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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1866. 65e année. 2e série, tome 13

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 19e siècle
Description : 794 p. : ill., pl. 329-351 ; 26 cm
Adresse : Paris : Madame Veuve Bouchard-Huzard, 1866
Cote de l'exemplaire : BSPI.65

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.65

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.
Bibliothèq

BSPI-65

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-CINQUIÈME ANNÉE.

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME XIII.

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.

1866

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

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Janvier 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. VICTOR BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* PONT D'EL-KANTARA, *construit, à Constantine (Algérie), par* M. GEORGES MARTIN.

Messieurs, un de nos compatriotes de la Métropole, un habile ingénieur-constructeur, M. Georges Martin, a eu la favorable occasion d'appliquer, dans notre possession d'Algérie, un système d'échafaudage suspendu qui pourrait être généralisé et appliqué dans beaucoup de cas.—A ce point de vue, votre comité des arts mécaniques a pensé qu'il était utile de vous soumettre ces nouveaux procédés, de les faire connaître à l'industrie, et il m'a chargé de vous en rendre compte.

Rummel ou Rommel est une rivière d'Algérie qui passe à Constantine, et tombe dans la Méditerranée, à l'est de Bougie, après 150 kilomètres de parcours dont une partie est un torrent, puisqu'à quelques centaines de mètres du pont, après s'être perdu sous trois voûtes naturelles, il se jette dans la vallée du Hamma, avec une chute de 70 mètres de hauteur.

A l'endroit où fut établi le pont, cette rivière est un véritable ravin, elle sépare les quartiers arabes de Constantine des plateaux opposés de Sidi-Mabrouk.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sous la domination romaine, on avait réuni ces quartiers par un pont à trois étages de voûtes, en maçonnerie analogue au pont du Gard; sous l'administration des beys, on avait souvent réparé ce pont romain, puis il s'était écroulé tout à fait dans ces dernières années, et il fallut le reconstruire.

On se trouvait en présence de rochers presque à pic de part et d'autre; au milieu, l'eau coule à une profondeur de 120 mètres. Pour franchir ce ravin, on a adopté deux viaducs en maçonnerie reliés par une arche métallique de $57^{m},40$ de portée.

Telles sont les données du problème : deux petits viaducs et une grande arche.

Supposons les deux viaducs construits; ils ne présentent aucune difficulté. Ils sont établis sur le terrain solide, et ils sont en pierres appareillées en plein cintre. Mais entre les deux bords du torrent, d'une pile en maçonnerie à l'autre, au point où le rocher est presque à pic, il y a plus de 57 mètres de distance qu'il faut franchir au moyen d'arcs en fonte. On pensa naturellement à établir des cintres retroussés, car les restes de l'ancien pont à étage ne pouvaient pas servir et l'emploi de pylônes en charpente servant de points d'appui est, pour ainsi dire, impossible, à cause des crues torrentielles et des ouragans. Nous avons connu personnellement les mécomptes auxquels ont été exposés les constructeurs, du viaduc de la Valserinne, sur le chemin de fer de Lyon à Genève, dont le gouffre n'était cependant qu'à une profondeur de 50 mètres sous clef.

Les constructeurs du pont d'El-Kantara ne voulurent pas s'y exposer et ne s'arrêtèrent pas à l'idée de prendre des points d'appui à une profondeur de 120 mètres.

On pensa d'abord établir, et on étudia des poutres américaines qu'on eût construites sur la rive et qu'on eût ensuite poussées d'un point d'appui à l'autre sur la longueur de 56 mètres. C'est un moyen auquel on pouvait penser sérieusement et que nous avons employé comme construction définitive au pont de Tilff, sur l'Ourthe, en Belgique; mais nous devons de suite avouer que, par suite du peu de hauteur au-dessus de l'eau, nous pouvions alléger la manœuvre au moyen de supports en charpente établis sur des toues, ce que ne pouvaient pas faire les constructeurs du pont d'El-Kantara.

Ceux-ci, après des recherches nombreuses, reconnurent que le problème serait plus économiquement résolu par un procédé nouveau que nous allons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

décrire, et qui doit trouver, sans doute, des imitateurs dans beaucoup de cas analogues.

Qu'on imagine quatre chaînes ou câbles composés de maillons en fer rond, d'une section de $0^m,048$ de diamètre, et qu'on amarre ces quatre chaînes, deux à deux, dans deux massifs en maçonnerie établis à l'avance sur les deux culées extrêmes ; qu'on élève ces chaînes au moyen de chevalets en bois armés de fer, on a un polygone funiculaire très-résistant, supérieur, en beaucoup de points, à la construction définitive. La gravure (pl. 329) qui accompagne ce rapport en donne une idée très-exacte. De distance en distance de cette courbe concave, on a établi des tiges de suspension verticales destinées à soutenir des poutrelles courbes, sur lesquelles repose un tablier affectant une courbe analogue parallèle aux arcs définitifs. On a ainsi composé un pont de service attaché aux chaînes par les tiges de suspension, sans autre point d'appui que les culées extrêmes, et on a donné aux tiges de suspension une longueur telle que la partie supérieure de ce tablier provisoire ou son extrados, étant parallèle à l'intrados du cintre définitif, se trouvait à une petite distance au-dessous de la position que cet arc définitif devait occuper. Pendant qu'on établissait sur place ce pont suspendu, à tablier cintré, on préparait les arcs en bois qui devaient composer le cintre de montage.

Ces arcs en bois étaient au nombre de quatre. Ils avaient $2^m,04$ de hauteur, et affectaient une forme analogue aux fers à double T : le corps était formé de poinçon ou chandelles terminées haut et bas par deux sommiers reliés par des croix de Saint-André ; c'est ce que M. Georges Martin appelle l'âme de ses arcs, et qu'il considère « comme étant uniquement destiné à « faire travailler également les nervures supérieures et inférieures, for- « mant chacune deux groupes disposés symétriquement des deux côtés « de l'âme. »

Cette disposition ne présente rien de nouveau, ce sont les poutres armées habituellement employées dans toutes les charpentes, et toutes les fois qu'il faut franchir une grande portée sans soutènement intermédiaire. Il était, sans doute, naturel d'adopter ces formes, après les études approfondies, les calculs savants et les expériences éclatantes dont Stéphenson a doté l'industrie, lors de l'établissement des ponts de Menai et de Conway. On reconnaît, dans les dispositions adoptées par M. Georges Martin, qu'il s'est inspiré de ces expériences, de ces études de la construction des ponts américains, et des transformations successives qu'a subies la première idée, qu'il se l'est appropriée en l'appliquant au cas particulier en face duquel il se trouvait, qu'il l'a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

imitée enfin, comme font les ingénieurs habiles, c'est-à-dire en innovant par une application spéciale, et en donnant une courbe aux poutres droites habituellement employées.

C'est par l'ensemble de la conception que la construction du pont d'El-Kantara est surtout remarquable, et nous signalons notamment l'emploi de ce pont suspendu destiné à faciliter le montage d'un cintre retroussé. Quant aux détails, les principes généraux de la charpente fournissaient au constructeur toutes les données pratiques qui devaient lui servir à vaincre toutes les difficultés partielles; ainsi les arcs étaient entretoisés entre eux, et le tout formait une charpente solidaire. Sur cette charpente s'élevaient des montants bien reliés, et sur ces montants on avait établi le pont de service sur lequel circulait la grue roulante servant au montage.

Tout le service s'est fait d'abord sur le pont suspendu, sur un échafaud provisoire qu'on avait, pour plus de facilité, recouvert d'un platelage général, et qu'on avait terminé de part et d'autre par des garde-corps en encorbellement au delà des chaînes de suspension.

On s'est servi, comme on le voit, du pont suspendu pour le montage du cintre retroussé en bois, mais il ne faut pas croire que celui-ci se soit appuyé sur le tablier cintré du pont suspendu : les arcs en bois, taillés à l'avance et séparés, étaient apportés un à un sur le tablier suspendu ; chaque voussoir était monté pièce à pièce, puis calé au fur et à mesure du montage, pour décharger les chaînes, les dégager entièrement, laisser le cintre en bois travailler seul, en ne gardant en place le pont suspendu que pour faciliter d'abord la manœuvre, ensuite le démontage.

Sur ce cintre en bois, le montage des arcs en fonte formant le pont définitif a été très-facile ; la grue roulante venait chercher, sur le terre-plein en maçonnerie, chaque portion des arcs en fonte et apportait cette portion à sa place.

On a, par conséquent, agi avec les cintres en bois pour monter les arcs en fonte, comme on avait agi avec le pont suspendu pour monter le cintre en bois, c'est-à-dire qu'on appuyait d'abord la portion d'arc métallique apportée sur le cintre en bois, puis bientôt on l'assemblait au suivant, on les fixait ensemble, on les entretoisait, et, quand toutes ces opérations étaient faites, le cintre en bois ne servait plus qu'à la manœuvre et au soutien du segment suivant. Les arcs en fonte, affectant des formes analogues à celles du pont que M. Polonceau père a établi en face du Carrousel à Paris, sont au nombre de cinq ; bien que le cintre en bois n'ait que quatre arches, on s'est

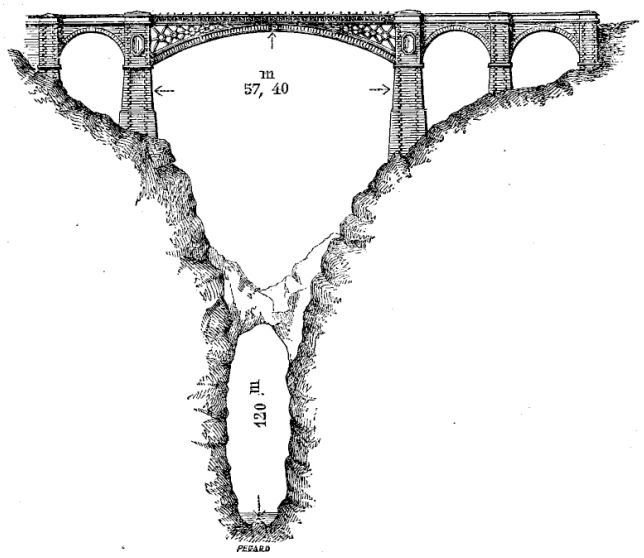
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

servi des quatre arcs de rive en fonte, pour appuyer le cinquième, pendant son assemblage.

Le montage étant à peu près achevé, l'arche en bois a été démontée pièce à pièce, comme on l'avait montée, en s'aidant du pont suspendu primitif.

Quant au démontage du pont suspendu lui-même, on a suivi un ordre normal comme on l'avait fait pour le montage. Quand le pont définitif a été établi et que le pont suspendu provisoire est devenu inutile, on a pu relier les tiges de suspension aux arcs métalliques; ensuite on a retiré le plancher du pont provisoire suspendu; les tiges de suspension devenant à leur tour complétement inutiles ont été retirées une à une, et en dernier lieu on a enlevé les chaînes ou câbles formant le polygone funiculaire.

Le pont définitif a été alors complétement dégagé de ses cintres, de ses échafauds, nous devrions dire de ses lisières, et la portée de 57^{m},40, au-dessus d'un ravin grandiose, a été franchie hardiment, ingénieusement et économiquement, comme l'indique le croquis ci-dessous.



Arche métallique du pont d'El-Kantara.

Échelle de 2/3 de millimètre par mètre.

Nous disons que ce système, qui consiste dans l'application d'un nouvel

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

échafaudage réduit aux seuls points d'appui des abords, peut être imité dans un grand nombre de cas. — Il arrive souvent en effet, dans les pays de montagnes et dans ce temps de construction de chemins de fer, en Suisse, en Italie, en Algérie et au Mexique, qu'on se trouve en présence de gouffres, de torrents, ou de ravins qu'il faut franchir par de grandes portées sans avoir la possibilité de prendre des points d'appui intermédiaires, et il importe d'appeler l'attention de l'industrie au sujet de cette application directe et pratique des chaînes de suspension, au moment où MM. Lehaître et de Mondésir ont proposé un système de charpente suspendue, pour couvrir les bâtiments de l'Exposition universelle de 1867 (1).

Ce n'est pas ici le lieu d'examiner ce système, auquel les calculs n'ont pas été suffisamment appliqués jusqu'alors; M. Georges Martin n'a pas commis cette faute, et dans une brochure qu'il a fait récemment paraître, et qui contient les détails et les plans de la construction, il a donné des calculs que nous avons vérifiés et desquels il résulte :

1° Que chaque millimètre carré de fer, pour le pont suspendu, supportait $9^k,40$, tandis que la charge d'épreuve des chaînes de la marine supporte 17 kilogrammes;

2° Que chaque millimètre carré de bois ne supportait que 468 grammes, tandis que la sapin ne s'écrase que sous la pression de 4 kilog., par millimètre carré;

3° Que chaque millimètre carré des arcs en fonte travaillait avec la charge d'épreuve à $4^k,31$ à la clef et à $4^k,57$ aux naissances, alors que la soumission limitait le travail maximum de la fonte à 5 kilog. par millimètre carré de section.

On voit que le constructeur s'est maintenu dans les limites de ses obligations et surtout dans celles qui sont le résultat de l'expérience et des règles de la bonne construction.

Les travaux du pont d'El-Kantara ont été exécutés sous la haute direction de l'Administration des ponts et chaussées représentée par M. Lebasteur, inspecteur général des travaux civils de l'Algérie, M. de Lannoy, ingénieur en chef, et MM. Lebiez et Staincq, ingénieurs ordinaires. Sa réédification a été décidée en 1860, à la suite du voyage, en Algérie, de M. le comte de Chasseloup-Laubat, alors Ministre de l'Algérie et des colonies, accompagné de

(1) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 419.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Tostain, inspecteur général des ponts et chaussées, chargé, à cette époque, des travaux civils de l'Algérie.

Pour l'exécution de ce travail, M. Georges Martin n'avait pas seulement à vaincre les difficultés techniques que nous venons de signaler, et qu'il a très-habilement résolues par une disposition spéciale qui n'avait pas de précédent. Il avait, en outre, à craindre de ne pas trouver en Algérie un personnel suffisamment préparé à ces travaux spéciaux : il avait donc, dans cette appréhension, fait préparer en France tous les détails de la charpente et organisé un personnel d'ouvriers spéciaux, mais il a bientôt reconnu, dans l'exécution, que le pays lui offrait plus de ressources qu'il ne l'avait imaginé, au point de vue de l'intelligence de la main-d'œuvre, et il a pu constater, avec une vive satisfaction, l'énergie et la hardiesse des ouvriers qu'il avait recrutés à Constantine même, qui ont parfaitement accompli des opérations de charpente toujours difficiles, souvent périlleuses et si nouvelles pour eux, sans qu'il eût à déplorer aucun accident.

Votre comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier M. Georges Martin de sa très-intéressante communication, de le complimenter de son succès, et d'ordonner l'insertion, au *Bulletin* de la Société, du présent rapport, accompagné d'une vue d'après une photographie du plancher provisoire ayant servi au levage du cintre, et d'un croquis général du pont.

Signé VICTOR BOIS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 juillet 1865.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* TRAVAUX *de* M. H. VOIRIN, *constructeur de presses mécaniques, rue Mayet, n° 17, à Paris.*

Messieurs, un de nos habiles constructeurs de presses mécaniques, M. Voirin, a communiqué à la Société d'encouragement les résultats des efforts faits par lui, dans ces dernières années, pour améliorer ces machines parvenues aujourd'hui à un haut degré de perfection. Votre comité des arts mécaniques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a examiné, avec un vif intérêt, trois dispositions nouvelles qu'il a imaginées, et que je vais m'efforcer d'analyser.

La première invention de M. Voirin consiste dans une disposition propre à diminuer de moitié le nombre des margeurs qui présentent les feuilles de papier aux organes preneurs des machines à réaction, qui servent pour l'impression rapide des journaux. Ces machines, généralement à quatre cylindres imprimeurs, pour obtenir 6,000 exemplaires à l'heure, ont besoin de quatre margeurs et de quatre leveurs de feuille, de deux ouvriers par chaque cylindre : l'un pour fournir la feuille de papier blanc, l'autre pour recevoir la feuille imprimée. Il y aurait économie évidente à réduire ce personnel ; M. Voirin s'est proposé de le diminuer de moitié. Voici comment il y est parvenu :

Il dispose, pour deux cylindres voisins, un seul système de rouleaux qui prennent la feuille et la font cheminer entre des cordons verticaux, de manière que dans la position moyenne elle arrive entre deux cylindres imprimeurs. En donnant un mouvement alternatif à l'espèce de châssis dans lequel se trouve engagée la feuille de papier, on voit qu'elle en sortira, alternativement, près de chaque cylindre, et s'engagera successivement sur chacun d'eux entre des doubles cordons continuellement en mouvement, qui l'entraîneront sur la forme.

Rien de capital n'est changé, d'ailleurs, au système d'impression, d'inversion des feuilles des presses à réaction, pour que la feuille de papier double quitte la presse portant deux exemplaires imprimés; seulement la suppression d'une table de margeur laissant de la place, M. Voirin a pu y adapter un receveur de feuilles à grilles, du système de l'habile constructeur américain Hoe, qui vient placer la feuille imprimée sur celle précédemment déposée, système qui a réussi dans les presses à journaux de ce constructeur, pour des impressions qui redoutent peu quelques feuilles pliées.

Le système de M. Voirin est ingénieux et digne d'éloges ; la seule crainte que l'on puisse concevoir pour sa propagation, c'est qu'il exige des margeurs habiles. Pour tirer 6,000 exemplaires à l'heure, il faut marger 3,000 feuilles doubles avec deux margeurs, soit 1,500 pour chacun, ce qui n'est possible, sans gâter de papier, que pour de bons ouvriers, sans avoir rien d'extraordinaire toutefois, car d'habiles margeurs fournissent par moments 2,000 feuilles à l'heure aux presses circulaires de la *Patrie*.

La seconde invention de M. Voirin se rapporte à un système propre à éviter les irrégularités de mouvement du marbre conduit par une crémaillère

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

actionnée par un pignon réuni à l'arbre moteur par un joint de Cardan. Vous avez conservé le souvenir de l'intéressant rapport par lequel notre collègue, M. Tresca, vous a rendu compte de la manière dont notre excellent constructeur, M. Normand, avait appliqué le remède à un défaut grave que la routine empêchait d'apercevoir, et dont il a démontré, le premier, la gravité (1). M. Voirin s'est proposé de trouver une autre solution du même problème, et à cet effet il s'est attaché à perfectionner la seconde solution que j'ai donnée dans mon *Traité de cinématique* d'après Willis, et qui consiste, au lieu de déplacer le pignon, à faire passer la crémaillère à fuseaux, alternativement au-dessus et au-dessous du pignon, qui, lui, reste fixe, et, par suite, animé d'une vitesse constante.

Il rend la crémaillère mobile et fait qu'elle reste toujours parallèle au marbre dans un même plan vertical, en la réunissant avec une pièce verticale, dite porte-crémaillère, assemblée avec celui-ci, et qui supporte la crémaillère à l'aide de deux leviers égaux tournant autour d'axes fixes, de telle sorte que le tout forme un parallélogramme articulé. Lorsque le pignon est en prise avec la dernière dent de la crémaillère, celle-ci tend à être déplacée dans le sens vertical, action que facilite un galet fixé au pignon qui agit sur les croissants qui terminent la crémaillère.

Avant l'adoption du joint de Cardan, un système offrant quelque analogie avec celui-ci était adapté aux presses mécaniques, avec cette différence que la crémaillère se mouvait dans un plan vertical. Ce système était sujet à s'user et rendait difficile l'emploi de gros pignons qui, pour une même durée du passage aux points morts, permettent d'augmenter la vitesse du marbre.

M. Voirin a apporté les plus grands soins à l'exécution des détails de la disposition qu'il a adoptée, et qui, pour les petites presses, n'exige pas une crémaillère beaucoup plus lourde que le pignon mobile du joint de Cardan qui, dans ce système, devient fixe : longues douilles pour éviter l'usure dans les branches du parallélogramme, ressorts agissant sur ces branches pour annuler le poids de la crémaillère, galet dit frein adapté au pignon pour éviter tous tremblotements en appuyant sur la barre qui porte les fuseaux de la crémaillère, etc.

---

(1) Voir *Bulletin* de 1863, 2e série, t. X, p. 129.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La troisième partie de la communication de M. Voirin se rapporte à un genre de construction pour lequel il a conquis une réputation toute particulière, et dont vous comprendrez aisément la grande importance, je veux parler de presses mécaniques pour la lithographie.

L'opération délicate du tirage de la lithographie, de ses surfaces plates où le dessin n'existe guère que par la propriété d'être rebelle au mouillage par l'eau, comparée à la facilité de l'impression des types à relief saillant de la typographie, a toujours semblé rendre bien difficile l'application de machines analogues aux presses mécaniques, et, par suite, le prix de ce genre d'impression a semblé devoir demeurer toujours élevé. Vous connaissez tous les efforts tentés dans cette voie par l'ingénieux M. Perrot, et la Société d'encouragement a récompensé les machines, malheureusement chères et compliquées, à l'aide desquelles il a réalisé une première solution du problème, en s'écartant peu du mode d'impression adopté pour les presses à bras de la lithographie (1).

Les perfectionnements apportés à la presse en blanc pour la typographie, qui en ont fait une machine aussi simple que précise dans son action, ont conduit à trouver, dans l'application de ces machines, convenablement complétées, à l'impression lithographique, la solution du problème. C'est dans cette voie qu'ont été dirigés les efforts heureux de M. Voirin, et nous allons passer en revue les divers détails qu'il a ajoutés à la presse typographique, pour l'approprier à ce nouvel emploi.

Trois rouleaux mouilleurs en molleton épais déposent de l'eau sur la pierre; ils sont, jusqu'ici, alimentés à la main avec des éponges, mais M. Voirin ne doute pas qu'il n'arrive, au besoin, à les alimenter avec un système de mouilleur capillaire pour lequel il a pris un brevet. La solution de ce problème est évidemment possible ; elle offre un intérêt assez limité dans la pratique : le conducteur, en surveillant son tirage, doit mouiller la pierre de loin en loin, l'excédant d'eau est repris par les rouleaux mouilleurs, qui n'ont besoin de recevoir directement de l'eau que toutes les heures, surtout depuis qu'on a trouvé, dans l'addition de la glycérine à l'eau, le moyen de rendre l'alimentation encore moins fréquente.

La pierre étant continue ne permet pas, comme la forme de typographie

(1) Voir *Bulletin* de 1848, 1re série, t. XLVII, p. 192.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec les vides qui existent entre les pages, de guider la feuille de papier avec des cordons qui la détachent du cylindre après l'impression, de loger des pointures qui permettent de la soumettre à des impressions successives.

Pour détacher la feuille du cylindre après l'impression et l'introduire dans les cordons, le constructeur emploie de petites lames qui sont fermées lorsque le margeur place la feuille, et qui, s'ouvrant, au moment convenable, au moyen d'un came et d'une manivelle formant un système fonctionnant à l'inverse des pinces auxquelles elles ressemblent, engagent la feuille entre des cordons ; les extrémités de l'une des séries de ces cordons, repliées sur des poulies creuses, sont placées au point où la feuille est repoussée. Inversement les pointures saillantes lorsqu'on place la feuille, rentrent en dedans du cylindre imprimeur, lorsqu'il se met en mouvement, après un court temps d'arrêt, et que les pinces ont saisi la feuille.

Ajoutons enfin que, pour éviter le bris des pierres, la pression à laquelle elles sont soumises au contact de la génératrice horizontale du cylindre et du marbre est limitée par le système connu sous le nom de pression mobile, qui consiste en ce que le cylindre est porté par des fourchettes sur lesquelles agissent des leviers formant romaine, système qui répond à une très-grande objection que l'on faisait aux presses mécaniques lithographiques.

Dans ces conditions, les presses mécaniques de M. Voirin ont un grand et juste succès ; nous en avons vu fonctionner une chez M. Monrocq, tirant 500 exemplaires à l'heure en travaux courants et une autre chez M. Zanotte, appliquée à l'impression chromo-lithographique; c'est assez dire qu'elles peuvent convenablement exécuter la très-majeure partie des travaux de la lithographie.

Il en avait déjà livré 46 lors de notre visite, c'est assez dire qu'il s'agit d'un beau progrès réalisé, et non plus d'une simple tentative. La facilité d'un tirage qui ne demande guère de mise en train, tout le dessin étant sur un même plan, rend le tirage plus susceptible qu'on ne croyait de lutter, pour le bon marché, avec celui de la typographie, surtout pour de petits nombres.

Nous espérons vous avoir fait apprécier la valeur des inventions que M. Voirin vous a soumises, et combien elles méritent l'approbation de la Société d'encouragement.

Nous vous proposons :

1° De remercier M. Voirin de ses intéressantes communications ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° D'insérer dans votre *Bulletin* les dessins de sa presse lithographique et des systèmes nouveaux qu'il a adaptés aux presses typographiques.

Signé LABOULAYE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *février* 1865.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PRESSE MÉCANIQUE POUR LA LITHOGRAPHIE, IMAGINÉE PAR M. VOIRIN (PLANCHES 330 ET 331) (1).

PLANCHE 330. Fig. 1. Vue de profil de la presse du côté du volant.

PLANCHE 331. Fig. 1. Section transversale de la machine par un plan vertical passant devant le cylindre imprimeur, parallèlement à son axe.

PLANCHE 331. Fig. 2. Vue de bout du côté opposé au volant.

Les mêmes lettres désignent les mêmes organes dans les deux planches.

Le bâti de la machine étant analogue à celui de toutes les presses, nous n'avons pas à le décrire ; quant au mécanisme principal, voici en quoi il consiste :

A, A', poulie motrice et poulie folle montées sur l'arbre du volant.

B (fig. 1, pl. 330), grande roue dentée engrenant avec un pignon calé sur l'arbre du volant, et transmettant le mouvement au chariot qui porte la pierre lithographique, au moyen de la disposition suivante :

C, oreille ou appendice porté par la roue B, et faisant fonction de manivelle (pl. 330, fig. 1, et pl. 331, fig. 2).

D, bielle reliée, d'une part à l'appendice C, et d'autre part au chariot E, au moyen d'une chape placée en dessous, et imprimant à ce chariot un mouvement rectiligne alternatif; la rotation de cette bielle s'opère dans une fosse creusée sous le bâti de la machine.

E, chariot portant la pierre lithographique, et roulant sur des galets F, entre les longs côtés du bâti (fig. 1, pl. 331).

G, glissières fixées sur les plaques transversales du bâti, et servant de chemins aux galets F.

H, crémaillère horizontale fixée au chariot, et destinée, dans son mouvement rectiligne de va-et-vient, à faire tourner le rouleau I.

---

(1) Nous donnerons très-prochainement le dessin des deux dispositions nouvelles relatives aux presses typographiques dont il a été question dans le rapport.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

I, rouleau imprimeur mis en mouvement au moyen d'une roue dentée qu'il porte sur son axe, et avec laquelle engrène la crémaillère H; ce mouvement de rotation, qui a lieu dans le sens de la flèche courbe (fig. 1, pl. 330), est interrompu pendant la moitié de la course du chariot, grâce à une solution de continuité dans la denture de la roue du rouleau, qui permet à celui-ci de ne pas être entraîné lorsque le chariot accomplit son retour dans le sens de la flèche droite.

J, goujon fixé au rouleau imprimeur, et servant à saisir ce rouleau pour qu'il ne soit pas abandonné pendant le temps d'arrêt que subit son mouvement de rotation.

K, fourche mobile, dont l'axe de rotation est en K', et dont l'action intermittente a pour but de saisir le goujon J.

L, espèce de bielle commandant la fourche K, et recevant son mouvement de deux cames situées sur l'arbre M, parallèle à l'arbre du volant.

Le mécanisme principal ainsi décrit, voici comment fonctionne la presse :

L'ouvrier, monté sur le marchepied N, prend une feuille sur la table à papier O, et la pose à plat sur la table à marger P, en ayant soin d'en pousser le bord jusqu'aux guides Q.

Lorsque la feuille est ainsi placée, les pinces R du rouleau I se ferment par une disposition analogue à celles des presses typographiques; le rouleau se met alors en mouvement et entraîne la feuille qui, rencontrant à ce moment la pierre lithographique convenablement encrée, reçoit l'empreinte voulue, en vertu de la pression du rouleau, lequel agit de tout son poids, augmenté de l'action du contre-poids S.

Ce contre-poids agit sur l'axe du rouleau imprimeur au moyen des leviers T, T' et des tirants U, placés à chaque coussinet de cet axe.

Ainsi imprimée, la feuille est entraînée par le rouleau jusqu'au point V (fig. 1, pl. 330), où les pinces R s'ouvrent et la lâchent; en même temps d'autres petites pinces, placées en dessous de la feuille, la dirigent et l'introduisent entre les cordons W; ces cordons, qui passent sur une série de petits rouleaux et de galets visibles fig. 1, pl. 330, et fig. 2, pl. 331, entraînent la feuille en dessous de la table O, jusque vers le rouleau X, où elle est rendue libre et tombe sur la table à recevoir Y. C'est alors qu'un enfant la range, et il procède à ce travail avec facilité et sans danger, parce qu'il est placé loin des engrenages.

Z, *a*, *b*, *c* sont les engrenages qui mettent en mouvement les petits rouleaux et, par suite, les cordons W; le premier, Z, est calé sur l'axe même du rouleau imprimeur.

d (fig. 1, pl. 330) est une pointure de la grosseur d'une forte aiguille, analogue à la pointure des presses typographiques, et traversant la table à marger P. Elle sert, avec une autre pointure placée au bord de la gorge du rouleau imprimeur, à déterminer la position des feuilles d'une manière précise, lorsque ces feuilles doivent passer plusieurs fois sous la presse, soit pour recevoir une empreinte de chaque côté, soit pour subir du même côté plusieurs tirages de différentes couleurs.

e, tige sur laquelle la pointure *d* est montée, et lui permettant de glisser à volonté

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour se régler suivant la grandeur des feuilles; cette tige reçoit, à certains moments, un petit mouvement d'oscillation autour du point *f*, mouvement qui a pour effet d'abaisser la pointure un instant après la fermeture des pinces du rouleau imprimeur, c'est-à-dire un instant après que la feuille est saisie et prête à être entraînée.

Encrage. *g*, réservoir d'encre analogue à celui des encriers typographiques (fig. 1, pl. 330).

h, rouleau lithographique ordinaire, dit *rouleau preneur;* c'est celui qui prend directement l'encre au contact du rouleau de l'encrier.

i, table à encrer, sur laquelle le rouleau *h* vient déposer son encre; elle se meut avec le chariot qui porte la pierre lithographique.

j, *rouleaux distributeurs* chargés de répartir également l'encre sur la table *i*, avec laquelle ils se mettent en contact chaque fois qu'elle passe avec le chariot.

k, *rouleaux toucheurs* recevant de l'encre en couche régulière chaque fois que la table passe dessous, et la transmettant ensuite à la pierre qu'ils touchent à son passage.

l, rouleaux placés en arrière du rouleau imprimeur I, sous la table à marger P, et servant à l'opération du mouillage qui doit précéder l'encrage; ces rouleaux, formés d'étoffe de coton (velours ou molleton), sont imbibés aussi régulièrement que possible, et donnent à la pierre, lors de son passage, de l'eau qui ne mouille que les parties non recouvertes par le dessin, c'est-à-dire les parties qui ne sont pas grasses.

m, autres rouleaux placés entre les rouleaux toucheurs *k* et le rouleau imprimeur I; ils sont semblables aux rouleaux *l*, et servent à régulariser la répartition de l'eau sur la pierre et à éviter qu'elle n'arrive sur les rouleaux toucheurs *k*, qui pourraient être endommagés. Leur emploi n'est cependant pas indispensable.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PRIESTLEY, *au nom du comité des arts économiques, sur un* BRANCARD DE RECHANGE, *par* M. CRETIN, *rue Saint-Lazare,* 28.

