le Midi, par M. *Giret;* remarques de M. *Dumas*, 613.
— Mémoire sur l'influence matérielle et morale de l'usage alimentaire des, comparé à celui des autres boissons, par M. *J. L. Plonquet*, 614.
Vitesse. Sur la régularisation de la, dans les machines motrices, par M. *E. Rolland*, 660.
Viticulture. Sur les ravages causés par le phylloxera dans la région de l'olivier, communication de M. *Heuzé*, 104, 116; observations de M. *Dumas*, 104; de M. *Marès*, 131; de M. *de Lavergne*, 134.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Viticulture. Moyen d'arrêter l'invasion du phylloxera, par M. *Ch. Vendelen*, 727.
— Remède contre les ravages du phylloxera, par M. *P. Martrou*, 728.
— Procédé ayant le même but, par M. *L. Faucon*, *ibid.*
— Proposition d'emploi de l'arsenic contre le phylloxera, par M. *Ed. Loarer*, 733.
Voitures. Compteur pour les, publiques, par M. *T. Prioux*, 102.
— Fabrication mécanique des roues de, par M. *Guilliet* (méd. plat.), 247; rapport de M. *Tresca*, 337 (pl. 471).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

Pages.

Pl. 462, *double*. Appareil hydraulique pour la manœuvre des rideaux du théâtre de la Gaîté, par M. Quéruel. 11
Pl. 463, *simple*. Machine à vapeur rotative, par M. Molard. 54
Pl. 464, *double*. Grues à vapeur de grande hauteur. 79
Pl. 465, *simple*. Phylloxera vastatrix de la région de l'olivier. 118
Pl. 466, *double*. Four de fusion pour le traitement des minerais de fer, par M. Ponsard. . . 139
Pl. 467, *simple*. Parachute de mines, par M. Jacquet aîné. 157
Pl. 468, *simple*. Chemin de fer portatif, par M. H. Corbin. 289
Pl. 469, *simple*. Grue à vapeur à traction directe, par M. J. Chrétien. 301
Pl. 470, *simple*. Applications mécaniques du caoutchouc vulcanisé. 313
Pl. 471, *triple*. Machines à façonner les rais et à tourner les moyeux des roues de voitures, par M. Guilliet. 345
Pl. 472, *simple*. A, système de niveaux, par M. Jules Lefebvre; — B, appareil gazateur, par M. Maldiné. 351
Pl. 473, *triple*. Frein à coins articulés, par M. Stilmant. 413
Pl. 474, *simple*. Flotteur-avertisseur, par M. Gillet. 417
Pl. 475, *simple*. Débrayeur électrique pour métiers de bonneterie, par M. Richard. 479
Pl. 476, *triple*. Aérostat à hélice, par M. Dupuy de Lôme. 535
Pl. 477, *simple*. Appareil pour l'essai des oculaires, par M. Le Roux. 571
Pl. 478, *simple*. A, parachute par M. Salva; — B, modérateur-aspirateur hygiénique, par M. Henry. 621
Pl. 479, *simple*. Appareil de chauffage par le gaz, par M. Wiesnegg. 629
Pl. 480, *simple*. Galvanomètre-balance, par M. Bourbouze. 681
Pl. 481, *simple*. Bocard et pompe employés, en Australie, au traitement des minerais aurifères. 683

DESSINS.

Expériences de MM. Hervé Mangon et Léon Durand-Claye sur la résistance au mouvement des ballons dans l'air. — 1 figure. 19
Expériences sur la traction des courroies, par M. Tresca. — 1 figure. 74
Étude sur la torsion prolongée au delà de la limite d'élasticité, par M. Tresca. — 8 figures, 167, 171, 172, 173, 174, 179 et 180
Roue de brouette en fer pour travaux de terrassement, par M. Marché. — 2 figures. 347

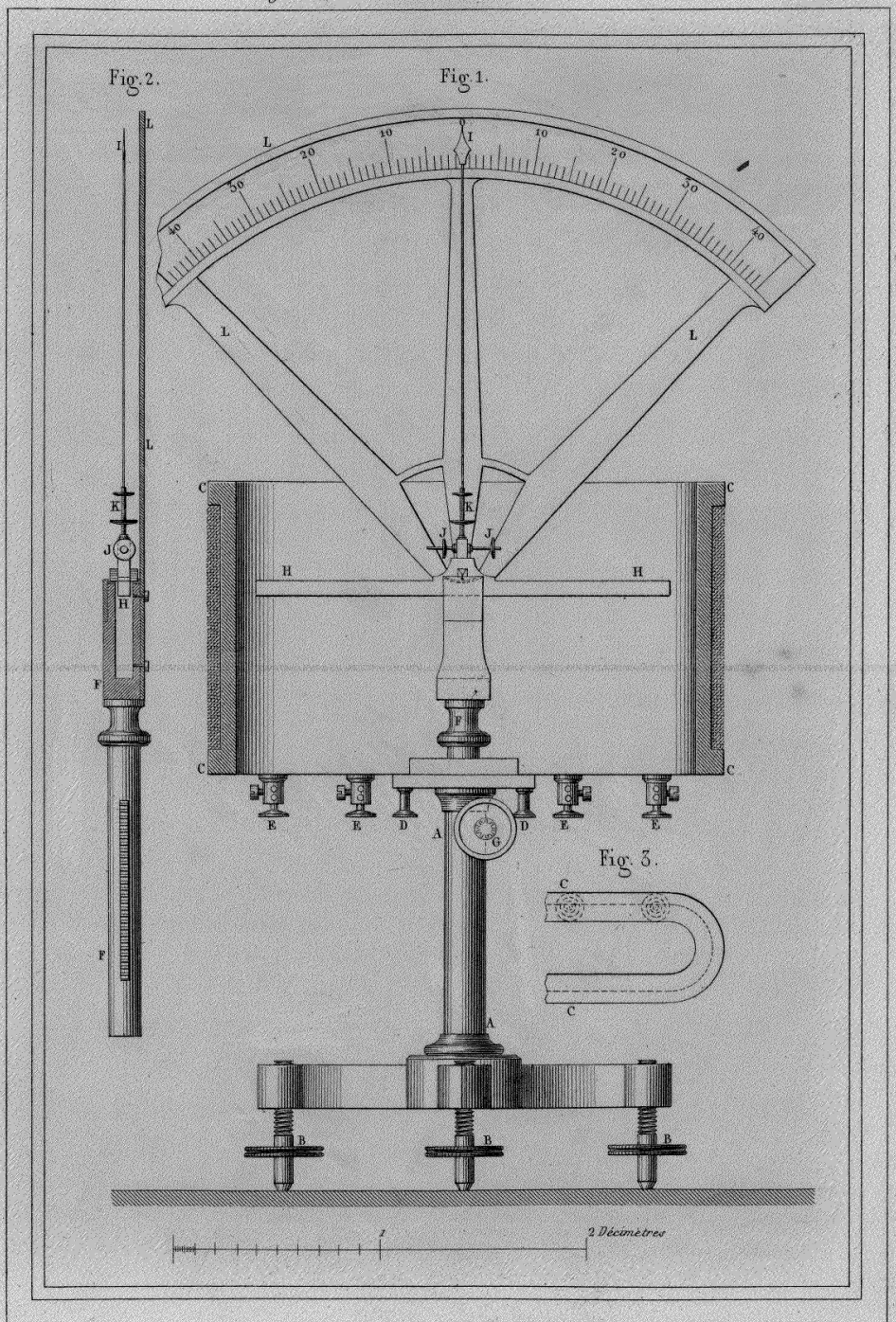
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Appareil pour l'affinage de l'or cassant employé à la Monnaie de Londres. — 1 figure. . . . 445
Machine à congeler l'eau, par M. Carré. — 2 figures. 462
Des relations de l'œil et des oculaires dans les appareils d'optique, par M. Le Roux. — 18 figures. 489, 490, 491, 493, 494, 495, 497, 498, 557, 559, 560, 561, 564, 565, 567, 568, 569 et 570
Appareils électriques de M. Trouvé. — 12 figures. . . . . 546, 547, 548, 549 et 550
Théorie du galvanomètre Bourbouze. — 3 figures. . . . . 676, 677 et 678

Paris.— Imprimerie de Mme Ve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5.

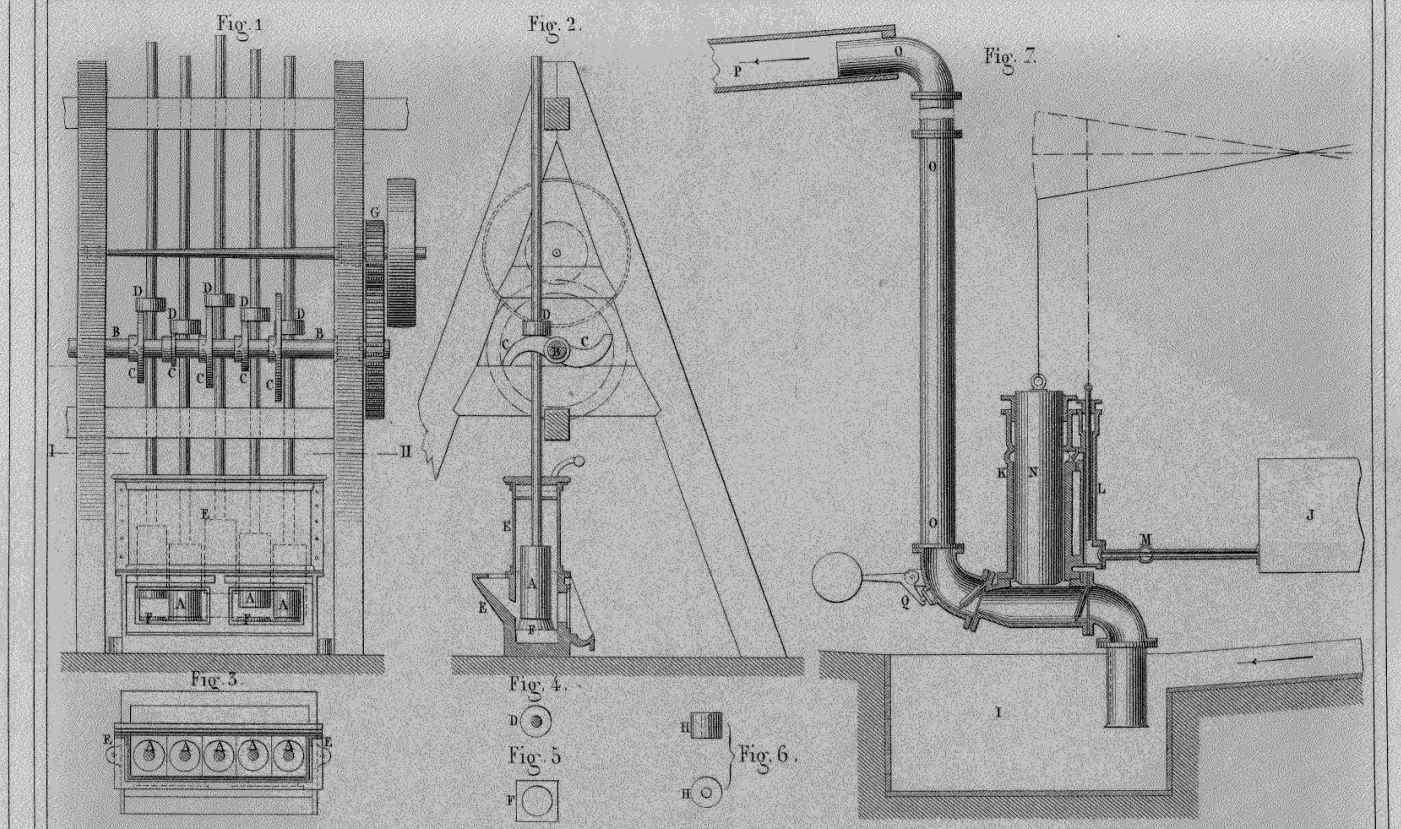
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

GALVANOMÈTRE-BALANCE, PAR M. BOURBOUZE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

BOCARD ET POMPE EMPLOYÉS, EN AUSTRALIE, AU TRAITEMENT DES MINERAIS AURIFÈRES.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PROGRAMME

DES

PRIX ET MÉDAILLES

MIS AU CONCOURS

POUR ÊTRE DÉCERNÈS DANS LES ANNÉES 1873, 1874, 1875, 1876, 1877 ET 1878.

GRANDES MÉDAILLES, GRANDS PRIX ET FONDATIONS.

GRANDES MÉDAILLES.

La Société décerne, chaque année, sur la proposition de l'un des six comités du Conseil, une médaille en or, portant l'effigie de l'un des grands hommes qui ont illustré les arts ou les sciences, *aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française,* pendant le cours des six années précédentes.

Ces grandes médailles sont distribuées dans l'ordre suivant :

1873.	Arts économiques et physique.	à l'effigie d'Ampère.
1774.	Commerce.	— de Chaptal.
1875.	Beaux-arts.	— de Jean Goujon.
1876.	Arts mécaniques.	— de Prony.
1877.	Arts chimiques.	— de Lavoisier.
1878.	Agriculture.	— de Thénard.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GRAND PRIX DE LA SOCIÉTÉ.

La Société d'encouragement décerne, tous les six ans, un grand prix de 12 000 fr. *à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française.* Ce prix alterne avec celui qui a été fondé par M. le marquis d'Argenteuil.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

GRAND PRIX DU MARQUIS D'ARGENTEUIL.

Le marquis d'Argenteuil a légué à la Société d'encouragement une somme de 40 000 francs, destinée à fonder un prix, donné tous les six ans à l'auteur de la *découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française, principalement pour les objets dans lesquels la France n'aurait point encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère, soit quant à la qualité, soit quant au prix des objets fabriqués.*

Le prix de 12 000 francs, ainsi fondé, a été décerné, en 1846, à M. *Vicat* pour ses travaux sur les chaux hydrauliques; en 1852, à M. *Chevreul*, pour ses travaux sur les corps gras; en 1858, à M. *Heilmann*, pour sa peigneuse mécanique; en 1864, à M. *Sorel*, pour la galvanisation du fer; en 1870, à M. *Champonnois*, pour l'organisation des distilleries agricoles.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

PRIX POUR L'INDUSTRIE COTONNIÈRE.

Les *exposants de la classe n°* 27, à l'Exposition universelle de 1867, ont donné à la Société d'encouragement une somme de 13 169 fr. 85 c. destinée à fonder un prix qui sera délivré, tous les six ans, à celui qui aura contribué le plus efficacement au développement ou au progrès de l'industrie cotonnière en France.

Ce prix sera décerné pour la première fois en 1873 et sera de 2 000 francs. — Pour les périodes suivantes, il sera porté à 4 000 francs.

PRIX POUR LE MATÉRIEL DU GÉNIE CIVIL ET DE L'ARCHITECTURE.

Les *exposants de la classe* 65, à la même Exposition universelle, ont donné à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale une somme de 2 315 fr. 75 c. destinée à fonder un prix qui sera décerné, tous les cinq ans, pour les perfectionnements *impor-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tants au matériel et aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Ce prix sera de 500 francs et sera décerné, pour la première fois, s'il y a lieu, en 1875.

PRIX DU DOCTEUR HERPIN (DE METZ) POUR LES ARTS ÉCONOMIQUES.