Messieurs, le brancard de rechange présenté à l'examen de la Société d'encouragement par M. Cretin a pour objet, ainsi que son nom l'indique, de pouvoir être promptement substitué au brancard ordinaire de voiture qu'un accident a pu rompre.

Pesant environ 4 kilog., et se composant de trois tronçons dont deux sont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réunis par une charnière et le troisième indépendant, il peut ainsi se partager et être placé dans toute caisse de voiture.

Pour se servir de ce brancard, on réunit le troisième tronçon aux deux premiers par un emmanchement à baïonnette, et, selon la manière dont on fixe celui-ci, on rend le même brancard propre à remplacer, en cas de rupture, soit le brancard de droite de la voiture, soit celui de gauche.

L'objet de ce rapport pouvant, dans certains cas et surtout à la campagne, rendre d'utiles services, le comité des arts économiques a l'honneur de vous proposer, Messieurs, de remercier M. Cretin de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé PRIESTLEY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 27 décembre 1865.

ALCOOMÈTRES.

RAPPORT *fait par* M. V. DE LUYNES, *au nom du comité des arts économiques, sur* L'ÉPROUVETTE ALCOOMÉTRIQUE *de* M. MAUBAN, *rue des Boulangers*, 13.

Messieurs, sous le titre d'*éprouvette alcoométrique*, M. Mauban a présenté à la Société un petit appareil destiné à déterminer rapidement le degré d'une liqueur alcoolique.

Les appareils employés en pareil cas par les agents de l'Administration consistent en un double étui métallique, dans lequel sont renfermés séparément l'alcoomètre et le thermomètre. Pour avoir le degré d'un alcool, il faut donc remplir de liquide l'étui de l'alcoomètre, puis enlever ce dernier instrument pour le remplacer par le thermomètre.

Dans l'éprouvette de M. Mauban, le thermomètre est fixé extérieurement à l'étui de l'alcoomètre. Le réservoir seul du thermomètre plonge dans un compartiment qui communique avec l'étui, de sorte qu'on peut lire à la fois et par une seule opération le degré de l'aréomètre et la température du thermomètre.

M. Mauban a modifié la forme de son éprouvette de différentes façons, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

manière à la rendre plus propre à diverses opérations, telles que transvasement du liquide, etc.

Votre comité pense que l'éprouvette de M. Mauban sera substituée avantageusement à l'ancien étui.

Il vous propose de remercier M. Mauban de sa communication, d'insérer ce rapport au *Bulletin* et d'en accorder 200 exemplaires à l'auteur.

Signé V. DE LUYNES, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 décembre 1865.

MATIÈRES TEXTILES.

RAPPORT *fait par* M. A. CHATIN, *au nom du comité d'agriculture, sur un mémoire relatif à la matière textile extraite de la fibre corticale du mûrier et appelée* MURINE *par l'auteur, présenté par* M. F. CABANIS.

Messieurs, le mémoire que M. Cabanis soumet à la Société est le fruit de longues recherches dans les livres sur la fibre corticale du mûrier et d'études directes sur cette fibre elle-même, dont l'auteur présente quelques échantillons à divers degrés de préparation, depuis l'écorce brute jusqu'à la filasse fine et la transformation de celle-ci en fils d'une assez grande ténuité.

Le travail de M. Cabanis, sorte de monographie du mûrier au point de vue des applications de ses fibres corticales à l'industrie, est divisé en treize chapitres dans lesquels il traite successivement :

1° De l'importance du mûrier et de la facilité de tirer simultanément de son bois plusieurs produits utiles;

2° De la nécessité d'un nouveau produit textile;

3° De l'écorce du mûrier pour la préparation du papier;

4°, 5°, 6°, 7° De la mûrine à l'Exposition universelle de 1862; notice de M. Duponchel et Gambon sur le produit textile de l'écorce du mûrier; système Claussen pour fabriquer, avec du lin ou du chanvre, des matières aptes à remplacer le coton, la laine et la soie, matières que les Américains nomment *fibrilia,* et qu'ils fabriquent non-seulement avec le lin et le chanvre, mais encore avec le jute et d'autres plantes;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

8° De la méthode chinoise et japonaise pour la fabrication du papier avec l'écorce du mûrier;

9° D'une substance alcoolique *contenue* dans le bois du mûrier;

10° De la culture du mûrier dans l'Europe septentrionale et centrale;

11° De la culture du mûrier sous Henri IV, et des essais de culture faits à d'autres époques;

12° Notice sur le véritable papier du Japon;

13° Le dernier ou treizième chapitre est un précis ou résumé de l'ensemble du travail.

Votre rapporteur ne croit pas devoir entrer dans l'examen détaillé et critique du travail présenté par M. Cabanis, ce sujet à l'étude depuis longtemps, et déjà considéré sous bien des faces (1), n'ayant pas offert, jusqu'à ce jour, d'avantages pratiques économiquement réalisables.

Tout en admettant que les fibres sont ténues et brillent d'un éclat soyeux, on ne peut s'empêcher de voir, dans leur disposition tressée ou anastomosée à l'intérieur de la plante, un sérieux obstacle au travail ayant pour objet de les réduire, sans de grands déchets, à l'état de fils assez ténus et assez réguliers pour donner des tissus capables de soutenir, même de loin, la concurrence avec les produits analogues présentement en possession du marché; et, pour ce qui est de la fabrication du papier, une autorité compétente, M. Payen, n'admet pas que l'on puisse y penser tant que la pâte d'écorce du mûrier ne pourra être livrée à 25 francs les 100 kilog. A plus forte raison faut-il noter seulement pour mémoire la possibilité, énoncée par M. Cabanis, de convertir en alcool la petite quantité de sucre contenue dans le bois du mûrier.

Mais ce qui paraît ne pas être aujourd'hui avantageusement réalisable, ne le sera-t-il jamais? Loin de nous une négation pouvant aller au delà du vrai, et décourager des chercheurs qui doivent seulement être prémunis contre un trop facile entraînement. Le travail, consciencieusement fait et fort étendu, de M. Cabanis sera consulté avec fruit par tous ceux qui voudront reprendre la question et tenter de lui faire faire un pas de plus.

Par ces motifs, le comité d'agriculture vous propose de remercier M. Cabanis de sa communication et de la renvoyer à la commission du *Bulletin* en même temps que le présent rapport.

Signé CHATIN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 15 novembre 1865.

(1) Voir le *Théâtre d'agriculture* d'Olivier de Serres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT SUR UN MÉMOIRE, PRÉSENTÉ PAR M. H. TRESCA, INTITULÉ : DE L'ÉCOULEMENT DES CORPS SOLIDES; PAR M. MORIN.

« Le mémoire présenté par M. H. Tresca, et dont l'Académie nous a chargé de lui rendre compte, a pour objet l'exposition et la discussion des résultats des expériences nombreuses et variées que l'auteur a exécutées pour étudier les effets de compression et d'expulsion que produisent de grandes pressions exercées sur des corps mous, ductiles ou pulvérulents, renfermés dans une enveloppe rigide cylindrique percée à sa base d'un orifice concentrique de dimensions variées.

« Les phénomènes remarquables manifestés par les résultats de ces expériences ont été mis sous les yeux de l'Académie (1) : ils ont, pour l'étude des questions les plus délicates de physique moléculaire et pour la mécanique, une importance d'autant plus grande, que jusqu'à ce jour la science était complétement dépourvue de notions théoriques ou expérimentales sur les déplacements géométriques qu'en pareils cas peuvent éprouver les molécules des corps.

« Ces belles expériences, sans établir encore peut-être une identité complète, rendent au moins manifeste l'analogie que présentent les circonstances de l'écoulement des liquides avec le passage des corps mous, ductiles ou pulvérulents, lorsque, sous l'action d'efforts suffisamment énergiques, ils sont forcés de passer par des orifices donnés.

« Cette analogie est tellement frappante, qu'elle a conduit l'auteur à exposer les faits qu'il a observés, sous le titre en apparence paradoxal de *Recherches sur l'écoulement des corps solides*.

« Mais, si cet énoncé a pu d'abord surprendre ceux qui l'ont entendu, la vue des nombreux spécimens des expériences obtenus sur les matières les plus diverses, depuis les argiles molles jusqu'à des métaux durs, tels que l'acier, a montré l'exactitude de l'expression.

« Dans son mémoire, l'auteur s'est proposé d'abord les deux objets suivants :

« 1° Montrer, par les résultats de nombreuses expériences, que les corps solides, ductiles, mous ou pulvérulents, peuvent, sans changer d'état, s'écouler d'une manière analogue à celle des liquides, lorsqu'on exerce à leur surface des pressions suffisamment grandes;

(1) Iis ont été mis également sous les yeux de la Société d'encouragement. Voir *Bulletin* de 1864, 2e série, t. XI, p. 702.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 2° Donner la marche géométrique de cet écoulement, et indiquer les déductions les plus importantes que l'on peut en tirer pour l'étude des mouvements particuliers des molécules, pour celle du travail mécanique qu'elles exigent, et pour diverses autres applications.

« L'énoncé seul de la première question en montre toute l'importance et toute la nouveauté : car, s'il ne s'agit ici que des mouvements intérieurs ou intestins qui se produisent dans les corps mous, pulvérulents ou plus ou moins ductiles, sous l'action des efforts puissants que les moyens énergiques, mais limités, dont l'homme dispose aujourd'hui, permettent d'exercer, on comprend tout de suite que les conséquences de ces effets restreints peuvent et doivent, comme l'auteur l'indique dans son mémoire, s'étendre par analogie à certains phénomènes géologiques de la croûte solide de notre globe, incessamment sollicité du centre à la surface par les puissantes étreintes des pressions développées à son intérieur.

« Afin de pouvoir observer les mouvements des différentes parties des matières employées aux expériences, les blocs soumis à des pressions qui les forçaient à s'écouler sous forme de jets cylindriques étaient particulièrement formés de plaques pour les métaux, ou de couches pour les matières céramiques, afin que les surfaces de joint primitives de ces plaques ou de ces couches pussent être retrouvées dans les jets après leur écoulement.

« C'est grâce à cette disposition ingénieuse, qui constitue une méthode spéciale d'observation, qu'il a été possible de suivre toutes les transformations subies par la matière et d'étudier les lois géométriques de ces transformations.

« Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, nous n'entrerons dans aucun détail sur les procédés employés pour produire les écoulements dont les nombreux résultats ont été mis sous ses yeux.

« Nous dirons seulement que, pour cette première partie des expériences, les pressions nécessaires ont été produites à l'aide d'une presse hydraulique à quatre cylindres, avec laquelle on a exercé des efforts qui pouvaient s'élever jusqu'à 100,000 kilogrammes de pression totale exercée sur les plaques. On a ainsi successivement soumis à l'expérience des matières molles et plastiques, telles que la terre à briques, la terre à porcelaine; des matières pulvérulentes, comme le sable et le plomb de chasse; et enfin des métaux plus ou moins ductiles, tels que le plomb, l'étain, l'argent, le cuivre rouge, le fer, et même l'acier.

« Les expériences sur le plomb ont été faites en forçant le métal à passer par des orifices différents, dont les diamètres ont été successivement de $0^m,010$, $0^m,030$ et $0^m,040$. Le diamètre extérieur primitif du bloc était de $0^m,100$ et le nombre de plaques de plomb dont il se composait a varié de 2 jusqu'à 20 pour la série la plus complète.

« D'autres observations sur des blocs de $0^m,050$, et avec des orifices d'écoulement de $0^m,020$ seulement, ont été exécutées sur le plomb, sur l'étain, sur le cuivre et sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'argent, en se servant presque toujours de la presse hydraulique et accidentellement d'un balancier que possède le Conservatoire.

« Plus tard, des expériences ont été faites sur des blocs de $0^m,039$ de diamètre seulement, soit avec la presse hydraulique sur le plomb, sur l'étain et sur l'argent, soit avec le balancier de la Monnaie, pour le cuivre et pour l'acier.

« Quant aux pâtes céramiques, les expériences ont été exécutées en comprimant, soit par des charges directes, soit à l'aide de la presse hydraulique, des blocs de $0^m,100$ de diamètre renfermés dans des boîtes de même dimension. Les diamètres des jets ont varié de $0^m,020$ à $0^m,050$, et les expériences sont au nombre de vingt-trois.

« Sur les matières pulvérulentes, on a opéré soit par pression de bas en haut pour conserver la forme des jets, soit par écoulement naturel. En imprégnant ensuite ces jets, après l'expérience, avec de la cire fondue, on est parvenu à leur donner une solidité suffisante pour qu'il fût possible de les couper.

« Des expériences analogues ont été exécutées sur le plomb de chasse, à l'aide de moyens semblables.

« Enfin, et pour rendre l'analogie plus remarquable encore, l'auteur a opéré de la même manière sur des liquides superposés, en ayant soin d'en employer de densités peu différentes, de l'eau et de l'huile légèrement colorée en vert par son séjour dans un vase de cuivre.

« Les résultats généraux de toutes ces expériences déjà fort variées, et dont l'auteur étend encore le cercle, sont exprimés dans son mémoire sous forme de conclusions, dont nous ferons connaître l'importance en les résumant succinctement, et dont l'exactitude a été d'ailleurs constatée par plusieurs membres de l'Académie qui les ont appréciées de leurs propres yeux. »

« Dans tous les échantillons des corps expérimentés, et même dans les liquides, « les faces planes de joint des plaques ou des couches se sont, sans exception, modifiées « au centre en formant des surfaces de révolution, qui se rétrécissent de plus en plus « à la sortie et deviennent presque cylindriques en constituant vers la partie du jet la « plus rapprochée de l'orifice des tubes concentriques distincts.

« Ces tubes, parfaitement continus, s'emboîtent exactement les uns dans les autres, « à partir de leur naissance dans le bloc, de manière que chaque ligne de joint se « trouve représentée, dans les coupes faites suivant l'axe, par un trait d'une grande « finesse et généralement très-régulier.

« Les lignes de joint font voir que toutes les molécules du bloc viennent individuel- « lement et successivement se placer dans le jet.

« Les épaisseurs des calottes qui, dans le jet, correspondent à chaque plaque aug- « mentent en commençant depuis la partie extérieure du jet; pour celle-ci, la « différence d'épaisseur entre elle et la plaque dont elle provient est toujours très- « faible.

« Les épaisseurs des calottes qui terminent les plaques dans le jet sont telles, que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« les distances des différentes lignes de joint à l'extrémité, lorsqu'on les me-
« sure suivant l'axe, augmentent dans une proportion plus rapide que le nombre
« des plaques. Pour les premières plaques la différence d'épaisseur est toujours très-
« faible.

« Dans les parties où l'un des tubes a pris la forme à peu près cylindrique, à l'inté-
« rieur et à l'extérieur, l'épaisseur de ce tube est telle, que sa section diffère très-
« peu de celle qui représenterait la section totale divisée par le nombre des
« plaques. Un grand nombre de mesures prises sur les coupes, particulièrement dans
« les jets en pâtes céramiques, satisfont avec une étonnante exactitude à cette obser-
« vation. »

« Toutes les expériences dont il est question dans le mémoire ont été faites, comme on l'a dit, sur des blocs cylindriques renfermés dans une enveloppe solide, de même forme et de même diamètre, percée, à son fond, d'un orifice circulaire concentrique dont le diamètre a varié, et la pression s'exerçait à la face supérieure.

« Or, en remarquant que, dans les expériences, le bloc cylindrique sur la base duquel s'exerçait la pression étant ainsi toujours renfermé dans une enveloppe de forme invariable, les épaisseurs seules des plaques diminuaient à mesure qu'une partie du solide était expulsée, l'auteur a été naturellement conduit à en conclure qu'outre le mouvement vertical de déplacement manifesté par la formation d'un jet il se produisait dans chacune des couches horizontales un mouvement dirigé de la circonférence au centre.

« D'après ces considérations tout à fait logiques et conformes d'ailleurs à l'apparence des surfaces de joint des plaques qui manifestent ces mouvements, l'auteur a pu concevoir le bloc primitif comme composé, à l'origine, d'un cylindre central de même diamètre que l'orifice d'écoulement, et d'un cylindre annulaire extérieur au premier.

« Pendant les diverses transformations éprouvées par ces deux cylindres, lorsque, sous l'action d'une pression extérieure énergique, leur hauteur ainsi que le diamètre du cylindre central diminuent, il se forme en dehors de l'orifice un jet dont la longueur s'accroît jusqu'à ce que, la totalité du bloc primitif étant à peu près expulsée, les deux cylindres se soient complétement transformés en un jet de même volume total. C'est en étudiant ces modifications successives que M. Tresca a pu suivre la marche des molécules.

« Partant, en effet, des considérations précédentes et de l'invariabilité à peu près complète, constatée par des expériences spéciales, de la densité et du volume des blocs, malgré leurs déformations, l'auteur, par un heureux choix des coordonnées qu'il a employées, selon qu'il s'est agi des diverses parties du solide déformé, a déterminé les équations des lignes dans lesquelles se transforment les génératrices du cylindre central, ainsi que les rayons du cylindre annulaire extérieur, à mesure que la déformation progresse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La composition des blocs primitifs qu'il avait, dans ses expériences, formés de plaques ou de couches homogènes d'épaisseurs tantôt égales et tantôt différentes, lui a permis de suivre, à l'aide du calcul comme par l'observation, la marche de leur passage par l'orifice et de leur répartition dans le jet, et de déterminer l'équation de la trajectoire d'un point quelconque du bloc primitif.

« Sans suivre l'auteur dans cette discussion délicate, pour laquelle il a adopté une marche qui pourrait probablement être étendue avec succès à d'autres études sur les mouvements moléculaires des corps dont les déformations sont permanentes, nous nous bornerons à dire que les formules auxquelles il est parvenu représentent, avec une exactitude très-satisfaisante, les résultats des observations.

« Nous ne citerons que deux exemples caractéristiques de ces vérifications. L'un est relatif à la détermination des distances respectives des extrémités des jets, sous forme de capsules cylindriques auxquelles donnent lieu les diverses plaques ou couches d'égale épaisseur qui constituaient des blocs en plomb, en métaux divers ou en matières plastiques. L'autre est la courbure, suivant une hyperbole d'un degré supérieur, dans laquelle s'est transformée chaque génératrice du cylindre central, lorsque le bloc tout entier a été expulsé par la pression.

« Les mesures et les tracés déduits des formules présentent avec les résultats des observations une concordance générale parfaite quant aux formes, et qui, sous le rapport des dimensions mêmes, laisse si peu de chose à désirer, que l'on peut regarder la vérification des formules comme aussi satisfaisante qu'il est possible de l'obtenir dans des recherches de ce genre.

« L'auteur du mémoire dont nous rendons compte à l'Académie a donc déjà résolu en partie, pour les corps solides qu'il a soumis à ses expériences, la question si délicate que, dans son *Mémoire sur les expériences hydrauliques relatives aux lois de l'écoulement de l'eau*, notre illustre confrère, M. Poncelet, posait dans les termes suivants (p. 155):

« La question des mouvements des molécules liquides et de la forme des courbes « qu'elles présentent soit à la surface, soit à l'intérieur de la veine, est de la plus grande « importance dans l'état actuel d'imperfection de la théorie; et, si l'on parvenait à « la résoudre, même grossièrement, par des observations directes et pour différents « cas distincts, on mettrait la géométrie sur la voie de beaucoup de recherches utiles, « jusqu'ici inabordables. »

« L'auteur n'a encore fait connaître que la première partie des recherches qu'il poursuit avec une énergique persévérance, mais on voit, par cette analyse succincte, que son mémoire contient assez de faits nouveaux et importants pour qu'il paraisse digne de tous les encouragements de l'Académie, et votre commission vous propose d'en ordonner l'insertion dans le *Recueil des savants étrangers*. »

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

NOTE SUR LES PYROXYLES, PAR M. MELSENS, MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

Les propriétés brisantes, les irrégularités dans le tir, l'explosion sous l'influence de faibles chocs, la décomposition spontanée, etc., ne permettent pas, dans l'*état actuel* de la question, de penser à remplacer la poudre de guerre ordinaire par le pyroxyle.

Je crois donc que MM. Pelouze et Maurey sont dans le vrai en repoussant l'emploi du pyroxyle pour les armes, ainsi que l'ont fait et le feront encore avec raison toutes les commissions militaires de tous les pays, aussi longtemps que la question ne sera pas mieux étudiée. Peut-être, néanmoins, pourrait-il être utilement employé déjà, lorsqu'il s'agit de profiter de ses propriétés brisantes, comme dans le cas des projectiles creux et principalement dans ceux qui sont destinés non-seulement à percer les blindages des navires cuirassés, mais à produire en même temps des dégâts dans la muraille; les échantillons de pyroxyle sous forme de pulvérin, de grains, de charge comprimée, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, me paraissent montrer, dès aujourd'hui, la possibilité de l'application que j'indique.

Il paraît que la poudre de guerre la plus brisante ne permettra pas, dans certains cas, d'associer la solidité indispensable des parois du projectile avec la charge que la chambre peut contenir, et qui devra produire l'éclatement; on semble même disposé à employer pour cet usage le fulminate de mercure, opinion que j'ai entendu émettre par des officiers distingués d'artillerie.

Quoi qu'il en soit, mais sans préjuger de l'avenir de l'emploi du pyroxyle dans les armes, je suis même porté à admettre que si l'on parvenait à fabriquer un produit constant, non susceptible de donner lieu à des explosions spontanées, on n'en devrait pas moins faire rejeter encore actuellement son emploi dans les armes de guerre, à cause de la propriété que possède le pyroxyle de détoner sous l'influence de chocs très-faibles. On sait, en effet, que l'on a toujours écarté les poudres fabriquées au chlorate de potassium, bien que celles-ci ne se décomposent pas spontanément, bien qu'elles se conservent comme la poudre ordinaire; mais, indépendamment d'autres inconvénients graves, elles aussi détonent sous l'influence de chocs assez faibles.

L'attention ayant été de nouveau attirée sur le pyroxyle, dans ces derniers temps, j'ai pensé que les observations suivantes pourraient offrir quelque intérêt aux savants qui s'occupent de la question.

Deux opinions sont en présence : M. le général Lenk pense que l'on peut prévenir les explosions spontanées du pyroxyle, en apportant des soins particuliers dans la pré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paration de ce produit. Je partage entièrement cet avis, me basant sur les expériences que je connais jusqu'aujourd'hui et y compris, bien entendu, celles que MM. Pelouze et Maurey citent dans leur travail; ces savants pensent, au contraire, qu'avec le temps le pyroxyle autrichien doit éprouver les mêmes décompositions que le pyroxyle français; car, en préparant la matière d'après les données du général Lenk, ils ont eu plusieurs explosions à 100° C. En prolongeant suffisamment l'action d'une température de 55 à 80° C., ils ont constaté des décompositions du même genre, soit avec le pyroxyle autrichien, soit avec le pyroxyle français; l'un de leurs produits, préparé d'après le procédé autrichien, a même fait explosion à 47° C.

Je dois dire que j'ai pu conserver, sans altération apparente, une quinzaine d'échantillons de pyroxyle préparés de 1847 à 1850. Depuis deux ans, ils sont suspendus à 6 mètres de hauteur dans un coin de mon jardin, entre deux murs à angle droit, orientés de telle façon que la bissectrice de cet angle coïncide sensiblement avec le plan du méridien. Ces poudres, en coton cardé, en tissus de différentes qualités, en dentelles de coton, sont tassées dans une grande bouteille de verre ordinaire, dont le goulot est fermé, mais dont le fond est enlevé et remplacé par un matelas de papier. Ces échantillons, à l'abri de l'humidité, sont donc exposés à la lumière, au soleil le plus ardent de la journée. On peut admettre que, dans ces conditions, le pyroxyle a été souvent soumis depuis deux ans à la température de 69° C., observée au Bouchet dans des masses de coton étendues au soleil sur des draps de séchoir. Cependant j'ai trouvé tous ces échantillons intacts, il y a environ deux mois.

J'ai pris, au hasard, une dizaine de ces échantillons, je les ai desséchés prudemment, et je les ai introduits dans des matras d'essayeur; ceux-ci ont été plongés dans une atmosphère de vapeur d'eau à 100° C., pendant vingt-huit jours, depuis sept heures du matin jusqu'à sept heures du soir; un papier bleu de tournesol laissé dans l'intérieur du matras n'a rougi très-légèrement que pour deux de ces échantillons. Aucun n'a fait explosion.

Je dois ajouter que ces matières proviennent de préparations très-différentes; en effet, elles ne constituent pas toutes des poudres énergiques, car je me souviens que plusieurs ont dû être préparées en vue de la confection du collodion.

Quoi qu'il en soit de la nature chimique et de la composition de ces corps, que je n'ai pas soumis à l'analyse, ils brûlent tous d'une façon plus ou moins vive comme le pyroxyle; quelques-uns sont ou paraissent être très-vifs, ne laissent aucun résidu en déflagrant et supportent mieux l'action de la chaleur que les produits fabriqués au Bouchet, et ceux préparés par MM. Pelouze et Maurey, soit d'après le procédé de M. le général Lenk, soit d'après des procédés analogues à ceux mis en œuvre au Bouchet.

Les pyroxyles que j'ai préparés vers 1849 ont été lavés avec les plus grandes précautions par des immersions prolongées dans l'eau; parfois je les laissais plongés dans de l'eau fortement alcalisée par l'ammoniaque caustique; je m'étais aperçu, vers cette époque, qu'il était convenable de laisser la matière, parfaitement lavée à l'eau du reste, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contact avec une dissolution étendue de *soude caustique*. Celle-ci se colorait toujours plus ou moins. Si mes produits offrent plus de résistance que les produits examinés par MM. Pelouze et Maurey, je suis porté à l'attribuer au lavage par l'alcali caustique ou une immersion de plusieurs jours dans de l'eau contenant quelques centièmes de soude. Souvent même, je me contentais de presser fortement le pyroxyle au sortir du bain caustique; parfois je le plongeais dans un deuxième ou dans un troisième bain alcalin et caustique, ou je me contentais de le presser fortement et de le dessécher sans autre lavage; dans cet état, le pyroxyle retenait une petite quantité de soude qui, nécessairement, passait, pendant la dessiccation et à la longue, à l'état de bicarbonate de sodium. Lorsque l'aspect de la matière ne me paraissait pas convenable en sortant de la lessive caustique, l'échantillon était de nouveau lavé à grande eau et replongé dans un bain de soude caustique étendue, pour terminer, ou bien je baignais le produit dans une dissolution saturée à froid de bicarbonate de sodium, et je me contentais d'exprimer fortement la liqueur sans lavage ultérieur; parfois je faisais bouillir le produit avec la dissolution très-étendue de bicarbonate; le pyroxyle, fortement pressé, était desséché lentement à la température ordinaire dans cet état.

Les procédés que j'ai employés dans les lavages diffèrent donc du procédé français et de celui suivi par M. le général Lenk; en employant un alcali caustique, je me suis rapproché des conseils qui ont été donnés par M. Schönbein. Je ferai observer que mes pyroxyles restent souvent imprégnés d'une faible quantité de bicarbonate de sodium, tandis que ceux du général Lenk retiennent environ 2 p. 100 de silicate.

Est-ce à dire qu'il faut attribuer la résistance que mes préparations opposent à la décomposition spontanée, à l'effet du lavage à la soude caustique, à l'ammoniaque caustique? Je pense que ce serait aller trop loin dans ce moment; car la plupart des échantillons sur lesquels j'ai opéré ont passé plusieurs années dans l'eau; quelques-uns avaient même été envahis par des cryptogames verts, qui se produisent dans les eaux de source; ce long séjour dans un liquide en général légèrement alcalin a pu exercer une action préservatrice, en éliminant les produits les plus altérables.

On sait, par les travaux de MM. Béchamp, Hadow, Van Kerckhoff, Vohl, l'effet de l'action des alcalis et la transformation des pyroxyles en produits dérivés nouveaux, et nécessairement moins nitrés lorsqu'on opère à chaud; l'action due au contact prolongé d'une eau légèrement caustique et froide, suivie d'un lavage à l'eau alcaline, n'a pas encore été étudiée analytiquement, sur le produit insoluble restant; on est tenté de croire qu'il doit probablement avoir pour effet de rendre solubles les produits les plus détériorables, en les ramenant vers une constitution plus simple, moins nitrée et offrant plus de résistance aux agents ordinaires qui provoquent les décompositions spontanées.

MM. Pelouze et Maurey font remarquer, dans leur mémoire, que tous les pyroxyles qu'ils ont analysés renfermaient quelques millièmes de matières grasses et de parties

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

solubles dans un mélange d'éther et d'alcool. L'action de la soude doit enlever les matières grasses, qui ne sont pas d'une nature cireuse, et doit exercer une action dissolvante aussi sur des produits de décomposition qu'elle provoque, produits primaires ou secondaires, plus facilement décomposables et plus solubles que le pyroxyle; parmi ces premiers le pyroxam, la xyloïdine, etc.

Quoi qu'il en soit, j'ai pu exposer mes pyroxyles lavés à la soude sur le tuyau d'un poêle et les *rissoler* sans en provoquer l'explosion; bien entendu que j'opérais sur de petites masses étalées et ne formant pas une pelote serrée. L'expérience, dans ces conditions, doit être nécessairement capricieuse; si elle ne réussit pas chaque fois, elle n'est cependant pas difficile, même dans ces mauvaises conditions. Des faits négatifs ne peuvent infirmer ce fait positif. On réussit toujours avec les bons pyroxyles, en opérant à des températures connues au bain d'alliage fusible.

Mais les décompositions des différents pyroxyles, sous l'influence d'une température donnée, d'un temps connu, m'entraîneraient au delà des limites que je désire imposer à cette note.

Je ne puis cependant m'empêcher de faire remarquer qu'il sera peut-être possible de résumer et de réunir sous quelques chefs déterminés les expériences si contradictoires de tant d'expérimentateurs : MM. Böttger, Gladstone, Knop, Marx, Payen, Pelouze, Piobert, Schönbein, Van Kerckhoff, etc.

Quelques échantillons des pyroxyles précédents, lavés à la soude et retenant une faible quantité d'alcali, qui avaient été chauffés au bain-marie pendant un mois, n'ont fait explosion et détoné que vers 180° C.; des observations analogues ont déjà été faites par d'autres expérimentateurs.

Sept autres échantillons, qui avaient subi des lavages exagérés à la soude, ont été desséchés ensuite à basse température, puis chauffés sur un bain de mercure; ils étaient couverts par un disque de fer, légèrement bombé vers le centre, de façon que le creux ménagé pût recevoir et bien abriter la charge; le bain était chauffé à 100° C., on en élevait la température de 100° C. à 180° C., en un temps qui a varié de sept à dix-sept minutes; ils ont fait explosion lorsque le thermomètre, plongé dans le bain, marquait 185° C. environ pour cinq de ces échantillons et 172 pour le sixième, qui fut expérimenté deux fois.

J'ai employé dans le même but le bain d'alliage fusible, et les résultats ont été à peu près les mêmes en chauffant d'autres échantillons de la même façon. D'autres fois, j'ai enfermé le pyroxyle dans des tubes de fer plongeant de $0^m,07$ à $0^m,08$ dans le bain d'alliage; la température à laquelle l'explosion se produit descend beaucoup même avec des produits bien lavés, elle paraît être comprise vers 150° C. Mais il faut observer que beaucoup de circonstances modifient le moment de l'explosion : la rapidité avec laquelle la température s'élève, le poids du disque qui recouvre la poudre, le tassement de la poudre sous le disque ou dans les tubes, la bourre qu'on peut ajouter à ceux-ci,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la quantité de matière, la nature des tubes conducteurs ou non conducteurs de la chaleur, etc., etc.

Il me paraît que ces expériences montrent bien que de nouvelles recherches sont nécessaires, et que l'étude du pyroxyle devrait être reprise *ab ovo*, et avec le plus grand soin.

Je reviendrai sur ce point et sur les altérations qu'une température élevée et longtemps maintenue produit sur le pyroxyle ; cette transformation lente peut aller, comme l'ont déjà fait voir MM. Marx, Piobert, Van Kerckhoff, jusqu'à transformer le pyroxyle en une espèce de *brûlin* brun ou noirâtre, qui ne fait plus explosion et qui brûle comme de l'amadou.

Quant à la détérioration lente sous l'influence de la chaleur et particulièrement à des températures qui ne dépassent pas 100° C., les expériences sur des produits bien fabriqués manquent absolument. Il ne suffit pas de constater, dans un temps donné, la perte en poids du produit connu et analysé dont on part, mais il faut se rendre compte en poids de la nature de tous les produits qui se dégagent et décrire, de la façon la plus exacte possible, les propriétés chimiques et physiques du résidu.

Le *Bulletin de la Société chimique* (8 octobre 1864) contient une observation de M. Barreswil sur le travail de MM. Pelouze et Maurey ; elle me paraît très-importante dans la question de la préparation du pyroxyle ; ce savant cite un fait qui lui est personnel sur la production de l'acide perchromique par l'action de l'eau oxygénée et de l'acide chromique. M. Rose n'a reproduit l'expérience de M. Barreswil qu'après l'avoir vu exécuter sous ses yeux. M. Barreswil se demande si MM. Pelouze et Maurey « ont bien réellement obtenu le pyroxyle de M. le général Lenk ? Cela paraît probable, car les indications données par M. le général Lenk semblent complètes, à moins qu'il ne faille attacher une importance réelle à certaines conditions dont le général n'aurait pas lui-même compris l'importance en les passant sous silence, les auteurs français les ayant ainsi ignorées. »

Voyons jusqu'à quel point ces assertions peuvent être admises.

Dans leur travail, MM. Pelouze et Maurey décrivent les procédés employés au Bouchet et ceux du général Lenk (1); ils trouvent inutile de discuter les différences autres que celle qui consiste dans l'emploi que l'on faisait au Bouchet de presses à vis pour exprimer les acides et l'eau, tandis que le général Lenk emploie dans le même but des *essoreuses* à force centrifuge, à ce que je suppose.

Les savants français ajoutent : « L'emploi des essoreuses a, sur celui des presses, l'avantage de ménager les fibres du coton. Il peut donc en résulter un produit plus

(1) Je n'ai pas en ma possession les mémoires du général Lenk, et je ne les connais que par les publications françaises.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

satisfaisant à l'œil, mais il évident que cette modification n'influe point sur la composition chimique.

« Nous ne discuterons pas les autres différences existant entre le procédé du Bouchet et celui de Hirtenberg. »

Je ne puis, à mon grand regret, partager les opinions de MM. Pelouze et Maurey.

On appréciera les motifs qui me font opiner tout autrement par le récit qui termine cette note.

J'admettrais même, avec les savants français, jusqu'à preuve du contraire, 1° que l'intervention de 2 p. 100 de silicate de sodium n'a pas l'importance qui lui est attribuée par le général Lenk; 2° qu'un lavage de quelques jours équivaut à un lavage prolongé de six semaines, suivi d'un lessivage au carbonate de potasse à 2° B. et à 100° C., terminé par un dernier lavage à l'eau, ce qui est loin d'être prouvé, selon moi. Mais, à mon avis, et indépendamment de circonstances que je ne puis apprécier, c'est à l'emploi des presses à vis, qui, dans certains cas, peuvent empêcher un bon lavage, que l'on doit attribuer les explosions spontanées survenues au Bouchet et à Vincennes, et la détérioration de seize échantillons sur vingt-huit, prélevés sur les produits fabriqués au Bouchet en 1847.

En résumé, je crois pouvoir admettre que les essoreuses ne permettent pas au coton de se pelotonner, comme cela arrive pour le coton sortant des presses; que le contact brusque et immédiat avec une grande masse d'eau froide, qui peut se renouveler très-rapidement et très-facilement dans le coton essoré, empêche une trop grande élévation de température; cette élévation de température peut aller jusqu'au dégagement de vapeurs rutilantes, ou au moins jusqu'à la transformation d'une certaine quantité de pyroxyle en matières gluantes, gommeuses, etc.

Je suis étonné, aujourd'hui que les procédés de Hirtenberg sont connus, que le général Lenk n'ait pas attiré l'attention, d'une façon toute particulière, sur ce point critique de la fabrication; il me semble qu'il fallait insister, et décrire avec précision le *tour de main industriel* qui avait conduit aux essoreuses; j'ai peine à comprendre les motifs d'une négligence pareille; d'après les seuls renseignements que je connais par le travail de MM. Pelouze et Maurey, je crois pouvoir conclure que M. le général Lenk n'a pas été conduit à employer des essoreuses par les motifs que je signale, mais bien parce que les appareils sont plus commodes, plus simples que les presses à vis, et qu'il est possible ainsi de mettre mieux les ouvriers à l'abri de vapeurs offensives. Je crois, comme M. Barreswil le suppose, que M. le général Lenk n'a pas compris l'importance réelle qu'il faut attacher aux conditions que je signale ici. Le récit à la fin de ma note semble prouver parfaitement ce que j'avance.

Il serait utile, pour apprécier avec certitude jusqu'à quel point les lavages ont pu intervenir dans les décompositions spontanées des produits du Bouchet, de connaître, dans tous leurs détails, toutes les opérations du lavage, tel qu'on l'exécutait.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici, du reste, une expérience que les personnes qui étudieront les pyroxyles feront bien de répéter : du coton assez mal cardé, sortant du bain nitro-sulfurique, est lavé à grande eau et plongé dans l'eau courante pendant douze ou vingt-quatre heures, de façon à être toujours submergé par l'eau qui se renouvelle constamment (un grand entonnoir, par exemple, muni d'un tube à double angle droit, la longue branche se trouvant à peu près à la hauteur de la partie évasée de l'entonnoir); en examinant le coton, on trouvera des fibres parfaitement isolées, d'autres, au contraire, sont accolées, et forment parfois de petites agglomérations; qu'on les place sur du papier buvard pour leur enlever l'excès d'eau, et puis dans du papier buvard bleui par du tournesol; il m'est arrivé, après un lavage si prolongé, de voir le papier de tournesol rougir aux places correspondantes à ces petites pelotes, si l'on comprime fortement le coton enveloppé dans son papier sensible. Cette expérience prouve la résistance que certaines portions de pyroxyle peuvent offrir au lavage.

Il paraît donc absolument nécessaire, quand on emploie les presses à vis, de détruire autant que possible l'adhérence des fibres du coton nitro-sulfurique; or, tant qu'on chargera des ouvriers de ce travail, il faudra exercer une surveillance continuelle et intelligente, ce qui me paraît impossible.

Il faut bien remarquer aussi que les hommes chargés de ce travail sont exposés aux vapeurs d'acide nitrique, si incommodes et si offensives, et que leurs mains gantées et armées de râteaux, afin d'éviter les corrosions produites par le mélange acide, sont, par cela même, gênées dans leur travail.

Pour arriver à une fabrication type, il me semble que toutes les opérations devraient être d'abord exécutées par des machines, sauf à examiner ensuite tous les produits avec la plus scrupuleuse attention.

Le pulvérin que j'ai l'honneur de présenter me semble constituer une donnée intéressante, qui permettra de se rapprocher de cette fabrication modèle.

Jusqu'à preuve du contraire, et dans l'hypothèse qu'il puisse exister du pyroxyle peu ou point décomposable spontanément, je pense qu'on peut admettre que, s'il y a tant d'exemples de décomposition spontanée à côté d'exemples plus nombreux d'une excellente conservation, la faute en est aux procédés suivis et non à la matière, qui réclame, dans toutes les phases de sa fabrication, les soins les plus assidus, les plus minutieux et les plus intelligents.

Il paraît résulter des expériences de MM. Pelouze et Maurey que beaucoup de pyroxyles, récemment fabriqués, se trouvent dans un état d'équilibre instable; mais il paraîtrait aussi que de longs lavages, l'air et l'eau peuvent modifier cet état, et qu'en définitive il reste un corps très-sensiblement homogène et plus durable; ce *corps pyroxylique* réaliserait un état d'équilibre relativement stable.

Ce que la chaleur, la lumière, l'air et l'eau font lentement, sans danger, dans beaucoup de cas, ne peut-il donc pas se réaliser rapidement par des réactions chimiques, par une chaleur modérée prolongée, par des lavages réitérés? La matière récemment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fabriquée peut se modifier lentement; mais, emmagasinée en grande masse avant cette transformation, celle-ci peut provoquer l'explosion brusque : avant de l'emmagasiner, il faut donc être certain qu'elle est dans cet état particulier qui lui assure une conservation dont nous ne connaîtrons le terme que plus tard, par des expériences longtemps suivies.

Je dirai franchement, plus tard, ce que j'aurai observé dans une série assez nombreuse d'échantillons de pyroxyles que j'ai mis en expérience; pour le moment, je ne veux pas entrer dans plus de détails sur la décomposition spontanée des pyroxyles sous les influences ordinaires de conservation, telles que la chaleur, la lumière, l'air, l'humidité; je me borne à citer une expérience qui démontre qu'il faut tenir compte, plus qu'on ne l'a fait jusqu'aujourd'hui, de l'action de l'humidité ou de l'eau en vapeur, et que des poudres, conservées humides, sont dans des conditions toutes spéciales. Baignées, elles paraissent se conserver intactes à froid; humides et tassées, elles fermenteront sans doute; si des taches d'huiles s'y trouvent, la température pourra s'élever sur ces points et provoquer des effets analogues à ceux observés dans les indienneries; humides et très-légèrement alcalines, ne fût-ce que par la chaux des eaux ordinaires, elles permettent le développement de végétations; humides, tassées et acides, leur détérioration sera sans doute accélérée, l'observation des seize échantillons décomposés du Bouchet semble le prouver.

Voici l'expérience sur laquelle j'appelle particulièrement l'attention : des pyroxyles, bien lavés d'abord, desséchés avec le plus grand soin après les avoir imprégnés d'une très-faible quantité de bicarbonate de sodium, sont ensuite placés au bain-marie; un papier de tournesol bleu est introduit au milieu du tas de poudre; ils peuvent parfois rester au bain-marie à l'air, couverts d'un simple papier, pendant un mois, sans que le papier de tournesol rougisse. Il semble que l'on doit admettre que l'air ordinaire n'est jamais assez privé d'humidité, pour empêcher les vapeurs rutilantes de colorer le papier de tournesol en rouge. On reprend cette poudre et l'on constate, sur un petit échantillon, qu'elle communique à l'eau distillée la propriété de bleuir le papier rouge de tournesol. Introduite sèche dans un matras d'essayeur, qu'on plonge dans la vapeur, les papiers de tournesol restent bleus pendant longtemps dans ces nouvelles conditions; mais, si l'on introduit quelques gouttes d'eau distillée dans le matras, il suffit souvent de quelques minutes pour voir le papier bleu prendre une teinte rouge, qui indique la présence d'un acide énergique.

Je signale ce fait afin qu'on ne m'accuse pas de croire à l'inaltérabilité absolue des pyroxyles dans les conditions ordinaires, parce que je n'admets pas une altérabilité aussi facile, aussi prompte et aussi capricieuse que celle qui leur est attribuée par MM. Pelouze et Maurey; mais il doit être bien entendu que je parle d'un pyroxyle bien lavé, comme les échantillons que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

Quant à la constitution des *pyroxyles balistiques*, je n'ai aucun motif pour mettre en doute les analyses sur lesquelles MM. Pelouze et Maurey établissent la formule de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poudre-coton qu'ils représentent par $C^{24}\,H^{18}\,O^{18}, 5\,Az\,O^5$ (1), mais je me refuse à admettre que celle qui est déduite des analyses de MM. Redtenbacher, Schrötter et Schneider, $C^{24}\,H^{14}\,(Az\,O^4)^6\,O^{20}$ ou $C^{24}\,H^{14}\,O^{14}$, $6\,Az\,O^5$, soit inexacte; je suis porté à croire, avec les savants que je viens de citer, qu'il peut exister un corps ayant cette dernière formule, bien que quelques motifs théoriques semblent s'y opposer; mais je me demande si l'on peut traduire les pyroxyles balistiques en formule. A mon sens, les savants français et les savants autrichiens ont opéré sur des produits distincts, et la question analytique devrait être reprise. Les chiffres obtenus par MM. Pelouze et Maurey semblent indiquer que leur produit a pu être mélangé d'une faible quantité d'un corps moins nitré, analogue à la xyloïdine, la nitramidine ou le pyroxam, plus facilement décomposable spontanément que la véritale poudre-coton.

Je me permettrai aussi, et sans préjuger la formule que l'avenir déterminera, de ne pas partager absolument l'opinion qui tendrait à admettre *que le rendement constitue la base la plus solide pour établir la véritable composition du pyroxyle.* Il me semble que les savants français auraient dû prouver qu'ils ne perdent aucun produit accessoire, qui resterait dissous dans les acides et dans les eaux de lavage ordinaires ou alcalines qu'il emploient; il me paraît difficile, sinon impossible, de réaliser la théorie d'une manière absolue comme ils le pensent; les rapports suivants justifient, ce me semble, mon observation :

$$\frac{C^{24}\,H^{20}\,O^{20}}{C^{24}\,H^{18}\,Az^5\,O^{43}} = \frac{324}{576} = \frac{100.00}{177.77};$$

$$\frac{C^{24}\,H^{20}\,O^{20}}{C^{24}\,H^{14}\,Az^6\,O^{44}} = \frac{324}{576} = \frac{100.00}{183.33};$$

Il me paraît qu'une perte de 5 à 6 p. 100 sur la somme du produit à obtenir se comprend facilement, et qu'il est plus logique d'admettre ce déficit que de croire qu'on réalise exactement le calcul. Faisons observer aussi qu'avec des lavages mal exécutés il se produit incontestablement des substances de nature gommeuse ou sucrée, solubles dans l'eau, analogues, sans doute, à celles qu'on retrouve parfois dans les produits de la décomposition spontanée des pyroxyles mal préparés, et que MM. Pelouze et Maurey ont observées dans un des produits détériorés du Bouchet (2).

---

(1) Je conserve la notation employée par MM. Pelouze et Maurey :

$$C = 12;\ H = 1;\ O = 8;\ Az = 14.$$

(2) *Annales de chimie et de physique*, p. 204 et 205, t. III, 4e série.

Vers 1849, deux arquebusiers distingués de Bruxelles avaient fabriqué un pistolet et une carabine à aiguille se chargeant par la culasse; la balle creuse portait une charge de poudre-coton, le fond du creux de la balle était muni d'une faible quantité de fulminate destiné à produire l'in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je dois ajouter encore, s'il m'est permis d'en juger par mes propres expériences, que MM. Pelouze et Maurey ont dû opérer avec beaucoup de soin et d'exactitude pour établir le rendement; quelques expériences m'ont prouvé, en effet, que je notais un peu au-dessous de leur chiffre.

ARTS CHIMIQUES.

NOUVEAU PROCÉDÉ POUR LA CONSERVATION DES VIANDES ALIMENTAIRES, PAR M. JOHN MORGAN, PROFESSEUR D'ANATOMIE AU COLLÉGE ROYAL DE CHIRURGIE, A DUBLIN.

La conservation des aliments, particulièrement de la viande, a, depuis peu, telle-

---

flammation. Un chimiste leur avait enseigné la préparation du pyroxyle, et leur avait remis une provision de produit ainsi que le matériel nécessaire à la fabrication. La provision du pyroxyle épuisée, ces industriels se firent aider, pour en préparer de nouveau, par un pharmacien de Bruxelles; mais il leur fut impossible d'obtenir un bon produit; ce pyroxyle ne possédait aucune qualité qui permît de s'en servir dans leurs armes; quoique bien lavé, il acquérait très-rapidement une odeur nitreuse, sa force de propulsion dans l'arme était insuffisante; il se détériorait.

Le chimiste qui avait guidé ces arquebusiers était absent, et, tout en suivant très-exactement ses recommandations, il fut impossible de réaliser une bonne fabrication. Ils me prièrent, en qualité d'ami de leur chimiste absent, de les guider et d'examiner tous leurs produits. Je constatai que le coton était propre et bien cardé, l'acide nitrique avait une densité convenable, l'acide sulfurique aussi, et, dès le premier essai, je fis à mon laboratoire une poudre excellente avec leurs matières. Ils se mirent depuis seuls à l'œuvre, et, à différentes reprises, ils ne firent que des produits détestables. Ce fut à la suite d'une série de mécomptes que je me décidai à assister à leurs opérations. Le coton était plongé dans un mélange d'acide nitrique et sulfurique préparé d'avance; je ne me souviens plus des proportions exactes, mais je crois que c'était 1, en poids d'acide nitrique, sur 3 d'acide sulfurique; après un certain temps d'immersion, on enlevait le coton et on le soumettait à l'action d'une presse pour en faire écouler l'acide en excès. On formait ainsi des espèces de galettes de coton et on les lavait à l'eau pure. A la vue de la première masse de coton que je vis plonger dans l'eau, je ne pus m'empêcher de m'écrier qu'on allait faire une poudre détestable; c'est, en effet, ce qui arriva. Je pris au hasard, dans le tas, deux parties de coton, et je fis le lavage en vue d'obtenir une mauvaise poudre, comme celle qu'on venait de fabriquer; le pyroxyle lavé par moi était absolument mauvais; la deuxième portion de coton était destinée à prouver que, si l'immersion dans l'eau était bien conduite, rien n'empêchait de fabriquer une poudre excellente avec un produit identique à celui avec lequel je venais d'en préparer une détestable. Je fis ouvrir le coton le plus possible, et, quand il fut parfaitement étalé, je le plongeai brusquement dans l'eau, en prenant le soin de le remuer et de le comprimer constamment. La poudre obtenue était de toute première qualité, en tout semblable au produit fabriqué dans le temps par le premier chimiste.

J'ai conservé, depuis cette époque, des balles pour pistolet; leurs charges sont parfaitement conservées aujourd'hui et se trouvent, ainsi que le pistolet en acier fondu, dans les mains de mon ami, M. le capitaine Caron, chef du laboratoire de chimie au dépôt d'artillerie, à Paris. Je ferai observer que cette arme rayée a tiré au delà de 50,000 coups et qu'elle est sensiblement intacte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment frappé les esprits au point de vue hygiénique, et les méthodes essayées pour obtenir le meilleur résultat pratique ont été si variées, qu'un grand intérêt a fini par se rattacher à cette question qui préoccupe à juste titre l'attention publique.

On sait généralement que la viande contient de 76 à 79 pour 100 d'eau, de 2 à 14 pour 100 d'albumine, et de 17 à 18 pour 100 de fibrine; que, dans 10 livres de viande, en moyenne, après la coagulation de l'albumine et de la liqueur colorante, *les matières solubles ne s'élèvent pas à 3 onces*. La très-petite quantité de ces matières démontre donc la grande importance qu'il y a de pouvoir les garder intactes, à l'exception de l'eau, dans la viande, qui se compose :

1° D'eau,
2° D'albumine,
3° De fibrine,
4° D'acide phosphorique,
5° D'acide lactique,
6° De phosphate de potasse,
7° De chlorure de potassium,
8° De créatine,
9° De créatinine,
10° D'acide inosinique, etc.

Il y a dans les cendres de la viande (selon Keller) :

Acide phosphorique.	36,60
Potasse.	40,20
Terres et oxyde de fer.	5,69
Acide sulfurique.	2,95
Chlorure de potassium.	14,81
	100,25

Il ne sera pas inutile d'examiner séparément chacun de ces éléments et d'indiquer leur utilité dans l'économie animale.

1. — *L'eau*, qui est un des constituants constants dans le corps, varie dans les différentes sortes de viandes et avec l'âge de l'animal; mais on la trouve toujours en grandes quantités. Elle forme les trois quarts de la chair, et même plus. Il est évident qu'on peut l'enlever sans inconvénient, puisqu'on peut toujours l'ajouter artificiellement en préparant la nourriture. Elle est inutile, aussi bien qu'incommode, pour le transport, car elle occupe beaucoup de place, augmente le poids, et menace toujours de faciliter la décomposition.

2. —*L'albumine* est contenue en solution dans le jus des muscles, entoure et baigne toutes les fibres musculaires, et se rencontre dans des proportions différentes. Comme nourriture, elle est la base où se forment les structures du corps. « Partout dans la « nature organisée où se trouve développée la vie animale, nous découvrons le phé- « nomène de la vie dépendant de l'albumine (1). » L'exemple familier de la composition de l'œuf prouve, dès que l'air seul est admis dans la coque, que toutes les structures complexes du corps du poulet sont formées, et ses organes perfectionnés pour soutenir une existence indépendante dès qu'il quittera son enveloppe. L'albumine est *le point de départ* de toute la série des tissus. *La nécessité de retenir* cet élément dans la

(1) Liebig, *Lettres sur la chimie*, p. 371.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chair est donc évidente. C'est l'abondance de ce fluide, retenu dans la viande, qui la rend tendre. De là l'habitude, dans les bonnes cuisines, ou de plonger immédiatement la viande dans de l'eau bouillante, ou bien de la mettre près du feu, pour pouvoir coaguler l'albumine et conserver ainsi les sucs. La coagulation de cette substance autour des fibres empêche qu'elles ne deviennent dures et contractées; et, comme elle manque dans la chair des animaux âgés, on peut se rendre compte de la dureté de leur viande. Si la chair est préparée de manière à lui enlever son albumine, les fibres deviennent tenaces et, par conséquent, difficiles à digérer.

Par le mode de salaison actuellement en usage, la plus grande partie de cette albumine, si nutritive, est enlevée à la chair, et on ne s'en sert que pour épurer la saumure qu'on retire des barils. On a calculé qu'à Glasgow, seulement, il se perd, pendant l'hiver, une quantité d'albumine égale à 187 tonnes de viande, laquelle, vendue à 0f,60 la livre, représente une perte d'une excellente matière nutritive équivalente à 10,472 livres sterling, ou 261,800 fr. On peut se faire une idée de ce que doit être la perte sur une grande échelle.

3. — *La fibrine*, qui entre pour 17 ou 18 pour 100 dans la viande fraîche et pour 70 pour 100 lorsqu'elle est séchée, est, sous le point de vue chimique, analogue à l'albumine ; elle est à l'albumine du sang ce que lui serait de l'albumine solide et fluide. Pendant la digestion, elle est amollie et dissoute, comme le blanc de l'œuf cuit, c'est-à-dire coagulé. Si, après l'avoir fait bouillir pendant longtemps et en avoir obtenu de la soupe, on vient à l'examiner, on la trouve dure et difficile à digérer.

Par la méthode actuelle de salaison, la fibrine est le principal résidu et devient nécessairement dure et, en peu de temps, si dure qu'il faut, pour s'en servir, employer une scie ou une hache au lieu d'un couteau. Sans doute la matière, en cet état, ne se prête pas à la décomposition, et sa dureté même est considérée comme la preuve d'une *bonne salaison*.— Ce n'est, en réalité, qu'une preuve de *détérioration dans la qualité et d'inaptitude pour la nourriture.*

Ces matières de la viande, considérées généralement comme les seules essentielles, *ne sont pas capables par elles-mêmes de soutenir l'existence :* les autres éléments, mentionnés plus haut, sont indispensables. Ce qui le prouve tous les jours d'une manière frappante, mais inaperçue, c'est l'efficacité bien connue de la soupe pour rendre la force au corps et la perfection aux organes de la digestion (quoique cette soupe ne contienne pas la fibrine de la viande) ; c'est encore l'inutilité et la fadeur de la viande après sa préparation. L'analyse, d'ailleurs, confirme l'expérience sur ce point.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(1) On trouve dans la soupe :		Il reste dans la viande bouillie :
Acide phosphorique.	26,24	10,36
Potasse.	35,42	4,78
Terres et fer.	5,15	2,54
Acide sulfurique.	14,81	17,68
	81,62	

4. — *L'acide phosphorique* est contenu largement dans les sucs de la chair et se présente sous diverses formes chimiques, entre autres sous la forme *métaphosphorique*. (On verra tout à l'heure que je peux m'en servir dans mon procédé sous cette forme, recommandée par le professeur Galloway, de Dublin.) Comme on le trouve constamment non-seulement dans les viandes, mais aussi dans toutes les substances alimentaires, surtout celles du règne végétal, on s'est attaché à bien étudier toutes ses particularités. Il se présente dans les proportions suivantes :

Dans les cendres de la chair de bœuf.	36,60	p. 100.
Dans la morue salée.	16,775	—
Dans le blanc de l'œuf.	36,74	—
Dans le fromage (gruyère).	45,00	—
Dans le thé (souchong).	9,88	—
Dans le blé. . . . . de	40 à 60	—

Dans les cendres du blé on trouve :

Les phosphates alcalins.	49,18	p. 100.
Les phosphates terreux.	23,13	—
L'acide phosphorique pur.	27,69	—
	100,00	—

Quoiqu'on ne puisse pas définir d'une manière précise, dans toutes les circonstances, les propriétés de ce dernier, nous pouvons conclure néanmoins de ce qu'il se présente constamment, *qu'il est indispensable à l'existence* (2). Comme on le trouve en abondance dans les sucs de la chair, il est nécessaire à l'état normal des muscles dans la vie animale et organique. Il fait partie des intestins, du foie, des poumons, des reins, etc., et de la matière nerveuse.

La propriété alcaline du sang provient du phosphate de soude qui est *indispensable à sa constitution normale*. Ce phosphate a le pouvoir particulier et étonnant de distribuer de l'acide carbonique en grande quantité; et quand il s'en est débarrassé par la respiration, tout en retenant ses éléments premiers, « le sérum du sang absorbe

(1) Liebig, *Lettres sur la chimie*, p. 446.
(2) *Id.*, p. 490.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 166 fois plus d'acide carbonique que ne pourrait le faire la plus grande proportion de « carbonate de soude qu'on puisse lui supposer contenir ; et il n'existe pas de sel dont les « propriétés chimiques approchent autant de celles du sérum du sang que le phos- « phate de soude ; et il n'y en a pas de meilleur pour l'absorption de l'acide car- « bonique et pour sa complète expulsion de l'organisme (1). » La nécessité de la soude dans le sang est prouvée par l'avidité des animaux qui vivent de plantes provenant des *terres de l'intérieur*. Ces plantes *contiennent largement de la potasse*, mais *pas de soude ;* aussi, par un instinct naturel, ces animaux recherchent les *endroits salés*, et tous les autres moyens pour obtenir du sel (chlorure de sodium). Par l'action du chlorure de soude sur le phosphate de potasse, on obtient du phosphate de soude si nécessaire pour le sang, et du chlorure de potasse pour le jus des muscles. Nous trouvons donc que l'acide phosphorique, sous une forme ou une autre, est indispensable partout, surtout pour le sang, le suc gastrique, les muscles, et qu'il sert aux grandes fonctions qui constituent l'existence, c'est-à-dire la circulation, la chaleur animale, la digestion, etc. Comme il se trouve dans la chair comparativement en petite quantité, on doit avoir grand soin de l'y retenir, ou bien même de l'ajouter artificiellement à la nourriture dans de certaines circonstances lorsqu'il est impossible de se procurer des légumes.

Avec la salaison actuelle, cet élément est enlevé par la saumure, comme, par exemple, dans la soupe mentionnée plus haut.

5.—*L'acide lactique* constitue un autre ingrédient de la chair parfaite. Il est identique à l'acide qu'on trouve dans du lait sur, ou qu'on obtient par la décomposition du sucre, de l'amidon, etc.

L'acidité de la chair provient largement de cet élément, entre lequel et l'acide phosphorique se maintient toujours un équilibre. Il est consumé par la respiration, et, par conséquent, contribue à fournir la chaleur animale. Quand on l'ajoute en quantité à la nourriture, il ne s'en va pas par les reins, mais se dissipe dans le système, comme le prouvent les expériences (2).

« Il est donc manifeste que l'acide lactique est employé dans l'organisme pour sou- « tenir la respiration ; et les fonctions remplies par le sucre, l'amidon et, en général, « par toutes ces substances qui, en contact avec la matière animale, sont susceptibles « d'être converties en acide lactique, *cessent d'être une hypothèse*. La présence ou « l'addition de l'acide lactique augmente le bon goût de la viande. Il est aussi contenu « dans le suc gastrique comme une de ses propriétés naturelles (3). »

Par le mode de salaison en usage, cet acide lactique est enlevé, et on fait

(1) Liebig, *Chimie de la nourriture*, p. 117.
(2) Liebig, p. 135.
(3) Liebig, p. 138.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi, non-seulement un tort positif aux sucs gastriques, mais encore à la respiration, en lui enlevant tant d'aliments naturels et de carbone.

6. — *Les sels de potasse*, d'après l'analyse citée plus haut, sont contenus en grandes quantités,

	Dans les cendres de la chair :	Dans la soupe :
La potasse.	40,20	35,42
Le chlorure de potassium.	14,81	14,81
Dans le bœuf cru, potasse.	9,599 par once.	
Dans le bœuf salé, »	0,394 par once.	

Nous avons déjà parlé incidemment de l'utilité de ces sels. Il ne nous reste plus qu'à examiner leur quantité et leur importance manifeste. Ces éléments sont aussi enlevés par la manière actuelle de saler (1) et on a attribué, non sans raison, le scorbut à leur disparition (2).

Certains autres éléments cristallins ont été aussi déterminés par les recherches de Liebig ; ce sont la *créatine*, la *créatinine*, la *sarcosine* et l'*inosinique*, ou l'acide qui donne un fumet à la chair. Ils doivent être plus ou moins détruits par les méthodes actuelles de saler.

7.—*La gélatine*, qu'on suppose généralement contenue en abondance dans la chair (quoique présente dans les tendons, les os, etc.), n'y forme qu'une portion très-petite et pour ainsi dire accidentelle. Dans le veau elle n'est pas même de 1,578 pour 100, dans le bœuf elle n'est que de 0,6.