M. le Dr *Herpin* (de Metz), qui a été, pendant quarante ans, membre du comité des arts économiques, a légué à la Société d'encouragement une rente de 500 francs, pour constituer un prix quadriennal à décerner à l'auteur des travaux ou recherches les plus utiles au perfectionnement des arts économiques, et spécialement de ceux qui ont pour objet la conservation domestique ou ménagère des substances alimentaires à l'usage des habitants de la campagne.

Les sommes restées libres demeureront affectées à l'emploi déterminé par le fondateur, et ne pourront en être détournées pour quelque motif que ce soit.

En conséquence, la Société décernera, en 1877, *un prix de* 1 200 *francs* à l'auteur des meilleurs travaux qui aient été reconnus par elle conformes aux intentions du testateur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX PROPOSÉS ET MIS AU CONCOURS

POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS LES ANNÉES 1873, 1874, 1875, 1876, 1877 ET 1878.

ARTS MÉCANIQUES.

1° **Prix de 2 000 francs** *pour une embarcation à vapeur, pontée ou non pontée, de* 13 *à* 14 *mètres de longueur, marchant en mer à la vitesse de* 9 *nœuds en eau calme, et pouvant porter un approvisionnement de combustible pour* 12 *heures de fonctionnement à toute puissance.*

Depuis quelques années, il s'est introduit, dans la petite navigation côtière, un élément nouveau qui paraît appelé à lui rendre d'importants services.

Ce sont des embarcations ou chaloupes à vapeur atteignant des vitesses de 8 nœuds à 8 nœuds et demi, et pouvant servir soit à transporter les passagers et les marchandises dans les rades et à l'embouchure des fleuves, soit à aller recueillir au large les produits de la pêche des embarcations ordinaires, en les dispensant ainsi d'abandonner une pêche fructueuse pour venir au port.

Mais leur principale utilité paraît être de donner la remorque à plusieurs barques de pêche, dans les circonstances défavorables de vent et de marée, soit pour les conduire sur le lieu de leurs opérations, soit pour les ramener au port.

Ces embarcations à vapeur conviennent également à de nombreuses opérations de ports ou de rade qu'il serait trop long d'énumérer. Les services qu'elles sont appelées à rendre à l'industrie maritime sont incontestables ; mais leur construction présente des difficultés, et il y a grand intérêt à provoquer leur développement.

Le prix proposé par la Société ne saurait manquer de contribuer à ce résultat.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

2° **Prix de 3 000 francs** *pour une machine motrice de* 25 *à* 100 *chevaux, brûlant au maximum, en travail courant,* 700 *grammes de houille de bonne qualité, par heure et par force de cheval mesurée sur l'arbre de la machine, pesant moins de* 300 *kilog., et coûtant de* 300 *à* 400 *francs par force de cheval.*

Ce prix sera accordé à l'inventeur d'une machine motrice réalisant toutes les conditions de légèreté dans la construction ou d'économie dans l'usage, qui seraient de nature à en rendre l'emploi général.

L'importance, toujours croissante, de la machine à vapeur dans tous les grands tra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaux de l'industrie, a amené, avec la généralisation de son emploi, des perfectionnements qui ont réduit successivement le chiffre de la consommation par cheval.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a aidé à ce mouvement par le concours qu'elle a ouvert en 1848, et qui a établi, d'une manière précise, l'état de la question à cette époque. Depuis lors, les constructeurs les plus en renom ont abaissé encore le chiffre de la consommation, et la Société serait heureuse d'avoir à constater de nouveau un progrès marqué.

C'est dans ce but qu'elle a institué le prix proposé. Toutes les conditions imposées par l'énoncé devront être simultanément remplies. Afin de dégager, autant que possible, l'influence du générateur, le constructeur aura le droit d'employer dans les essais le système de générateur qui lui paraîtra le plus favorable; il aura aussi le choix du combustible, mais les expériences devront durer plusieurs jours au moins sans interruption, et assez longtemps pour que les faits constatés acquièrent une notoriété suffisante.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

3° **Prix de 1 000 francs** *pour un petit moteur destiné à un atelier de famille.*

On a souvent signalé l'intérêt qu'il y aurait, pour le petit fabricant en chambre, à se procurer commodément et à bon marché, toutes les fois qu'il en aurait besoin, la petite quantité de travail pour laquelle il a ordinairement recours à l'assistance momentanée d'un tourneur de roue.

Un prix est proposé, dans ce but, pour un moteur à arbre rotatif, pouvant mettre à peu de frais, à la disposition de l'ouvrier en chambre, un travail de 6 à 20 kilogrammètres par seconde. Les dispositions proposées devront permettre de faire varier, entre ces limites, la puissance disponible, sans présenter de trop grands écarts dans le rendement, et, s'il est possible, elles devront se prêter aux vitesses les plus convenables, suivant la nature de l'opération à effectuer.

La solution de cette question aurait pour conséquence de favoriser le travail en famille dans les villes, et de maintenir les enfants sous les yeux de leurs parents, la fille sous la surveillance de la mère.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

4° **Prix de 4 000 francs** *pour des progrès à réaliser dans la filature mécanique du lin et du chanvre.*

La filature mécanique du lin, dont la prospérité a été surtout la conséquence de la crise cotonnière, laisse encore à désirer. Elle n'atteint pas la limite de finesse obtenue par la main; ses métiers sont plus volumineux, plus lourds, plus chers que ceux des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

autres filatures. L'intervention de l'eau chaude est indispensable, si ce n'est pour les gros fils, et la force motrice dépensée est bien plus grande, à numéro égal, pour le lin que pour les autres substances textiles.

Ces faits constituent des inconvénients graves; ils compliquent les opérations, limitent l'échelle des produits, entraînent à des dépenses considérables, rendent le travail insalubre et expliquent la lenteur du développement normal de l'industrie du chanvre et du lin, qui intéresse particulièrement les pays agricoles. La Société pense que la plupart de ces obstacles tiennent à l'insuffisance de l'assouplissage et de la désagrégation mécanique et physique des filasses du chanvre et du lin, et que, mieux divisées, celles-ci pourraient se filer à une plus grande finesse ou bien à finesse égale avec une dépense moindre et une production supérieure. De légères modifications aux machines en usage suffiraient en ce cas pour procurer les résultats désirés. La division de la matière première devrait néanmoins se borner à une désagrégation physique de la masse des fibres, sans atteindre les inconvénients connus de la cotonisation chimique.

Certains systèmes de rouissage se rapprochent du but par l'état dans lequel ils mettent la substance filamenteuse. S'ils ne sont pas encore répandus dans la pratique, c'est que les filateurs répugnent à tout essai qui les oblige à modifier des machines coûteuses, dont le fonctionnement normal est nécessaire à l'établissement.

La Société d'encouragement propose un prix de 4 000 francs, en faveur de l'industriel qui, le premier, produira, mécaniquement et d'une façon courante, des fils de lin d'une finesse dépassant 100 000 mètres au kilogramme ou des fils de chanvre de 15 000 mètres au kilogramme; la production de ces fils dans tous les numéros sera obtenue avec une économie d'au moins 15 pour 100 sur la force motrice, et avec une diminution telle dans la température de l'eau, si son action restait nécessaire, qu'il n'en résulte pas de buée sensible (1).

Pour avoir droit au prix proposé, il faudra avoir livré à la consommation au moins pour *vingt mille francs* de fils de lin ou de chanvre dans les conditions ci-dessus énoncées.

Dans le cas où le progrès serait atteint par suite de l'emploi de filasses rouies par l'un des procédés existants, la Société se réserve d'accorder à son auteur une récompense spéciale sous forme de médaille ou de prix.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

5° **Prix de 2 000 francs** *pour le peignage des cotons ordinaires et autres filaments courts préparés, jusqu'à ce jour, par le cardage.*

Il est actuellement bien reconnu qu'il y aurait un grand intérêt à substituer la pré-

(1) Quelques filateurs sont déjà arrivés à ce dernier résultat par l'immersion dans l'eau des bobines de préparations, ou leur pénétration par l'intervention de la vapeur d'eau. La Société désirerait voir ces méthodes se propager.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paration du peignage à celle du cardage, dans le travail de tous les fils destinés à la fabrication des retors et des étoffes rases et lisses, quelle que soit la nature des filaments qui les composent. Les avantages des produits peignés et leur supériorité sur les articles préparés à la carde ont été analysés, d'une manière assez étendue, dans les ouvrages spéciaux, et notamment dans les *Traités sur la filature du coton et de la laine* de M. Alcan, pour qu'il soit inutile d'y revenir ici. Les services considérables rendus par la peigneuse *Heilmann* et par celles qui l'ont suivie depuis prouvent, d'ailleurs, l'importance de ce genre de transformations (1).

Mais, jusqu'ici, les différents genres de peigneuses n'ont pu s'appliquer qu'aux fibres d'une certaine longueur. Des difficultés techniques et une dépense de travail que ne comportent pas les substances cardées se sont opposées à la propagation des machines imaginées à cet effet, et dont quelques spécimens ont figuré aux dernières expositions internationales.

La Société d'encouragement, pénétrée de l'importance de la solution pratique de cette question, et convaincue des progrès qui résulteraient de la substitution d'une bonne peigneuse à la carde, surtout dans la filature du coton, propose un prix pour être décerné à l'inventeur d'une peigneuse pour le coton dit courte-soie, préparé, jusqu'ici, par le cardage.

L'emploi de cette machine ne devra pas être plus onéreux que celui de la carde, c'est-à-dire que le même poids, bien peigné, ne devra pas coûter plus que s'il avait été cardé d'une manière parfaite. La peigneuse ne devra pas exiger plus de soin ni d'entretien qu'une carde ordinaire. Pour mériter le prix, il sera nécessaire de prouver que la nouvelle peigneuse a produit au moins 10 000 kilogrammes. Une collection complète d'échantillons de la matière textile, travaillée dans les divers degrés de préparation par lesquels elle a passé dans le nouveau système, devra être adressée au siége de la Société, avec les pièces à l'appui, pour justifier de la réalisation des conditions du présent programme.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

6° **Prix de 3 000 francs** *pour une machine à tailler les limes de toute espèce.*

Le problème de la taille mécanique et automatique des limes est poursuivi depuis longtemps.

Il y a quatre siècles environ que Léonard de Vinci imagina une machine dont on retrouve des dessins dans ses manuscrits déposés à la bibliothèque de l'Institut. Les plus anciennes collections de machines, et notamment celles du Conservatoire des arts et métiers, renferment des modèles de ce genre. Les publications scientifiques et les brevets d'invention en décrivent un assez grand nombre. La solution pratique de la

(1) Voir le rapport sur le prix d'Argenteuil accordé à la peigneuse Heilmann. *Bulletin de la Société d'encouragement :* année 1857 page 498.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

question n'en paraît cependant pas plus avancée. Ce n'est pas parce que la consommation des limes aurait diminué avec l'usage des machines-outils; elle a augmenté, au contraire, par la propagation du grand outillage automatique, au point de représenter en France une valeur annuelle de près de 10 millions.

L'insuccès des tentatives pratiques tient évidemment aux conditions complexes et délicates qu'il est nécessaire de réaliser. Si l'on examine, par exemple, une lime ordinaire de $0^{m},30$, on la trouve formée de 140 000 à 900 000 dents, suivant sa finesse, et selon qu'elle a reçu la taille dite *bâtarde* ou la taille *douce*. Bien exécuté à la main, ce travail ne laisse rien à désirer sous le rapport de la forme régulière de ces dents et de leur espacement, et cependant l'ouvrier tailleur a dû le réaliser au moyen de 30 000 à 50 000 coups de marteau frappés sur un même burin dans des conditions identiques.

C'est ainsi que l'ouvrier obtient deux séries de sillons parallèles, dont le croisement, à peu près à angle droit, détermine, par le refoulement ou écrouissement de la matière, un nombre infini de parallélipipèdes ou dents qui doivent agir chacune comme l'outil d'une machine à raboter. Ces dents doivent couper la matière sans se polir, s'écraser, rompre, ou même blanchir sous les efforts considérables auxquels elles sont soumises.

On ne comprendrait pas l'insuccès des nombreuses tentatives faites pour obtenir, automatiquement, un résultat semblable à celui qu'on obtient par ce travail manuel, si on n'en rappelait les causes. La principale tient, peut-être à ce que l'on s'est constamment attaché à l'imitation servile du travail à la main, tout en recourant à l'action d'nn burin mécanique soumis au choc. L'imitation est d'autant plus difficile à réaliser que, par économie, on donne à la machine, qui n'a jamais l'élasticité, la docilité et l'intelligence de la main de l'ouvrier, une vitesse beaucoup plus considérable. Les recherches se sont concentrées sur les transmissions du mouvement, lorsqu'il fallait surtout modifier l'organe principal, l'outil, agissant sous l'action de la machine.

Dans l'espoir de voir étudier le problème en vue des considérations qui précèdent, la Société d'encouragement propose un prix pour la réalisation d'une machine à tailler, automatiquement, les limes de toutes espèces et de toutes dimensions.

Les limes devront, sous le rapport de la perfection de la taille, rivaliser avec les meilleures limes du commerce; les dents obtenues par le refoulement ou écrouissement de la matière devront présenter des sillons régulièrement espacés et d'une égale profondeur.

L'organe tailleur ou outil de la machine devra avoir une forme mathématique invariable, agir sans choc et être à l'abri de réparations anormales.

Le coût et l'entretien de la machine, sa production, la force motrice nécessaire, devront être tels que son usage offre des avantages sensibles sur les résultats obtenus à la main.

Le prix ne sera accordé qu'à une machine ayant fonctionné régulièrement pendant trois mois au moins.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7° **Prix** *pour un moyen pratique et économique de tailler les meules de moulin en écartant les causes actuelles d'insalubrité de cette industrie.*

(Fondation d'une Société spéciale de souscripteurs.)

Une souscription a été ouverte à la Ferté-sous-Jouarre pour la fondation de ce prix. Le résultat bien connu de la taille des meules et les tristes effets qu'elle produit sur les ouvriers qui s'en occupent ont ému les souscripteurs si bien placés pour en apprécier l'importance.

Les concurrents sont libres dans l'emploi des moyens, pourvu qu'ils enlèvent à cette industrie son insalubrité. Ils devront justifier des expériences spéciales qu'ils auront effectuées pour démontrer l'efficacité et la possibilité de l'emploi industriel de leur procédé.

Le prix sera décerné par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale sur le rapport d'une commission, les principaux fabricants entendus. La commission expérimentera les procédés proposés dans les ateliers de la Ferté-sous-Jouarre, et dans tous autres centres de fabrication meulière.

Les mémoires des concurrents doivent être déposés au secrétariat de la Société d'encouragement avant le 1er janvier de l'année dans laquelle le prix sera décerné.

Dans le cas où aucun concurrent n'aurait mérité le prix au 1er janvier 1876, les fonds restant en caisse pourront être retirés par les souscripteurs pendant un délai de six mois, après lequel le reliquat appartiendra de droit, par moitié, à la Société de secours mutuels et au bureau de bienfaisance de la Ferté-sous-Jouarre.

Jusqu'à la proclamation du prix ou jusqu'au délai qui vient d'être indiqué, les fonds resteront déposés à la caisse des dépôts et consignations. La somme réalisée par la souscription au 1er janvier 1867 s'élevait à 5 300 francs.

Sur cette somme, afin de pourvoir aux frais des expériences exigées pour l'étude des procédés proposés par les concurrents, il est réservé 300 francs et leurs intérêts cumulés.