Une telle esquisse suffira pour montrer le nombre des constituants de la viande, leur quantité et leur importance, et la nécessité qui existe de chercher si les moyens actuels de conservation remplissent *toutes* ou même *quelques-unes* des conditions voulues, pour former une matière parfaite, aussi bien quant à l'hygiène qu'à la pratique, et si la méthode que j'ai introduite n'offre pas un moyen de conserver la viande avec ses éléments naturels, et même avec ceux de végétaux ajoutés artificiellement, d'une manière scientifiquement *correcte, économique* et *parfaite*. J'examinerai donc brièvement les méthodes dont on se sert pour pouvoir prouver combien ceci est vrai. Voyons d'abord la salaison par la méthode ordinaire. Le sel, comme antiseptique, est si abondamment fourni par la nature, il est si économique et a tant de succès dans la salaison, que naturellement nous lui donnons la première place. *Comme on s'en sert ordinairement*, on ne le fait pas sans nuire beaucoup à la viande, — *au point de vue hygiénique, en enlevant la partie nutritive, et au point de vue financier, en lui faisant perdre de son poids*. Car chacun sait que la viande qu'on sale perd de son poids, quoique quelquefois elle en regagne encore si elle est laissée dans la salaison ; toutefois ce n'est

(1) Liebig, p. 135.
(2) Docteur Garrad.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas qu'elle gagne de la substance nutritive, mais du liquide. — Liebig a fait bien des recherches sur ce sujet et démontré combien ce procédé laissait à désirer. Il dit (1) :

« De 3 quintaux de viande par ce mode de salaison, 1 quintal peut être rendu « inutile pour soutenir la vie. — On sait partout que, lorsqu'on sale la viande, on « la frotte et on la saupoudre de sel sec, et que, là où le sel et la viande sont en con- « tact, une saumure est formée qui égale en quantité un tiers du fluide contenu dans « la chair crue. J'ai reconnu que cette saumure contient les constituants principaux « d'une soupe concentrée ou infusion de viande, et que, par conséquent, dans la salaison « la composition de la viande est changée, et cela aussi d'une manière bien plus mar- « quée qu'en la faisant bouillir; car, quand on fait bouillir la viande, l'albumine, qui « est si nutritive, reste à l'état de coagulum dans la masse de la chair, et, dans la « salaison, l'albumine est séparée de la viande. En effet, lorsque la saumure de viande « salée est échauffée jusqu'à l'ébullition, une grande quantité d'albumine s'en sépare « comme coagulum. — Cette saumure a une réaction acide et donne avec l'ammo- « niaque un précipité bien marqué de phosphate d'ammoniaque et de magnésie. — « Elle contient aussi l'acide lactique, une grande quantité de potasse et de la créa- « tine, qui, quoique je n'aie pas pu la séparer du reste en raison de l'excès de sel, peut « cependant être reconnue par la présence de la créatinine, etc. — Il est maintenant « facile de comprendre que, en poussant la salaison de la viande assez loin pour produire « la saumure dont nous avons parlé plus haut, on enlève un grand nombre de sub- « stances de la viande, lesquelles sont essentielles à sa constitution, et que, par consé- « quent, elle perd de sa qualité nutritive, en proportion de cette soustraction. — Si « ces substances ne sont pas amenées par un autre moyen, il est évident qu'une par- « tie de la viande est changée en un élément de respiration, qui n'est certainement « pas bon pour la santé. Il est certain aussi que la santé d'un homme ne peut pas tou- « jours être maintenue par la viande salée, si la quantité n'est pas fortement augmen- « tée, parce qu'elle ne peut pas parfaitement remplacer, par les substances qu'elle con- « tient, ces parties du corps qui ont été chassées par suite du changement de matière. « Elle ne peut pas non plus *conserver dans son état normal les fluides* distribués dans « toutes les parties du corps, c'est-à-dire *les jus de la chair*. Un changement dans la « qualité du *jus gastrique*, et, conséquemment, dans celle du produit de la digestion, « doit être regardé comme le résultat inévitable de l'usage prolongé de la viande salée ; « et si, pendant la digestion, la substance nécessaire pour la transformation de ce genre « de viande est prise à d'autres parties du système, ces parties doivent perdre leur « condition normale. » Comme la viande préparée pour les approvisionnements est emballée ensuite dans de la saumure et des couches de sel, une constante soustraction s'organise, de sorte que le pouvoir nutritif, qui est déjà si bas, est réduit encore plus

(1) *Lettres sur la chimie*, p. 448.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et probablement épuisé, et les fautes qu'on attribue maintenant au sel, dans les provisions salées, ne sont pas dues à sa présence, mais à la soustraction des constituants naturels, et au dommage fait à ceux qui restent.

Il est évident, par conséquent, que les mauvais effets de la vie maritime, tels que le scorbut, etc., qui ont été attribués au sel, n'en viennent pas, mais viennent, au contraire, *de la nature incomplète de la viande.* Quoique des scorbutiques eussent mangé de la même viande qu'avant l'attaque, cependant, par l'addition du jus de citron, ils guérirent sans diminuer la quantité de sel, mais en suppléant quelques éléments contenus dans ce jus et dans d'autres produits végétaux. *Dans sa préparation comme nourriture* à bord des navires, la viande salée, *ordinaire,* ne peut être que bouillie. Il n'y a point de *variété,* et le peu de principes nutritifs *qu'elle peut* contenir après la salaison et l'emballage est enlevé par l'eau bouillante, qui ne peut pas être employée pour soupes ou hachis, etc.

La méthode que j'ai introduite *ne donne pas lieu* à ces objections pécuniaires ou scientifiques. Elle est basée sur des principes anatomiques, et je me sers des moyens que la nature a déjà employés, pour transporter le liquide circulant *aux tissus les plus reculés et les plus ténus.* Jusqu'ici les difficultés étaient que, si un animal était tué comme à l'ordinaire, le liquide introduit dans les organes de circulation (capillaires, etc.) échappait par les incisions faites dans les vaisseaux et par lesquelles l'animal avait été saigné à mort, et, par conséquent, ce liquide n'entrait dans la viande ni ne la saturait. D'un autre côté, si l'incision *n'était pas faite,* et qu'il ne fût pas permis au sang de s'échapper, ce dernier restait dans les capillaires, etc., ou bien coagulé, ou autrement, et empêchait le liquide d'entrer et d'arriver aux parties nécessaires. Aussitôt qu'une partie de la viande devenait décomposée, la décomposition se répandait bientôt par toute la masse.

On a essayé d'injecter, par la pression atmosphérique, de la saumure et des fluides préservatifs dans la viande, mais sans succès. La méthode d'injecter la viande avec une seringue, introduite dans la masse par-ci par-là, est pratiquée avec des résultats naturellement fort imparfaits; car, si l'on ne se sert pas des millions de conduits que nous trouvons dans l'arbre de la circulation, pour atteindre toute la chair, *aucun autre moyen* ne peut avoir de succès. Cependant une méthode très-simple, rapide et très-peu coûteuse, peut être obtenue, en nous servant, comme il le faut, des moyens naturels. Ce qui suit est une courte description du procédé dont je suis l'inventeur. L'animal est tué par un coup sur la tête, perçant le cerveau et causant une mort instantanée. La poitrine est alors immédiatement ouverte au milieu et le cœur est exposé. Une incision est faite au côté droit, ou bien dans le ventricule, ou l'auriculaire droit; et immédiatement après, une autre au côté gauche (c'est-à-dire le ventricule); le sang du côté droit (veineux) et du côté gauche (artériel) s'échappe immédiatement. Quand il a cessé de couler, un tuyau est introduit dans le ventricule gauche, et ainsi jusque dans l'aorte ou le grand vaisseau qui conduit à travers tout le corps, c'est-à-dire la racine de l'arbre de circulation, et y est fermement attaché. Ce tuyau peut être mis en rap-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

port par un accouplement avec un robinet fixé au bout d'un tube flexible de 20 ou 25 pieds de long, et ce tube communique avec un tonneau aussi élevé que la longueur du tube le permet. Dans le tonneau on met de la saumure et un peu de nitre bien filtrés (à peu près 4l,543 pour 50,782 kilogr.). Le robinet étant rejoint au tube dans l'aorte, on permet au fluide de s'échapper. Il s'élancera de l'incision au côté droit du cœur, après avoir traversé tous les organes circulatoires, au bout de quatre ou cinq secondes pour les moutons, les porcs et les autres animaux de cette grandeur, et au bout de neuf ou douze secondes pour les bœufs ; dans deux minutes tout le liquide aura parcouru tout le réseau de la circulation des derniers, et proportionnellement, en moins de temps des premiers, nettoyant ainsi les vaisseaux et capillaires, et les préparant pour la seconde partie du procédé, laquelle s'accomplit simplement en fermant l'incision du côté droit avec un forceps. On rend ainsi le système circulatoire parfait comme avant, mais avec les vaisseaux propres et prêts à recevoir le fluide préservatif.

On place maintenant dans le tonneau, cité plus haut, et arrangé comme auparavant, les ingrédients définitifs. Ceux-ci passent à travers et remplissent l'arbre de la circulation, et, l'ouverture du côté droit *étant à présent fermée*, le liquide gonfle les vaisseaux vides jusqu'ici ; la chair qui entoure les capillaires absorbe ce liquide dans toutes ses parties, et de même que tous les tissus du corps, elle finit par être saturée du liquide préservatif. Quelques minutes suffisent pour l'opération ; aussi n'y a-t-il pas exagération à dire que l'on peut conserver un taureau tout entier dans l'espace de dix minutes, et cela sans travail, sans aucune espèce de machine, et avec une dépense purement nominale. La perfection du procédé est prouvée par le fait que, après trois quarts d'heure environ, temps nécessaire pour laisser saturer les tissus, l'animal peut être coupé en morceaux d'une grandeur raisonnable, pas trop épais, afin de laisser évaporer l'eau, et suspendus immédiatement pour sécher dans une chambre, avec un bon courant d'air et un peu de fumée, ou sans fumée si on le préfère. S'il est possible, cette chambre doit être munie d'un ventilateur mû par l'eau ou par la vapeur. Si l'on n'a pas ces aménagements à sa disposition, la viande doit être séchée, si c'est à bord d'un navire, en la suspendant en haut ; si c'est à terre, dans une cheminée ou quelque endroit sec et bien aéré.

Quant au temps nécessaire pour sécher et fumer, quant à la grandeur des morceaux et à leur apparence, cela dépend entièrement du goût et des substances employées. Je me sers, aussi souvent que possible, de celles qu'on adopte ordinairement, en les appliquant d'une manière différente, mais conforme au point de vue scientifique, afin de présenter une matière parfaite au marin et au soldat. J'ajoute quelques substances qui remplacent celles ordinairement prises à terre dans le *règne végétal*, et, de plus, j'enrichis la viande en y ajoutant comme élément plastique ou nitrogénésique de nutrition un élément carbonique ou respiratoire sous la forme de sucre, qui en même temps améliore le goût, amollit et fait office de préservatif. Cet élément donne une matière respiratoire normale pour la formation de l'acide lactique, dont l'importance a été

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

expliquée plus haut. Mais il est nécessaire de noter que, comme la viande préparée par mon procédé est coupée directement de l'animal, elle contient assurément toute la graisse qui lui est naturelle, graisse qui est l'élément respiratoire ou *producteur de chaleur*, et, en outre, la chair qui est plastique, c'est-à-dire l'élément constructeur pour les organes et structures ou l'élément *producteur de la force*. Pour ce dernier effet, comme nourriture plastique, 17 parties de bœuf maigre sont égales à 56 parties de farine de blé, à 67 de farine de seigle, à 96 de pommes de terre et à 133 de riz ; et, pour le premier effet de calorique, une livre de graisse est égale à $2^{l},4$ d'amidon, à $2^{l},5$ de sucre et à $7^{l},7$ de viande pure. Par l'addition du sucre, comme je le propose, une nourriture respiratoire d'une nature très-importante est ajoutée, et ainsi la viande destinée à la marine peut être *encore mieux* adaptée à une nourriture substantielle pour le marin, qui trouve dans l'eau-de-vie, le rhum, etc., qui lui sont donnés, une nourriture qui produit de la chaleur; « mais ce sont des éléments très-coûteux de la respiration, « et le même effet peut être produit dans le corps humain au moyen de nourriture « saccharine et farineuse, à un quart ou à un cinquième du prix (1). »

Comme on donne maintenant du sucre au marin (l'expérience nous en a démontré l'avantage), et qu'il n'y a d'objection que pour le goût, ou quand on le donne sous une forme trop concentrée, c'est-à-dire trop en une fois pour l'action de l'estomac, il serait certainement plus économique et efficace d'en ajouter au moins une part à la viande.

L'acide phosphorique, comme nous l'avons démontré auparavant, est un élément important pour la perfection des fonctions du corps, tel qu'on le trouve dans la matière végétale. Il est plus ou moins refusé au marin. Je propose de l'ajouter à la viande en certaines petites quantités — 14,169 grammes ou plus pour 50,982 kilogr. — et sous la forme dans laquelle on le trouve dans le poulet, c'est-à-dire l'acide monobasique ou métaphosphorique, car, sous cette forme, il a la propriété de faire coaguler l'albumine. Son utilité est évidente pour retenir cet élément si désirable de « production de forces » dans le corps, en même temps qu'il donne une provision phosphatique, qui est nécessaire, comme nous l'avons vu par l'analyse, citée plus haut, des parties ordinaires de la viande. L'albumine, comme liquide, étant très-disposée à se décomposer, sa coagulation empêche cet accident; et si l'on se décide plus tard à emballer la viande dans la saumure, comme à l'ordinaire, l'albumine coagulée ne pourra pas s'échapper. Je dois ici expliquer que l'addition de l'acide phosphorique, quoique utile à un certain degré pour conserver l'albumine, *n'est pas nécessaire* à mon procédé; mais je la recommande pour le marin et le soldat, en temps de guerre, comme une addition diététique de grande importance dans leur nourriture, en l'absence de végétaux. Le jus de citron, qu'on leur donne maintenant avec une grande

(1) Liebig, *Lettres sur la chimie*, p. 470.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dépense, ne sert seulement, je crois, qu'à neutraliser le mal causé par la viande préparée d'après le procédé ordinaire de salaison, et c'est ainsi qu'il agit principalement comme un antiscorbutique. En effet, comme la viande a perdu, d'après Liebig, *un tiers* de ses propriétés pour maintenir le principe vital, et comme un malade scorbutique, quoique *se nourrissant toujours* de cette viande, recouvrera la santé avec l'addition de jus de citron, il est évident que la viande est malsaine, non pas par ses propriétés *positives*, mais *négatives*.

Ainsi donc, le scorbut et les différentes formes de débilitation viennent de la mauvaise nutrition, et non pas de l'addition de sel, comme on l'a si généralement pensé; car de l'eau salée a même été donnée à des malades scorbutiques sans aggravation de leurs symptômes. Quoique le scorbut ne soit plus aujourd'hui aussi intense qu'il l'était il y a quelques années, cependant le témoignage du docteur Macleod met son existence en évidence, et cela sous une mauvaise forme. Il dit : « Le scorbut était le « grand agent destructeur qu'il était le plus difficile de combattre, et, quoique peu « reconnaissable par ses signes ordinaires, quoique souvent cachant sa présence par « d'autres désordres, il *influençait cependant chaque maladie et touchait toutes les plaies* « *de son doigt empoisonné* (1). »

On a remarqué que le scorbut attaque plus souvent dans les pays froids, ou quand on porte des vêtements humides, ou quand les hommes n'ont que des rations limitées, et cela dans des circonstances où la respiration devrait être particulièrement parfaite. La débilité musculaire qu'on remarque dans cette maladie vient du besoin d'une provision suffisante de liquide circulant et de constituants chimiques. Tous les symptômes, en un mot, peuvent se rapporter au besoin des éléments naturels qui ont été extraits de la viande. Pour expérimenter sur cette idée, à ma demande, du jus de citron (des dépôts de l'Amirauté) fut analysé par M. Galloway, du Muséum of Irish Industry, à Dublin. Le résultat démontra l'existence d'importants constituants, jamais recherchés auparavant, mais d'une utilité bien connue.

L'analyse faite en avril 1864 donna, pour un galon de jus de citron, une quantité d'acide phosphorique égale à 91 grains d'acide anhydre, ou à 458,5 grains de phosphate ordinaire de soude. On n'a pas évalué la potasse.

Deux analyses faites en octobre 1864 donnèrent, par galon, 71 grains de biphosphate de potasse, et, en outre, environ 110 grains de potasse sous la forme des autres sels.

Des scorbutiques, à bord du vaisseau-hôpital « *Dreadnought* » ont été traités avec l'acide phosphorique en solution, et se *sont rétablis plus rapidement que par le traitement ordinaire*. Je recommande donc l'usage de cet acide pour combattre le scorbut, surtout pendant les longs voyages, car l'expérience démontre son utilité, et

(1) Macleod, *Notes sur la chirurgie de la guerre de Crimée*, p. 69.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prouve qu'il peut, en effet, guérir le scorbut, et qu'il fait défaut dans la viande. C'est un élément qui n'est pas très-coûteux, qui se conserve bien, et est très-portatif. On en obtient un breuvage acidulé très-agréable, qui étanche parfaitement la soif.

J'ajoute les sels de potasse par mon procédé, sous la forme de nitrate de potasse, de phosphate de potasse, ou de chlorure de potassium. Je crois que le premier est le meilleur dans les cas ordinaires, car il donne de la couleur à la viande.

Les autres substances cristallines, la créatine, etc., que nous avons énumérées plus haut, restent dans leur condition naturelle, comme on n'emploie aucun moyen pour les retirer.

L'addition d'épices, telles que le poivre, les clous de girofle et autres ingrédients, aussi bien que des matières savoureuses qui peuvent être désirées, comme l'acide lactique lui-même, la choucroute, etc. (1), peut être faite avec une dépense très-minime, et par ce moyen on peut plaire à tous les goûts.

Quoique l'on puisse infiltrer n'importe quelle espèce de substances préservatrices, je préfère employer celles dont on se sert ordinairement, telles que la saumure avec du sucre, du salpêtre, du nitrate de soude, de l'acide phosphorique, des épices, etc. La saumure et le salpêtre suffisent pour la conservation simple. Ainsi *un bœuf tout entier peut être conservé* pour environ 1^{f},25, les moutons et les cochons pour quelques sous. Si les autres substances que j'ai recommandées sont ajoutées, elles augmenteront sans doute un peu la dépense ; mais elles forment une nourriture si importante et si agréable, qu'il en résulte une économie.

On peut se servir du liquide ou bien froid ou bien bouillant. Je m'en sers bouillant dans quelques cas, quand, par exemple, on doit emballer la viande plus tard dans de la saumure. Dans cet état le liquide pénétrant dans la chair coagule l'albumine, et resserre la viande, de manière que l'albumine ne peut pas s'en séparer dans l'emballage.

Quand la viande a été séchée et fumée selon le goût, elle peut être emballée dans des boîtes de fer, dans des barils, ou dans des boîtes en fer-blanc, et protégée contre l'humidité, soit en plongeant chaque morceau dans de la graisse fondue, qui sert de revêtement, soit en l'emballant dans de la sciure de bois seule, ou bien, comme je le préfère, dans de la sciure mélangée par parties égales avec du charbon de bois pulvérisé. Cette sciure doit être en quantité suffisante pour bien couvrir tous les morceaux.

Lorsqu'on va s'en servir, la viande doit être lavée, débarrassée de la poudre d'emballage, et plongée pour quelques heures dans de l'eau; on pourra, si l'on veut, se dispenser de l'immersion. Elle sera alors préparée comme ragoût, ou hachis, avec de

(1) Ou encore l'acide citrique, produit par l'évaporation du jus de citron, l'acide tartrique, et autres antiscorbutiques, qui pourraient être approuvés par les autorités.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la purée, de la farine, et des substances que l'on peut avoir à bord d'un navire. Par le système en usage, la viande, déjà manquant du pouvoir nutritif, est bouillie, *et le liquide jeté ;* tandis que la viande *suspendue*, ou *séchée*, peut être préparée sous forme de ragoûts, hachis, soupes et rôtis; de cette manière les liquides qui contiennent les éléments solubles sont consommés avec la viande. Si la viande doit être rôtie ou grillée, on la plonge pour quelques heures dans l'eau froide. Si on veut en faire de la soupe (ce qui peut être fait même pour des malades), après avoir été trempée, elle doit être coupée en très-petits morceaux, et doucement chauffée. On y ajoutera les matières farineuses qu'on pourra trouver. En un mot, ces viandes peuvent être préparées comme nourriture suivant toutes les prescriptions de la « science culinaire, » et elles possèdent ainsi des avantages qui n'ont été offerts par aucun autre procédé connu.

De plus, un résultat important est obtenu : c'est que la viande, ne contenant pas la grande quantité de liquide qui entre ordinairement dans sa combinaison, peut être réduite à un moindre volume. Chaque homme pourrait emporter avec lui, dans un volume moins grand de moitié ou d'un tiers, la même quantité de nourriture. Enfin cette viande peut être mangée, si c'était nécessaire, sans être cuite.

Sans compter l'économie et l'efficacité de mon procédé, il présente un grand avantage pour les autorités; c'est que rien ne se fait *en secret*. Toutes les périodes de l'opération peuvent être inspectées par les employés délégués, de telle sorte que la santé des animaux et la qualité hygiénique de la viande peuvent être certifiées. La viande peut aussi être préparée en toute saison, en été et en automne, quand les animaux, nourris d'herbe fraîche, sont dans leur condition la plus naturelle, et lorsque leur viande est plus nutritive, puisqu'elle contient les sels terreux. Le prix est moins élevé en été et en automne; car, en hiver, la demande est grande sur le marché dans les mois de la salaison, et le prix est considérablement élevé. D'un autre côté, il n'y a pas de doute sur le tort fait à la viande par le procédé ordinaire de la salaison. Quant aux viandes conservées dans des boîtes de fer-blanc, il est impossible de connaître les conditions de santé des animaux dont elles proviennent (quoique l'honorabilité des fournisseurs soit plus ou moins une garantie); et, par suite de la grande quantité de bouillon de gélatine que renferment ces boîtes, il y a une grande dépense faite relativement à une substance sans valeur, et qui de plus est nuisible, malgré le préjugé populaire qui pense le contraire.

Un très-grand avantage, qui n'a jamais existé, se présente dans ma méthode ; c'est-à-dire que, à l'arrivée d'un navire dans un port, la viande peut être préparée et conservée sur le lieu même, ou à bord, et *dans quelques heures* une provisiou peut être faite; car l'appareil est portatif (ne coûtant que quelques francs), les matériaux sont toujours sous la main, et on obtient facilement la hauteur et la pression nécessaires. Dans les pays chauds, la viande peut être mise à sécher, et être en état de conservation une demi-heure à peu près après la mort de l'animal. Si l'on veut la faire sécher lentement, elle doit être suspendue en morceaux dans l'entre-pont; si, au contraire, elle doit être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

séchée rapidement, elle doit être suspendue soit en haut, soit dans un hangar à dessécher improvisé.

D'après la description que nous en avons déjà donnée, il est évident que le travail nécessaire est presque nul.

Je recommanderai avec instance l'avantage d'avoir certains officiers et matelots à bord de chaque navire instruits dans cette méthode, et de la mettre en pratique là où l'on peut trouver des animaux; de cette manière *la nécessité de porter une grande quantité de provisions sera évitée*, en même temps qu'une matière supérieure et d'un meilleur goût pourra être préparée à peu de frais, et cela même dans les pays où la décomposition commence après quelques heures.

Dans les pays où les animaux sont presque sans valeur, et où le travail est rare ou inefficace, mon procédé est surtout précieux, et servira bientôt, je l'espère, à introduire en Europe une viande convenable, saine et agréable pour le peuple, contenant toutes ses propriétés nutritives, et à un prix très-raisonnable.

En janvier et février de 1864, on m'a laissé préparer seize bœufs pour l'Amirauté, à Deptford. En vingt-quatre heures une partie de la viande fut emballée, comme d'ordinaire, dans les barils, et quelques morceaux furent mis à sécher dans les endroits les plus convenables de la cour. Pour d'autres morceaux, on se servit avec succès d'une très-grande chaleur (à peu près 120 degrés) dans le grenier à sécher les biscuits, et la viande fut séchée en quelques jours. D'autres morceaux furent suspendus dans une cheminée et séchés au bout de quelques semaines. D'après le rapport des officiers, ces viandes, emballées sèches dans des barils ordinaires, ne furent examinées que le 30 août 1864. On les proclama parfaitement conservées : ce qui démontre que, jusqu'à cette époque, après sept mois, la substance est restée bonne et capable d'être conservée en barils, pendant les chaleurs de l'été; et cependant il n'y avait eu aucun appareil spécial pour sécher la viande, ce qui prouve qu'*à fortiori* un appareil vaudrait peut-être encore mieux.

En juin et août de cette même année, j'ai opéré devant une commission à Rochefort, nommée par le gouvernement français, et j'ai préparé des bœufs et des moutons, au plus fort d'un été continental, avec un succès parfait, quoique avec un appareil improvisé. Après avoir été séchées pour quelque temps, ces viandes furent préparées en ragoûts, beefsteaks, côtelettes, les derniers grillés. Rien ne pouvait être meilleur, surtout les beefsteaks. On fit aussi de la soupe, dont le goût et l'apparence étaient excellents, ce qui démontre la valeur de ma viande pour les malades, tandis que par l'addition artificielle de sucre, d'acide phosphorique, de potasse, etc., elle est particulièrement propre à suffire aux besoins du marin, bien portant ou en mauvaise santé.

Dans son ouvrage qui vient de paraître sur l'hygiène pratique, le docteur Parkes, professeur d'hygiène militaire à l'École de médecine de l'armée, rend le plus important témoignage en faveur de ma méthode. A la page 215, il dit : « Cette méthode est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« excellente et remplacera sans aucun doute l'ancien système; » et plus loin à l'article « Siéges : — « Si les approvisionnements menaçaient de manquer, le médecin devra « se rappeler combien la méthode de saler la viande par le procédé du docteur « Morgan est facile à mettre en usage; grâce à elle, le bétail et les chevaux qu'on « abat, par défaut de fourrage, ou qui sont tués dans les combats, peuvent se « conserver. »

ARTS CHIMIQUES.

NOTE SUR LES DÉPÔTS QUI SE FORMENT DANS LES VINS, PAR M. L. PASTEUR.

« Une des premières qualités que l'on recherche dans le vin est sa limpidité.

« J'ai étudié attentivement les dépôts qui se forment dans les vins; je crois qu'il en existe de trois sortes seulement, que je vais passer en revue.

« Une première sorte, bien connue, est due à des cristaux de bitartrate de potasse, de tartrate neutre de chaux ou d'un mélange de ces deux sels. Ces dépôts n'adhèrent pas aux parois des bouteilles, mais ils sont assez lourds pour se rassembler sous un petit volume, par un repos de quelques minutes. Ce n'est que dans des cas exceptionnels, très-peu fréquents, que le bitartrate de potasse est en cristaux légers et soyeux, très-ténus, dont le dépôt exige un temps un peu plus long. Considérés sous le point de vue physique, ces dépôts de tartre sont peu gênants. Au point de vue chimique, leur influence sur la composition et les qualités du vin n'a pour ainsi dire aucune importance, tant elle est pen sensible.

« Une deuxième sorte de dépôts, souvent confondue avec la précédente, mais qui en est tout à fait distincte, est due à ces matières de couleur brune qui couvrent les parois des bouteilles, particulièrement dans la moitié qui regarde le sol, lorsque les bouteilles reposent couchées horizontalement. Ces dépôts sont constitués par de la matière colorante primitivement dissoute, et qui peu à peu est devenue insoluble par un effet d'oxydation, ainsi que je le dirai tout à l'heure. Cette matière colorante se montre au microscope, suivant les cas, sous trois états physiques bien distincts :

« 1° Elle est en feuillets translucides, colorés en jaune brun plus ou moins foncé, quelquefois avec nuance violette.

« 2° D'autres fois, la matière colorante se dépose en granulations, en petits amas amorphes, pressés les uns contre les autres, et formant une couche adhésive d'un rouge brun ou violet.

« 3° Ces granulations prennent souvent une structure si régulière, que l'on croi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rait avoir sous les yeux des cellules organisées, tant leur sphéricité est parfaite. Aussi diverses personnes, qui ont essayé de reconnaître au microscope les ferments des maladies des vins, ont été trompées par cette structure et ont pris ces globules pour des corps vivants.

« Ces trois états physiques de la matière colorante devenue insoluble se trouvent fréquemment réunis. Les feuillets translucides sont ordinairement recouverts, au moins par places, des granulations amorphes ou de celles à apparence organisée. Ces deux derniers états de la matière colorante sont souvent aussi associés l'un à l'autre en proportions variables.

« Les dépôts dont je parle, quel que soit leur état, sont le plus ordinairement adhérents aux parois des vases, circonstance importante parce qu'elle permet de tirer le vin clair jusqu'aux dernières gouttes.

« Sous le rapport physique, cette deuxième sorte de dépôts est également peu gênante. Quant au changement de composition qui en résulte pour le vin, on peut dire que sa présence correspond généralement à une phase d'amélioration graduelle, bien qu'elle soit accompagnée d'une diminution progressive de la couleur. Cela n'a pas d'inconvénient, si ce dépôt de couleur n'est pas trop prononcé. Quoi qu'il en soit, il y aurait intérêt à ce que cette sorte de dépôt se produisît dans les tonneaux. On y parviendra, je l'espère, par l'emploi du procédé de conservation des vins que j'ai indiqué récemment (1), et qui, d'après les essais que j'ai tentés, est applicable au vin en tonneau aussi facilement qu'au vin en bouteille.

« Il importe beaucoup de connaître les causes occasionnelles des deux sortes de dépôts dont je viens de parler. En ce qui concerne les cristaux de tartre, on conçoit que de simples changements dans la température, joints aux modifications qui surviennent avec le temps dans la composition du vin, peuvent les provoquer. Je ne m'y arrête pas. Quant aux dépôts de la deuxième sorte, je crois pouvoir dire que leur principale et peut-être unique cause est due à une fixation du gaz oxygène, qui rend insoluble la matière colorante. Voici les expériences qui motivent cette opinion :

« J'ai rempli entièrement ou partiellement des tubes de verre blanc de diverses espèces de vins. Ces tubes ont été abandonnés ensuite dans des conditions variables de température et de lumière, après avoir été fermés à la lampe. Chaque essai est reproduit un grand nombre de fois pour chaque sorte de vin. Il arrive, en effet, que les tubes partiellement remplis de liquide, et où le vin se trouve au contact de volumes d'air variables, peuvent donner naissance au *mycoderma vini* ou au *mycoderma aceti* si le vin n'a pas été chauffé. Ces tubes, pour le genre particulier d'études que j'avais en vue, étaient écartés. Il ne faut conserver que ceux dans lesquels le vin est soumis à l'action oxydante directe de l'oxygène de l'air.

(1) Voir *Bulletins* de 1864, 2e série, t. XI, p. 36, 97.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Cela posé, voici les phénomènes que présentent les tubes conservés : partout où il y a remplissage partiel des tubes et en dehors de toute production de ferments organisés, le vin donne lieu à des dépôts de matière colorante, qui reproduisent si fidèlement, au microscope et par les agents chimiques, toutes les propriétés et tous les aspects des dépôts de la deuxième sorte, qu'il n'est pas possible d'hésiter sur l'identité de nature de ces divers dépôts et vraisemblablement sur leurs causes respectives. L'analyse de l'air des tubes, faite, à diverses époques, pendant la formation des dépôts, démontre que ceux-ci sont toujours corrélatifs d'une notable absorption de gaz oxygène, d'autant plus marquée que les dépôts sont plus abondants. Si les tubes sont remplis de vin, c'est-à-dire si l'air ne peut intervenir comme agent d'oxydation directe, il ne se forme pas le moindre dépôt, alors même que les tubes sont exposés à la lumière vive du soleil pendant plusieurs mois. Or la lumière, jointe à l'action de l'oxygène, a une influence considérable sur la rapidité de formation de ces dépôts. Dans l'obscurité, même dans une obscurité incomplète, ils sont lents à se produire.

« Je suis donc porté à croire, d'après les résultats de ces expériences, que les dépôts que j'ai appelés de la deuxième sorte, et qui prennent naissance dans les tonneaux ou dans les bouteilles, sont dus à l'action de l'oxygène de l'air intoduit dans le vin, soit par les pores du bois ou des bouchons, soit, au moment des soutirages, par dissolution d'air.

« Au fur et à mesure que les dépôts se forment dans les tubes des expériences précédentes, la couleur du vin s'affaiblit de plus en plus, jusqu'à disparaître presque intégralement. Quelques jours suffisent si l'expérience se fait à la lumière. Le vin prend un bouquet *sui generis,* d'une vivacité particulière, et quelque chose de caramélique qui est certainement le goût de *cuit* des vins qui ont voyagé. Aussi interprète-t-on très-mal, selon moi, l'influence des voyages sur le vin. Je suis parsuadé que les changements que l'on constate doivent être attribués bien plus à l'action de l'oxygène de l'air qu'à l'élévation de la température. Deux circonstances favorisent l'introduction de l'oxygène durant le voyage aux Indes : une évaporation plus rapide à la surface des douves, et surtout les chocs du liquide contre les parois, agissant non comme agitation, mais comme cause de variations brusques et sans cesse répétées de la pression intérieure, d'où résultent une sortie des gaz azote et acide carbonique et une rentrée d'air à travers les pores du bois, bien plus active que dans le cas où le vin est abandonné en repos dans une cave froide. L'expérience est facile à faire : du vin renfermé dans des vases hermétiquement clos ne se modifierait pas sensiblement, ne prendrait pas le goût de cuit et ne déposerait pas; et dans des bouteilles l'effet sera beaucoup moins marqué que dans des tonneaux. J'ajoute que les vins portés à une température de 60 à 70 ou 80 degrés ne prennent jamais le goût de cuit et ne déposent pas. La limpidité du vin est, au contraire, accrue par cette opération, excepté pour quelques vins très-jeunes.

« J'arrive à la troisième sorte de dépôts des vins. Celle-ci est des plus gênantes et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fort dangereuse; elle est constituée par ces végétations cryptogamiques sur lesquelles j'ai appelé l'attention de l'Académie, et qui sont, à mon avis, la cause exclusive des maladies et de toutes les altérations des vins, que l'on désigne sous les noms de maladies de *la pousse*, de *la graisse*, de *l'amer* et de *l'acide*. Ces végétations n'adhèrent jamais aux parois de la bouteille ou du tonneau, à moins qu'elles n'aient été recouvertes, après leur formation, par les dépôts de la seconde sorte, et comme emprisonnées mécaniquement par eux, ce qui est fort rare. Ce sont de petits corps si légers, que la moindre agitation des vases les soulève, et il en résulte un trouble du liquide occupant un volume relativement considérable. Sous le rapport physique, leur présence est donc très-préjudiciable, puisqu'ils occasionnent de grandes pertes au moment des soutirages ou des transvasements des bouteilles. Et, comme ces ferments d'autre part, tant par les principes qu'ils transforment que par les substances nouvelles qu'ils développent, détruisent les meilleures qualités des vins, ce n'est pas exagérer que d'affirmer que le mal qu'ils occasionnent est incalculable, surtout si l'on songe, comme je le disais récemment à l'Académie, que la plupart des vins sont sous l'influence de ces productions organisées. Je crois pouvoir ajouter que le prix élevé du vin, des grands vins principalement, a pour cause indirecte l'existence de ces ferments. Le prix de la main-d'œuvre dans les soins que le vin exige aujourd'hui leur est dû en grande partie. Si j'en crois même les renseignements que m'a transmis un habile négociant anglais, les espérances sur l'extension du commerce des vins français depuis le traité avec l'Angleterre n'ont pas donné jusqu'à présent les résultats présumés, à cause des maladies auxquelles ils sont sujets au delà du détroit.

« Si les principes que j'ai exposés sur la vinification sont exacts, principes qui se résument, d'une part dans l'influence bienfaisante et indispensable de l'oxygène de l'air, et d'autre part dans l'influence malfaisante de diverses végétations cryptogamiques, la perfection dans l'élevage des vins consisterait à abandonner le vin en tonneau jusqu'au moment où il serait regardé comme *fait*, puis en bouteille, sans que, à aucune période, on soit gêné par les maladies ou par les dépôts, et en éloignant toutes les pratiques de l'ouillage, des soutirages fréquents, du vinage et du plâtrage des vins. J'espère que l'on pourra parvenir facilement et très-rapidement à ce résultat, à l'aide du procédé de conservation dont j'ai parlé récemment devant l'Académie. »

NOUVELLES OBSERVATIONS AU SUJET DE LA CONSERVATION DES VINS, PAR M. PASTEUR.

« J'ai eu l'honneur de communiquer antérieurement à l'Académie diverses notes sur le vin ayant pour objet principal les changements qu'il éprouve avec l'âge, ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maladies, et les procédés pratiques que l'on peut mettre en usage pour le conserver sans altération.

« Les résultats de mes études peuvent se résumer en peu de mots :

« 1° Le vin se fait, se mûrit; en d'autres termes, il passe de l'état de vin jeune à l'état de vin vieux, presque exclusivement par l'influence de l'oxygène de l'air.

« 2° Le vin ne s'altère point de lui-même par un mouvement intérieur dû à des circonstances inconnues. Toutes les fois qu'il devient malade, c'est par l'action de végétations parasites qui s'y développent sous des influences diverses.

« 3° Les dépôts des vins ont exclusivement pour cause soit une oxydation produite par l'oxygène de l'air, soit la présence des parasites dont je parle, soit enfin, et le plus souvent, ces deux causes réunies.

« 4° Les dépôts dus à l'influence de l'oxygène sont des dépôts *adhérents* dans la plupart des cas. Ceux qui proviennent de la présence des parasites sont toujours *flottants*, et conséquemment nuisibles, au double point de vue physique et chimique.

« 5° Le problème si important à résoudre de la conservation des vins consiste donc uniquement, selon moi, à empêcher le développement des parasites du vin, en d'autres termes à détruire leurs germes, ou mieux à supprimer leur vitalité propre.

« Le vin, disait-on, est un liquide dont les divers principes réagissent continuellement les uns sur les autres par des affinités mutuelles lentes, comme on voit un éther se former peu à peu dans le mélange d'un acide et d'un alcool.

« Cette opinion sur la nature du vin et sur les changements progressifs de ses propriétés est tout à fait erronée (1).

« Le vin nouveau enfermé dans des vases clos à l'abri du contact de l'air :

« 1° Ne dépose pas;

« 2° Ne change pas de couleur;

« 3° Ne prend pas de bouquet.

« Le même vin, au contraire, soumis à l'influence de l'oxygène de l'air, à l'obscurité comme à la lumière, plus rapidement à la lumière :

« 1° Dépose considérablement jusqu'à devenir boueux, qu'il s'agisse du vin blanc ou du vin rouge;

« 2° Il perd entièrement le goût de vin nouveau;

« 3° Sa couleur devient celle d'un vin de dix, vingt ans et plus;

« 4° Il prend au plus haut degré le goût et le bouquet des vins cuits de Madère et d'Espagne ou des vins qui ont voyagé.

---

(1) Je ne prétends point révoquer en doute l'existence possible de produits éthérés formés à la longue dans le vin, sans l'intervention de l'oxygène de l'air. J'affirme seulement que cet effet doit être regardé comme insensible en comparaison de ceux que je signale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Or, tous ces effets exagérés du vieillissement des vins par l'action de l'oxygène de l'air peuvent être réalisés dans l'intervalle de quelques semaines seulement.

« Mais l'influence de l'oxygène est constamment jointe, quoiqu'à des degrés divers, à l'action lente de végétations cryptogamiques auxquelles le vin donne asile et qui sont la source de toutes ses altérations.

« Il est indispensable de détruire les germes de ces parasites, si l'on veut que le vin vieillisse promptement et sûrement sans jamais se détériorer.

« J'ai annoncé à l'Académie que ce résultat si désirable était facilement obtenu en qortant le vin pendant quelques instants à une température suffisamment élevée. Toutefois j'avais dû faire quelques réserves sur la valeur industrielle de ce procédé, parce que je ne jugeais pas suffisante la durée de mes essais.

« La communication que j'ai l'honneur de faire aujourd'hui à l'Académie a pour objet principal de compléter à ce dernier point de vue mes premières expériences dont je viens confirmer l'exactitude.

« Il fallait résoudre une première question, celle de l'effet immédiat de l'élévation de la température. On ne pouvait songer à un procédé de conservation du vin qui aurait diminué en quelque chose les qualités propres du vin. Or les épreuves les plus multipliées sur des vins de France d'origines très-diverses me permettent d'établir en toute assurance que le vin qui vient d'être chauffé et qui a refroidi :

« 1° N'a pas changé de couleur ; sa couleur est plutôt avivée que diminuée ;

« 2° Ne perd rien de son bouquet ;

« 3° Ne dépose pas du tout.

« Enfin il est tellement semblable au même vin qui n'a pas été chauffé, qu'il faut soumettre les deux vins à une comparaison simultanée pour constater une légère différence dans leurs propriétés. Quoi qu'il en soit, si cette différence était à la défaveur du vin chauffé, il y aurait bien à craindre pour le succès du procédé de conservation dont il s'agit. Mais la dégustation faite par un courtier expert a donné 7 fois sur 9 la préférence au vin chauffé dans des essais que je dirigeais moi-même, sans que l'expert eût la moindre idée de la nature des vins qu'il avait à juger ; et, dans les deux cas où il a donné la préférence au vin non chauffé, son avis a été que les vins comparés étaient si peu différents l'un de l'autre, qu'il y avait, selon son expression, à s'y perdre. En outre, il n'a jamais accusé de goût de cuit, alors même que son attention était appelée spécialement sur l'existence possible de quelque saveur de cette nature (1).

(1) Il résulte de ce qui précède que, sous le rapport de l'amélioration du vin, le changement est trop peu sensible pour motiver l'opération du chauffage. Cependant, lorsqu'elle est pratiquée sur du vin nouveau qui renferme en dissolution un volume considérable de gaz acide carbonique, gaz que fait disparaître en presque totalité l'élévation de la température, il se manifeste un changement de saveur plus appréciable et le vin paraît tout de suite sensiblement amélioré.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Si le changement que l'élévation momentanée de la température apporte dans le vin est trop peu sensible pour déterminer une amélioration immédiate très-appréciable, il en est en tout autrement lorsqu'on envisage le vin sous le rapport de sa conservation. Il suffit que la masse du vin ait été portée quelques minutes seulement à la température de 60 à 70 degrés, pour que le vin ait acquis une résistance extraordinaire à toutes les maladies qui peuvent l'atteindre. Et cela est vrai d'un vin quelconque, blanc ou rouge, robuste ou délicat, très-jeune ou plus ou moins vieux. J'ajouterai que mes dernières expériences me permettent d'espérer que le maximum de la température à atteindre pourra être abaissé à 45 degrés, sans que l'on puisse toutefois descendre plus bas. Cette circonstance est très-digne de fixer l'attention des propriétaires, car je ne doute pas que l'on puisse construire des hangars vitrés à double enveloppe de verre, dans lesquels on pourrait porter à cette température par la chaleur naturelle du soleil, surtout dans le Midi, des masses considérables de vin, sans dépense de combustible en profitant de la propriété des rayons de chaleur obscurs de traverser difficilement le verre (1).

« J'ai annoncé à l'Académie, dans sa séance du 1er mai dernier, que j'avais mis en expérience de comparaison des vins de Pomard, chauffés ou non chauffés, que je devais à l'obligeance de M. de Vergnette-Lamotte. D'autres échantillons du même cru, mais beaucoup plus vieux, m'avaient été donnés par M. Marey-Monge. Or toutes les bouteilles de ces deux sortes de vins, qui n'ont pas été chauffés, sont aujourd'hui en grande voie d'altération. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie la photographie du ferment parasite qui altère ces vins présentement. Au contraire, les mêmes vins, qui ont été portés à la température de 65 degrés, sont absolument intacts, sans le moindre dépôt, tandis que la végétation parasite forme au fond des bouteilles altérées un dépôt flottant d'un travers de doigt d'épaisseur. Et tout ce dépôt n'a mis que trois mois seulement à se former. Enfin le vin qui a été chauffé a conservé toutes ses qualités, tandis que le vin non chauffé est amer et désagréable au goût.

« La photographie que je place sous les yeux de l'Académie montre très-nettement dans toutes les parties qui étaient bien *au point*, le mode de reproduction du végétal et son organisation par articles et sous-divisions d'articles (2).

« J'avais également annoncé à l'Académie, mais toujours un peu timidement, que le vin chauffé était devenu si peu altérable, qu'il se conservait même en vidange au

(1) Il n'y aurait qu'une chose à craindre, c'est que les douves des tonneaux se déjetassent. Ce mode de chauffage serait très-convenable pour les bouteilles. Le chauffage des fûts par l'eau à l'aide de la vapeur d'eau se fait également très-bien.

(2) Ce végétal est-il le n° 7 ou le n° 8 de la planche que j'ai insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 18 janvier 1864? (Planche 292 du *Bulletin* de 1864, 2e série, t. XI.) J'ai présentement quelques doutes sur les différences spécifiques de ces deux productions, malgré leurs grandes différences apparentes. Je reviendrai sur ce sujet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

libre contact de l'air. Je puis confirmer également l'exactitude de ce résultat. Cette expérience n'est, après tout, qu'un corollaire de celles que j'ai faites pour montrer l'inanité des observations que l'on invoque à l'appui de la doctrine des générations spontanées. Les germes des végétations propres à l'infusion organique acide qui constitue le vin étant détruits par la chaleur, le vin exposé à un volume limité d'air, comme il arrive lorsqu'on met en vidange une bouteille de vin, ne peut plus s'altérer que par la propagation des germes tenus en suspension dans ce volume d'air, et si ce volume d'air n'en contient pas de la nature de ceux qui peuvent se développer dans le vin, ce liquide restera absolument intact et soumis seulement à l'action chimique directe de l'oxygène de l'air. C'est précisément ce qui arrive, et, neuf fois sur dix au moins, le vin qui a été chauffé, mis ensuite en vidange, n'éprouve pas la moindre acidification, alors même qu'on l'expose pendant des mois entiers dans une étuve à 30 ou 35 degrés.

« En résumé, je considère que le problème de la conservation indéfinie des vins, et de leur transport facile dans tous les pays du monde sans vinage préalable, est résolu de la manière la plus complète et la plus satisfaisante. Il appartient maintenant aux propriétaires de savoir profiter de ces résultats de la science. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

ARTS CHIMIQUES.

DE L'ACTION DES MÉTALLOÏDES SUR LE VERRE ET DE LA PRÉSENCE DES SULFATES ALCALINS DANS TOUS LES VERRES DU COMMERCE, PAR M. J. PELOUZE.

« On sait, depuis une époque très-reculée, que le verre est coloré en jaune par le charbon et le soufre, mais on ignore comment il se comporte en présence des autres métalloïdes. C'est pour combler cette lacune que j'ai entrepris le travail dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé succinct.

« Mes expériences ont été faites pour la plupart dans les fours Siemens de la manufacture des glaces de Saint-Gobain. Ils ont sur les fours à grille un avantage considérable. Éloignés des générateurs dans lesquels se produisent les gaz combustibles, les creusets qu'on y place ne sont pas exposés à recevoir les poussières de toutes sortes, les cendres, et particulièrement les éclats de pyrite qui jaillissent de la houille, quand celle-ci est brûlée directement sur la grille à côté des creusets ouverts contenant la composition qui, par sa fusion, donne le verre.

« Les creusets étaient formés d'argile blanche réfractaire d'une qualité telle, qu'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pouvait la considérer comme étant sensiblement de la même nature que les matières qui entrent dans la composition du verre. Les belles argiles, en effet, ne sont formées pour ainsi dire que de silice et d'alumine, et, si on ne fait pas entrer directement cette dernière dans le verre, on sait qu'elle peut y être introduite sans en altérer notablement les qualités générales.

« Cependant, pour éviter encore davantage toute cause d'erreur, pour ne pas courir le risque de rencontrer, dans l'argile, des traces de pyrites, j'opérais souvent dans des vases de platine protégés par des creusets d'argile, dans lesquels ils étaient placés. Ils étaient exposés à une chaleur excessivement intense, car à côté de ces vases se trouvaient les creusets servant à la fabrication courante du verre à glace.

« Enfin je plaçais dans le même four, et à côté des mélanges en expérience, un second creuset qui contenait le mélange vitrifiable ordinaire et qui me servait de *témoin*.

« *Verre au charbon.* — Pour colorer en jaune le verre au moyen du charbon, on fait un mélange ou *composition* A avec :

Sable blanc.	= 250	parties.
Spath calcaire.	= 50	—
Sel de soude au titre de 85 degrés. . . .	= 100	—
Charbon de bois.	= 2	—

Au bout de quelques heures, le verre étant fondu et affiné, le creuset est retiré du four et refroidi. Il contient une masse vitreuse d'apparence homogène, colorée en jaune foncé.

« On peut, pour obtenir un verre plus réfractaire et moins sensible aux influences atmosphériques, élever la proportion de sable de 250 à 290 parties.

« On admet généralement que la coloration du verre par le charbon est due à ce qu'une certaine quantité de ce corps se trouve en dissolution ou dans un grand état de division dans le verre.

« *Verre au soufre.* — Sa préparation est la même que la précédente; sa couleur jaune est identique avec celle du verre au charbon, et il serait impossible de les distinguer l'un de l'autre.

« On peut augmenter la proportion de soufre à cause de sa volatilité et de sa combustibilité beaucoup plus faciles que celles du charbon. Avec 6 grammes de fleur de soufre, on obtient un verre de la même nuance que celle fournie par 2 grammes de charbon.

« Quelques verriers pensent que le verre coloré par le soufre supporte moins longtemps que le verre au charbon la double influence de l'air et d'une température blanche ; quant à moi, je n'ai pu saisir sous ce rapport la plus légère différence. Les deux verres ont été maintenus en fusion pendant quarante-huit heures, sans que leur teinte se soit affaiblie sensiblement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« *Verre au silicium.* — On a soumis à la fusion le mélange suivant :

	Gr.
Sable blanc.	250,00
Carbonate de soude à 90 degrés.	100,00
Spath calcaire.	50,00
Silicium.	2,50

« Au bout de quelques heures le verre était affiné. Il était coloré en jaune et il était impossible de le distinguer des deux précédents.

« *Verre au bore.* — Même mélange, le silicium étant seulement remplacé par 2 grammes de bore.

« Fusion et affinage faciles; verre d'une belle couleur jaune, comme ceux dont il vient d'être question.

« Le silicium et le bore, que je dois à l'obligeance de notre honorable confrère M. H. Deville, étaient cristallisés et d'une grande pureté.

« *Verre au phosphore.* — Le phosphore amorphe et pulvérulent, mêlé même en proportion considérable à la composition A, ne communique aucune couleur à la matière vitrifiée. Tous mes efforts tendant à obtenir un résultat positif ont échoué, sans doute parce que le phosphore se volatilisait entièrement ou se brûlait; mais si l'on fait agir sur la composition A le phosphure de chaux (j'ai employé de préférence celui préparé par le procédé de notre honorable confrère M. Paul Thénard), sous le poids de 5 à 6 grammes, le phosphore cesse de se volatiliser, et il fournit un exemple de plus de la production d'un verre jaune, absolument semblable à ceux déjà en assez grand nombre que nous venons de signaler.

« *Verre à l'aluminium.* — La présence d'une proportion même très-petite d'aluminium, dans la composition, rend le verre d'une fusion et surtout d'un affinage très-difficiles. Cependant, avec beaucoup de temps et de soins, on parvient à avoir un verre homogène, bien fondu, transparent, sans beaucoup de bulles ou *bouillons*, et l'on remarque encore que sa couleur est jaune, comme celle des verres précédents.

« Si je fais maintenant la récapitulation des corps simples qui produisent avec les verres blancs du commerce une couleur jaune, je trouve parmi les métalloïdes : le carbone, le soufre, le silicium, le bore, le phosphore; et l'aluminium parmi les métaux (1).

« J'étais porté à croire que cette coloration constamment identique pouvait bien être due au silicium, le seul de ces corps simples qui fasse nécessairement partie du verre, mais les expériences qui suivent m'ont bientôt démontré qu'il fallait chercher ailleurs l'interprétation de ces singuliers phénomènes.

---

(1) Il a été impossible d'obtenir un verre coloré avec l'arsenic et le zinc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« *Action de l'hydrogène sur le verre.* — L'hydrogène purifié par les moyens les plus énergiques colore le verre en jaune, à une température rouge. Si l'on fait passer ce gaz dans un tube de porcelaine contenant une nacelle de platine remplie de fragments de verre, celui-ci, porté à une température qui n'a pas besoin d'être élevée et refroidi dans le courant même d'hydrogène, affecte une couleur jaune moins belle et surtout moins intense qu'avec le charbon, le bore, etc., mais qui est cependant très-nette.

« Si quelque chose doit étonner, c'est que cette réaction n'ait jamais été signalée, car les réductions par l'hydrogène, dans des tubes de verre, se font fréquemment dans les laboratoires.

« La réduction de la silice par l'hydrogène paraissant impossible, surtout à une chaleur peu élevée, et la coloration du verre sous l'influence de ce gaz étant cependant semblable à celle opérée par les nombreux métalloïdes que j'ai cités, cette curieuse expérience imprima à mes idées un autre cours. Je me souvins qu'il y a plusieurs années j'avais trouvé qu'il n'existe aucun verre dans le commerce qui ne contienne des quantités notables de sulfate alcalin, et dès lors il me sembla que tout pourrait bien s'expliquer, dans les réactions nombreuses dont il est question, par la formation d'un sulfure jouissant de la propriété de colorer le verre en jaune.

« Sans perdre de temps, je dirigeai mes essais dans ce sens.

« Je fis passer au rouge de l'hydrogène sur du verre réduit en poudre fine, en choisissant de préférence les échantillons qui contenaient le plus de sulfate, et il me fut facile de constater que cette réaction donnait naissance à un sulfure alcalin.

« En fondant la composition A avec quelques centièmes de son poids de sulfate de soude, et la soumettant à un courant d'hydrogène, j'obtenais un verre d'un jaune excessivement foncé, dans lequel on reconnaissait facilement l'odeur, la saveur et toutes les propriétés d'un sulfure alcalin.

« L'explication prenait donc, par ces nouveaux faits, un caractère de certitude. Toutefois, avant d'aller plus loin, je voulus répéter et multiplier mes expériences sur la présence et la proportion des sulfates contenus dans tous les verres du commerce sans exception.

« Les chimistes les plus habiles qui ont analysé le verre n'y ayant pas signalé la présence du soufre, je devais prendre d'autant plus de précautions pour ne pas me tromper, et rien ne devait me coûter pour donner à mes expériences un caractère de certitude. Le verre vaut bien la peine que tout le monde s'en occupe; il y a peu de substances qui méritent à un plus haut degré l'intérêt des chimistes et des physiciens, et il n'y en a pas dont l'étude ait exercé plus d'influence sur le progrès des sciences. La plupart des réactions et des préparations chimiques s'accomplissant au contact du verre, il est évident que la connaissance des éléments dont il se compose peut être, dans certains cas, de la plus haute importance.

« Les verres dans lesquels j'ai cherché de nouveau la présence du soufre, qui s'y

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trouve sans aucun doute à l'état de sulfate, sont : les verres à glaces, le verre à vitres, le verre à gobeleterie, le verre de Bohême, le verre à bouteilles, et un échantillon de verre ancien rapporté par moi de Pompéi en 1863.

« Le verre à glaces m'a donné des quantités diverses de sulfate de soude comprises entre 1 et 3 pour 100. La fonte, l'affinage et le tise-froid de cette sorte de verre durent, en général, de dix-huit à vingt-quatre heures.

« J'ai voulu voir combien il en resterait après une exposition de cent vingt heures dans les mêmes conditions de température. Le verre en retenait encore 7 parties sur 1000. Il contenait cependant autant de silice qu'on peut en introduire industriellement dans le verre.

« Cette expérience est bien propre à montrer qu'avec les matières qu'on fait entrer aujourd'hui dans la composition des verres on doit s'attendre à y retrouver invariablement des quantités notables de sulfate alcalin.

« Le verre de Pompéi m'a donné une quantité de sulfate de baryte correspondant à 2 pour 100 de sulfate de soude.

« Un échantillon authentique de verre de Bohême, que je dois à l'obligeance de M. Peligot, contenait 2,2 pour 100 de sulfate de potasse.

« J'ai trouvé dans les autres verres, dans le verre à vitres, le verre de gobeleterie, le verre à bouteilles, comme maximum 3 1/2 pour 100 et comme minimum 1 pour 100 de sulfate de soude. Il résulte donc de mes analyses que les verres de toute fabrication contiennent des sulfates en proportions à peu près semblables.

« On sait que les verriers emploient deux fondants, le sulfate et le carbonate de soude. Comme ce dernier sel marque tout au plus 85 degrés et dans des cas très-rares 90 degrés, il contient constamment des proportions très-notables de sulfate de soude. De là vient que ce dernier sel se rencontre dans le verre, indépendamment du fondant qui a servi à le préparer.

« Il en résulte que, pour obtenir un verre tout à fait exempt de sulfate, il faudrait n'en pas laisser de traces dans le carbonate et opérer, par conséquent, avec un sel jusqu'ici inconnu, ou tout au moins sans emploi dans les verreries, avec un sel marquant 92°,5. Un tel verre n'existe pas dans le commerce ; il serait sans doute moins altérable et plus homogène que ceux que nous connaissons jusqu'à présent, et peut-être appelé à rendre de nouveaux services, particulièrement à l'optique.

« Le sulfate de soude est sans doute à l'état de liberté dans le verre. C'est en quelque sorte une impureté, comme en contiennent, la plupart du temps, les composés les mieux définis, et il paraît impossible d'en débarrasser le verre, même par l'action de la chaleur la plus intense et la plus prolongée. Je parle ici au point de vue industriel seulement ; car rien ne prouve qu'à la longue un pareil verre, exposé à l'action d'une chaleur intense dans un creuset de platine, ne puisse se dépouiller entièrement de sulfate.

« J'ai fait voir, il y a dix ans, que le verre le plus pur et le mieux affiné, lorsqu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est réduit en poudre fine par une longue porphyrisation, devient profondément altérable, et qu'abandonné quelque temps à l'air dans cet état il fait effervescence, comme la craie, avec les acides.

« J'ajouterai ici que le même verre porphyrisé, pendant vingt-quatre heures, sur une plaque d'agate, cède directement à l'eau pure la plus grande partie du sulfate de soude qu'il contient.

« Ces singulières altérations du verre, produites par une simple action mécanique et provoquées peut-être ou facilitées par la présence des sulfates alcalins, méritent certainement plus d'attention qu'on ne leur en a accordé jusqu'à présent.

« Je reviens maintenant à la coloration du verre par le charbon, le silicium et les autres métalloïdes. Si cette coloration est uniquement due à une réduction de sulfate de soude par le charbon, le silicium, le bore, etc., elle ne saurait se manifester sur du verre fait avec des matériaux privés de ce sel. C'est ce que j'ai constaté un grand nombre de fois, en employant, comme fondant, du carbonate de soude purifié par plusieurs cristallisations successives et débarrassé de toute trace de sulfate.

« La composition suivante a été fondue au four à gaz, dans un creuset de platine, avec toutes les précautions possibles pour ne pas y laisser s'introduire la plus petite quantité de sulfate alcalin :

Sable blanc.	250	grammes.
Carbonate de soude pur et sec. . .	100	—
Carbonate de chaux pur.	50	—
Charbon d'amidon.	2	—

« Le verre obtenu était bien fondu, bien affiné et *parfaitement blanc*. Même résultat en remplaçant le charbon par le bore, le silicium et l'hydrogène. Ces métalloïdes ne colorent pas le verre exempt de sulfate, le verre pur, si je puis m'exprimer ainsi; mais ajoutez préalablement à ces mélanges 1/4 de centième de leur poids de sulfate, vous obtiendrez un verre d'une couleur jaune légère; avec 1/2 centième la teinte sera plus prononcée; avec 2 ou 3 centièmes elle le sera davantage, et on reconnaîtra facilement que son intensité est proportionnelle à la quantité de sulfate ajoutée à la composition destinée à faire le verre. Par la même raison, on peut, sans déterminer par l'analyse la proportion de sulfate contenue dans un verre blanc du commerce, le juger approximativement par la couleur plus ou moins foncée que prendra le verre après avoir été chauffé avec du charbon.

« Le *verre pur* (j'appelle ainsi, je l'ai déjà dit, celui fait avec un sel de soude exempt de sulfate) est coloré en jaune soit par le soufre, soit par un sulfure alcalin ou terreux. Le soufre se comporte avec ce verre absolument comme avec ceux du commerce.

« On devait s'attendre à ce résultat que faisaient prévoir les observations et les expériences consignées dans ce mémoire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Au lieu de préparer pour le commerce le verre jaune avec du charbon, on peut l'obtenir directement avec le sulfure de calcium, mais il ne faut pas oublier que le sulfate contenu dans le carbonate agit comme comburant et fait disparaître une quantité correspondante de sulfure ; ce n'est donc que lorsque ce sulfate a été détruit que l'excès de sulfure colore le verre. Je citerai à l'appui de cette assertion les expériences suivantes.

« On a fondu le mélange suivant :

A	Sable blanc.	250 grammes.
	Carbonate de soude à 90 degrés. . .	100 —
	Carbonate de chaux.	50 —
	Sulfure de calcium.	20 ou 10 pour 100 (1).

« On a obtenu un verre jaune très-foncé et à peine translucide.

« B. Même mélange, avec 10 grammes de sulfure de calcium ou 2,5 pour 100.

« Il a donné un verre d'un jaune beaucoup plus clair qu'on n'aurait dû s'y attendre. On pouvait déjà prévoir la destruction d'une partie notable du sulfure de calcium par le sulfate de soude contenu dans le carbonate.

« C. Même mélange, avec 5 grammes de sulfure de calcium ou 1,25 pour 100.

« Le verre obtenu par la fusion de ce mélange est complétement incolore.

« D. Même mélange, avec $5^{gr},5$ de sulfure.

« Le verre était encore sans couleur, comme le précédent.

« E. Même composition avec 6 grammes de sulfure de calcium : le verre est d'une couleur jaune peu intense, à peu près semblable à celle des cristaux de soufre natif.

« Le point extrême de décoloration correspond à $5^{gr},500$ de sulfure de calcium, soit à peu près 1 1/3 pour 100 du mélange vitrifiable, et la couleur jaune ne commence à se manifester qu'avec des quantités de sulfure excédant cette dernière proportion. Aussi, dans la composition B où l'on en a employé 20 grammes, on doit admettre que $14^{gr},5$ seulement sont entrés dans la coloration du verre, $5^{gr},5$ ayant disparu par oxydation.

« On voit, par ce qui précède, qu'on peut toujours connaître, au moyen d'un très-petit nombre d'essais, la proportion de sulfure qui agit comme colorant sur un verre donné, et graduer ainsi à volonté les nuances qu'on voudra lui communiquer.

« En partant de ces données on a préparé, sans tâtonnement et du premier coup, un verre d'une intensité de couleur prévue, en fondant :

---

(1) Préparé en calcinant au rouge un mélange de 250 grammes de charbon de bois et 2 kilogrammes de plâtre. Le sulfure contenait encore une certaine quantité de sulfate.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

270 kilogrammes de sable;
100 kilogrammes de carbonate de soude à 90 degrés;
50 kilogrammes de marbre;
12 kilogrammes de sulfure de calcium.

« En résumant les principaux résultats qui précèdent, on voit :

« 1° Que tous les verres du commerce contiennent des sulfates;

« 2° Que le verre fait avec des fondants exempts de sulfates n'est pas coloré par le charbon, qu'il n'est pas coloré non plus par le bore, le silicium et l'hydrogène, etc.;

« 3° Que le soufre et les sulfures alcalins ou terreux colorent directement en jaune soit le verre pur, soit les verres du commerce;

« 4° Que la couleur que prend le verre sous l'influence des métalloïdes est due à une seule et même cause consistant dans leur faculté réductive.

« Je ne veux pas finir ce mémoire sans remercier publiquement M. E. Pelletier du concours qu'il m'a prêté, comme chimiste et comme verrier, dans l'exécution minutieuse et souvent très-délicate des expériences dont je viens de présenter le résumé à l'Académie. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Moyen de conserver la plasticité de l'argile. — Pour conserver à l'argile son état plastique et lui permettre de pouvoir être employée pendant longtemps, soit dans l'art du modeleur, soit dans les laboratoires où elle sert de lut, on a eu l'idée de remplacer par de la glycérine l'eau dans laquelle on a coutume de la pétrir.

Pour opérer avec succès, il faut d'abord sécher parfaitement l'argile, puis la réduire en poudre très-fine, et c'est alors seulement qu'on la malaxe avec de la glycérine d'une densité de 1,231.

Préparée dans ces conditions, l'argile conserverait, dit-on, indéfiniment ses qualités plastiques. La quantité de glycérine à employer doit être le tiers du poids de la matière; c'est là une dépense relativement considérable, mais qui est compensée par les avantages qu'offre le procédé.