Le prix s'élèvera donc à la somme de 5 000 francs en capital, avec les intérêts cumulés, jusqu'à l'époque de sa délivrance.

Le prix pourra être décerné en 1873; mais le concours restera ouvert, s'il y a lieu, jusqu'à 1875, inclusivement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

1° **Prix de 2 000 francs** *pour le meilleur procédé de préparation en grand de l'oxygène.*

L'oxygène recevrait des applications importantes s'il était livré à un prix modéré à l'industrie.

Il permettrait d'obtenir des températures très-élevées dans des foyers d'un petit volume et dans un temps très-court.

Il fournirait aux huiles et carbures d'hydrogène liquides ou gazeux un aliment capable d'accroître dans une proportion très-considérable leur pouvoir éclairant.

Il est facile de comprendre que ces applications de l'oxygène à bas prix ne seraient pas les seules, mais elles suffisent pour déterminer la Société à diriger de nouveau sur ce point l'attention des industriels. Elle l'a fait autrefois et elle n'ignore pas les efforts tentés, peut-être sur son initiative, par divers inventeurs. Elle a mis la même question au concours pour 1869, et les travaux qui se sont produits à cette époque lui ont paru très-dignes d'intérêt et l'engagent à maintenir encore le même sujet de prix au concours. Le prix sera donné à celui d'entre les concurrents qui aura le mieux satisfait aux besoins de l'industrie.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

2° **Prix de 2 000 francs** *pour l'application industrielle de l'eau oxygénée.*

Les chimistes, dans les recherches de chimie organique, mettent en œuvre une série nombreuse d'actions oxydantes. La grande variété de substances sur lesquelles ils ont à agir, l'intensité plus ou moins grande des réactions qu'ils veulent produire, les ont successivement amenés à utiliser les agents d'oxydation les plus divers, et à profiter de tout ce que la science met, dans ce sens, à leur disposition. Tel de ces agents qui, pour un corps donné, se montre inactif ou insuffisant présente, au contraire, avec un autre corps, trop d'énergie, et produit une décomposition complète. Le chimiste qui entend, par un choix judicieux, proportionner l'action oxydante au phénomène qu'il provoque, et qui veut atteindre le but sans le dépasser, a besoin d'avoir à sa disposition un arsenal de réactions diverses du même genre.

L'industrie a, peu à peu, emprunté aux procédés des laboratoires quelques-uns de ces agents variés; il importe de voir se multiplier leur introduction dans la pratique des arts.

Elle n'utilisa, pendant longtemps, que l'action de l'oxygène de l'air, agissant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

directement, ou bien dissous dans la rosée, comme on le fait encore dans le blanchiment des toiles. Cette méthode d'oxydation lente, la première que l'homme ait connue, met sans doute à profit cette modification de l'oxygène, l'ozone, qui paraît exister fréquemment dans l'atmosphère. Elle fut remplacée, au siècle dernier, par l'action du chlore libre, puis par celle des combinaisons décolorantes de ce corps, chlorure de chaux, etc., qui, avec le concours des acides et selon le degré de leur dilution, peuvent fournir ou du chlore ou de l'acide hypochloreux libre.

Quoique, dans le plus grand nombre des cas, ces corps agissent par une action oxydante simple, on conçoit que, dans d'autres, ils peuvent exercer une action complexe, agissant à la fois comme oxydants et chlorurants, et produire ainsi des phénomènes très-divers.

Les chromates dont l'industrie fait depuis longtemps usage, et les permanganates dont elle commence à se servir, ne présentent pas cet inconvénient, mais ils laissent, dans les liquides au sein desquels ils exercent leur action, des produits de décomposition qui restreignent leur emploi.

Il est un agent d'oxydation, des plus énergiques, dont la décomposition, facile à provoquer, ne donne que de l'oxygène et de l'eau; c'est l'eau oxygénée que Thénard découvrit en 1818, et qui est une des plus belles découvertes du savant illustre dont le nom est cher à la Société. Quelques travaux de chimie organique ont utilisé, dans ces derniers temps, ses propriétés remarquables; mais elles n'ont pas encore trouvé place dans l'industrie; c'est une lacune qu'il importe de combler.

On sait combien la préparation de l'eau oxygénée est laborieuse, quand on veut l'obtenir à la fois pure et concentrée, mais l'industrie n'a rien à tirer d'un pareil produit. Au contraire, quand on se contente d'obtenir l'eau oxygénée mêlée à des matières étrangères inertes, et étendue d'eau, état qui suffirait certainement à beaucoup de réactions, sa préparation est facile.

La faible valeur du carbonate de baryte que nous envoie principalement l'Angleterre, ainsi que le prix peu élevé de l'acide nitrique permettraient de préparer, avec économie, la baryte caustique, base de la production de l'eau oxygénée. Son prix baisserait encore, si l'opération, exécutée dans une fabrique d'acide sulfurique, permettait d'utiliser les vapeurs nitreuses provenant de la décomposition du nitrate de baryte. Cette baryte caustique, pour se transformer en bioxyde de barium, n'a pas besoin d'ailleurs d'oxygène pur; l'air atmosphérique suffit. Le bioxyde obtenu, si on le traite par l'acide chlorhydrique étendu, on obtient une eau oxygénée à l'emploi de laquelle la présence du chlorure de barium ne nuit guère. Dans les cas spéciaux où la présence de ce corps pourrait gêner, on substituerait à l'acide chlorhydrique l'acide fluorhydrique que les enlevages sur verre ont introduit dans l'industrie depuis quelques années.

Mais il est un mode de préparation qui semble plus particulièrement applicable à l'industrie, c'est celui qui repose sur la décomposition du bioxyde de barium par l'acide carbonique. M. Dumas, qui l'a signalé, fait remarquer qu'il permet de régénérer le carbonate de baryte et de reconstituer le bioxyde de barium; qu'il fournit de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau oxygénée étendue d'eau, mais pure; enfin, que la préparation peut se faire dans des vases clos par des procédés réglés et une marche courante.

L'industrie pourra utiliser, sans doute, l'action oxydante de l'eau oxygénée. La préparation en grand de ce corps extraordinaire rendrait plus fréquent son emploi dans les recherches de chimie, et la science pure tirerait parti, à son tour, de l'emprunt que l'industrie lui aurait fait.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

3° **Prix de 3000 francs** *pour la préparation économique de l'ozone et pour ses applications.*

M. Schönbein a constaté l'existence d'une modification de l'oxygène à laquelle il a donné le nom d'ozone.

Cette modification prend naissance, quand on électrise l'oxygène ou l'air; quand on dégage par certains procédés spéciaux l'oxygène des corps qui en contiennent; quand le phosphore, les essences et certains corps combustibles s'oxydent à froid; enfin, quand l'air est agité par les orages ou modifié par l'action des végétaux vivants.

L'ozone possède, comme corps oxydant, une activité comparable à celle du chlore. Il oxyde l'argent à froid; il détruit instantanément une foule de substances organiques; il décolore les matières colorantes; il brûle les miasmes, etc. Il aurait tous les avantages du chlore sans en avoir peut-être les inconvénients.

Si l'industrie avait à sa disposition un procédé qui lui permît de produire avec économie l'ozone et de le conserver ou de l'utiliser facilement, elle pourrait en tirer un parti avantageux; car l'ozone, après avoir agi sur les matières organiques, par exemple, ne laisse que des substances inertes, l'eau et l'acide carbonique. Le chlore donne, comme on sait, de l'acide chlorhydrique dont il faut se débarrasser; de plus, il se substitue à l'hydrogène dans une foule de cas et crée ainsi des complications dont il faut tenir compte et que l'ozone ne fait jamais naître.

La Société est disposée, en conséquence, à favoriser tout effort tendant à produire l'ozone avec économie et facilité, et donnant les moyens de récolte et de conservation nécessaires pour que ce corps remarquable puisse être mis régulièrement à la disposition de l'industrie.

Le prix est proposé pour une solution complète du problème, mais la Société se réserve d'encourager toutes les tentatives sérieuses.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° **Prix de 2 000 francs** *pour la fixation de l'azote de l'air, sous forme d'acide nitrique, d'ammoniaque ou de cyanogène.*

L'azote de l'air intervient-il d'une manière directe dans les phénomènes de la nitrification, dans la formation de l'ammoniaque atmosphérique et dans la production des matières organiques azotées d'origine végétale? Ce sont des questions qu'il appartient à la théorie de résoudre.

Mais l'azote de l'air existe en quantités immenses autour de la terre et est à la disposition de l'homme. Il lui reste à le fixer sous l'une des trois formes qui permettent à l'agriculture et à l'industrie d'en tirer parti : acide nitrique, ammoniaque, cyanogène. Il importe peu laquelle des trois combinaisons serait réalisée directement, puisque les procédés connus de la chimie permettent de passer avec facilité de l'un quelconque de ces composés aux autres.

Cette fixation peut d'ailleurs être faite de plusieurs manières. Ainsi on sait, par des expériences déjà fort anciennes de Curaudau, qu'un mélange de potasse et de charbon, calciné fortement au contact de l'air, peut absorber de l'azote en donnant naissance à du cyanure de potassium. M. Desfosses a confirmé et étendu cette observation de Curaudau, *Journal de Pharmacie*, 1828, et a fait pressentir qu'elle pourrait recevoir une application dans l'industrie. Plus tard, en effet, la formation du cyanure de potassium au moyen de l'azote de l'air a été proposée et même effectuée en grand, comme base d'un procédé pour la fabrication du prussiate de potasse. Il paraît que les pertes résultant de la volatilité du cyanure de potassium, à la haute température nécessaire pour sa production, ont fait renoncer à l'emploi de ce procédé; mais d'autres cyanures moins volatils pourraient être mis à profit et servir de base à la préparation subséquente du bleu de Prusse et des cyanures industriels.

D'autres procédés pourraient être employés pour obtenir des nitrates ou des sels ammoniacaux.

On sait, d'une autre part, avec quelle facilité tous ces divers produits peuvent, dans des conditions favorables, faciles à réaliser, transformer leur azote en carbonate d'ammoniaque.

Or le carbonate d'ammoniaque constitue la combinaison dans laquelle l'azote se trouve le plus communément dans les engrais résultant des matières animales en décomposition ; c'est celle sous laquelle il paraît le plus propre à fertiliser le sol auquel on le mélange.

Le problème qu'il s'agit de résoudre et dont on possède aujourd'hui une solution scientifique serait d'obtenir, industriellement, le cyanure de potassium ou tout autre composé azoté, dans des conditions économiques acceptables même pour la fabrication des engrais, en empruntant l'azote à l'air atmosphérique, à l'exclusion des matières animales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est à ce point de vue que la Société d'encouragement propose un prix de 2 000 fr. pour la fabrication économique, soit des nitrates et des sels ammoniacaux, soit du cyanure de potassium ou des cyanures analogues, au moyen de l'azote de l'air.

Ce prix sera décerné en 1876.

5° **Prix de 3 000 francs** *à décerner au fabricant d'acide sulfurique qui, le premier, en employant les pyrites dans sa fabrication, ne livrera au commerce que de l'acide sulfurique entièrement exempt d'arsenic.*

On sait que la substitution des pyrites au soufre, dans la fabrication de l'acide sulfurique, a eu pour résultat d'introduire, dans cet acide et, par suite, dans les nombreux produits qui en dérivent, de notables quantités d'arsenic. Ce corps s'y rencontre à l'état d'acide arsénieux ou d'acide arsénique.

Les propriétés vénéneuses de l'arsenic sont trop connues pour qu'il soit utile d'insister sur les dangers que présente, pour la santé publique, l'emploi de l'acide sulfurique arsenifère, intervenant comme matière première dans la préparation de divers produits alimentaires.

Quoique divers procédés, d'une efficacité certaine, aient été proposés pour dépouiller l'acide sulfurique de l'arsenic qu'il renferme, comme ces procédés ne s'exécutent pas sans quelque dépense, les fabricants ne les ont pas adoptés. Il y a lieu d'espérer qu'on arrivera à trouver un procédé de cette nature, qui puisse être employé sans qu'il en résulte une augmentation sensible dans le prix de revient pour l'acide sulfurique.

La Société d'encouragement, vivement préoccupée de la présence de l'arsenic dans une matière première d'une aussi graude importance, propose un prix de la valeur de 3 000 francs pour le fabricant qui, le premier, travaillant avec les pyrites, ne livrera au commerce que de l'acide sulfurique entièrement exempt d'arsenic.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

6° **Prix de 1 000 francs** *pour l'emploi industriel d'une substance minérale quelconque abondante et à bas prix.*

La craie, la chaux, le plâtre, l'argile, la silice, le sulfate de soude, le sulfate de baryte, le granit et les roches granitoïdes altérées, les argiles, le fluorure de calcium, le phosphate de chaux, le sel marin, le sulfate de fer, les minerais de fer, etc., sont autant de substances dont tout emploi nouveau crée une richesse, suscite un commerce, développe des trafics de transport et fournit à la population de nouvelles sources de bien-être.

Trouver de nouveaux emplois à l'une quelconque des substances de cet ordre con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

stitue donc une amélioration industrielle intéressante que la Société veut provoquer, et qu'elle désire trouver l'occasion d'encourager ou de récompenser.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873, à la plus importante des applications de cette nature que la Société aura été appelée à constater.

7° **Prix de 1 000 francs** *pour l'utilisation des résidus de fabrique.*

Il fut un temps où les chimistes rejetaient, comme inutile et sans objet, le résidu, le *caput mortuum*, de leurs opérations. En tenir compte fut une révélation qui, de proche en proche, conduisit de Glauber à Lavoisier, c'est-à-dire de la manipulation indécise à la théorie la plus sûre.

Beaucoup d'industries en sont encore à cette période où les résidus de leurs travaux demeurent sans emploi et deviennent, par leur importance, l'occasion de troubles pour l'hygiène publique, ou de lourdes dépenses et de grandes gênes.

Les laitiers des hauts fourneaux, les charrées des fabriques de soude, les sels de manganèse des fabriques de chlorure de chaux, les eaux mères des marais salants, etc., constituent des masses dont l'exploitation sollicite vivement l'attention de l'industrie.

Tout emploi utile de ces matériaux dégrèverait d'une charge les industries qui les produisent, et réduirait d'autant le prix de revient de leurs produits.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour une application utile des métaux nouvellement découverts.*

Depuis quelques années, les métaux soupçonnés par les anciens chimistes ont été mis à nu, d'autres métaux curieux ont été découverts. Le calcium, le magnésium, le barium, le strontium sont très-répandus à la surface de la terre; le thallium et les nouveaux métaux alcalins sont rares, mais doués de caractères spécifiques qui les recommandent à l'attention des expérimentateurs.

Il est impossible que le génie de l'homme laisse sans emploi des métaux aussi communs que le calcium, aussi étranges que le thallium, aussi rapprochés des métaux nobles par leur densité que le tungstène.

Le magnésium promet de fournir la source lumineuse la plus économique et la plus puissante. Les métaux nouveaux ont presque tous quelque propriété de nature à être également mise à profit.

La Société voudrait susciter des travaux dans cette direction. Elle récompensera donc tout effort utile tenté en vue d'utiliser les nouveaux métaux, laissant les expérimentateurs libres de choisir leur voie.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

9° **Prix de 1 000 francs** *pour de nouvelles applications des corps simples non métalliques.*

Le silicium, le bore, le brome, l'iode même, le sélénium, le phosphore sont des corps rares autrefois et peu connus, aujourd'hui faciles à obtenir et bien étudiés.