On doit avoir bien soin de ne pas opérer avec de l'argile qui conserve encore une certaine humidité et de ne pas employer de la glycérine qui renferme de l'eau; dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces conditions-là le procédé ne saurait réussir, car l'eau ne tarde pas d s'évaporer peu à peu, et l'argile redevient dure et sèche comme à l'ordinaire.

(*Journal of the Franklin Institute.*)

Préparation de l'oxygène, par M. R. W. Artlett.— Connaissant l'excellent procédé de préparation de l'oxygène, qui consiste à faire agir du peroxyde de cobalt sur une solution d'hypochlorite de chaux, M. Artlett a recherché s'il n'existait pas d'autres substances douées de la même propriété que le peroxyde de cobalt, et il a trouvé que le peroxyde de fer humide ou l'oxyde de cuivre était capable de produire les mêmes résultats. En effet, dans la série des expériences auxquelles il s'est livré, chacune de ces substances a engendré un volume d'oxygène égal à celui qu'on obtient avec l'oxyde de cobalt, et de plus l'emploi qui en a été fait n'a, en aucune manière, diminué leurs propriétés actives. La seule différence qui ait pu être observée, c'est que le peroxyde de fer exige peut-être une température beaucoup plus élevée, si l'on veut obtenir un dégagement de gaz aussi rapide que dans le procédé ordinaire. Quant à l'oxyde de cuivre, il résout parfaitement la question, mais on peut encore, si on n'en a pas sous la main, ajouter simplement quelques gouttes de nitrate de cuivre à la solution d'hypochlorite de chaux, et l'on peut être sûr d'obtenir, par l'application de la chaleur, un dégagement abondant d'oxygène.

M. Artlett a également fait quelques essais avec le peroxyde de manganèse, mais, bien qu'ils soient encore insuffisants, il ne pense pas que ce peroxyde se comporte aussi bien que les autres substances dont il vient d'être question ; la proportion d'oxygène obtenue est moindre, et il y a formation d'acide permanganique.

(M.) (*Ibid.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 janvier 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Joseph Sanguet*, rue du Vert-Bois, 34, à Paris. — Nouvel instrument de géodésie servant à mesurer les distances sans les parcourir. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Tréboul*, 66, rue Popincourt. — Application du jeu de dames à l'étude élémentaire des nombres pour les enfants. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Plagnol*, mécanicien, rue du Cendrier, 36 *bis*, à Paris. — Porte-lames pour la taille des bouchons. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

MM. *Périer*, *Possoz* et *J. F. Cail* rappellent la demande qu'ils ont adressée à la Société d'examiner leurs appareils et procédés pour la fabrication du sucre. (Renvoi aux comités d'agriculture et des arts chimiques.)

M. *Eugène Roy*, rue de Savoie, 4, à Paris. — Envoi d'échantillons d'encres en poudre pour le concours relatif au prix Alexandre. (Renvoi à la commission spéciale

M. *Eugène Blot*, statuaire, à Boulogne-sur-Mer.— Groupes artistiques en terre cuite. (Renvoi à la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie.)

M. *Baltard*, de l'Institut, président de la Société impériale et centrale des architectes, présente plusieurs candidats pour la médaille de contre-maître. (Renvoi à la commission spéciale.)

COMMUNICATIONS. — M. *Baude*, vice-président adjoint, donne lecture d'une note détaillée sur les travaux des réservoirs de Ménilmontant, dont il a été question dans la précédente séance et que le Conseil a récemment visités.

Le Conseil remercie M. *Baude* de son intéressante communication, qui sera insérée au *Bulletin* avec un dessin des travaux, et le charge en même temps d'être son interprète auprès de MM. les ingénieurs du service hydraulique de la Ville pour les remercier de l'accueil empressé qu'ils ont fait aux membres du Conseil.

M. *Balard*, vice-président adjoint, regrette de n'avoir pu se joindre à ses collègues pour se rendre à Ménilmontant, et il demande s'il n'existerait point quelque vue photographique qui lui permît de juger de l'importance des travaux. Il rappelle que la lumière du magnésium rend de très-grands services aux photographes lorsqu'il s'agit d'opérer dans les endroits obscurs.

M. *Baude* répond qu'il existe plusieurs photographies montrant les chantiers lors de leur plus grande animation.

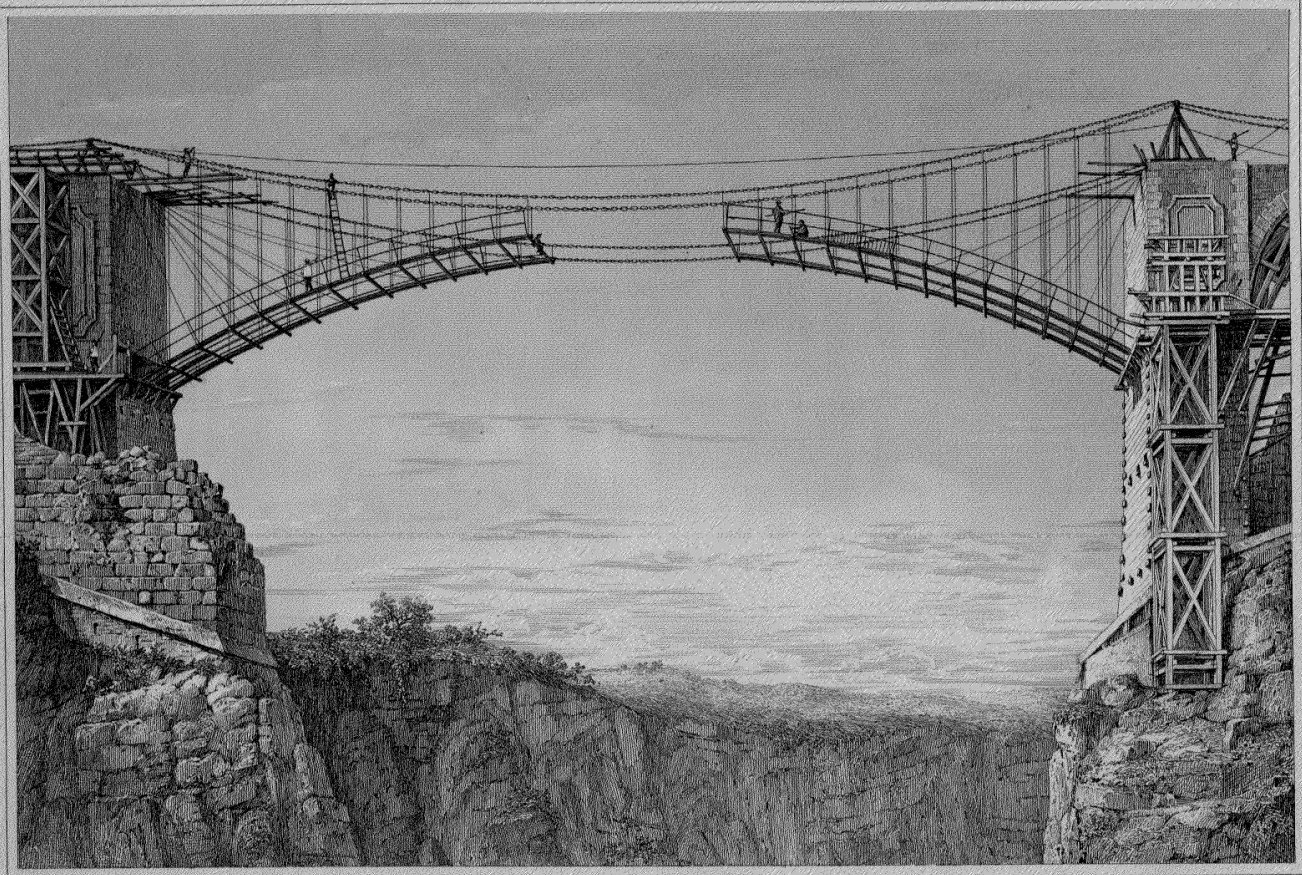
M. *Lavollée*, membre du Conseil, demande si tous les quartiers de Paris, et surtout ceux qui n'ont eu, jusqu'ici, à consommer que des eaux de qualité inférieure, seront appelés à jouir des eaux de la Dhuys.

M. *Baude* répond qu'il s'agit là d'une grosse question qui n'a pas encore reçu sa solution complète et sur laquelle, d'ailleurs, il n'a pas de données assez certaines pour être à même de renseigner le Conseil ; tout ce qu'il peut dire, jusqu'ici, c'est que les eaux de la Dhuys doivent être conduites sur la rive gauche de la Seine.

M. *Baudet*, rue des Écluses-Saint-Martin, 29, — fait entendre un piano d'un nouveau système, produisant le son des instruments à corde. Ce piano est désigné par lui sous le nom de *piano-violon*. (Renvoi au comité des arts économiques.)

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

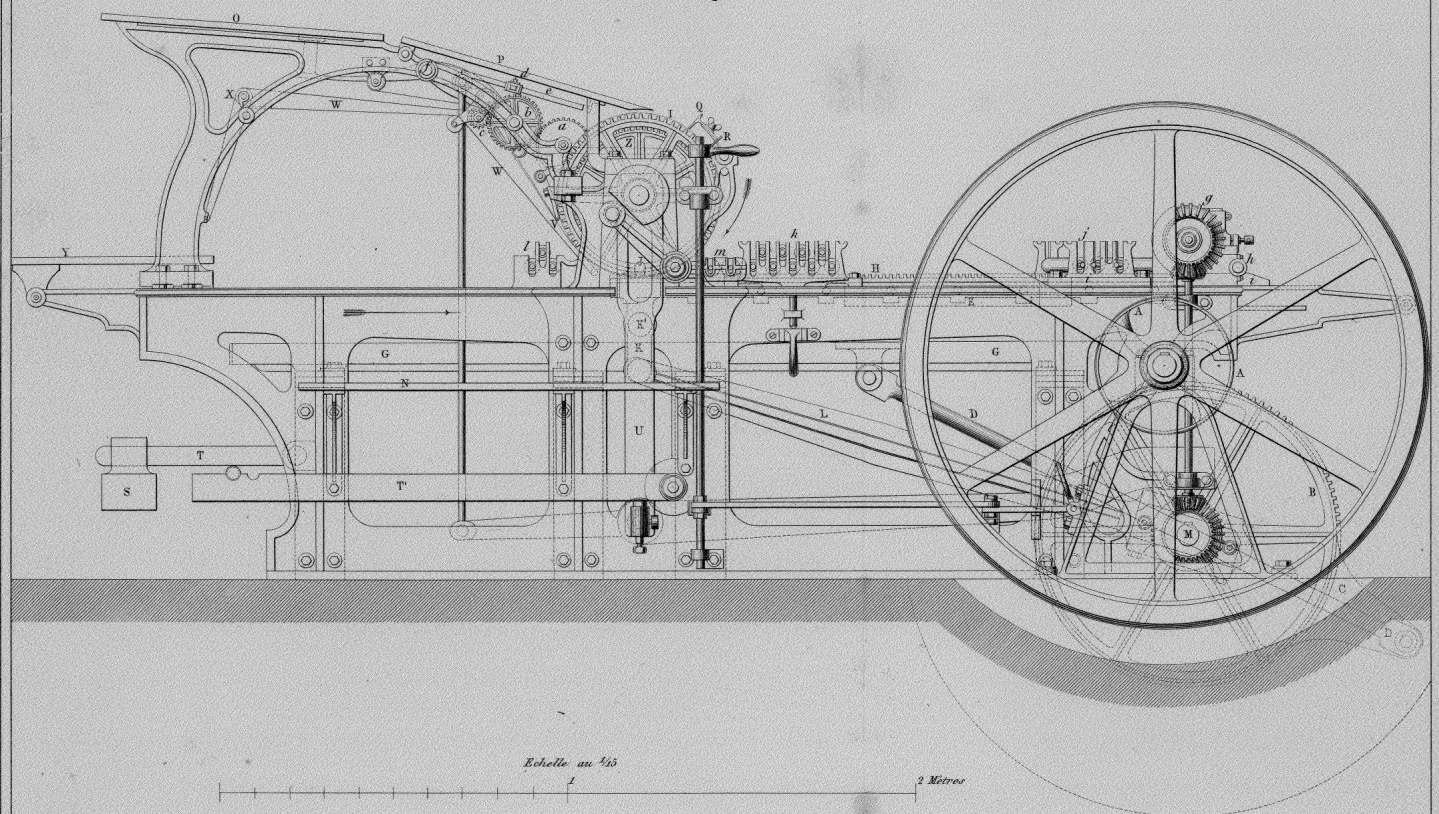


Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris Ad. Leblanc del. et sc.

CONSTRUCTION DU PONT D'EL-KANTARA A CONSTANTINE, PAR M. GEORGES MARTIN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

PRESSE MÉCANIQUE POUR LA LITHOGRAPHIE, PAR M. VOIRIN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

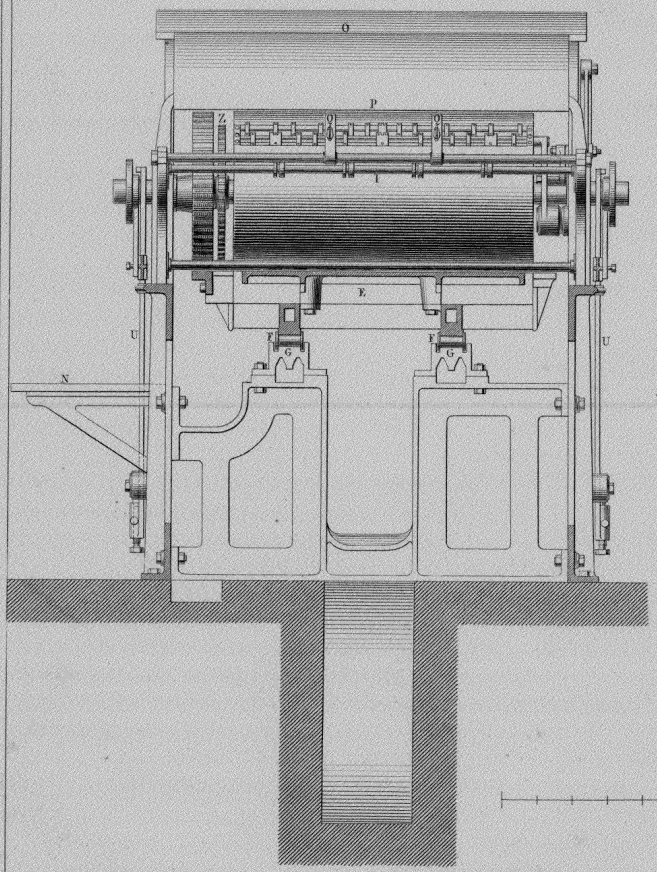
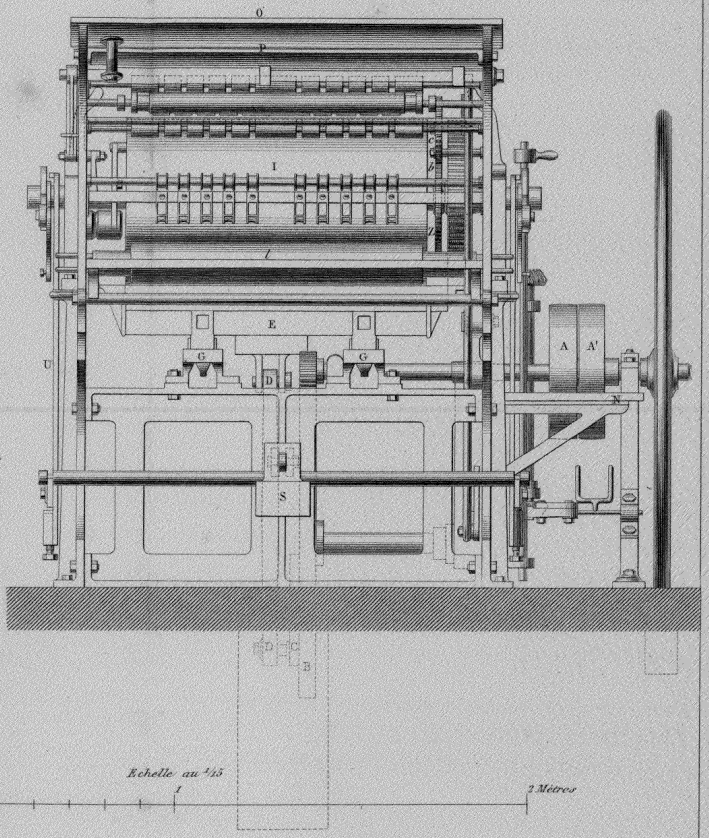
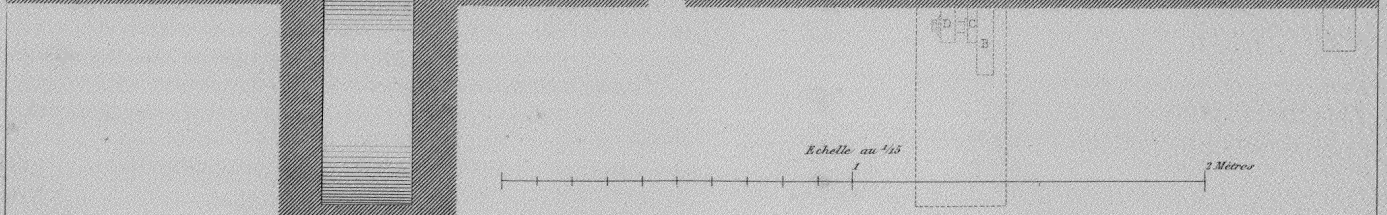


Fig. 2.





Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

PRESSE MÉCANIQUE POUR LA LITHOGRAPHIE, PAR M. VOIRIN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Février 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BENOÎT, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un instrument de géométrie pratique présenté, sous le nom d'*HYPSO-GONIOMÈTRE, *par* M. J. B. DUMAS, *rue Affre, 20, à Paris.*

Messieurs, M. J. B. Dumas, employé sous les ordres de M. Vaissière, ingénieur des ponts et chaussées chargé de la deuxième section du service municipal de Paris, vous a présenté un instrument de géométrie pratique, dont cet ingénieur a bien voulu faire les frais de construction, à titre d'encouragement pour l'inventeur, qui lui a donné le nom d'*Hypso-goniomètre.*

Cet instrument, que vous avez renvoyé à l'examen de votre comité des arts mécaniques, au nom duquel je prends la parole, a été exécuté avec beaucoup de soin par M. Isely, constructeur d'instruments de précision, et présente toutes les garanties de solidité désirables pour un bon service.

L'Hypso-goniomètre étant destiné à servir aux mêmes opérations que le Théodolite, a dû nécessairement être composé, comme lui, d'un *Limbe horizontal,* muni d'un *Niveau à bulle* d'air, et d'un *Limbe vertical*; mais il n'a qu'une seule *Lunette à réticule* accompagnée d'un *Niveau à bulle* d'air.

L'ensemble de ces cinq pièces et de celles qui en assurent la liaison convenable est établi sur une colonne creuse faisant corps avec le dessous du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

limbe horizontal, ayant le même axe de figure et embrassant une tige cylindrique s'élevant verticalement sur un *patin à trois branches* destiné, en servant de pivot général à l'instrument, à maintenir l'axe du limbe horizontal dans une direction verticale et, par suite, celui du limbe vertical dans une position horizontale.

Le patin repose sur le plateau d'un solide *Trépied en bois*, à jambes en triangle, support ordinaire de tous les instruments de ce genre. Au milieu de ce plateau est fixée verticalement, en contre-bas, une gaîne cylindrique, renfermant une tige à ressort, dont le haut, fileté, taraude, à volonté, dans un trou semblablement fileté pratiqué sous le pivot général, et l'on voit que, lorsque cette tige y est engagée, elle empêche évidemment l'instrument de se séparer du trépied si les vis calantes adaptées vers les extrémités des branches du patin, et dont les pieds reposent dans des rainures creusées à la surface du plateau, produisent une tension suffisante du ressort de la tige mentionnée.

Limbe horizontal et accessoires. — Pour pouvoir ramener et maintenir le limbe horizontal dans une position voulue sur son axe, la base de la colonne qui le supporte présente un rebord en saillie, formant une sorte de disque dont le bord passe toujours entre les lèvres d'une pince qui peuvent le serrer à volonté, quand on tourne une vis qui les rapproche l'une de l'autre. Cette pince est placée dans une sorte de cadre métallique fixé sur une des trois branches du patin. Un ressort à boudin ouvert entre elle et l'un des côtés du cadre, et maintenu par un prisonnier qu'il embrasse, tend toujours à les écarter, et une vis buttante opposée, taraudant dans l'autre côté du cadre, sert à déplacer la pince dans ce cadre, et par suite aussi à faire tourner à volonté tout l'instrument autour de son pivot général d'aussi petites quantités angulaires que les observations peuvent le demander.

Un disque circulaire exactement logé dans un creux de même forme, pratiqué à la surface supérieure du limbe horizontal et l'affleurant, peut y tourner autour du même pivot général. Sur sa rive est gravé un vernier destiné à donner les fractions des divisions que ce limbe présente tout à l'entour du creux, et un système de rappel semblable à celui déjà décrit est fixé avec le disque de manière que ses lèvres embrassent le bord du limbe. Cette disposition permet évidemment, lorsque le limbe horizontal est fixé dans l'espace, de faire décrire, au disque et à la partie supérieure de l'instrument qui fait corps avec lui, d'aussi petits angles azimutaux qu'on le veut.

Un niveau à bulle d'air, rectifiable, est lié au disque et donne ainsi, lors-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il a été préalablement réglé, le moyen de mettre le limbe horizontal exactement de niveau, en manœuvrant convenablement les vis d'appui des branches du patin.

Limbe vertical et accessoires. — Le limbe vertical de l'instrument pivote autour d'un axe horizontal qui fait corps avec un support fixé sur le disque à vernier du limbe horizontal déjà mentionné. Les lèvres d'un troisième système de rappel attaché fixement à ce même support embrassent les bords d'un petit disque parallèle au limbe vertical, ayant le même axe et ne formant avec lui qu'une seule pièce. D'où l'on voit qu'il est possible, après avoir serré ces lèvres, de déplacer aussi peu que l'on veut ce limbe, dans son plan, et par conséquent d'augmenter ou de diminuer de très-petits angles la distance zénithale de la lunette quand elle a été préalablement liée à ce limbe.

Lunette et accessoires.—La lunette de l'hypso-goniomètre est maintenue dans des colliers à fermoir mobile et à vis de buttée, fixés aux extrémités d'une règle parallèle, vissée contre une grande rondelle qui embrasse le limbe vertical autour duquel elle tourne à frottement doux et dans le même plan. Un quatrième système de rappel, fixé à cette même rondelle et dont les lèvres embrassent les bords dudit limbe vertical, sert tant à arrêter la lunette dans la position où on la place à la main, contre ce limbe, qu'à modifier, aussi peu qu'on le désire, la direction qui lui a été d'abord donnée. La fraction des divisions du limbe vertical comprise entre leurs traits et la ligne de foi tracée sur la rondelle est estimée à l'aide d'un vernier gravé sur la rive de celle-ci, en regard de ces divisions.

Préparation aux opérations. — Après avoir mis de niveau le limbe horizontal, et centré l'axe optique de la lunette, passant par le croisement des fils du réticule dont quatre vis servent à modifier et à fixer la position, et après avoir réglé le niveau lié avec cette lunette de telle sorte que, l'axe optique étant exactement horizontal, la bulle d'air se place bien entre les deux repères, l'instrument sera prêt à être employé ;

Pour mesurer l'angle compris entre un plan vertical connu et tout autre plan vertical assigné, passant par la verticale de la station ;

Pour mesurer l'angle embrassé par deux droites comprises dans un même plan vertical et passant par le point de station ;

Pour obtenir la pente d'une droite indiquée sur le terrain.

En combinant enfin cet instrument avec une *mire graduée*, dite *mire par-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lante, on obtiendra immédiatement les données nécessaires pour calculer la distance à laquelle la mire aura été placée de la station.

L'Hypso-goniomètre de M. Dumas étant d'une manœuvre facile et donnant promptement tous les éléments qu'il faut connaître pour parvenir à la solution des divers problèmes de géométrie pratique, votre comité des arts mécaniques m'a chargé de vous proposer, Messieurs,

1° De remercier M. Dumas de son intéressante communication ;

2° D'approuver son Hypso-goniomètre ;

3° D'ordonner l'impression de ce rapport dans le *Bulletin* de la Société, et l'insertion des dessins de cet instrument sur une de ses planches gravées, appuyés d'une notice explicative.

Signé BENOÎT, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 3 *mai* 1865.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 332 REPRÉSENTANT L'HYPSO-GONIOMÈTRE DE M. J. B. DUMAS.

Fig. 1. Vue de l'instrument dans un plan parallèle à celui du limbe vertical.

Fig. 2. Autre vue de l'instrument, auquel on a fait accomplir une révolution de 180 degrés.

Fig. 3. Troisième vue dans un plan vertical perpendiculaire aux plans des figures 1 et 2.

Fig. 4. Section horizontale suivant la ligne I, II de la figure 3.

Fig. 5. Section verticale partielle suivant la ligne III, IV de la figure 2.

A, trépied en bois, à jambes triangulaires, sur lequel se place l'instrument.

B, tige à ressort, renfermée dans une gaîne cylindrique qui traverse le plateau du trépied A suivant son axe.

C, pivot général de l'instrument, muni à sa base d'un trou taraudé, formant écrou, dans lequel pénètre l'extrémité supérieure de la tige B, qui est filetée.

D, patin à trois branches, formant la base du pivot C.

E, vis calantes, placées à l'extrémité de chacune des branches du patin D, et portant dans des rainures creusées à la surface du plateau du trépied A.

F, rebord en saillie, formant une sorte de disque, dont le bord passe entre les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lèvres d'une pince à vis d'arrêt G, munie d'une vis de rappel ; cette disposition permet de faire tourner à volonté l'instrument d'aussi petites quantités que l'on veut.

H, limbe horizontal de l'instrument, formant la base d'un tronc de cône renversé s'élevant au-dessus de la colonne C.

I, disque mobile, logé dans l'épaisseur du limbe H, et portant un vernier circulaire.

J, niveau à bulle d'air, fixé sur le disque à vernier I.

K, pince à vis d'arrêt, munie d'une vis de rappel permettant, lorsque le limbe H est fixé, de faire tourner le disque I d'aussi petites quantités que l'on veut.

L, règle verticale, fixée au disque I, et supportant le limbe vertical de l'instrument, ainsi que la lunette.

M, limbe vertical, tournant autour d'un axe horizontal fixé à la règle L.

N, vernier circulaire du limbe M, disposé comme l'est celui du limbe horizontal H.

O, petit disque, faisant corps avec le limbe vertical derrière lequel il est placé, et pourvu d'une pince à vis d'arrêt P, munie d'une vis de rappel, laquelle pince accomplit les mêmes fonctions que les deux autres pinces G et K.

Q, règle fixée diamétralement sur le disque du vernier vertical, et portant la lunette.

R, R, colliers à fermoirs mobiles et à vis de buttée, dans lesquels se place la lunette.

S, lunette munie d'une crémaillère disposée suivant une génératrice au delà du réticule, dont la position peut être réglée au moyen de quatre vis. Elle n'est pas représentée figure 3, afin qu'on puisse mieux voir les colliers R. L'amplitude du mouvement de rotation de cette lunette sur elle-même, qui est de 180 degrés, est limitée par des taquets placés, l'un au-dessus, l'autre au-dessous, contre les rebords saillants des anneaux par lesquels elle repose dans les colliers R.

T, niveau à bulle d'air, fixé au disque du vernier circulaire N, parallèlement à la lunette.

U, quatrième système de pince à vis d'arrêt, fixé également au disque du vernier N, et dont les lèvres embrassent les bords du limbe vertical. Ce système est muni, comme les autres, d'une vis de rappel qui permet de régler d'une manière insensible la position de la lunette.

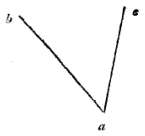
V, boussole fixée au centre du limbe horizontal. Cette boussole n'est pas mentionnée dans le rapport, parce qu'elle ne se trouvait pas dans les premiers instruments construits.

Manière d'opérer avec l'instrument.

Supposons l'instrument monté sur son pied, comme l'indique la figure 2, et les quatre vis d'arrêt G, K, P, U serrées, voici comment on opère :

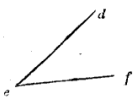
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1er Problème. — *Mesurer l'angle* b a c, *compris entre un plan vertical connu et tout autre plan vertical assigné passant par la verticale* a *de la station.*



La vis G desserrée, on commence par assurer l'horizontalité du limbe H, à l'aide du niveau J, et des trois vis calantes E, puis on centre la lunette au moyen des vis du réticule. Cela fait, on desserre la vis P et on dirige la lunette sur le point *b*; on serre ensuite la vis G, on lit l'arc qui sépare les zéros du limbe et du vernier; puis, desserrant la vis K, on dirige la lunette sur le point *c*, on lit également l'arc indiqué, et la différence entre les deux arcs lus donne l'arc correspondant à l'angle *b a c*.

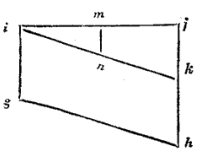
2e Problème. — *Mesurer l'angle* d e f *embrassé par deux droites comprises dans un même plan vertical et passant par le point de station* e.



La vis G étant desserrée, le limbe H rendu horizontal et la lunette centrée, on amène celle-ci dans le plan vertical de *e d*. Cela fait, on serre la vis G, et, desserrant la vis P, on dirige ensuite la lunette sur le point *d*; puis, après avoir serré la vis P et lu l'arc qui sépare les zéros du limbe et du vernier, on desserre la vis U, et on dirige la lunette sur le point *f*. La différence entre l'arc primitivement observé et l'arc lu à ce moment donne la mesure de l'angle *d e f*.

3e Problème. — *Déterminer la pente d'une droite* g h *indiquée sur le terrain.*

Comme toujours, la vis G sera d'abord desserrée, le limbe H rendu horizontal et la lunette centrée; enfin on rendra horizontal l'axe optique de cette dernière à l'aide du niveau T et de la vis U, ou plutôt de la vis de rappel qui accompagne ce système de pince. Cela fait, on mettra la lunette dans le plan vertical de *g h*, et, après avoir serré la vis G, on lira, sur une mire placée au point *h*, la hauteur *j h* entre le terrain et la ligne de visée *i j*; puis, faisant prendre à la mire une cote *h k*, égale à la hauteur *i g*, comprise entre le terrain et l'axe de la lunette, on desserrera la vis U et on lira l'angle *i*, formé par la ligne de visée *i j* avec la ligne *i k*, parallèle à la droite joignant le point *g* au point *h*. On pourra alors poser $ij = \frac{im \times jk}{mn}$, équation dans laquelle tous les termes du second membre sont connus, puisque *i m* est le rayon du vernier vertical de l'instrument, *j k* la cote de nivellement au point *h*, diminuée de la hauteur de la lunette au-dessus du point *g*, et enfin *m n* la tangente de l'angle observé.



La pente, par mètre, de la droite *g h* sera donc exprimée par $\frac{jk}{ij}$.

On aurait pu aussi bien obtenir la cote *j h* d'une manière exacte, soit par deux, soit par quatre coups de niveau, sans avoir besoin de centrer la lunette ni de rendre son axe optique horizontal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on voulait avoir la pente, par mètre, sans le secours de ij, la lecture de l'angle i permettrait de poser $\frac{mn}{im}$, qui serait la valeur cherchée.

(M.)

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par* M. le comte TH. DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur le* RÉGULATEUR DE LUMIÈRE ÉLECTRIQUE *de* M. A. GAIFFE, *rue Saint-André-des-Arts,* 40.

Messieurs, déjà plusieurs régulateurs de lumière électrique ont été soumis à votre appréciation, et vous avez reconnu que certains d'entre eux réunissaient les conditions voulues pour fonctionner d'une manière tout à fait satisfaisante. Une seule chose pouvait être encore désirée, c'est que ces régulateurs pussent atteindre un assez grand degré de simplicité, pour être moins dispendieux dans leur construction et moins délicats dans leurs organes mécaniques. C'est ce but qu'a cherché à atteindre M. Gaiffe dans le régulateur qu'il vous a présenté.