Trouver à ces substances, qui sont douées d'aptitudes si diverses et si variées, des applications nouvelles, est un objet à la fois digne d'attention et de nature à répondre aux efforts tentés dans ce but.

Le prix sera décerné en 1876.

10° **Prix de 1 000 francs** *pour la découverte d'un nouvel alliage utile aux arts.*

La plupart des alliages employés dans l'industrie sont connus depuis longtemps. Cependant de nouveaux métaux ont été découverts, et l'un d'eux, l'aluminium, a fourni un bronze doué de qualités extraordinaires dont les arts et les beaux-arts tireront un parti considérable, lorsque son prix de revient le rendra accessible aux emplois communs de la vie.

Le bronze d'aluminium, éminemment malléable et ductile, partage avec le fer et l'acier la propriété de se laisser forger et souder à chaud. Fusible à une température élevée, il se prête à tous les travaux du moulage. Il résiste mieux à l'air et aux agents d'oxydation que les bronzes ou laitons anciennement connus.

Pourquoi les métaux, nouvellement connus, ne seraient-ils pas susceptibles de fournir aussi des alliages doués de qualités spéciales dignes de l'attention de l'industrie? Ce sont des études à entreprendre et des essais à tenter : la Société, en les provoquant, tiendra compte, du reste, de tout travail exact, faisant connaître les propriétés des alliages anciens ou nouveaux, alors même que leurs auteurs n'auraient pas trouvé l'occasion de faire sortir de leurs recherches de nouvelles applications industrielles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

11° **Prix de 3 000 francs** *pour la production artificielle du graphite propre à la fabrication des crayons.*

Le graphite propre à la fabrication des crayons, sans préparation préalable, est devenu fort rare. Les anciennes mines connues sont à peu près épuisées, et la découverte, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sibérie, d'un gisement nouveau d'une grande richesse a été un véritable événement. Toutefois, si riche que puisse être cette mine, elle ne saurait suffire indéfiniment à la consommation. Ses produits se vendent, d'ailleurs, à un prix fort élevé, qui ne peut que s'accroître, à mesure que l'enseignement du dessin prendra plus d'extension et produira ainsi une augmentation rapide dans l'emploi des crayons.

Ne serait-il pas possible d'obtenir artificiellement le graphite en masses assez considérables pour répondre aux besoins de l'industrie ? Ne pourrait-on pas, de la sorte, la soustraire à l'obligation d'avoir recours aux procédés de lavage et d'agglomération qu'elle emploie, et dont les produits laissent beaucoup à désirer ?

Le gisement bien connu du graphite dans les roches cristallines, et spécialement dans les calcaires cristallins, permet d'entrevoir la solution du problème.

On sait, d'ailleurs, que le graphite constitue l'état le plus stable du charbon ; qu'il prend naissance dans diverses circonstances ; qu'en particulier il se forme lorsqu'on chauffe le diamant au foyer de la pile, comme l'a vu M. Jacquelain, et qu'il se sépare abondamment de la fonte grise au moment de sa solidification.

Il s'agit donc, en réalité, d'étudier, de préciser et de régler les conditions de la production d'un corps dont la formation artificielle est déjà constatée, et de découvrir un procédé pratique qui permette de l'utiliser en grand.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1877.

12° **Prix de 3 000 francs** *pour la préparation artificielle du diamant noir compacte.*

La chimie a prouvé que le carbone ou charbon, le graphite ou plombagine et le diamant constituent des substances identiques. La conversion du diamant en plombagine s'effectue très-facilement; l'inverse, c'est-à-dire la conversion du charbon et de la plombagine en diamant, est certainement possible.

Mais, si le charbon pouvait être changé en un corps dur, identique au diamant, il ne s'ensuivrait pas que ce diamant fût cristallisé et comparable aux diamants des joailliers.

L'industrie resterait indifférente, du reste, à la découverte d'un moyen propre à réaliser la cristallisation du charbon ; elle ne le serait pas à la découverte d'un moyen d'obtenir le charbon en masses dures et amorphes, comparables au diamant noir ; car elle y trouverait le meilleur agent pour attaquer et pour polir les corps les plus durs.

Les détails connus sur le gisement du diamant, et surtout du diamant carbonique, sont encore extrêmement incomplets. L'un et l'autre se trouvent, et souvent ensemble, dans des sables d'alluvion provenant de la désagrégation de roches plus ou moins anciennes qui sont elles-mêmes des terrains de transport. Nous ne possédons aucune no-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion certaine sur la gangue primitive du diamant, et nous ne connaissons aucune différence de gisement qui permette d'entrevoir une différence correspondante dans le mode de formation de la variété cristalline et de la variété compacte.

Nous savons seulement qu'il existe des variétés d'anthracite d'une dureté singulière.

On pourrait, de là, être conduit à penser que les causes qui ont donné naissance à l'anthracite commune, étant modifiées, auraient pu lui assigner une dureté qui la rapprocherait plus ou moins du diamant carbonique.

La Société d'encouragement attache une si grande importance à la fabrication du diamant noir, qu'elle se réserve de récompenser libéralement celui qui, par une étude plus approfondie du gisement des diamants noirs ou cristallisés, aurait fourni un point de départ plus sûr aux recherches expérimentales relatives à la production artificielle de cette substance précieuse.

Tout procédé qui permettrait de réaliser cette production serait considéré, d'ailleurs, à quelque prix qu'elle fût effectuée, comme un progrès considérable, promettant pour l'avenir aux ateliers un moyen d'action d'une grande puissance pour le travail du fer, de la fonte, de l'acier et des pierres dures, et serait couronné en conséquence.

Le prix sera décerné en 1873.

13° **Prix de 4000 francs** *pour la découverte de procédés capables de fournir, par des transformations organiques quelconques, des espèces utiles, telles que la quinine, le sucre de canne, etc.*

La chimie organique est en possession de doctrines et de méthodes pratiques au moyen desquelles on peut prévoir et réaliser la production, par voie de transformation, d'un grand nombre de substances. L'urée, l'huile d'amandes amères, l'huile volatile de reine des prés, l'alcool, l'acide des fourmis, les essences à odeur de fruit, etc., etc., ont été reproduits, par M. Wöhler ou par ses successeurs, au moyen de procédés certains, en partant de substances qui semblaient très-éloignées de la composition de ces corps, et quelquefois avec autant d'économie que de facilité.

Il n'y a pas de limites à ces sortes de créations, ou plutôt de ces nouveaux arrangements. Aux yeux de la théorie, il n'y a pas de différence entre la production de l'urée et celle de l'indigo ou de la quinine, entre celle de l'essence d'amandes amères et celle de l'alizarine, entre celle de l'acide formique ou de l'alcool et celle du sucre de canne.

Aux yeux de la pratique, il n'en est pas de même et, tandis que les alcaloïdes artificiels connus demeurent presque tous d'un faible intérêt à ses yeux, la découverte de la quinine artificielle aurait un retentissement immense et rajeunirait la gloire de Pelletier et de Caventou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société d'encouragement, convaincue que les progrès de la chimie organique permettent d'aborder ces sortes de problèmes, ne craint pas d'engager les chimistes à s'en occuper; s'ils n'atteignent pas le but, ils seront du moins récompensés de leurs efforts par des résultats scientifiques nouveaux.

Elle fait remarquer, d'ailleurs, qu'il ne s'agit point de la découverte de procédés exploitables au point de vue commercial, mais de la découverte pure et absolue d'un moyen quelconque de formation artificielle d'une substance éminemment utile quelconque, de l'ordre de celles qui sont citées plus haut.

Le prix sera décerné, dès qu'il y aura lieu. Le concours restera ouvert jusqu'à 1877, inclusivement.

14° **Prix de 4000 francs** *proposé pour la préparation artificielle des acides gras ou des matières cireuses.*

Les acides gras employés pour la préparation des bougies, les cires végétales ou animales, la paraffine produite par la distillation des substances végétales, sont des matières qui reçoivent la même application aux besoins de l'éclairage domestique; elles ont une production limitée et généralement au-dessous des besoins.

Dans l'état actuel de la science, la chandelle devrait, cependant, être bannie de la consommation. Les lampes elles-mêmes devraient trouver dans la bougie une concurrence encore plus sérieuse.

Comme on sait convertir maintenant, l'une en l'autre, les substances organiques par des procédés réguliers, la Société demande avec confiance la découverte d'un procédé capable de fournir, artificiellement, l'acide stéarique ou l'acide margarique, la paraffine ou l'une des matières cireuses employées à la fabrication des bougies.

Subsidiairement, elle accordera de sérieux encouragements à tout procédé nouveau de préparation des acides gras donnant, en acides solides, la plus belle et la meilleure qualité, avec le rendement le plus élevé, ou bien en produits liquides (acide oléique et glycérine) les produits les plus blancs et les moins odorants, pour le prix de revient le moins élevé.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

15° **Prix de 6000 francs** *pour une théorie de l'acier fondée sur des expériences certaines et ayant pour résultat les moyens de mieux diriger la fabrication de l'acier.*

La constitution de l'acier n'est pas connue. Le travail délicat mis en pratique pour la production de cet agent si nécessaire aux arts est fondé sur l'empirisme. Cependant,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si la nature de l'acier n'était pas ignorée, il deviendrait possible d'en diriger la préparation par des règles plus certaines et d'en améliorer peut-être les qualités.

Mais comment se diriger pour convertir en aciers supérieurs des aciers communs, lorsqu'on ignore ce qui constitue leur différence ?

Comment renoncer, d'autre part, à l'espérance de découvrir un jour le moyen de transformer un fer quelconque en fer de première qualité pour acier fondu, lorsqu'on sait qu'il suffit, pour produire ce résultat, d'enlever ou d'ajouter au fer des traces presque inappréciables de matières étrangères ?

La première question à résoudre, si on veut abandonner la voie du tâtonnement et procéder d'une manière raisonnée, consiste évidemment à fixer d'abord la théorie de l'acier et à la fonder sur des expériences certaines, variées et contrôlées par la pratique.

La Société encouragera tous les efforts tentés dans cette direction par des médailles ou des récompenses annuelles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1878.

16° **Prix de 3 000 francs** *proposé pour la désinfection des résidus d'épuration des usines à gaz.*

Les immenses services rendus à l'éclairage public par les usines à gaz sont tellement incontestables, qu'il importe d'éloigner de cette industrie les inconvénients quelconques dont les procédés qu'elle met en usage peuvent devenir l'occasion. Pour le moment, celui qui mérite le plus de fixer l'attention se rapporte à la révivification des matières employées pour épurer le gaz.

Les matières épurantes, généralement en usage, consistent en un mélange de sesquioxyde de fer hydraté, de sulfate de chaux et de chaux en excès. Les résidus sont extraits des caisses d'épuration à l'état de protoxyde et de sulfure de fer mêlés de soufre, de carbonate de chaux, de sulfure de calcium imprégnés de carbonate, de sulfocyanhydrate, d'acétate d'ammoniaque, de divers carbures d'hydrogène, d'acide phénique, d'essences sulfurées, en un mot de tous les produits volatils et infects du goudron.

On parvient à révivifier, ou plutôt à réoxyder ces résidus ferrugineux, de façon à les faire servir un grand nombre de fois, en les étendant sous des hangars ouverts à tous vents et en les retournant, de temps à autre, avec des pelles pour multiplier les surfaces de contact exposées à l'air atmosphérique.

C'est particulièrement pendant la vidange des caisses d'épuration et l'étendage à l'air des résidus, que se dégagent en abondance des vapeurs incommodes, qui, suivant la direction des courants d'air, peuvent gêner les habitations jusqu'à des distances de 1 200 ou 1 500 mètres, et souvent même bien au delà. Or ces inconvénients s'accroissent à mesure que la consommation et, par suite, la production du gaz de la houille

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se développent dans les villes. A tous ces points de vue, on conçoit qu'en France Paris occupe le premier rang.

On sait qu'en effectuant la réoxydation dans les caisses d'épuration elles-mêmes sans les ouvrir, et dirigeant les produits gazeux sous un foyer incandescent, les vapeurs sulfurées se transforment en eau, acide carbonique et acide sulfureux, et dès lors peuvent être rejetées dans l'atmosphère sans inconvénient. Mais, lorsqu'on veut procéder ainsi, on évite difficilement l'altération des claies et l'échauffement trop grand de la masse qui se réoxyde ; peut-être faudrait-il faire usage de grilles en briques creuses et diminuer l'épaisseur des couches de résidus.

Quels que soient, au surplus, les moyens employés par les concurrents, s'ils sont efficaces, praticables avec économie ; si, en un mot, ils ont réalisé dans une grande usine le moyen de réoxyder les mélanges d'épuration en prévenant tout dégagement au dehors des gaz et vapeurs infects, ils auront droit à la récompense proposée.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

17° **Prix de 1 000 francs** *pour un procédé capable d'effectuer la désinfection et la clarification promptes et durables des eaux d'égouts.*

A mesure que la voirie des villes se perfectionne et que leur hygiène s'améliore, les terrains perméables en disparaissent. Les égouts reçoivent et emportent toutes leurs immondices dans les rivières ou les fleuves prochains, et les eaux ainsi que le lit de ces cours d'eau ne tardent pas à en être plus ou moins infectés. La Tamise et la Seine ont fait voir à quelles difficultés on est exposé par ce progrès incessant de l'imperméabilité du sol des rues et de l'étendue de leur superficie.

Ce mal n'est pourtant pas sans remède; c'est en été surtout que les eaux d'égouts deviennent dangereuses, alors que les eaux sont basses dans les rivières et dans les fleuves. Mais, dans cette saison aussi, les eaux d'arrosage sont recherchées par les maraîchers placés à proximité des villes.

D'un autre côté, si la clarification et la désinfection des eaux d'égouts exigent des dépenses pour l'établissement et l'entretien des appareils ou bien pour l'achat des agents chimiques nécessaires, les dépôts formés par leur épuration constituent des engrais que l'agriculture ne laissera pas sans emploi et dont la valeur compensera les frais de leur production.

Existe-t-il un agent chimique susceptible d'opérer cette désinfection et cette clarification des eaux d'égouts, qui, sans les rendre potables, permettraient de les faire circuler même à l'air libre et de les livrer à l'horticulture ou à l'agriculture maraîchère sans inconvénient pour la salubrité? La Société n'en doute pas.

On sait que le charbon très-divisé et divers sels métalliques à bas prix, ceux de fer, de zinc, de manganèse, sont des agents énergiques de désinfection.

On sait aussi que l'alun et les sels d'alumine sont des clarificateurs très-puissants,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont les Égyptiens ont, de temps immémorial, fait usage pour rendre aux eaux troubles du Nil leur limpidité, et que le sulfate d'alumine brut a été adopté par M. Le Chatelier pour clarifier les eaux d'égouts.

D'autres procédés peuvent être tentés. Mais, ce que la Société demande, c'est moins une invention que l'établissement réel et permanent, même par des moyens connus, d'un système d'épuration pratique, opérant tous les jours sur 500 mètres cubes au moins, utilisant également les eaux rendues à leur limpidité et les engrais fournis par les dépôts.

Ce qu'elle veut constater, c'est la valeur pratique des eaux d'arrosage ainsi régénérées et celle des engrais boueux qui en auront été séparés.

La Société pense que, dans cette question si digne d'intérêt à tous égards, l'époque des études théoriques est passée et que celle de l'application est venue. C'est donc l'application qu'elle sollicite et qu'elle entend récompenser. C'est de la pratique seule que peuvent venir désormais des lumières définitives.

La ville de Paris a fait un essai de ce système à Asnières et à Gennevilliers. La Société trouvera dans ces opérations un moyen de comparaison et de contrôle; mais elle a surtout pour objet de faire pénétrer l'emploi des procédés dont il s'agit dans les villes d'une population moyenne ou faible, dans les centres manufacturiers, dans les usines qui rejettent des eaux infectées, etc.

Le but qu'elle poursuit est spécialement d'amener la découverte des agents et des moyens d'exécution rémunérateurs. Elle désire que l'hygiène des villes et des agglomérations, que l'état salubre des cours d'eau, soient obtenus sans frais ou même avec profit par les concurrents, persuadée que c'est le seul moyen de rendre général l'emploi des méthodes qu'ils auront choisies et d'assurer leur pleine efficacité.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

18° **Prix de 1 000 francs** *pour la découverte d'une encre n'attaquant pas les plumes métalliques.*

La découverte d'une encre douée de qualités comparables à celles des encres usuelles et assurant au même degré la durée de l'écriture, mais n'ayant pas l'inconvénient d'attaquer les plumes métalliques, notamment les plumes de fer ou d'acier, a été signalée depuis longtemps comme l'un des vœux du commerce. La Société met au concours cette question qui tire une importance sérieuse du grand usage de l'encre dans les occupations habituelles de la population.

Cette encre ne devra pas être d'un prix plus élevé que les encres ordinaires.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

19° **Prix de 1 500 francs, de 1 000 francs et de 500 francs** *relatifs à l'emploi de l'acide borique et du borax dans les arts céramiques.*

L'introduction de l'acide borique et des borates dans les glaçures des faïences fines doit compter au nombre des améliorations les plus importantes dont la fabrication des poteries ait été l'objet; une fusion brillante, une grande dureté, un accord parfait avec le biscuit, amené, par une température élevée, à l'état dense et sonore, telles sont les qualités précieuses que ces éléments nouveaux ont ajoutées, depuis le commencement de ce siècle, aux glaçures des faïences fines qui sont si supérieures aux anciennes terres de pipe.

Les arts céramiques fournissent le débouché le plus important pour l'acide borique de Toscane et pour celui qu'on retire, depuis quelques années, du borate de soude du Pérou. Mais le marché de ces produits tend à se centraliser et à se fixer en Angleterre, et, en présence du développement toujours croissant que les arts céramiques prennent dans le Staffordshire, l'Écosse et le reste du Royaume-Uni, les manufactures françaises se préoccupent, à juste titre, des moyens de s'assurer, à un prix convenable, des quantités suffisantes de cette matière, qui leur est aujourd'hui indispensable.

Elles ont aussi, à ce même point de vue, un intérêt très-grand à provoquer la découverte des moyens par lesquels on pourrait remplacer l'acide borique et le borax dans les glaçures des faïences fines, sans nuire aux qualités des produits. Le problème n'est pas insoluble.

Les phosphates, certains silicates, peu plombeux, cuisant à des températures élevées, les composés résultant des mélanges de spath fluor, de quartz et d'argile, kaolin ou sulfate de chaux qu'a indiqués M. *Berthier*, quelques micas et les lépidolithes que M. *Regnault* a analysés, formeraient probablement des glaçures convenables d'une dureté suffisante et d'un usage dépourvu de danger.

Toute autre voie tendant à régler le prix du borax, toute découverte créant sur le sol français une exploitation régulière d'acide borique qui satisferait aux exigences des arts céramiques seraient accueillies.

On sait, par exemple, que *Beudant* a constaté, dans les eaux des lacs de Hongrie, des quantités notables d'acide borique que l'évaporation dépose sous forme de borax natif.

On sait aussi qu'en 1853 MM. *Bouis* et *Filhol* ont signalé, dans les eaux des Pyrénées et du Midi, la présence de ce même acide; il est possible que de nouvelles recherches en fassent découvrir des sources exploitables.

Dans l'Amérique du Sud, les terrains d'Iquique dépendants de la République de l'Équateur contiennent de vastes amas de borate de chaux, qui sont devenus l'objet d'un grand commerce depuis l'Exposition universelle de 1851, et qui fournissent maintenant l'acide borique suffisant pour remplacer celui qu'on ne peut plus tirer de Toscane.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si les arts céramiques peuvent, dans certaines conditions nouvelles, se passer d'acide borique, quelques industries importantes pour le commerce de la France ne sauraient le remplacer : la peinture sur porcelaine, la peinture sur émail, la décoration du cristal, la fabrication des verres d'optique, etc.

Comment mettre en doute les avantages que l'art du verrier en général pourrait retirer de l'emploi de l'acide borique, si sa valeur commerciale permettait de le substituer, en partie, à l'acide silicique ?

La Société met, en conséquence, au concours la solution des questions suivantes :

1° Prix de 1 500 francs pour une composition qui puisse être substituée à l'acide borique ou au borax dans les glaçures des poteries, sans altérer la valeur actuelle des faïences et sans augmenter leur prix.

2° Un prix de 1 000 francs sera décerné à l'auteur de la découverte, en France ou dans ses possessions, de gisements exploitables d'acide borique.

3° La Société décernera de même une médaille de 500 francs à l'industriel qui introduira en France, pour les y traiter, des matières autres que le tinkal ou l'acide brut de Toscane, contenant de l'acide borique en quantité suffisante pour une exploitation régulière.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1875.

20° **Prix de 1 000 francs** *pour le raffinage, en France, du nitrate de soude de l'Amérique méridionale, et pour l'extraction de l'iode qu'il renferme.*

La fabrication de certaines couleurs d'aniline a donné, dans ces dernières années, un emploi industriel à l'iode. Le prix de cette matière s'est, dès lors, notablement élevé, et ce renchérissement a été augmenté par les embarras que les exploitations des cendres de varech ont éprouvés depuis l'introduction, dans le commerce, des sels de potasse de Strasfürth. Ces fabriques, en effet, tiraient une partie notable de leurs avantages de la vente des sels de potasse, dont la fabrication était, en quelque sorte, complémentaire de celle de l'iode. Alors, tant que les sels de potasse se sont maintenus à un taux élevé, la concurrence entre les diverses fabriques a fait baisser le prix de l'iode ; mais, maintenant que le prix du chlorure de potassium se trouve réduit aux deux cinquièmes de son taux ancien, les fabriques ont considérablement élevé celui de l'iode.

Heureusement les végétaux marins ne sont plus aujourd'hui, d'une manière exclusive, la seule source exploitée pour la fabrication de l'iode. Le nitrate de soude de l'Amérique méridionale en contient des quantités exploitables, sous deux formes différentes, les iodures et les iodates ; ces derniers sont plus abondants. Cet iode est extrait, en Amérique, des eaux mères du raffinage du nitrate de soude ; mais le traitement par lequel on l'obtient exige des soins spéciaux et des dosages exacts, à cause du double état dans lequel elle est engagée. Ces soins ne peuvent jamais être donnés d'une manière régulière, en plein désert, avec des ressources incomplètes et des ouvriers peu exercés,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et on ne retire, en général, des eaux mères, pas plus de 40 pour 100 de l'iode qu'elles contiennent.

Cette extraction serait beaucoup plus fructueuse, si la matière brute était transportée en Europe pour y être raffinée, et si on appliquait à l'extraction de la totalité de l'iode qu'elle contient les méthodes perfectionnées en usage dans les fabriques actuelles de produits chimiques.

La Société d'encouragement désire provoquer la fondation d'une usine de ce genre, en France, persuadée que la consommation de l'iode ne peut que s'accroître, et qu'il est important de pourvoir de bonne heure au développement de la production d'une matière qui est devenue indispensable pour plusieurs industries. Elle décernera un prix de 1 000 francs pour la création d'un établissement de cette nature ayant réalisé une fabrication réellement industrielle et d'une importance notable.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

ARTS ÉCONOMIQUES.

1° **Prix de 1 000 francs** *pour une application industrielle de l'endosmose des liquides.*

Il y a quarante ans, un illustre académicien français, du Trochet, découvrit la mystérieuse propriété des membranes végétales et animales à laquelle il donna le nom d'*Endosmose*.

Le fait général dont la science lui est redevable peut s'énoncer ainsi : lorsque deux liquides de composition différente, c'est-à-dire formés par le mélange de substances différentes, sont séparés par une membrane, certaines de ces substances peuvent passer d'un compartiment à l'autre à l'exclusion des autres. La membrane exerce une véritable action élective.

Un chimiste anglais, M. Graham, a agrandi le cercle de ces phénomènes; nous savons aujourd'hui que les membranes n'agissent que par leur qualité de corps poreux, et non comme corps organisés; des cloisons de plâtre, de porcelaine dégourdie, de graphite, donnent lieu aux mêmes phénomènes que les membranes végétales ou animales. Il y a là une force mécanique moléculaire qui peut vaincre non-seulement l'affinité d'un corps pour son dissolvant, mais même des affinités chimiques faibles.

L'industrie doit, sans doute, tirer un jour le plus grand parti de ces actions physiques d'une nouvelle espèce, pour concentrer des principes disséminés dans de grandes masses de produits naturels ou artificiels, pour en éliminer de nuisibles, pour déplacer les sucs contenus dans des cellules végétales, etc. L'Endosmose suffira, dans certains cas, pour provoquer des doubles décompositions exigeant, sans son concours, tantôt des températures trop élevées ou trop basses, tantôt l'influence d'agents trop dispendieux, ou capables d'altérer les produits utiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Déjà, un de nos plus éminents industriels, M. Dubrunfaut, a montré, dans le traitement des mélasses, combien il était facile de donner à l'Endosmose une forme industrielle et pratique. Depuis longtemps, on sait que l'alcool se concentre dans les réservoirs membraneux qui le renferment. Certains procédés de tannage ont mis l'Endosmose à profit. Il y a donc là une voie à tenter pour un grand nombre d'industries.

Désirant encourager les recherches faites dans cette direction, la Société décernera un prix pour la meilleure application industrielle de l'endosmose des liquides.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

2° **Prix de 1 000 francs** *pour l'application industrielle de l'endosmose des gaz.*

M. Graham a montré que les membranes ou les corps poreux, mis en présence des gaz, produisaient sur ceux-ci des phénomènes analogues à ceux que du Trochet a découverts pour les liquides. Les cloisons poreuses ont la faculté de diffuser avec une rapidité très-inégale les différents gaz, soit dans le vide, soit dans une atmosphère gazeuse.

En particulier, la Société verrait avec satisfaction résoudre le problème posé par l'emploi du gaz dans les appartements. Veut-on se préserver des dangers d'explosion, il faut ouvrir des ventilateurs à la partie supérieure des pièces ainsi éclairées. Mais, si ces pièces sont chauffées par des poêles ou cheminées, l'appel qui se fait par ces ventilateurs en rend l'habitation très-incommode et jette quelque doute sur l'efficacité de la ventilation. Il s'agirait de trouver une étoffe ou un diaphragme capable d'arrêter l'air et de livrer issue au gaz de l'éclairage. Les ventilateurs qui en seraient munis garderaient ainsi leurs bons effets et perdraient leurs inconvénients.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1877.

3° **Prix de 3 000 francs** *pour la construction d'un appareil donnant un courant électrique constant en direction et en intensité (pile ou machine magnéto-électrique), dont la force électro-motrice et la conductibilité seraient comparables à celles d'une pile à acide azotique de* 60 *à* 80 *éléments de grandeur ordinaire, et présentant des conditions de supériorité, tant comme économie que comme salubrité, sur les appareils qui sont aujourd'hui en usage.*

On sait que la pile à acide azotique, qui, jusqu'à présent, fournit les meilleurs résultats sous le rapport de l'intensité du courant, a de nombreux inconvénients. Outre le prix élevé de son entretien et le peu de durée de ses effets énergiques, elle présente le défaut immense de dégager des vapeurs nitreuses qui en rendent le maniement et l'emploi très-dangereux sous le rapport de la salubrité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a bien cherché à substituer à ce système de générateur électrique un appareil magnéto-électrique qui, en provoquant le dégagement de l'électricité par l'intermédiaire d'une action mécanique, évite les inconvénients que nous venons d'exposer ; mais, pour obtenir de la part d'un appareil de ce genre une action énergique, il faut un moteur puissant (une machine à vapeur de deux ou trois chevaux, par exemple). Or une installation de ce genre ne peut avoir que des applications bien limitées, et d'ailleurs une machine à vapeur et un appareil magnéto-électrique aussi énergique sont très-dispendieux et, s'ils évitent la dépense de l'entretien matériel d'une pile, ils entraînent par le fait une dépense assez considérable, laquelle est représentée par l'intérêt de la première mise de fonds, la valeur du combustible nécessaire pour faire marcher la machine à vapeur et les frais d'entretien du mécanisme.

Le problème que devront se proposer les concurrents devra donc être de trouver un générateur électrique qui entraîne le moins de dépense possible comme entretien, et qui, cependant, fournisse un courant très-régulier et très-puissant, sans accompagnement de dégagements gazeux insalubres. On pourra y arriver, soit en modifiant la pile de manière à en surexciter la force électro-motrice, tout en la dépolarisant et en faisant en sorte que l'élément dépolarisateur absorbe complétement tous les gaz dégagés, soit en surexcitant suffisamment l'action inductrice des aimants pour ne pas nécessiter, dans les machines magnéto-électriques, un moteur trop puissant et un appareil d'induction trop compliqué ou de trop grandes dimensions. Déjà M. Wylde a réalisé, sous ce rapport, un progrès important, mais il y a beaucoup à faire pour que ces appareils soient des générateurs pratiques.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

4° **Prix de 1 000 francs** *pour le meilleur moyen de chauffer les appartements en y renouvelant convenablement l'air.*

Dans l'étude de cette question :

On cherchera à combiner les avantages que présentent les foyers à feu apparent avec ceux des poêles des différents genres, et à obtenir, à l'aide des appareils de chauffage proposés, l'évacuation de l'air vicié, l'introduction d'un volume équivalent d'air nouveau, à une température modérée, n'excédant pas 40 à 50 degrés, en même temps qu'un emploi économique du combustible.

On cherchera à approprier la solution aux trois circonstances suivantes :

1° Chauffage des appartements ordinaires, occupés par un petit nombre de personnes, et dans lesquels il suffit de renouveler l'air deux ou trois fois par heure.

2° Chauffage des lieux de réunion, dans lesquels se trouvent à la fois un plus grand nombre de personnes et où le renouvellement de l'air, beaucoup plus énergique, doit être à peu près calculé à raison de 30 à 40 mètres cubes par heure et par individu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Chauffage des ateliers, dans lesquels la température ne doit jamais être très-élevée, mais où le renouvellement de l'air est également indispensable.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

5° **Prix de 1 000 francs** *pour la conservation, pendant un mois au moins, des viandes crues, du gibier et du poisson, par un procédé nouveau et d'une exécution facile.*

On ne saurait mettre en doute l'intérêt que peut offrir la solution de cette question mise au concours : la conservation économique et pratique de la viande fraîche de bœuf, de veau, de mouton et de porc, du gibier et des poissons comestibles, mettrait à profit tous les moyens de transport allant, des marchés où la production les dirige, vers les localités où la consommation s'effectue.