Dans cet appareil, qui n'est que le régulateur d'Archereau très-perfectionné, il n'existe aucun mécanisme à échappement pour le rapprochement ou l'éloignement des charbons. Comme dans les autres systèmes de régulateurs, les porte-charbon sont parfaitement équilibrés quant à leur poids, qui n'entre pour rien dans le fonctionnement de l'appareil, et leur glissement est rendu très-facile au moyen de quadruples systèmes de galets qui empêchent toute espèce de frottements directs. C'est au moyen d'un petit barillet et par l'intermédiaire de deux roues de diamètres inégaux engrenant avec des crémaillères adaptées aux porte-charbon, que se produit l'avancement des charbons, et c'est l'attraction, par une hélice magnétique, de la tige de fer terminant le porte-charbon inférieur qui détermine l'écartement nécessaire à la production du point lumineux.

Ces deux organes sont disposés de manière à pouvoir être réglés dans leur action, le premier, au moyen d'un ressort d'une résistance différente aux différents points de sa longueur et que l'on bande plus ou moins; le second, au moyen d'un enroulement particulier de l'hélice qui fait que, quand le fer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du porte-charbon inférieur se trouve au plus bas de sa course et qu'il subit alors le moins énergiquement la force attractive de l'hélice, l'action magnétique développée par celle-ci est à son maximum. Cette disposition consiste, du reste, à échelonner les unes au-dessous des autres les différentes couches de spires de l'hélice.

Grâce à cette double combinaison, il devient facile d'approprier l'appareil à toute espèce de pile, quelle que soit l'intensité du courant qu'elle produit, et la régularité de la marche de l'instrument se trouve maintenue, quelle que soit la longueur des charbons. On a, de plus, l'avantage que son fonctionnement est assuré dans toutes les positions qu'on lui donne, puisque la pesanteur n'intervient en rien dans son jeu.

Un des avantages les plus importants du régulateur de M. Gaiffe résulte d'un petit dispositif qui lui a été ajouté dernièrement, et qui permet de déplacer comme on le désire le point lumineux sans extinction de lumière et sans aucun réglage ultérieur des porte-charbon ni de l'appareil. Ce dispositif consiste en un double pignon qui, en temps ordinaire, se trouve repoussé en dehors des roues conduisant les porte-charbon (par un ressort-boudin), mais qui, étant engrené avec ces roues par suite d'une légère pression, permet, à l'aide d'une clef, de hausser ou de descendre simultanément les porte-charbon sans changer en rien leur écartement. On peut, de cette manière, centrer facilement le point lumineux dans les expériences d'optique, et rendre les expériences avec la lumière électrique aussi faciles qu'avec la lumière solaire.

Votre commission, après avoir assisté aux expériences faites par M. Gaiffe, a pu constater :

1° Que ce régulateur fonctionne avec autant de régularité que les appareils les plus perfectionnés;

2° Que, comme ces derniers, il est automatique, c'est-à-dire qu'il peut s'allumer de lui-même, sans nécessiter un éloignement préalable des charbons;

3° Qu'il fonctionne dans toutes les positions qu'on peut lui donner, et fournit un point lumineux de hauteur constante;

4° Que, en raison de sa simplicité, il est d'une manipulation facile.

En joignant à ces avantages ceux qui résultent du réglage facile de la position du point lumineux et du prix très-peu élevé de l'appareil, vous comprendrez, Messieurs, que l'invention de M. Gaiffe doive être encouragée, et, en conséquence, le comité des arts économiques vous prie de décider :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Que des remercîments soient adressés à M. Gaiffe pour son intéressante communication ;

2° Que le présent rapport soit inséré au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil.

Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 31 *mai* 1865.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 333 REPRÉSENTANT LE RÉGULATEUR DE LUMIÈRE ÉLECTRIQUE DE M. GAIFFE.

Fig. 1. Vue en élévation de l'appareil, le cylindre en laiton qui enveloppe la base étant coupé pour laisser voir les organes du mécanisme.

Fig. 2. Section horizontale passant par la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 3. Section horizontale suivant la ligne III, IV de la figure 1.

Fig. 4. Section verticale partielle correspondant à la figure 3.

A B C D, cage cylindrique renfermant le mécanisme de l'appareil; elle se compose d'une platine circulaire A B, reliée à une embase ou pied tronconique C D par quatre tiges ou colonnettes verticales E. Une chemise ou enveloppe F, qui s'enlève par le haut, enferme le tout et se fixe à la platine A B, au moyen de deux vis G, placées aux extrémités d'un même diamètre.

H, porte-charbon supérieur; il est formé de deux coquilles, entre lesquelles on pince et serre le charbon à l'aide d'une vis.

H′, porte-charbon inférieur, disposé comme le précédent.

I, tige cylindrique en cuivre, commandant le porte-charbon H, et se mouvant dans l'intérieur d'une colonne creuse J, fixée verticalement sur la platine A B; elle est terminée à la partie inférieure par une crémaillère, munie d'un retour d'équerre destiné à limiter la course ascendante.

K, tige en fer doux, armée d'une crémaillère, et commandant le porte-charbon H′; elle est de forme prismatique quadrangulaire, et descend verticalement dans l'intérieur de la bobine L.

L, bobine à axe vertical, portant un fil de cuivre roulé en spirale. Lorsque le circuit électrique est fermé, elle agit sur la tige K, qui descend alors en vertu de l'attraction à laquelle elle est soumise.

M, roue dentée verticale, engrenant avec la crémaillère de la tige I, dont elle commande le mouvement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N, autre roue dentée, de diamètre moindre, placée parallèlement sur le même axe que la roue M, et engrenant avec la crémaillère de la tige K.

Ces deux roues, isolées l'une de l'autre par une rondelle d'ivoire, tournent librement sur leur axe, et, comme leurs diamètres sont dans le rapport de 2 à 1, il s'ensuit que, lorsque la tige K s'élève ou s'abaisse d'une certaine quantité, l'autre tige I s'abaisse ou s'élève d'une quantité double; cette disposition est nécessitée par l'usure inégale des deux charbons, qui se fait dans la proportion de 2 à 1.

O, barillet solidaire des roues M, N, et contenant un ressort de pendule, dont l'une des extrémités est fixée au barillet lui-même et l'autre à l'axe P; le ressort, agissant sur le barillet et, par conséquent, sur les roues dentées, tend constamment à faire rapprocher les tiges I, K et, par suite, les charbons.

P, axe d'acier, sur lequel les roues M, N et le barillet O sont librement montés; il est serré entre des coussinets, qui permettent cependant de le faire tourner sur lui-même pour régler la tension du ressort du barillet; pour cela, on n'a qu'à agir au moyen d'une clef sur son extrémité libre, qui est faite comme un carré de remontoir.

Q, embase circulaire recouvrant la bobine L, et sur laquelle sont montées les pièces principales du mécanisme; elle est percée au centre pour laisser passer la tige K.

R, R′, pignons montés sur un axe parallèle à l'axe P, et pouvant se déplacer parallèlement à eux-mêmes pour venir commander les roues M, N et, par conséquent, agir sur les tiges I, K, pour élever ou abaisser à volonté et simultanément les deux charbons dans les expériences d'optique, où il est important de centrer le point lumineux sans interrompre la fonction de l'appareil; le pignon R commande directement la roue M, tandis que le pignon R′ ne commande la roue N qu'à l'aide d'un pignon intermédiaire R″ qui tourne toujours dans le même plan.

S, clef à trou carré, se plaçant sur l'axe P ou sur l'axe des pignons R, R′, soit lorsqu'on veut agir sur le ressort du barillet O, soit lorsqu'on veut mettre les pignons en prise avec les roues M, N.

T, ressort-boudin placé sur l'axe des pignons R, R′, et servant à repousser ces pignons hors de prise lorsqu'on n'agit plus sur la clef S.

U, galets servant à guider les tiges I, K et à rendre leur mouvement très-doux.

V, pince à genouillère, permettant d'agir directement sur le porte-charbon H, de manière à mettre les deux pointes de charbon bien exactement en face l'une de l'autre.

W, borne pour le fil négatif de la pile.

W′, borne pour le fil positif.

X, tige verticale conduisant le courant de la borne W′ à la colonne J.

Y, galet pénétrant par une ouverture dans la colonne J, et maintenu constamment en contact avec la tige I au moyen d'un ressort, de manière à assurer la communication entre cette colonne et cette tige.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les bornes W, W′, la tige X et la colonne J sont isolées au moyen de rondelles en caoutchouc.

Le courant, entrant dans l'appareil par la borne W′, suit le chemin X, J, I, V, H, H′, K, passe dans la bobine L, et sort par la borne W. Quand il ne circule pas, les deux charbons sont maintenus l'un contre l'autre par l'action du ressort du barillet O; mais, aussitôt que le circuit électrique est fermé, la bobine attire la tige K, dont le mouvement, combiné avec celui de l'autre tige J, détermine l'écart des charbons et la production de l'arc voltaïque.

Pour que ces phénomènes se produisent, il faut que la force attractive de la bobine l'emporte un peu sur l'action du ressort antagoniste du barillet, ce qu'on obtient facilement en tendant plus ou moins celui-ci.

Lorsque le ressort est trop tendu, les deux charbons restent serrés l'un contre l'autre ou sont trop rapprochés pour produire une lumière d'une intensité suffisante; si, au contraire, il n'est pas assez tendu, l'action de la bobine devient trop prédominante et, par suite, l'écart des charbons étant trop grand, l'arc voltaïque est trop faible.

(M.)

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BALARD, *au nom du comité des arts chimiques, sur le* NOIR D'ANILINE *présenté par* M. Charles LAUTH, *de Strasbourg.*

Messieurs, parmi les nombreuses découvertes dont la chimie organique s'est enrichie dans ces dernières années, il n'en est point qui ait amené des perfectionnements aussi considérables dans l'industrie, que celle des ammoniaques dérivées, composés nouveaux que les beaux travaux de M. Wurtz nous ont fait connaître, et dont les recherches de M. Hofmann ont étendu d'une manière si heureuse le mode de production. Guidés, d'une manière sûre, dans leurs recherches par cette théorie des substitutions que M. Dumas a, le premier, introduite dans la science, et qui, en donnant aux phénomènes de la chimie organique des interprétations rationnelles et une langue pour les exprimer, a contribué si puissamment à ses progrès, les chimistes sont parvenus à introduire dans la molécule de l'ammoniaque, à la place de l'hydrogène qu'elle renferme, des corps simples nombreux, des radicaux composés variés, et à produire une foule de corps dont on ne soupçonnait pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'existence, doués de propriétés tout à fait inattendues, et parmi lesquels figurent, aux premiers rangs, ces couleurs brillantes qu'ont fournies les produits du goudron de houille.

Bien que, dans ces derniers temps, les radicaux alcooliques, tels que le méthyle, l'éthyle, l'amyle, aient été introduits dans la formation de ces matières colorantes pour en varier la nuance; quoique l'aldéhyde et le carbure qui forme l'essence de térébenthine aient commencé à jouer un rôle utile dans leur production, ce sont surtout les produits tirés du goudron de houille, la benzine, le toluène, et les ammoniaques composées qu'on sait en dériver, c'est-à-dire l'aniline et la toluidine, qui font la base de la fabrication de ces couleurs.

Au jaune produit par l'acide picrique, la première matière de ce genre, dérivée du goudron, dont l'utilité fut signalée il y a déjà une quinzaine d'années, par MM. Marnas et Quinon, sont venues, dans ces derniers temps, s'ajouter les couleurs les plus variées, le violet de diverses nuances, le rouge, le bleu, le vert, le jaune et l'orangé d'aniline, et leur usage, devenu général, a opéré, comme on sait, dans la teinture et l'impression sur étoffe une véritable révolution. Nous allons montrer comment les travaux de M. Lauth, dont nous avons à rendre compte, ont ajouté, à ces produits si éclatants, une nouvelle couleur plus modeste, mais peut-être encore plus utile, et acquis à l'industrie un nouveau noir, produit aussi par l'aniline et les alcalis qui accompagnent toujours cette base dans sa préparation en grand.

Il n'en est pas de cette couleur nouvelle comme des précédentes, qui peuvent être isolées à l'état de pureté, que l'on obtient par des dissolvants appropriés à l'état de solution et qui, délayées dans l'eau, forment directement un bain de teinture que l'on peut appliquer immédiatement sur les tissus animaux, et sur le coton même, au moyen de l'intermédiaire d'une matière azotée.

Le noir d'aniline, au contraire, est insoluble dans tous les dissolvants; on ne peut, quand il est produit, l'appliquer sur les étoffes, il y adhérerait mal; mais on le forme de toute pièce, dans leur substance, avec des matériaux solubles et incolores dont on les imprègne. Ceux-ci, par suite d'une réaction chimique s'exerçant dans l'intérieur des tissus, donnent une couleur noire qui les pénètre et y adhère fortement, comme le fait l'indigo redevenu bleu et insoluble par l'oxydation de l'indigo blanc.

Si l'on réfléchit, en outre, que cette matière colorante nouvelle, dérivant de l'aniline par voie d'oxydation ou, plus probablement, par voie de déshy-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

drogénation, se rapproche, par sa composition chimique, des matières organiques les plus charbonnées et, dès lors, très-stables, on conçoit que ce noir doit offrir à l'action des agents chimiques et physiques une grande résistance. L'expérience confirme pleinement ces prévisions. La nouvelle nuance a, en effet, le double privilége d'être à la fois très-belle et très-solide, et de différer essentiellement, par la réunion de ces deux qualités, des autres matières colorantes d'aniline, dont la solidité, on ne doit négliger aucune occasion de le redire, est malheureusement bien inférieure à l'éclat.

Une expérience de chimie pure, indiquée par M. Fritsche comme un des caractères de l'aniline, est le point de départ de la longue série de recherches qui ont amené la découverte du nouveau noir. L'éminent professeur de Saint-Pétersbourg qui, dans ses travaux sur l'aniline, a constaté un si grand nombre de faits dont l'application industrielle a tiré, plus tard, un si bon parti, avait observé, il y a longtemps, que, sous l'influence de l'acide chlorhydrique et du chlorate de potasse, l'aniline oxydée se transformait en une matière colorante très-foncée, verte au contact des acides, bleue dans un milieu alcalin, et insoluble dans tous les dissolvants.

M. Calvert reprit, à Manchester, ces anciens essais, et parvint à produire industriellement sur le tissu même cette matière colorante, qu'il appelait *éméraldine*. A l'action oxydante du chlorate de potasse, employée par Fritsche, reproduite par M. Willm, et dont M. Calvert avait fait usage, M. Émile Kopp essaya de substituer celle du sesquichlorure de fer sur le nitrate d'aniline; M. Lauth, l'action du bioxyde de baryum sur le chlorhydrate; M. Hofmann, enfin, celle de l'acide chloreux sur un sel de cette base. Mais ces divers essais de perfectionnements n'amenèrent aucun résultat applicable avec avantage à l'industrie; la couleur ne possédait ni une intensité ni un éclat suffisants.

En janvier 1863, M. John Lightfoot, d'Accrington, fit connaître, en France, un procédé pour obtenir, sur coton, non un vert foncé, mais un véritable noir, résultat qui parut alors d'une grande importance.

On sait combien, dans l'oxydation des matières organiques, les produits varient suivant la nature de l'agent oxydant employé. M. Lightfoot eut l'idée d'agir sur l'aniline par un mode d'oxydation qui est employé depuis longtemps pour la production des couleurs de cachou, et dont l'art de la teinture a emprunté le principe aux procédés d'amalgamation par la méthode américaine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Qu'un sel soluble quelconque de cuivre soit mêlé avec un chlorure alcalin, il se forme, comme on le sait, du chlorure de cuivre, composé qui, selon les circonstances, peut agir, soit comme chlorurant, soit comme oxydant continu par sa transformation en protochlorure insoluble, et apte à régénérer par l'oxygène de l'air le chlorure soluble et oxydant. Ce chlorure primitif par sa destruction et sa régénération successives, sert en quelque sorte d'intermédiaire au moyen duquel on porte, sur un corps donné, l'action oxydante de l'air. Cette fixation d'oxygène est surtout rendue facile lorsque ce protochlorure prend la forme liquide, en formant avec le chlorure alcalin, et notamment avec le chlorhydrate d'ammoniaque, un sel double soluble.

M. Lightfoot, dans l'exécution de son procédé, associa ce mode d'oxydation avec celui qu'avait employé M. Fritsche. Un mélange d'aniline, transformée en sel par un excès d'acide chlorhydrique et d'acide acétique, est additionné de chlorate de potasse, de chlorure vert de cuivre et de sel ammoniac. Il donne, quand on l'épaissit avec de l'amidon et qu'on l'applique sur coton, une impression incolore qui, chauffée à 30 degrés dans les chambres d'oxydation ordinaires, produit, sous l'influence de la température, de la vapeur d'eau, et de ces trois agents oxydants divers, chlorate, sel de cuivre et air, dont la réunion paraît indispensable, une coloration verte d'abord, mais qui, après trente-six heures, est assez intense pour paraître d'un noir foncé.

Les fabricants eurent à regretter l'empressement qu'ils mirent à adopter en grand, et sans des épreuves préalables suffisantes, un procédé vers lequel ils étaient attirés par la beauté de la nuance produite. On ne tarda pas à reconnaître, en effet, que cette application d'un nouveau noir présentait des inconvénients de deux ordres. D'un côté, le sel soluble de cuivre et décomposé par les racles d'acier, produit du cuivre qui, précipité et accumulé sur elles, s'en détache ensuite, se mêle à la couleur et donne lieu à des inégalités de teintes d'autant plus fâcheuses que, l'impression étant incolore, les accidents n'apparaissent que lorsque le mal s'est produit sur une grande échelle et qu'on ne peut plus le prévenir. D'un autre côté, à l'acide chlorhydrique, que renferme la préparation, vient se joindre celui qui se développe par suite de quelque réaction ultérieure, la production, selon M. Lauth, d'un chlorhydrate basique d'aniline et de cuivre. Cet acide réagit profondément sur les fibres du coton, matière textile éminemment altérable par cet agent, et l'étoffe se trouve brûlée. A ces inconvénients si graves se joignent d'autres difficultés qui ne sont pas non plus sans importance. La réaction, qui produit surtout le noir par le contact de l'air, s'exerçant avec la matière qui imprègne la fibre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

végétale, commence souvent dans le mélange préparé pour l'impression, qui se trouve ainsi perdu. La couleur coule, elle forme souvent des auréoles, et ne peut, dès lors, fournir toujours des impressions nettes.

Ce nouveau noir était, cependant, si beau que les fabricants, avant d'y renoncer, voulurent faire de nouveaux efforts pour surmonter ces difficultés. M. Camille Kœchlin, l'habile chimiste attaché à la maison Steinbach, Kœchlin et comp., de Mulhouse, perfectionna et parvint à rendre industriellement applicable un moyen indiqué d'une manière subsidiaire dans le brevet de M. Lightfoot. Ce moyen, qui consiste à imprimer un mélange de chlorate de potasse, de chlorhydrate d'ammoniaque et d'un sel d'aniline, sur une étoffe imprégnée de sulfate de cuivre, obvie, en effet, aux inconvénients que nous avons énumérés; mais ce placage en cuivre est dispendieux, il nécessite une installation spéciale, et l'opération doit être suivie d'un lavage qui, répandant dans la rivière des quantités notables de cuivre, rend son eau susceptible d'exercer une action nuisible sur les autres couleurs. Il a, cependant, été employé sur une grande échelle dans la manufacture où il a été découvert, mais il ne s'est pas répandu au dehors.

Vers la fin de 1863, M. Cordillot, un des chimistes industriels de Mulhouse les plus distingués, utilisa, pour l'oxydation de l'aniline, le ferricyanure d'ammonium; il imprima sur coton un mélange de chlorate de potasse, d'un sel d'aniline et de ce ferricyanure. Ce sel, en se transformant en ferrocyanure, produit une oxydation indirecte qui, jointe à celles que réalisent le chlorate de potasse et l'air, détermine la formation du noir. Mais le prix de la couleur, la température plus élevée (45° à 50° au lieu de 20° à 30°) à laquelle on est obligé de chauffer l'étoffe dans l'étuve oxydante pour que la réaction qui donne le noir se produise, ont empêché aussi ce procédé, qui a donné de bons résultats sur une grande échelle, d'être employé hors de la fabrique où il a été découvert.

Les noirs obtenus ainsi sans l'intervention de cuivre sont, d'ailleurs, moins intenses, ce qui permet même de se demander si le cuivre n'intervient pas, pour une certaine part (1), dans la formation du beau noir velouté que donne le procédé primitif.

---

(1) Quelques expériences récentes ont rendu cette supposition extrêmement vraisemblable. Le mélange de M. Cordillot, imprimé avec des planches de bois, ne donne pas de noir, pas plus que celui de M. Paraf (sel d'aniline, chlorate de potasse et acide fluosilicique). Lorsque, au contraire, on imprime un cachet en cuivre sur l'étoffe imprégnée de ces mélanges, on obtient un commen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Charles Lauth, dans l'exécution du nouveau procédé dont il a donné communication à la Société, ne s'est écarté de celui de M. Lightfoot, qui donne de si belles nuances, que pour supprimer les inconvénients qui l'avaient rendu impraticable. Il l'a modifié d'une manière heureuse en substituant à un sel soluble de cuivre, dont nous avons montré tous les inconvénients, un composé insoluble, le sulfure de cuivre qui ne peut en présenter de semblables; idée heureuse, et dont l'impression des toiles peintes semble devoir faire son profit dans d'autres circonstances encore.

Ce sulfure, mêlé avec le chlorate de potasse et l'aniline et épaissi avec l'amidon, est imprimé sur l'étoffe, qui est ensuite soumise à l'action oxydante de l'air. On comprend que ce sulfure, étant insoluble, n'attaque ni les racles ni les rouleaux; il ne devient sulfate qu'au moment voulu et sous l'influence oxydante. La couleur, ne contenant à l'état soluble que du chlorate de potasse et du sel d'aniline, peut être préparée d'avance, et se conserve très-longtemps sans altération. Son prix est faible (0f,90 le litre); le noir n'exige pas, pour se développer, une température supérieure à 20 degrés; cette composition n'attaque pas les tissus, et ce qui prouve ce fait important, ce ne sont pas seulement les échantillons présentés à la Société à l'appui du mémoire depuis près d'une année, et qui sont dans un état de conservation complète, mais surtout la rapide adoption de ce procédé dans la presque totalité des fabriques d'indienne. Dans la ville de Mulhouse seule, il a servi à fabriquer 15 à 20,000 pièces dans la campagne de 1864, et celle de 1865 en a produit bien plus encore. Grâce à lui, l'impression des toiles peintes s'est enrichie d'un noir nouveau, d'un aspect velouté, très-riche, plus solide que l'étoffe même; ce noir, résistant aux opérations de la teinture en garance et à celles que nécessite la production des roses et rouges garancés, a pu être associé à un grand nombre d'autres couleurs, et son emploi a déjà donné naissance à divers genres d'impression qui n'avaient pas encore été réalisés jusqu'ici.

Les acides communs le font cependant verdir, mais un simple passage à l'eau lui fait reprendre sa couleur primitive sans qu'il y ait eu diminution dans son intensité; les alcalis accélèrent ce retour à la nuance primitive.

---

cement de noir, à la production duquel la matière du cachet ne semble pas avoir été étrangère. M. Lauth a trouvé du cuivre dans les noirs produits avec l'acide fluosilicique. Il est possible que la petite quantité de cuivre que fournissent les cylindres par leur altération, ou les vases de cuivre dans lesquels on prépare la couleur dans ces ateliers d'impression, intervienne d'une manière utile pour fournir la très-petite quantité de métal qui paraît indispensable au développement complet de la couleur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le bichromate de potasse très-concentré le fait légèrement roussir. Le chlorure de chaux, qui, étendu, n'exerce sur lui aucune action, le fait presque disparaître quand il est en solution très-concentrée. Mais, si l'action est arrêtée au point convenable, celui où le noir a pris la nuance rouge grenat, la couleur altérée se reconstitue peu à peu, et, au bout d'un temps suffisant, le noir reparaît sans que son intensité paraisse sensiblement affaiblie. Les hyposulfites, les sulfures, les métaux et les composés métalliques réducteurs lui font subir un autre genre de décoloration ; mais celle-ci n'est aussi que transitoire, et l'action oxydante de l'air fait revenir bientôt la nuance primitive.

On voit, d'après les propriétés que nous venons d'énumérer, combien ce noir d'aniline, dont les procédés de M. Lauth ont rendu l'application tout à fait industrielle, est supérieur aux noirs actuellement connus. Son application sur les tissus ordinaires, pour la production des indiennes à bon marché, et présentant ces nuances foncées, qui en rend l'emploi si général pour les vêtements de l'usage ordinaire, ne peut manquer d'amener encore une nouvelle et importante consommation des produits retirés du goudron de houille et d'accroître ce mouvement de capitaux provoqué par la production des couleurs nouvelles, et qui, dans les quatre grands pays où elles sont employées pour l'impression et la teinture, ne s'élève déjà pas à moins de 40 millions de francs.

Votre comité des arts chimiques pense que la communication de M. Lauth est digne de tout l'intérêt de la Société et lui demande de décider :

1° Que M. Lauth soit remercié de sa communication ;

2° Que le présent rapport soit inséré dans le *Bulletin* de la Société.

Signé BALARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 21 *février* 1866.

ASSOCIATION POLYTECHNIQUE.

DISCOURS PRONONCÉ A LA SÉANCE DE DISTRIBUTION DES PRIX PAR M. DUMAS, SÉNATEUR.

La distribution des prix décernés aux ouvriers qui suivent les cours de l'Association polytechnique a eu lieu le 18 février 1866, avec une grande solennité, au Cirque de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'Impératrice, sous la présidence de M. Dumas, sénateur, Président du Conseil municipal de Paris. A ses côtés, siégeaient MM. Perdonnet, Président de l'Association; Boulatignier, conseiller d'État; M. Ch. Robert, secrétaire général du Ministère de l'instruction publique; MM. Devinck, Hébert et Varin, membres du Conseil municipal de Paris; Arlès-Dufour, Pompée, Martelet, Marguerin, et Menu de Saint-Mesmin, secrétaire général de l'Association.

M. Dumas a ouvert la séance et a prononcé le discours suivant, plusieurs fois interrompu par d'unanimes applaudissements :

« Messieurs, c'est avec une satisfaction sincère que je viens m'associer à cette solennité, au nom de la Ville de Paris. Elle entoure votre institution, depuis son origine, de ses soins persévérants; elle la féconde avec largeur par ses libéralités. Presque tout entier, son Conseil a voulu, par sa présence dans cette enceinte, vous donner le vivant témoignage de la reconnaissance qu'il porte à vos maîtres, de la sympathie que lui inspirent vos études et du respect qu'il professe pour les membres éminents et dévoués de ce comité, qui anime tous les détails de votre Association du feu de son patriotisme et du sentiment de son affection pour les ouvriers.

« Nous n'en sommes plus à ces temps éloignés où, le travail des mains considéré comme œuvre servile, la science méprisait la pratique; où, de son côté, l'ouvrier, dédaignant les théories, gardait toute sa foi pour les recettes transmises d'âge en âge dans les ateliers. Aujourd'hui, le savant s'honore de manier la scie, le rabot, la lime et le marteau; il veut rivaliser de sens pratique avec l'artisan. Aujourd'hui, celui qui vit du travail de l'atelier veut connaître à son tour la raison des procédés qu'il emploie. Il sait que sa main exécute bien ce que sa pensée a bien conçu; qu'elle hésite, au contraire, si elle n'est pas guidée par l'instinct réfléchi du beau, par l'intuition des formes pures de la géométrie, ou par ces règles de la science moderne auxquelles obéissent avec tant de docilité les manifestations de la force et les affections de la matière.

« Votre Association et l'École centrale ont été fondées, il y a trente-cinq ans, l'une et l'autre; également vivaces, elles répondaient à la même pensée, l'alliance de la théorie et de la pratique. Qu'importe que la théorie commence l'éducation de l'ingénieur, si, pour la compléter, la pratique lui est indispensable? Qu'importe que le travail manuel soit le début de l'ouvrier, si la théorie vient lui tendre la main et l'élever jusqu'à elle? Quand le jeune savant se fait apprenti, il apprécie promptement ce que vaut une main-d'œuvre élégante ou précise; quand l'ouvrier se fait étudiant, il respecte bientôt les fruits de la méditation et les découvertes du génie. Ils ne tardent pas à parler la même langue, à s'estimer réciproquement et à rivaliser d'ardeur à la poursuite d'un même but.

« Dans cette lutte, ne vous y trompez pas, ce n'est pas toujours l'atelier qui est le moins bien partagé. Parmi les personnes aujourd'hui à la tête de leur industrie, qui honorent cette réunion de leur présence, combien n'en trouverais-je pas qui ont com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mencé leur carrière en vivant du fruit de leur travail ou même du produit de leur journée? Ceux à qui les débuts sont trop doux ne sont pas bien préparés à vaincre les obstacles; ceux qui ont connu les longues veilles et mangé le pain dur bravent mieux les difficultés de la vie. Que l'on soit sorti d'une école savante ou d'un atelier, ce qui fait le rang, c'est l'activité, la persévérance, la modération, le bon sens, l'esprit de conduite et l'honnêteté; commencez bas, avec ces qualités, vous vous élèverez; commencez haut, si elles vous manquent, la chute n'en sera que plus profonde.

« Mais, ne soyons pas ingrats, ce n'est ni à votre Association, ni à l'École centrale, ni même à l'École polytechnique qu'il convient de faire remonter cette alliance étroite de la théorie et de la pratique dans l'étude des sciences et dans l'exercice des arts. La pensée en remonte au XVIII^e^ siècle; elle appartient à l'Académie des sciences de Paris, et elle avait trouvé sa première manifestation dans la belle description des arts et métiers publiée par ses soins : hommage sincère de la science à l'industrie.

« Pourquoi la pensée de l'Académie a-t-elle été si longtemps stérile? Pourquoi l'enseignement primaire supérieur et les écoles scientifiques spéciales nécessaires aux enfants de la classe laborieuse ont-ils été organisés avec tant de lenteur dans notre pays, lorsqu'il n'y avait qu'à se laisser conduire par l'impulsion donnée ?

« C'est que le régime de la Terreur avait emporté l'Académie, supprimé les écoles, anéanti toutes les traditions; c'est que, depuis le commencement du siècle, on lutte pour savoir à qui restera le droit d'enseigner la jeunesse. Rare et grand privilége, en effet, que celui qui, laissant le passé à l'histoire et le présent à la nécessité, dispose de l'avenir d'un peuple et d'un pays! Quels intérêts, quelles convictions, quelles passions n'a-t-il pas mis en jeu? Les lettres classiques repoussaient l'étude des langues vivantes, les mathématiques abstraites traitaient avec dédain les sciences appliquées, la religion considérait la philosophie avec défiance, l'enseignement libre contestait l'enseignement de l'État; mêlée funeste où les préjugés et les malentendus ont usé les forces et compromis les progrès de nombreuses générations.

« Nous touchons au terme, cependant; les écoles primaires se fortifient; l'enseignement primaire supérieur se développe, ainsi que les classes d'adultes; l'enseignement secondaire se dédouble, et l'enseignement spécial français, qui prend pour base l'étude des sciences et celle des langues vivantes dans leurs rapports avec les besoins de la société moderne, y trouve place à côté de l'ancien système des études classiques, gardien des traditions qui rattachent le génie national à l'antiquité latine et grecque.