On parviendrait ainsi à rendre plus confortable le séjour dans les campagnes où la viande de boucherie est souvent rare; on viendrait en aide à l'agriculture en offrant de nouveaux et importants débouchés aux produits de l'élevage et de l'engraissement du bétail dans nos fermes; on encouragerait la pisciculture et l'industrie des pêches maritimes ou fluviatiles et des étangs.

Déjà bien des essais ont été entrepris : on a tenté, avec des succès divers, l'emploi de la glace, qui prévient ou suspend les phénomènes de la fermentation putride; l'application d'une couche superficielle d'une faible solution d'alun, d'acide phénique, de créosote, ou d'huile essentielle de moutarde; le contact plus ou moins prolongé du gaz acide sulfureux; l'injection artérielle de solutions salines; la torréfaction rapide de la superficie des viandes, etc.

Tous ces procédés ont présenté des inconvénients, soit parce qu'ils n'étaient pas assez économiques, soit parce que les agents antiseptiques laissaient une saveur ou une odeur désagréable aux aliments préparés.

Toutefois, aucun des moyens ou procédés anciens ne serait exclu du concours, pourvu que, par des dispositions nouvelles, il devînt praticable, économique, et donnât des résultats irréprochables.

La Société se réserve d'accorder une partie du prix proposé dans le cas où, la solution complète du problème n'étant pas présentée, un moyen efficace lui serait communiqué, qui serait applicable seulement à une ou deux des substances alimentaires en question.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

6° **Prix de 3 000 francs** *pour un procédé pouvant assurer la désinfection permanente des fosses d'aisances.*

Les fosses d'aisances constituent l'une des plus graves difficultés des agglomérations urbaines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En communication directe avec les égouts, elles infectent les cours d'eau dans lesquels ceux-ci se déversent. Des collecteurs prolongés et coûteux, capables de transporter les produits des égouts à de grandes distances sur des terres propres à être fertilisées par leur action, deviennent indispensables, si on veut échapper à leur influence délétère. Mais ce procédé, adopté par les villes de Paris et de Londres, n'est pas applicable à toutes les cités, à cause des dépenses élevées qu'il entraîne et des difficultés que les dispositions du terrain lui opposent souvent.

Les fosses fixes, en les supposant bien étanches, offrent de leur côté trois inconvénients : 1° des émanations fâcheuses s'en exhalent sans cesse par les ventilateurs ; 2° à l'époque de la vidange, elles deviennent, pour le voisinage et sur le parcours des matières, la cause d'un véritable trouble ; 3° rendues à la voirie, les matières provenant de ces fosses y répandent, pendant leur séjour, souvent long, des exhalaisons au moins fort incommodes et répugnantes.

Les fosses mobiles débarrassent la cité du second des inconvénients qu'on vient de signaler, mais laissent les deux autres en leur entier.

On sait, aujourd'hui, que les déjections humaines renferment les principes de fertilité indispensables au sol, et, en particulier, des éléments faciles à transformer en phosphate ammoniaco-magnésien, le plus puissant des engrais factices ; il est donc nécessaire de les conserver pour les besoins de l'agriculture, si on veut éviter l'appauvrissement plus ou moins rapide de la fécondité des terres.

On sait aussi que des germes, origine de diverses affections, peuvent être transportés par les déjections, et que, après avoir traversé sous des formes étranges les plantes et les animaux herbivores qui s'en nourrissent, ils reviennent, multipliés, se développer chez les animaux carnivores ou chez l'homme lui-même. Ce n'est donc pas sans utilité que l'agriculture fait subir aux déjections humaines la fermentation qui produit l'engrais flamand ou la longue élaboration qui donne la poudrette. Ces pratiques, entre autres résultats, déterminent la destruction de tous les germes nuisibles qui auraient pu exister dans les déjections récentes.

Diverses circonstances rendent probable, sinon certain, que des épidémies meurtrières se propagent par l'action que les déjections exercent sur l'air, sur les eaux ou sur les terres humides.

Par tous ces motifs, il importe, au plus haut degré, tant pour la bonne direction des opérations agricoles d'une nation que pour l'intérêt de la salubrité des villes et pour l'agrément de leurs habitants, de trouver et de mettre en pratique, dans toutes les fosses d'aisances, un procédé capable de réaliser les trois conditions suivantes : 1° désinfection instantanée et durable des déjections ; 2° destruction de tous les germes qu'elles contiennent ; 3° conservation de la puissance des matières comme engrais.

Le prix pour la désinfection permanente des fosses d'aisances, avec conservation absolue des engrais, sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7° **Prix de 2 000 francs** *pour la dessiccation rapide des bois par un procédé économique et industriel n'altérant pas leurs qualités physiques.*

L'emploi des bois dans les travaux de charpente, de menuiserie et d'ébénisterie ne peut se faire avec sécurité qu'après une dessiccation préalable, qui met les constructions et les objets fabriqués à l'abri des déformations et des dislocations produites par le travail des matériaux employés. Le moyen de dessiccation le plus sûr consiste dans une exposition préalable, à l'air libre, des bois mis en chantier, après qu'ils ont été débités en madriers, en plateaux ou en planches : l'action alternative de l'eau et de l'air amène l'élimination progressive des matières hygrométriques renfermées dans le bois. Il peut alors subir une division en fragments plus petits et être placé sous des hangars, puis dans des séchoirs pourvus d'appareils de chauffage et d'aérage convenables, où il est amené à un degré de dessiccation qui offre toutes les garanties désirables. Malheureusement cette méthode, simple et sûre, exige un temps très-long, des approvisionnements considérables qu'il faut renouveler en temps utile, et, par suite, l'avance d'un capital important qui est immobilisé.

Un procédé qui assurerait la dessiccation des bois sans altérer leurs qualités, en leur donnant les propriétés précieuses des bois anciens, rendrait certainement un service signalé aux diverses industries qui emploient cette matière première, principalement à l'ébénisterie, qui est une des branches importantes du commerce parisien. C'est ce genre de recherches que la Société désire encourager. Les expériences devront être faites sur une quantité de bois suffisante pour garantir le succès de l'application en grand ; elles devront porter sur les principales essences employées dans l'industrie.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour la construction d'appareils propres à fournir, rapidement et économiquement, de hautes températures à l'usage des petits ateliers industriels.*

L'invention des fours du système Siemens, les recherches de M. Audouin et de M. Henri Sainte-Claire Deville sur le chauffage à l'aide des huiles minérales, ont démontré la possibilité de produire facilement, pour la grande industrie, les températures les plus élevées. Il serait désirable que l'application des mêmes principes, sur une petite échelle, mît à la disposition des ateliers industriels des appareils propres à réaliser soit des essais indispensables pour certaines recherches, soit la cuisson ou la fusion des pièces artistiques ou autres, de dimension restreinte.

Sans demander la découverte d'un principe nouveau ni l'emploi exclusif d'un combustible déterminé, la Société admet que le but qu'elle indique puisse être atteint par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une application nouvelle, sous une forme simple, commode et économique, des moyens actuellement acquis à la science. Elle tiendra compte, d'une manière spéciale, du bas prix des appareils, de la simplicité de leur installation, et de la facilité avec laquelle ils se prêteront à des usages variés.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

9° **Prix de 1 000 francs** *pour une application nouvelle de l'analyse spectrale dans l'industrie.*

Depuis les brillantes découvertes de MM. Kirchoff et Bunsen, l'emploi de l'analyse spectrale a rendu des services considérables à la science. Plusieurs métaux nouveaux ont été trouvés; l'usage du spectroscope en astronomie a révélé les particularités les plus caractéristiques de la constitution physique des astres et de leur composition chimique. Une méthode d'investigation aussi puissante et aussi sûre rendra certainement, quelque jour, des services signalés à l'industrie. Déjà elle a été appliquée à l'étude de la flamme du foyer dans la fabrication de l'acier Bessemer. D'autres applications ne tarderont pas à en être faites, et la Société désire les encourager. Mais, comme l'emploi de l'analyse spectrale peut se produire sous plusieurs formes très-différentes, le prix sera décerné à l'application qui paraîtra la plus digne de cette récompense, soit par l'importance des résultats obtenus, soit par la nouveauté des moyens employés.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

AGRICULTURE.

1° **Prix de 3 000 francs** *proposé pour l'invention et la propagation des procédés les plus propres à diminuer les frais de main-d'œuvre de la récolte des céréales.*

L'agriculture manque de bras sur beaucoup de points de la France, et, à l'époque de la moisson, les cultivateurs éprouvent de grandes difficultés pour le fauchage et la rentrée de leurs récoltes. L'autorité militaire près des villes de garnison met, il est vrai, une partie des soldats de la ligne à la disposition des cultivateurs, mais c'est une bien faible ressource pour la quantité des travaux qu'il s'agit d'exécuter dans un délai déterminé. Alors les prétentions des ouvriers s'élèvent en raison de la rareté de la main-d'œuvre, et, pour ne pas s'exposer à perdre la récolte, on est obligé de leur donner un salaire deux ou trois fois plus fort que ne le comporte la valeur vénale du produit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis quelques années, on cherche les moyens de parer à cette insuffisance de bras à l'époque de la moisson. Dans certaines localités, on reporte tout le personnel dont on dispose sur le fauchage et le faucillage des céréales, qui sont les opérations principales du moissonnage. On ajourne même la rentrée de la récolte par l'emploi des meules et des moyettes, où le froment se conserve plusieurs semaines sans avoir à souffrir des intempéries.

Ailleurs, on coupe le froment sur le vert, huit ou dix jours avant sa parfaite maturité, afin de faire porter les travaux de la moisson sur un plus grand nombre de journées.

Enfin de grands efforts ont été faits pour remplacer la faux, la faucille et la sape par des machines à moissonner. Cependant ces machines n'offrent point encore la solidité et la perfection désirables, et elles ont besoin d'être améliorées pour entrer dans la pratique générale des cultivateurs.

Convaincue de l'indispensable nécessité de leur emploi et pénétrée de l'importance des services qu'elles peuvent rendre, la Société, sans fixer aucune condition ni proposer aucun programme, accordera un prix à celui qui aura le mieux satisfait aux conditions exigées par l'agriculture.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

2° **Prix de 6 000 francs** *pour le labourage à la vapeur.*

Le labourage à la vapeur a déjà pris une certaine extension en Angleterre, tandis qu'en France il n'existe encore qu'à l'état d'essai et d'expérience. La force de la vapeur, appliquée aux machines diverses qui servent à façonner le sol, produirait une économie certaine dans le prix du travail, et, de plus, les animaux employés aux services aratoires se transformeraient en bétail de vente, ce qui vaut mieux au point de vue des engrais et des bénéfices.

Il est donc désirable que le labourage à vapeur se propage là où les surfaces ne sont ni trop accidentées, ni trop morcelées, ni trop découpées par des fossés, des canaux ou des clôtures. Ces circonstances excluent du labourage à la vapeur les pays de montagnes, les contrées où la petite propriété est prédominante, celles où les usages locaux et le système d'exploitation s'opposent à la destruction des clôtures dont chaque champ est entouré.

Pour le labourage à vapeur, il faut de vastes plaines débarrassées de haies et de plantations, offrant des domaines bien réunis ou possédant des parcelles de 10 hectares au moins.

La Brie, la Beauce, la Sologne, la plupart des départements du nord de la France, le Berry et beaucoup d'autres localités sont aptes à profiter du labourage à vapeur.

La Société décernera un prix à celui qui, le premier, aura employé, en France, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

labourage à la vapeur sur la plus grande surface ou dans les conditions les plus économiques.

Des encouragements pourront être décernés aux concurrents qui, sans avoir mérité le prix, auront fait des efforts heureux.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

3° **Prix de 2 000 francs et de 500 francs** *pour la mise en valeur des terrains en pente situés en pays de montagnes.*

Il y a un grand intérêt à empêcher que les surfaces meubles des montagnes ne soient ravinées et décharnées par l'effet des orages et des pluies torrentielles. On prévient ainsi la destruction de terrains précieux pour le pacage des troupeaux et pour la production des bois ; on met obstacle à l'écoulement trop facile des eaux pluviales et aux désastres des inondations.

Les terrains dont la forte inclinaison ne permet pas l'emploi des instruments aratoires ont été soumis à différents systèmes de production qui varient suivant le climat, la hauteur des montagnes, la nature du sol et différentes circonstances économiques. On y voit des vignes en terrasses horizontales, maintenues par des murs de soutènement en pierres sèches; sur des pentes plus élevées, plus froides et moins bien exposées, on donne la préférence à des pâturages pour la nourriture des troupeaux aux époques chaudes et sèches de l'année.

Enfin on a recours aux reboisements.

Les propriétaires qui rendent ces sortes de terrains productifs en les fixant concourent à une œuvre d'utilité publique.

Ils préviennent les inondations dans une certaine mesure ; ils conservent à la production cette couche de terre végétale qui est le fruit des siècles et qui, abandonnée à l'état meuble, ne tarderait pas à laisser nus des rochers stériles.

La Société d'encouragement, pour récompenser ce genre de mérite, fonde un prix de 2 000 francs qui sera donné à celui qui aura mis en valeur, par reboisement, gazonnement ou tout autre procédé d'exploitation propres à s'opposer à leur destruction, des terrains en montagnes, d'une étendue importante, sujets à se raviner et à se dénuder, en employant des moyens qui puissent servir de modèles.

Une médaille d'or de 500 fr. sera accordée à l'auteur du mémoire qui, aux points de vue agricole et silvicole, aura le mieux traité la question de la mise en valeur des terrains en pente, situés dans les conditions qui viennent d'être énoncées.

Le prix et la médaille seront décernés, s'il y a lieu, en 1874.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° **Prix de 3000 et de 2000 francs** *pour les irrigations.*

Ces prix seront décernés à ceux qui, utilisant les eaux de source, de rivière ou de pluie, en auront tiré le meilleur parti soit pour la formation des prairies, soit pour l'arrosage des autres cultures.

Les concurrents mettront en évidence, par des notes régulièrement tenues, les résultats économiques de leur opération. Ils démontreront qu'ils emploient les procédés les plus perfectionnés pour la bonne répartition de l'eau sur toutes les surfaces irriguées, et qu'aucune partie du sol n'est restée en souffrance par suite d'un défaut d'assainissement.

Sous le rapport de la fertilisation des surfaces arrosées, ils examineront si, dans la situation particulière et eu égard à la composition des eaux dont ils disposent, il ne serait pas avantageux d'enrichir ces mêmes eaux, en y dissolvant les matières animales ou les amendements qui conviennent le mieux à la nature de leur sol et à celle des plantes qu'ils cultivent.

La Société aura égard à l'importance de l'opération, à l'étendue des surfaces soumises à l'irrigation, et aux services qu'aura rendus dans sa circonscription celui qui, le premier, y aura propagé le meilleur système d'arrosage.

Il existe encore beaucoup de localités où l'on néglige des eaux qui pourraient servir aux irrigations; la Société pense que ces prix fixeront l'attention des agriculteurs sur des opérations presque toujours avantageuses pour ceux qui les exécutent avec discernement.

Deux espèces de concurrents pourront se présenter.

Les uns, habitants des montagnes où les irrigations sont d'un usage général et bien connues de tous les exploitants, devront évidemment faire plus et mieux que leurs voisins.

Les autres, n'étant pas établis dans un pays de montagnes, auront profité de circonstances particulières pour faire des irrigations dans une localité où personne n'y avait songé avant eux et auront mérité le prix, si l'opération a été bien conçue et bien exécutée, et si elle a été d'un bon exemple pour les cultivateurs voisins.

Les pièces comprenant un mémoire et un plan de terrains irrigués devront être adressées à la Société avant le 31 décembre 1873.

Le premier prix sera de la valeur de 3000 francs; le second prix, de la valeur de 2000 francs. Des médailles pourront être décernées à ceux des concurrents dont les travaux en auront été jugés dignes.

Les prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1874.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° **Prix de 1 000 francs** *pour un ouvrage contenant la description des procédés de vinification adoptés dans la haute Bourgogne et un autre prix de* **1 000 francs** *pour un ouvrage semblable relatif au bas Languedoc, contenant la discussion et la critique des procédés employés et indiquant les améliorations dont ils sont susceptibles.*

Les vignobles des diverses parties de la France ont été l'objet d'études persévérantes qui ont amené, avec la connaissance des cépages, celle des sols ou des soins qui leur conviennent.

Mais la préparation du vin elle-même n'a pas été suffisamment étudiée ou décrite; dans beaucoup de contrées, elle laisse à désirer; le vigneron, incertain entre divers avis, reste fidèle à des pratiques défectueuses, ou bien écoute des conseils dangereux; un examen critique des procédés en usage et de ceux qui sont proposés pour les remplacer est devenu nécessaire.

Il importe que dans chaque contrée vinicole on apprenne à fabriquer, les circonstances étant données, les vins du meilleur goût et de la meilleure garde, qu'on puisse obtenir des vignes en exploitation. Les méthodes adoptées pour la récolte du raisin, la fermentation du moût, et pour les premiers soins donnés au vin, exercent souvent une influence irrémédiable sur ce produit.

Cependant des défauts auxquels la consommation locale est devenue insensible par un long usage deviennent des causes de pertes graves, dès que, pour des vins mal préparés, on veut profiter des chemins de fer et qu'on les présente sur des marchés lointains.

La Société veut provoquer la description exacte et l'étude attentive, comparative et critique des méthodes pour la préparation des vins en usage dans la *haute Bourgogne* et le *bas Languedoc*, qui sont des régions vinicoles d'une grande importance. Elle espère que les prix qu'elle propose donneront naissance à des recherches et à des comparaisons capables d'améliorer un produit qui forme l'une des principales richesses de la France.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1873.

6° **Prix de 1 000 francs** *pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale d'une province ou d'un département.*

L'agriculture et l'économie rurale des diverses parties de la France présentent des différences dignes de remarque provenant de causes locales, encore peu connues. Il serait très-utile de pouvoir comparer entre elles les méthodes ou systèmes qui y sont mis en pratique. Une série de monographies faisant connaître ce qui se passe dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chaque région agricole permettrait de faire ces rapprochements et contribuerait ainsi puissamment aux progrès de l'agriculture.

Quelques études de ce genre qui avaient été tentées ont engagé la Société d'encouragement pour l'industrie nationale à proposer un prix pour ce genre de recherches, et elle a pu décerner, en 1872, deux prix et une mention honorable aux auteurs de trois remarquables monographies de ce genre. Ce succès l'a décidée à maintenir la question au concours. Elle propose donc, de nouveau, un prix de 1 000 francs pour la meilleure description de l'agriculture et de l'économie rurale d'une *région agricole*. L'étendue de cette région pourra embrasser une province entière ou se borner à un département ; mais les investigations dont cette contrée sera l'objet devront être précises et détaillées, et faire connaître, aussi complétement que possible, les pratiques agricoles et surtout les méthodes d'économie rurale qui y sont employées.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

7° **Prix de 1 000 francs** *pour la mise en valeur de terres incultes, par l'emploi d'arbres fruitiers dont les produits soient utilisés directement dans l'alimentation de l'homme.*

La culture des arbres fruitiers a pris en France, depuis une trentaine d'années environ, une extension considérable. Elle est devenue une des branches importantes de la production du sol par le commerce auquel elle donne lieu.

Jusqu'à présent c'est principalement dans les pays à sols profonds et riches que les plantations sont faites en grand. En agissant ainsi, les cultivateurs ont raison ; ils sont plus largement rémunérés de leurs avances et de leurs travaux. Cependant, dans bien des contrées, il est possible d'utiliser, d'une manière profitable, par la culture fruitière, des natures de terrains qui se prêteraient difficilement à des cultures perfectionnées. Des essais heureux ont été tentés dans ce sens sur divers points du territoire, et surtout dans l'est de la France.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale regarde comme utile d'appeler l'attention des cultivateurs et des arboriculteurs sur l'importance qu'il y aurait, tant au point de vue de l'alimentation générale qu'à celui de la richesse du pays, à augmenter la valeur des terres incultes ou pauvres par des plantations d'arbres fruitiers.

Un prix de 1 000 francs sera accordé au planteur qui aura fait une amélioration importante de ce genre, en faisant le choix le plus judicieux de l'essence fruitière à préférer, suivant la nature du sol et celle du climat. Il sera tenu compte en même temps de l'étendue des plantations dont les résultats devront pouvoir être complétement appréciés.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

8° **Trois prix de 500 francs** *pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène.*

La Société d'encouragement regarde la production de graine saine de vers à soie indigènes, assurant la réussite des éducations auxquelles elle est destinée, comme ayant une très-grande importance pour le développement de cette partie de l'industrie de la soie. Sans se préoccuper, en ce moment, des précautions diverses à prendre pour arriver au résultat, elle désire encourager la réalisation pratique d'une production habituelle de graine de bonne nature. Les recherches de M. Pasteur et celles des personnes qui ont appliqué ses méthodes ont fourni des règles simples pour déterminer, par avance, les résultats qu'on doit attendre d'une fabrication de graine; la production en petits ateliers, dans lesquels de plus grands soins sont apportés à l'opération, a aussi été recommandée; les éducations faites dans des pays neufs, où les maladies n'ont pas encore apparu, sont considérées comme ayant de plus grandes chances de succès. D'autres conditions de réussite peuvent être réalisées, mais la Société recherche surtout l'application pratique des bonnes méthodes, et désire voir établir le plus grand nombre possible de producteurs de graine saine, pouvant fournir à l'industrie des graines de vers indigènes douées de toutes les qualités qu'elle recherche.

La Société d'encouragement décernera donc trois prix, de 500 francs chacun, à des éducateurs qui, mettant au grainage de 20 à 50 kilog. de cocons provenant d'éducations reconnues saines, auront obtenu des graines ayant toutes les qualités désirables pour une bonne éducation.

Les concurrents devront se faire connaître en temps utile, et assez tôt pour que la Société puisse faire constater régulièrement la marche et les résultats de l'opération.

Ces trois prix de 500 francs seront décernés, s'il y a lieu, successivement en 1873, 1874 et 1875.

9° **Prix de 2 000 francs** *pour les desséchements ou endiguements.*

Ce prix sera décerné aux propriétaires, fermiers ou entrepreneurs qui auront desséché un marais, ou conquis un terrain constamment ou périodiquement recouvert par les eaux, pour le livrer à la culture.

Les concurrents présenteront un mémoire accompagné du plan des terrains desséchés, et les dessins qui seront nécessaires pour faire connaître la nature des travaux exécutés, et mettront en évidence, par des notes régulièrement tenues, les résultats économiques de leur opération.

La Société aura égard à l'importance des travaux, à l'étendue des surfaces conquises

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur les eaux, et aux services rendus par l'opération, à l'agriculture ou à la salubrité de la contrée environnante.

Les desséchements par machines, par colmatage, par canaux à écoulement permanent ou intermittent, ou par endiguements, sont également admis au concours.

Le prix sera de la valeur de 2000 francs. Des médailles pourront être délivrées à ceux des concurrents dont les travaux, sans avoir mérité le prix, seront jugés dignes de cet encouragement.

Le prix et les médailles seront décernés, s'il y a lieu, en 1874.

10° **Prix de 1 000 francs** *pour l'emploi, au boisement des terrains pauvres et arides, d'une essence d'arbre non encore utilisée, et dont les produits soient au moins aussi avantageux que ceux des essences forestières employées.*

Le propre d'une civilisation avancée est de réduire de plus en plus, jusqu'à les faire disparaître, les terrains improductifs.

De grands progrès ont déjà été réalisés sous ce rapport : le pin maritime couvre une grande partie des dunes et des landes du littoral du golfe de Gascogne ; les meilleures terres de la Sologne sont en culture ou en prairie ; les terres les plus pauvres ont été conquises par le pin silvestre, le bouleau ou le chêne. Le pin noir d'Autriche s'est répandu sur les plateaux de la Champagne ; enfin l'eucalyptus conquiert, chaque année, de nouveaux espaces en Algérie. Il reste néanmoins encore plusieurs millions d'hectares à mettre en valeur.

Multiplier le nombre des essences forestières propres à utiliser les plus mauvaises terres, varier les produits que ces terres sont susceptibles de donner, serait assurément un moyen de favoriser la disparition des landes. Dans les introductions à faire, il convient, d'ailleurs, de se préoccuper des essences de haute stature, pouvant donner rapidement des bois de charpente propres aux constructions civiles ou navales, et des arbustes capables de fournir des produits utilisables par l'industrie, tels que résine, cires, matières tinctoriales ou pharmaceutiques, tan, etc., etc.

La Société décernera un **prix de 1 000 francs** à celui qui aura employé une essence d'arbre utile, non encore en usage, pour le boisement de terrains pauvres et arides, et qui aura étendu sa culture sur une surface importante pouvant servir de modèle pour la propagation de ce genre de plantation.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

11° **Prix de 1 000 francs** *pour le meilleur semoir d'engrais pulvérulents.*

L'agriculture emploie aujourd'hui une quantité notable d'engrais pulvérulents,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'épandage est souvent contrarié par le vent et est pénible ou même quelquefois dangereux pour ceux qui font cette opération.

Il existe déjà des machines qui font cet épandage d'une manière à peu près satisfaisante; mais elles sont, en général, d'un prix trop élevé pour les cultivateurs. On rendrait un grand service à l'agriculture, si on construisait une machine faisant ce travail d'une manière aussi parfaite que possible et dont le prix fût en rapport avec les ressources de la grande masse des cultivateurs.

La Société décernera, s'il y a lieu, un prix de 1 000 francs à celui qui aura satisfait à ces conditions avant 1874.

12° **Prix de 2 000 francs** *pour la découverte du mode de propagation du phylloxera vastatrix d'un cep de vigne à un autre cep.*

La vigne est attaquée, depuis environ dix années, par un insecte très-petit, presque microscopique, nommé *phylloxera vastatrix*. Cet insecte continue à exercer des ravages dans le bas Languedoc, le Comtat et la basse Provence. Les désastres qu'il a causés sont tels, que des milliers d'hectares de vignes ont été anéantis. C'est en vain, jusqu'à ce jour, qu'on a tenté d'arrêter ce fléau en mettant en usage les mille remèdes qui ont été proposés pour le combattre.

Le phylloxera a été étudié avec beaucoup de soin par MM. Planchon et Lichtenstein, qui ont décrit ses caractères et son mode de reproduction, et ont fait connaître comment il détruit les vignes qu'il attaque et sur lesquelles il se multiplie. Ces études ont été utiles; mais elles sont incomplètes aux yeux des viticulteurs, en ce qu'elles n'indiquent pas de quelle manière le phylloxera se propage d'un cep à un autre.

Cet insecte si redoutable, quoique d'une petitesse extrême, chemine-t-il dans l'intérieur du sol, en suivant les fissures ou les interstices qu'on observe dans la masse de la couche arable, entre les graviers ou les cailloux?

Suit-il les racines de la vigne qui s'étendent de manière que celles des ceps voisins sont ordinairement en contact les unes avec les autres par leurs extrémités les plus déliées, même lorsque les ceps sont plantés à $1^{m},75$ ou à 2 mètres d'espacement?

Remonte-t-il, pendant la nuit, le long du tronc des ceps pour arriver à la surface du sol et se diriger ensuite sur des ceps de vigne voisins en pleine végétation?

Enfin, à un moment donné, passe-t-il à l'état ailé pour se répandre sur les vignes saines en franchissant des distances plus ou moins grandes?

La Société d'encouragement, vivement préoccupée de l'avenir des vignobles français, appelle sur ces questions l'attention des savants et des viticulteurs. Leur solution est difficile, peut-être, et exige de nombreuses observations; mais elle aura d'heureuses conséquences, en ce qu'elle permettra, très-certainement, de trouver les moyens à employer pour arrêter le *phylloxera* dans sa marche dévastatrice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, la Société décernera, en 1874, s'il y a lieu, **un prix de 2 000 francs** à l'auteur des recherches qui auront fait connaître comment le *phylloxera vastatrix* se propage d'un cep à un autre.

BEAUX-ARTS.

1° **Prix de 2 000 francs** *pour la fabrication d'un bon papier photographique.*

Le papier employé actuellement par les photographes laisse beaucoup à désirer, soit qu'il doive servir à la production d'épreuves positives, soit, surtout, quand il est destiné à des épreuves négatives. La reproduction, sur les épreuves positives, des défauts que présentaient les négatifs a amené les photographes à substituer au papier, pour les négatifs, les lames de verre convertes de collodion ou d'albumine. Mais, si les épreuves ont ainsi gagné en netteté, en pureté de lignes, elles ont perdu de cet effet artistique qui résultait de la dégradation des teintes. La simplification du bagage à emporter dans les excursions photographiques, et même la valeur artistique des épreuves, gagneraient à ce qu'on en revînt à se servir du papier pour les négatifs, si son homogénéité permettait de l'employer à cet usage.

Les inconvénients qu'il présente, aujourd'hui qu'il ne sert qu'à la production des positifs, sont tels encore, que des perfectionnements apportés dans sa fabrication seraient accueillis avec reconnaissance. Quoique le papier pour la photographie soit d'un prix plus que double que celui qui est destiné à d'autres usages, les fabricants se contentent de faire un choix dans leurs papiers au lieu d'en fabriquer dans ce but spécial. De là, des imperfections qu'il doit être facile d'éviter.

Des tentatives de ce genre ont été faites chez nos voisins plus activement que chez nous. Pour provoquer, en France, des essais analogues, la Société propose un prix pour la fabrication d'un papier exempt des défauts que présentent la plupart de ceux qu'on trouve dans le commerce.

Parmi ces défauts, en ce qui concerne les chiffons, les uns tiennent aux impuretés de la pâte et sont dus à la présence de parcelles de chiffons mal décolorées, et produisant des taches; les autres proviennent de fils mal divisés qui donnent lieu à des différences d'épaisseur et, par suite, à des inégalités de transparence, en moins quand les petites nodosités existent, en plus quand elles se détachent.