« Le pays était prêt pour ces réformes; les pouvoirs publics, dès qu'ils en ont été saisis, les ont votées avec une unanimité qui promet leur concours durable; vous, qui avez contribué d'une manière si efficace à former sur ce point l'opinion publique, ne vous étonnez pas qu'on vous rende justice. Le succès de vos cours, le nombre croissant de vos élèves, leur assiduité, le profit qu'ils retirent de vos leçons, tout a contribué à faire rayonner autour de votre œuvre le sentiment du bien qu'elle répand. Chacun a compris qu'après un tiers de siècle de durée et de popularité vous aviez fait vos preuves,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il fallait vous suivre, vous imiter et répondre comme vous aux espérances des élèves jeunes ou aux regrets des élèves âgés, que la soif du savoir conduit ensemble auprès de vos chaires. Chacun, aujourd'hui, reconnaît en vous les instruments de la meilleure politique, de celle qui procède de l'amour du peuple.

« Le besoin auquel votre Association répond était si pressant, si manifeste, qu'à peine la voie était-elle ouverte par M. le Ministre de l'instruction publique, que ses espérances patriotiques étaient dépassées, au delà de toute prévision; 24,065 cours d'adultes, dont 1,300 pour les femmes et 22,765 pour les hommes, fonctionnent en ce moment en France. Le département de la Meurthe en compte 799; l'Aisne, 774; les Vosges, 717; le Pas-de-Calais, 667; la Côte-d'Or, 604.

« Presque tous ces cours répondent à des besoins et à des intérêts sérieux; ceux, en petit nombre, qui s'adressent au vague de l'oisiveté, cherchant une distraction, ne dureront pas. Ceux qui, comme les vôtres, sont fréquentés par des ouvriers venant demander le soir à la science les clartés qui leur manquent, pour se rendre compte du travail du jour, ceux-là prospéreront, à l'égal des cours que vous avez fondés, et porteront autour d'eux les mêmes apaisements.

« Qu'arrivera-t-il de cette diffusion des principes de la science à tous les étages du travail, de cette connaissance générale de la méthode, au moyen de laquelle ont été accomplies toutes ses découvertes? Il suffit de jeter un regard en arrière et de voir ce qui s'est fait en un siècle, pour apprécier l'étendue du champ qui s'ouvre devant nous.

« En 1765, l'emploi des forces de la nature se réduisait à celui des moteurs animés, aux moulins à vent et à eau.

« La chaleur n'avait pas été convertie en puissance mécanique universelle; la machine à vapeur n'existait pas.

« Le soleil marquait par ses retours les heures de la vie de l'homme, mais Niepce et Daguerre n'avaient pas asservi sa lumière à devenir l'instrument rapide et docile de l'art; la photographie n'était pas soupçonnée.

« L'électricité, simple jouet alors, n'avait donné à l'homme ni la pile de Volta qui dissocie les composés les plus rebelles, ni la galvanoplastie qui moule les métaux sans le secours du feu, ni les phares brillants du cap de la Hève, ni la télégraphie électrique, l'une des merveilles du monde moderne, due au génie d'Ampère, ni l'appareil formidable de Ruhmkorff, rival de la foudre et juste objet de la récompense la plus haute.

« La science de la chimie n'existait pas. Lavoisier n'avait pas immortalisé son nom par ces découvertes qui éclairent les rapports moléculaires réciproques des matières dont la surface du globe est formée, des mêmes clartés que Newton avait répandues sur les rapports réciproques des astres qui peuplent les cieux.

« L'air, l'eau, les terres n'avaient pas été décomposés; la nature des métaux et celle du charbon étaient méconnues; les acides, les alcalis, les sels, instruments de tant d'industries, n'offraient que d'obscurs problèmes; la cause de la combustion était

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ignorée ; l'existence des gaz, distincts de l'air atmosphérique, n'était pas constatée ; les principes des plantes et des animaux n'étaient pas définis ; leur respiration était un mystère, leur nutrition une énigme ; l'agriculture, une pratique aveugle et dévastatrice qui, ruinant, tour à tour, les diverses contrées du globe, n'avait permis à aucune civilisation de se fixer en permanence sur aucune d'elles.

« Ces mouvements, ces échanges, ces transformations qui agitent la matière à la surface du globe et qui en métamorphosent sans cesse l'aspect selon les lieux et les saisons, n'avaient aucun sens pour nos ancêtres.

« Ce circuit toujours en action, qui nourrit les plantes aux dépens de la terre, les animaux aux dépens des plantes, et qui restitue sans cesse à la terre par la dépouille des animaux ce qu'elle avait perdu, ces harmonies de la nature que nos fermiers eux-mêmes connaissent maintenant et apprécient, il y a cent ans les plus grands génies ne les soupçonnaient pas.

« La géologie n'avait inspiré que des romans ; l'écorce du globe n'avait pas été explorée ; l'histoire de sa formation n'avait pas été écrite encore de ces mains sûres qui, dans la description des environs de Paris, ont fait voir, dans les restes fossiles qu'un terrain contient, le signe infaillible de sa nature, qui, dans l'histoire des soulèvements de la surface du globe, ont révélé l'âge relatif des chaînes de montagnes et retrouvé l'état civil des Alpes, des Pyrénées et de leurs rivales.

« Des milliers de plantes avaient été récoltées et nommées, mais Jussieu ne les avait pas encore classées en familles naturelles, Cuvier n'avait pas appliqué les mêmes lois au règne animal. On ne pouvait donc pas embrasser d'un regard sûr l'ensemble de la nature, depuis ces lichens éphémères qui, au sommet des Alpes et aux confins du pôle, marquent les dernières palpitations de la vie, jusqu'à ces géants des forêts tropicales dont l'existence remonte au delà des temps historiques ; depuis ces productions microscopiques équivoques, dernier argument des partisans de la génération spontanée, jusqu'à l'homme, image de Dieu.

« On ne pouvait pas, guidé par Cuvier, par Brongniart, remontant d'âge en âge, reconstituer dans leur structure, leur aspect et leurs habitudes mêmes, les animaux et les plantes qui ont précédé l'apparition de l'homme sur la terre et qui nous ramènent, d'époque en époque, jusqu'au moment où la vie s'y manifestait pour la première fois.

« Ces jouissances, que l'antiquité n'avait point soupçonnées, que les plus grands philosophes des temps modernes ignoraient, des œuvres populaires, des collections publiques, les leçons de vos maîtres vous les rendent familières. A côté de ces distractions qui ornent l'intelligence, elles vous ouvrent la source de ces contemplations qui élèvent l'âme, en lui révélant à la fois, dans toute leur splendeur, les beautés de la nature, et dans toute sa puissance le génie de l'homme qui parvient à les pénétrer.

« S'agit-il des arts, quels progrès n'ont-ils pas accomplis en un siècle? L'industrie des transports que la navigation à la vapeur et les voies de fer ont transformée, ces étoffes de coton, de lin, de chanvre, de laine, de soie, ces papiers, qu'une foule de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machines, tous les jours plus fécondes, fabriquent avec économie ou décorent avec recherche ; ces glaces, ces verres, ces cristaux, ces poteries, ces porcelaines, réservés jadis aux palais, répandus aujourd'hui dans les chaumières ; ces mortiers et ces ciments hydrauliques, naturels ou artificiels, employés avec tant de succès à la fondation des édifices, à la construction des quais, des canaux, des aqueducs, des égouts et des ouvrages à la mer ; ces machines industrieuses se substituant partout à la main de l'homme, pour les opérations les plus délicates et les plus complexes, l'impression des livres, la fabrication des souliers, la couture des étoffes ; ces machines-outils, engins formidables créés pour l'élaboration des métaux, et qui semblent mettre les géants de la Fable au service des ateliers modernes; ce sucre et cet alcool de betteraves qui bravent dans la consommation le sucre de la canne et l'alcool de la vigne ; cet éclairage au gaz, cette bougie stéarique, qui ont supplanté l'huile et la cire, et qui ont contribué d'une manière si puissante à la sécurité de nos rues, à l'éclat de nos réunions, aux agréments de la vie domestique ; toutes ces inventions, tous ces perfectionnements, et combien d'autres encore non moins dignes de souvenir ont tellement modifié, depuis un siècle, nos habitudes, nos goûts, nos demeures, qu'il faut compter par milliards, chaque année, le prix du travail créé par elles et réparti parmi les ouvriers de l'industrie, la somme des jouissances qu'elles répandent sur tous les citoyens du pays.

« S'il était permis, d'un coup de baguette, de faire revivre devant vous la France et Paris, tels qu'ils étaient il y a un siècle, vous seriez surpris de reconnaître combien peu sont demeurés intacts parmi les éléments d'une civilisation qui semblait si avancée alors. Les 30,000 becs de gaz, équivalant à 300,000 bougies, qui éclairent Paris et qui remplacent les 6,600 lanternes à chandelle, dont la munificence de M. Sartines le gratifiait en 1765, donnent une image sensible des changements survenus.

« En ce temps si près de nous, le Souverain, la Souveraine, qui, inspirés par leur courage et par leur charité, auraient voulu, au milieu d'une épidémie, porter aux malades des paroles de consolation et d'espérance, au lieu de les trouver réunis dans des salles spéciales, saines, ventilées, décentes, reposant avec calme dans des lits isolés, entourés de tous les soins, les auraient vus, ne l'oublions jamais, confondus, six par lit, au milieu de toutes les misères et de toutes les terreurs, recevant et rendant la contagion par tous les pores, abandonnés, pêle-mêle, morts, mourants, convalescents, fiévreux, blessés, opérés, dans une horrible promiscuité.

« Je ne veux pas émouvoir l'Académie, disait, en 1786, son illustre et malheureux rapporteur Bailly, et néanmoins à chaque ligne de son procès-verbal de l'état de l'Hôtel-Dieu, dressé par l'ordre du Roi, le cœur se soulève d'angoisse, et l'on se sen soulagé de vivre, à une époque vraiment chrétienne, où le respect de la dignité humaine entoure le lit de douleur du pauvre et protége sa cendre après sa mort.

« S'il nous était donné de revenir ici dans cent ans et d'entendre le Président du Conseil municipal d'alors, comparer son époque à la nôtre, aurions-nous, à notre tour,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à reconnaître nos défaillances et à exprimer notre étonnement? Je le crois, car, s'il ne peut entrer dans nos espérances de voir disparaître de ce monde les passions, les maladies, la vieillesse et la misère, il me déplairait de penser que nous avons joui du progrès dans sa dernière expression, et que la France fût menacée de reculer ou même de s'arrêter dans la voie du bien.

« Mais, comment admettre que nous ayons atteint le dernier terme de la perfection dans l'organisation matérielle de la vie, lorsque la pensée n'a pris possession de la matière que depuis quelques années à peine? Car, si l'humanité a connu de bonne heure les grandes lois qui régissent le monde moral et qui gouvernent les âmes, d'hier seulement, l'homme est assuré que, depuis la création du monde physique, la matière est indestructible; qu'elle peut changer de place et d'apparence, jamais de poids; que la force est inépuisable; qu'elle peut s'appeler lumière, électricité, chaleur, action mécanique, changer d'aspect, jamais de puissance; que rien ne se perd, que rien ne se crée, et qu'il suffit de peser et de mesurer les conditions de tout phénomène matériel, du mouvement de toute manifestation de force, pour en asseoir l'explication sur une base certaine.

« Voilà ce qu'ont inventé nos pères, nos contemporains, ce qui distingue la philosophie moderne de toutes les anciennes philosophies. Voilà, comment, en moins d'un siècle, par les efforts de trois générations, distraites, cependant, par de grandes commotions politiques, par des guerres implacables, par le déploiement de toutes les passions, au moyen de l'expérience seule, aidée de raisonnements courts et sobres, l'humanité a conquis le droit de dire :

« La nature matérielle et les forces auxquelles elle obéit n'ont plus de secrets que je ne connaisse ou que je puisse connaître un jour;

« L'histoire de la terre n'a plus rien de mystérieux pour moi; j'assiste à ses premiers âges; je reconstitue les populations qu'elle a nourries; je sais la date précise des transformations de sa surface;

« Mon œil pénètre la profondeur de l'univers; j'assigne à chaque astre sa place et la courbe où il est tenu de se mouvoir;

« Je pèse le soleil et j'analyse les substances dont il est formé, comme si elles pouvaient passer à mon creuset; je puis dire de quels éléments chimiques se composent ces étoiles qui décorent la voûte céleste, celles même dont la lumière emploie des siècles à parvenir, du foyer qui l'émet, à l'observateur qui en opère la dissection sur la terre.

« Je joue avec les forces de la nature; je transforme la lumière en chaleur; la chaleur en lumière; l'électricité en magnétisme; le magnétisme en électricité; toutes ces formes de l'activité en puissance mécanique;

« Je convertis les uns dans les autres tous les composés de la chimie; j'imite tous les procédés de la nature morte et la plupart de ceux de la nature vivante;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Je rends à volonté la terre fertile ou stérile. Je lui donne ou lui enlève le pouvoir de nourrir les plantes qui lui sont confiées;

« La mécanique animale est un livre ouvert, où, depuis l'œuf qui vient de recevoir la vie jusqu'à la mort de l'être auquel il a donné naissance, je lis sans obscurité le rôle du sang qui circule; celui du cœur qui bat et du poumon qui respire; celui des muscles qui obéissent, des nerfs qui portent les ordres et du cerveau qui commande; celui de l'estomac qui digère et celui du chyle qui rajeunit le sang épuisé.

« Je plie à mon usage toutes les forces et tous les dons de la terre; je fais mieux encore, je me sers de forces dérivées qu'elle ignore peut-être et de substances complexes qu'elle n'a probablement jamais produites.

« Nous touchons à l'écueil, et il semble entendre la matière et l'action, renouvelant la tentation de Satan, dire à l'homme : Adore-nous et nous te donnerons les mondes et leur gloire!

« Dès les premiers âges, l'humanité divinisait ceux qui découvrirent le blé, la vigne, les métaux; c'étaient Cérès, Bacchus, Vulcain et tout son cortége de divinités métallurgiques. Dans ces temps reculés, Newton, Lavoisier, Watt, Ampère auraient pris place au rang des dieux. Aujourd'hui, on leur dit, dans un langage que la science désavoue : Vous honorez l'esprit humain par vos œuvres; mais vous n'êtes que des hommes, et les grandes choses que vous avez accomplies prouvent qu'un Dieu n'était nécessaire, ni pour créer le monde, ni pour le gouverner. C'est le paganisme qui se retourne et qui, après avoir divinisé autrefois les phénomènes de la vie matérielle, voudrait humaniser aujourd'hui le mystère de la vie morale. Comme s'il déplaisait à l'homme, quand il se met ainsi en présence de la nature, qu'il prétend l'égaler partout et la dominer souvent, de s'abaisser devant la puissance à laquelle obéit l'univers!

« Illusions dangereuses de la sécheresse et de l'orgueil! Le pouvoir de l'homme a ses limites, il n'appartient ni à la science des nombres, ni à celle des forces, ni à celle de la matière, de créer la vie, la conscience, le sens moral, l'âme et tous ses attributs.

« Rendons à Dieu ce qui est à Dieu, et laissons à la terre ce qui est à la terre. Le spectacle de l'activité humaine qui se déploie dans le domaine de la science, de l'industrie et des arts est admirable, plein de grandeur et de poésie. Mais, au-dessus de ses manifestations les plus exquises, s'élève encore un idéal jamais satisfait, où respire le sentiment profond des fins de l'homme, et, si notre cœur éprouve une gratitude sincère envers la volonté suprême qui a mis de telles jouissances à notre portée, combien paraîtrait amère la coupe de la vie, même au plus grand d'entre nous par le génie, s'il était sûr qu'elle ne se remplira plus pour lui et qu'il ne touchera jamais ailleurs ces vérités sublimes qu'il a pressenties et qui ont bercé ses rêves dans ce monde !

« Oui, mettons à profit, par la science, par l'industrie et les arts, tous les biens de la terre, asservissons de plus en plus la matière à la pensée; à ces forces, à ces matériaux spontanés qu'il faut attendre du temps ou chercher dans l'espace, substituons des forces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou des matériaux artificiels, comme cette vapeur qui détrône le vent ou ce fer qui remplace le bois, mais laissons à l'âme humaine dans la vie et ailleurs son rôle, ses mystères, ses devoirs, ses responsabilités, et nous, enfants de cette France que la Providence a toujours si visiblement protégée, répétons humblement, avec son Empereur, qu'au-dessus de la science et de la raison il existe une volonté suprême qui règle les destinées des individus comme celles des nations. »

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1862.

RAPPORT SUR LES PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS (CLASSE II, SECTION A), PAR M. A. W. HOFMANN, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES. (*Suite de l'extrait.*) (1)

II. — Produits organiques.

Acide oxalique.

On sait que l'acide oxalique est employé en quantités considérables pour l'impression des calicots dans la teinture et l'impression des laines, et dans la teinture de la soie, avec les extraits de bois colorés. On en fait également usage dans le blanchiment de la paille et pour la préparation du bioxalate de potassium, le soi-disant sel de citrons (*salt of lemons*).

Préparation au moyen de la sciure de bois. — Ce nouveau mode de fabrication de l'acide oxalique a été breveté et mis en pratique par MM. Roberts, Dale et comp. (2) (Royaume-Uni), auxquels le Jury a accordé sa plus haute récompense. M. Hofmann exprime ses regrets de n'avoir pu visiter l'usine importante de ces fabricants, et il emprunte au rapport de MM. Schunck, Angus Smith et Roscoe (3) la description qu'ils ont donnée du procédé nouveau, après avoir rappelé, toutefois, la part qui revient d'abord à Gay-Lussac (1829) (4), et plus tard à M. Possoz, pour les recherches qu'ils ont faites dans la même voie, et qui ont pu servir de point de départ à MM. Roberts, Dale et comp.

---

(1) Voir 2e série, t. X (1863), p. 478, 546, 672, t. XI (1864), p. 163, 550, 670, et t. XII (1865), p. 281.

(2) Roberts (T.), Dale (J.), et Pritchard (J. D.). Patente n° 2767, 21 novembre 1856.

(3) *On the recent Progress*, etc., p. 120.

(4) Gay-Lussac, *Ann. Chim. Phys.* (2), t. XII, p. 398.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé consiste à employer un mélange de soude et de potasse caustiques dans la proportion de deux équivalents de la première pour un de la seconde. Dans cette solution alcaline mixte, concentrée jusqu'à la pesanteur spécifique de 1,35, on introduit de la sciure de bois, tant qu'il peut s'en dissoudre. « La pâte est ensuite étalée en couches minces sur des plaques de tôle, et on l'y chauffe graduellement en remuant constamment. L'élévation de température provoque d'abord un dégagement de vapeur d'eau ; la masse se boursoufle ensuite et dégage une grande quantité de gaz inflammables, formés d'hydrogène et d'hydrogène carboné et accompagnés d'une odeur aromatique particulière. La température ayant été maintenue pendant une ou deux heures à 252° C., la première phase du procédé, c'est-à-dire la phase de décomposition, peut être considérée comme achevée. La totalité de la fibre ligneuse se trouve convertie en une masse pulpeuse, d'un brun foncé, entièrement soluble dans l'eau. Elle ne contient cependant que de 1 à 4 pour 100 d'acide oxalique, environ 0,5 pour 100 d'acide formique, mais point d'acide acétique. La nature du produit principal, intermédiaire entre la fibre ligneuse et l'acide oxalique, demanderait à être étudiée, car elle n'a pas encore été déterminée.

« La masse est exposée, maintenant, pendant un temps prolongé, à la même température de 250° environ, en évitant avec soin toute carbonisation, qui entraînerait une perte d'acide oxalique. Arrivée à siccité, elle contient 28 à 30 pour 100 d'acide oxalique, c'est-à-dire le maximum ($H^2C^2O^4 + 2H^2O$), un peu plus d'acide formique que précédemment, mais toujours point d'acide acétique. L'absence de ce dernier est assez remarquable, puisqu'on admet généralement que c'est un des produits principaux de ce genre de décomposition. Il est possible que l'acétate soit converti en oxalate au fur et à mesure qu'il prend naissance; mais, d'un autre côté, Gay-Lussac a constaté que les acétates chauffés avec les alcalis caustiques se transforment essentiellement en carbonates et ne produisent que des traces d'oxalates. M. Dale est arrivé aux mêmes conclusions en expérimentant directement sur des acétates (1).

« Le produit ainsi obtenu par voie de chauffage est une matière pulvérulente grisâtre, qu'on délaye dans de l'eau froide à 15° C. Le tout s'y dissout, à l'exception de l'oxalate de soude qui préexiste dans la masse, ou bien est formé après l'addition de l'eau, par double décomposition (de l'oxalate de potasse par le carbonate de soude), et se dépose en vertu de son peu de solubilité. L'utilité de la soude dans cette phase du procédé est assez évidente. La liqueur qui surnage est décantée, évaporée à siccité, et le résidu calciné dans un four à réverbère, pour détruire la matière organique et récupérer les alcalis à l'état de carbonates, qui, après avoir été préalablement ramenés à l'état caustique, sont employés de nouveau pour réagir sur de la sciure de bois. Cepen-

(1) On doit noter que ce mode de décomposition peut tout aussi bien s'opérer en vases clos qu'à l'air libre ; par conséquent, il doit y avoir en même temps décomposition de l'eau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant la proportion relative de ces alcalis n'est plus la même qu'auparavant, par suite de l'élimination d'une certaine quantité de soude à l'état d'oxalate sodique. Il est donc nécessaire, avant de les employer de nouveau, de déterminer, par une analyse, les quantités respectives de potasse et de soude, et d'ajouter à cette dernière la différence qui lui manque.

« L'oxalate de sodium, après avoir été lavé, est décomposé par ébullition avec un lait de chaux. Il se dépose de l'oxalate de chaux, et il reste en solution de la soude caustique, utilisable pour toute espèce d'application. L'oxalate de chaux lavé est décomposé par l'acide sulfurique étendu, dans la proportion de 3 équivalents d'acide pour 1 d'oxalate. La liqueur décantée du sulfate de chaux formé est évaporée jusqu'au point de cristallisation dans des vases en plomb. Les cristaux d'acide oxalique ainsi obtenus sont encore légèrement colorés par une matière organique, mais cette coloration disparaît au moyen d'une seconde cristallisation.

« Deux parties de sciure de bois peuvent fournir environ une partie d'acide oxalique cristallisé. On ne perd aucune portion de cet acide ; la seule perte qu'on fait est celle d'alcali.

« La quantité d'acide oxalique fabriquée par MM. Roberts, Dale et comp. s'élève à 9 tonnes par semaine, et leur usine, montée à grands frais sur une échelle très-importante, est disposée de manière à pouvoir, au besoin, fournir jusqu'à 15 tonnes, production probablement suffisante pour alimenter la consommatien du monde entier.

« Pour donner une idée de l'influence que la mise en pratique de ce procédé a exercée sur les prix commerciaux de l'acide oxalique, on n'a qu'à rappeler que cet acide se vendait, en 1851, de 3^{f},35 à 3^{f},70 le kilog., tandis qu'aujourd'hui le prix n'en est plus que de 1^{f},70 à 2 francs.

« Le procédé exigeant une consommation très-considérable de combustible, il est probable que cette nouvelle branche d'industrie constituera, pendant un certain nombre d'années, un monopole pour l'Angleterre. En effet, la production d'une tonne d'acide oxalique ne demande pas moins de 40 tonnes de houille. »

Acide acétique.

Procédé de purification.— La pureté supérieure qu'on donne aujourd'hui à l'acide acétique obtenu par la distillation du bois (acide pyroligneux), ainsi qu'aux différents acétates employés dans les arts et dans l'industrie, est due principalement à certains perfectionnements qu'on a apportés aux première et dernière phases de l'opération. Le pyrolignite calcique brut, obtenu par la saturation du liquide impur (provenant de la distillation du bois) avec la chaux, est purifié de nos jours par une meilleure méthode. On le soumet d'abord à une chaleur modérée, qui carbonise une certaine quantité d'impuretés; le résidu est dissous dans l'eau, et la solution clarifiée au moyen d'albu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mine au lieu du sang autrefois employé. La transformation finale du sel calcique en sel sodique est réalisée aujourd'hui presque partout en distillant le pyrolignite de chaux avec de l'acide sulfurique, et saturant l'acide distillé avec du carbonate sodique, au lieu de la double décomposition avec le sulfate de soude.

Pour détruire les dernières traces de matières organiques étrangères, qui donnent une odeur empyreumatique à l'acide acétique provenant de la distillation du bois, M. H. B. Condy, lors de la dernière distillation de cet acide, a recours à une addition de bichromate ou de permanganate de potasse, addition qui fait l'objet d'un brevet, et dont le résultat efficace a été constaté par le rapporteur.

Fabrication de l'acide acétique au moyen de la sciure de bois. — Parmi les nombreuses patentes prises en Angleterre pour perfectionnements à la distillation du bois, on doit citer celle de M. Halliday (1), qui consiste dans la distillation de la sciure de bois au lieu du bois en bûches.

« La sciure est introduite par une espèce de trémie sur le devant de la cornue, et est entraînée graduellement vers l'autre extrémité au moyen d'une vis sans fin, mue mécaniquement. Pendant sa marche, elle se carbonise complétement ; les produits gazeux et liquides se dégagent par un tuyau, tandis que le charbon tombe dans un vase rempli d'eau. Cette dernière précaution est nécessaire, car le charbon est tellement divisé, qu'aucune espèce de refroidissement, ni à l'air, ni en vases clos, ne pourrait en empêcher la combustion. Sous tous les autres rapports, le procédé ne diffère pas essentiellement de celui où le bois ordinaire est employé. On n'obtient pas plus d'acide pyroligneux, et on recueille moins de naphte. La quantité d'acide varie cependant suivant la température, qui doit être, en général, celle du rouge-sombre. Une tonne de sciure de bois fournit 100 à 120 gallons de liquide (454 à 544 litres), renfermant 4 pour 100 d'acide acétique cristallisable, et 15 gallons (68 litres) de goudron fournissant 3 pour 100 de naphte. »

Une autre patente est celle de M. Bowers, qui ne diffère de la précédente que par le mode d'introduction de la sciure ; elle arrive dans la cornue par un plan incliné, et est entraînée par une série de palettes.

Procédé actuel de fabrication de l'acide acétique en France. — Les renseignements suivants ont été fournis au rapporteur par M. Scheurer-Kestner :

« Les fabricants produisent, généralement, deux espèces d'acide acétique : *a*, celui dit *de bon goût*, qui possède une saveur agréable, et est parfaitement pur ; *b*, un acide ordinaire, qui, quoiqu'à peu près incolore, renferme encore des substances empyreumatiques.

« Le produit connu sous le nom d'acide pyroligneux est toujours plus ou moins coloré en jaune, et contient de grandes quantités de matières goudronneuses. Il est

(1) Halliday (A. P.). Patente n° 12275, 28 septembre 1848.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

généralement le résultat de la simple redistillation de l'acide brut directement obtenu du bois.

« Pour la fabrication de l'acide acétique, on donne la préférence aux bois de hêtre et de bouleau ; les bois résineux produisent une quantité beaucoup plus considérable de goudron. Le bois scié et fendu est introduit dans de grandes cornues ou cylindres en tôle, qui sont chauffés au rouge. Les produits volatils de la distillation, condensés dans des réfrigérants convenables, se rendent dans des citernes où le liquide se sépare en deux couches. On enlève celle de dessus, qui est formée de goudron ; celle de dessous constitue l'acide pyroligneux brut, fortement coloré en brun ; sa densité varie de 1,028 à 1,042, suivant le degré de dessiccation du bois.

« Cet acide est employé, sans autre purification, à la préparation du pyrolignite ferrique (1), dont on fait un si grand usage dans la teinture et l'impression, et spécialement pour les noirs et violets garancés. Ce mordant est produit en soumettant de la vieille ferraille à l'action de l'acide dans de larges cuves en bois ; on accélère l'oxydation du fer en soutirant, de temps en temps, la liqueur acide. L'acide se sature graduellement, et l'on obtient une liqueur d'une pesanteur spécifique de 1,105 à 1,120. C'est le *mordant du fer* du commerce.

« Une autre application très-importante de l'acide pyroligneux consiste dans la préparation de l'acétate de plomb. On dissout de la litharge dans l'acide brut ; on évapore la solution à 2,2 de densité, et, par le refroidissement, elle dépose des cristaux d'acétate de plomb. Ce sel n'est pas moins précieux pour l'impression et la teinture des tissus, puisque c'est lui qu'on emploie pour transformer l'alun en *mordant rouge* (acétate d'alumine).

« La transformation de l'acide pyroligneux en acide acétique peut s'opérer de deux manières, soit en préparant l'acétate d'alumine, soit en préparant l'acétate de chaux. Pour préparer un acide acétique parfaitement pur, l'acide pyroligneux brut est redistillé dans un alambic en cuivre ; on isole alors une quantité assez notable d'alcool méthylique qui passe en premier lieu ; une forte proportion de matières goudronneuses reste dans l'alambic. L'acide distillé est ensuite saturé par du carbonate de soude, et la solution d'acétate sodique évaporée jusqu'à cristallisation. Les cristaux ainsi obtenus étant bruns, par suite de la présence des matières goudronneuses, on les met dans des vases peu profonds en tôle, et on les fait chauffer à une température voisine du rouge sombre qui détruit les impuretés en les carbonisant. Ce frittage exige de grandes précautions pour éviter la destruction d'une partie de l'acétate lui-même. Après refroidissement, la masse frittée est dissoute dans l'eau ; la solution frittée est évaporée et amenée à cristallisation. Les cristaux d'acétate sodique ainsi obtenus sont parfaitement incolores ; on les décompose par l'addition d'un équivalent d'acide sulfurique. La

(1) Il sert également, dit M. E. Kopp, à la préparation du pyrolignite ferreux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

majeure partie du sulfate sodique est éliminée par cristallisation, et la liqueur mère est distillée. Ainsi préparé, l'acide acétique est encore purifié par digestion et filtration avec du noir animal, et, en outre, par rectification au-dessus du bichromate de potasse.

« L'acide acétique ordinaire est préparé en saturant l'acide pyroligneux avec de la chaux hydratée. L'acétate calcique obtenu est décomposé soit par l'acide sulfurique, soit par l'acide chlorhydrique. Cette opération est effectuée dans des cylindres en fonte, semblables à ceux qu'on emploie dans la fabrication de l'acide nitrique. L'acide produit est rendu incolore par rectification, en présence du bichromate de potasse ; mais il renferme encore des quantités appréciables de substances empyreumatiques. Pour la dernière distillation, il faut employer des serpentins en terre cuite; en Angleterre, ces serpentins sont en étain fin, et quelquefois même en argent. »

Préparation de l'acide acétique monohydraté au moyen du biacétate de potassium.— MM. Roques et Bourgeois (France) avaient exposé de l'acide acétique provenant du biacétate de potassium, et à cet égard M. Hofmann rappelle que c'est aux observations d'un chimiste belge bien connu, M. Melsens (1), qu'on doit ce mode de préparation. M. Melsens avait, en effet, il y a vingt ans, constaté ce fait, que l'acétate de potasse ordinaire sursaturé par l'acide acétique fournit, par la concentration, un sel acide renfermant, d'après ses analyses, $KC^2H^3O^2$, $HC^2H^3O^2$. La solution concentrée de ce sel se solidifie, par refroidissement, en une masse cristalline. Les cristaux peuvent être chauffés dans le vide à 120 degrés, sans altération et sans perte de poids. A 148 degrés C., le sel fond en perdant une minime proportion d'acide; à 200 degrés C., il commence à entrer en ébullition, en dégageant des vapeurs d'acide monohydraté et cristallisable. A 300 degrés C. la cornue ne renferme plus que de l'acétate neutre de potassium, qui lui-même n'est décomposé que si la température est poussée encore plus loin.

Acide tartrique.

Procédés de fabrication.— « On obtient l'acide tartrique libre par le procédé, bien connu, qui consiste à décomposer