Les papiers employés dans la photographie offrent, en outre, de graves inconvénients provenant de leur fabrication. La cuve qui renferme la pâte, le ringard et les cylindres que l'on emploie sont en fer ou en cuivre et laissent, dans les feuilles, des particules métalliques, dont la présence se révèle dans les épreuves photographiques par des taches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blanches. La dimension de ces taches varie avec la quantité de métal emprisonnée dans la feuille. Si cette particule métallique atteint un diamètre égal, par exemple, à un cinquième de millimètre, on voit se produire sur l'épreuve une traînée blanche dont la longueur est quelquefois d'un décimètre. La réparation de semblables taches est fort longue, et souvent même vaut-il mieux rejeter l'épreuve. Pour atténuer ces inconvénients autant que possible, il faut se livrer à un travail assez long ; on place la feuille de papier sur un carreau ou un châssis à glace et, à l'aide d'un grattoir, on enlève tous les points noirs douteux ; il ne faut pas moins d'une heure de travail pour préparer ainsi 10 ou 12 demi-feuilles ayant $0^m,40$ de long sur $0^m,30$ de large.

Un procédé de fabrication qui ferait disparaître ces inconvénients rendrait un grand service et donnerait sans doute des bénéfices à la fabrique qui le mettrait en œuvre.

Il est probable que, par un meilleur choix des matières qui constituent la pâte, en augmentant les soins qui concourent à la rendre homogène, et surtout en substituant d'autres substances au bronze de leurs cylindres cannelés, les fabricants qui voudraient s'occuper de cette question contribueraient au progrès de la photographie, en lui fournissant un papier exempt de défauts.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

2° **Prix de 1 000 francs** *pour un procédé permettant de convertir, héliographiquement, un cliché photographique en une planche qui puisse être mise, avec les caractères typographiques, dans une forme d'imprimerie, et tirée avec eux à l'encre grasse comme un cliché de gravure sur bois.*

La Société d'encouragement a suivi avec intérêt les divers travaux qui ont été faits pour transformer héliographiquement les clichés de photographies en planches dont le tirage est fait avec des encres particulières, au moyen de procédés analogues à ceux de la lithographie. Des résultats remarquables ont été obtenus dans cette voie, et ils ont fourni des produits d'une grande perfection. Mais ces procédés ont toujours un emploi très-limité, et on aura donné un grand essor aux applications de la photographie, lorsqu'on sera parvenu à introduire ses planches dans la composition typographique, comme les clichés des gravures sur bois, pour être soumises au tirage ordinaire des feuilles d'impression.

Le prix qu'elle propose, dans ce but, sera délivré, s'il y a lieu, en 1873.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONDITIONS GÉNÉRALES A REMPLIR PAR LES CONCURRENTS.

1. Les mémoires descriptifs, modèles, renseignements, échantillons et autres pièces, destinés à faire connaître les titres des concurrents, devront être déposés au secrétariat de la Société avant le 1er janvier de l'année désignée par le programme pour la délivrance des prix : ce terme est de rigueur.

2. Les concurrents qui auront traité plusieurs des questions mises au concours seront tenus de consacrer à chacune d'elles un mémoire séparé, appuyé de pièces distinctes, qui puisse être transmis, pour examen, à des commissaires différents.

3. Les concurrents ne mettront pas leur nom sur leurs mémoires; ils y mettront seulement une devise, et ils joindront à leur envoi un paquet cacheté renfermant la même devise, leur nom et l'indication de leur domicile.

Ce paquet ne sera ouvert que par le comité chargé des études sur le concours, et le nom qu'il contiendra ne sera publié que dans le cas où l'auteur du mémoire aurait obtenu le prix.

4. Les concurrents qui ne voudraient pas mettre leur invention dans le domaine public devront prendre un brevet d'invention avant de se présenter au concours.

5. Néanmoins, les auteurs qui désireraient garder le secret de leurs procédés, et se décideraient à en présenter publiquement les résultats sans prendre de brevet d'invention, seront admis au concours, à la condition de déposer, dans un paquet cacheté, une description détaillée de ces procédés, dont l'exactitude sera vérifiée et certifiée par un membre du comité compétent.

La durée de ce dépôt ne pourra pas dépasser quinze ans, à l'expiration desquels la description sera publiée.

6. Les mémoires descriptifs, les pièces écrites et les dessins déposés ne seront pas rendus aux concurrents qui n'auraient pas obtenu de prix; mais la Société leur en laissera prendre des copies et autorisera, s'il y a lieu, la reprise des modèles et des échantillons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU

DES

PRIX ET MÉDAILLES PROPOSÉS

PAR LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DANS SA SÉANCE GÉNÉRALE DU 12 AVRIL 1872.

ANNÉES de la distribution des prix.	ÉPOQUE LIMITE du dépôt DES MÉMOIRES.	NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PARTIELS.
				fr.	fr.
			Grandes médailles.		
1873	. . . . .	. .	Médaille des arts économiques. . . . à l'effigie d'Ampère. . .	1,000	
1874	. . . . .	. .	— du commerce. . . . . — Chaptal. . .	1,000	
1875	. . . . .	. .	— des beaux-arts appliqués à l'industrie. . . . . — J. Goujon. .	1,000	
1876	. . . . .	. .	— des arts mécaniques. . . . . — Prony. . . .	1,000	
1877	. . . . .	. .	— des arts chimiques. . . . . — Lavoisier. .	1,000	
1878	. . . . .	. .	— de l'agriculture. . . . . — Thénard. .	1,000	
					6,000
			Grands prix.		
1873	. . . . .	. .	Prix de la Société.	12,000	
			Prix de la classe 27 (industrie cotonnière).	2,000	
1875	. . . . .	. .	Prix de la classe 65 (matériel des constructions).	500	
1876	. . . . .	. .	Prix du marquis d'Argenteuil.	12,000	
1877	. . . . .	. .	Prix du docteur Herpin (de Metz) (arts économiques).	1,200	
					27,700
			Prix mis au concours par la Société.		
			ARTS MÉCANIQUES.		
		1	Chaloupes côtières à vapeur.	2,000	
		3	Petit moteur pour atelier de famille.	1,000	
1873	31 décembre 1872.	4	Perfectionnement dans la filature du lin et du chanvre.	4,000	
		7	Taille des meules de moulin (fondation des habitants de la Ferté-sous-Jouarre).	5,000	
1874	31 décembre 1873.	5	Peignage du coton et des textiles à fibres courtes.	2,000	
1875	31 décembre 1874.	6	Machine à tailler les limes.	3,000	
1876	31 décembre 1875.	2	Moteur à vapeur perfectionné.	3,000	
					20,000
			A reporter.		53,700

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉES de la distribution des prix.	ÉPOQUE LIMITE du dépôt DES MÉMOIRES.	NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PARTIELS.
				fr,	fr.
			Report.	. . .	53,700
			ARTS CHIMIQUES.		
		2	Application industrielle de l'eau oxygénée.	2,000	
		6	Emploi industriel nouveau d'une matière minérale abondante.	1,000	
		8	Application des métaux nouvellement découverts.	1,000	
1873	31 décembre 1872.	12	Préparation artificielle du diamant noir.	3,000	
		17	Désinfection et clarification des eaux d'égouts.	1,000	
		20	Extraction, en France, de l'iode des nitrates de l'Amérique du Sud.	1,000	
		1	Préparation industrielle et économique de l'oxygène.	2,000	
1874	21 décembre 1873.	7	Utilisation des résidus de fabrique.	1,000	
		14	Production artificielle des acides gras et des cires.	4,000	
		16	Désinfection des résidus d'épuration de gaz.	3,000	
		3	Préparation économique de l'ozone.	3,000	
		5	Fabrication industrielle d'acide sulfurique pur d'arsenic. . . .	3,000	
1875	31 décembre 1874.	19	Nouvelle source d'acide borique ou remplacement des borates.	1,500 1,000 500	
		18	Encre n'oxydant pas les plumes.	1,000	
		4	Fixation de l'azote de l'air.	2,000	
1876	31 décembre 1875.	9	Nouvelle application des corps simples non métalliques. . . .	1,000	
		10	Nouvel alliage utile aux arts.	1,000	
1877	31 décembre 1876.	11	Production industrielle du graphite pour crayons.	3,000	
		13	Transformation donnant un produit naturel (quinine, sucre, etc.).	4,000	
1878	31 décembre 1877.	15	Théorie de l'acier fondée sur des expériences certaines.	6,000	
					46,000
			ARTS ÉCONOMIQUES.		
1873	31 décembre 1872.	3	Appareil électrique puissant et économique.	3,000	
1874	31 décembre 1873.	5	Conservation des denrées alimentaires à l'état frais.	1,000	
		8	Appareil pour petit atelier fournissant une haute température.	1,000	
		6	Désinfection permanente des fosses d'aisances.	3,000	
1875	31 décembre 1874.	4	Chauffage et aérage des édifices.	1,000	
		9	Application industrielle du spectroscope.	1,000	
1876	31 décembre 1875.	1	Application de l'endosmose des liquides.	1,000	
		7	Dessiccation rapide des bois.	2,000	
1877	31 décembre 1876.	2	Application de l'endosmose des gaz.	1,000	
					14,000
			A reporter.	. . .	113,700

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉES de la distribution des prix.	ÉPOQUE LIMITE du dépôt DES MÉMOIRES.	NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PARTIELS.
				fr.	fr.
			Report.	. . .	113,700
			AGRICULTURE.		
		2	Labourage à la vapeur.	6,000	
1873	31 décembre 1872.	5	Traité sur la vinification { dans la haute Bourgogne. . . .	1,000	
			{ dans le bas Languedoc.	1,000	
		8	Production de graine saine de vers à soie indigènes.	500	
		3	Gazonnement et reboisement des montagnes.	2,000	
				500	
		4	Irrigations.	3,000	
1874	31 décembre 1873.			2,000	
		8	Production de graine saine de vers à soie indigènes.	500	
		9	Desséchements et endiguements.	2,000	
		11	Semoir d'engrais pulvérulents.	1,000	
		12	Étude sur la progression du phylloxera d'un cep de vigne à un autre.	2,000	
		6	Étude sur une région agricole de la France.	1,000	
1875	31 décembre 1874.	7	Mise en valeur des terrains par les arbres fruitiers.	1,000	
		8	Production de graine saine de vers à soie.	500	
		10	Boisement de terrains pauvres par une essence nouvelle. . . .	1,000	
1876	31 décembre 1875.	1	Diminution des frais de récolte.	3,000	
					28,000
			BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.		
1873	31 décembre 1872.	2	Clichés héliographiques propres à la composition typographique.	2,000	
1874	31 décembre 1873.	1	Fabrication d'un bon papier pour la photographie.	1,000	
					3,000
			TOTAL GÉNÉRAL.	. . .	144,700

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU PAR ANNÉE

DES

PRIX ET MÉDAILLES PROPOSÉS

PAR LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DANS SA SÉANCE GÉNÉRALE DU 12 AVRIL 1872.

	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		En 1873.		
		Grande médaille des arts économiques (Ampère).	1,000	
		Grand prix de la Société.	12,000	
		Prix de la classe 27 (industrie cotonnière).	2,000	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	1	Chaloupes côtières à vapeur.	2,000	
	3	Petit moteur pour atelier de famille.	1,000	
	4	Perfectionnement dans la filature du lin et du chanvre.	4,000	
	7	Taille des meules de moulin (prix de la Ferté-sous-Jouarre). .	5,000	
Arts chimiques.	2	Application industrielle de l'eau oxygénée.	2,000	
	6	Emploi nouveau d'une matière minérale abondante.	1,000	
	8	Application des métaux nouvellement découverts.	1,000	
	12	Préparation artificielle du diamant noir.	3,000	
	17	Désinfection et clarification des eaux d'égouts.	1,000	
	21	Extraction, en France, de l'iode des nitrates d'Amérique. . . .	1,000	
Arts économiques. . . .	3	Appareil électro-chimique puissant et économique.	3,000	
Agriculture.	2	Labourage à la vapeur.	6,000	
	5	Traité de la vinification { dans la haute Bourgogne. . . .	1,000	
		{ dans le bas Languedoc.	1,000	
	8	Production de graine saine de vers à soie indigènes.	500	
Beaux-arts.	2	Clichés héliographiques propres à l'impression.	2,000	
				49,500
		A reporter.	. . .	49,500

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		Report.	. . .	49,500
		En 1874.		
		Grande médaille du commerce (Chaptal).	1,000	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	5	Peignage du coton et des fibres textiles courtes.	2,000	
Arts chimiques.	1	Préparation économique et industrielle de l'oxygène.	2,000	
	7	Utilisation des résidus de fabrique.	1,000	
	14	Production artificielle des acides gras et des cires.	4,000	
	16	Désinfection des résidus de l'épuration du gaz.	3,000	
Arts économiques. . . .	5	Conservation des denrées alimentaires à l'état frais.	1,000	
	8	Appareil à haute température pour petits ateliers.	1,000	
Agriculture	3	Gazonnement et reboisement des montagnes.	2,000 500	
	4	Irrigations.	3,000 2,000	
	8	Production de graine saine de vers à soie indigènes.	500	
	9	Desséchements et endiguements.	2,000	
	11	Semoir pour engrais pulvérulents.	1,000	
	12	Étude de la progression du phylloxera d'un cep de vigne à un autre	2,000	
Beaux-arts.	1	Fabrication d'un bon papier pour la photographie.	1,000	29,000
		En 1875.		
		Grande médaille des beaux-arts (J. Goujon).	1,000	
		Prix de la classe 65 (matériel du génie civil).	500	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	6	Machine à tailler les limes.	3,000	
Arts chimiques.	3	Préparation économique de l'ozone.	3,000	
	5	Fabrication d'acide sulfurique privé d'arsenic.	3,000	
	19	Nouvelle source d'acide borique ou remplacement des borates.	1,500 1,000 500	
	18	Encre de bonne qualité n'oxydant pas les plumes métalliques.	1,000	
Arts économiques. . . .	6	Désinfection permanente des fosses d'aisances.	3,000	
	4	Chauffage et aérage des édifices.	1,000	
	9	Application industrielle du spectroscope.	1,000	
Agriculture.	6	Étude sur une région agricole de la France.	1,000	
	7	Mise en valeur de terrains par les arbres fruitiers.	1,000	
	8	Production de graine saine de vers à soie.	500	
	10	Boisement de terrains pauvres par une essence nouvelle. . . .	1,000	23,000
		A reporter.	. . .	101,50

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		Report.	. . .	101,500
		En 1876.		
		Grande médaille des arts mécaniques (Prony).	1,000	
		Grand prix du marquis d'Argenteuil.	12,000	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	2	Moteur à vapeur perfectionné.	3,000	
Arts chimiques.	4	Fixation de l'azote de l'air.	2,000	
	9	Nouvelle application des corps simples non métalliques. . . .	1,000	
	10	Nouvel alliage utile aux arts.	1,000	
Arts économiques. . . .	1	Application de l'endosmose des liquides.	1,000	
	7	Dessiccation rapide des bois.	2,000	
Agriculture.	1	Diminution des frais de récolte.	3,000	26,000
		En 1877.		
		Grande médaille des arts chimiques (Lavoisier).	1,000	
		Prix du docteur Herpin (de Metz) (arts économiques).	1,200	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts chimiques.	11	Production industrielle du graphite pour crayons.	3,000	
	13	Transformation donnant un produit naturel utile (quinine, sucre, etc.).	4,000	
Arts économiques. . . .	2	Application de l'endosmose des gaz.	1,000	10,200
		En 1878.		
		Grande médaille de l'agriculture (Thénard).	1,000	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts chimiques.	15	Théorie de l'acier fondée sur des expériences certaines. . . .	6,000	7,000
		TOTAL GÉNÉRAL.	. . .	144,700

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1872.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires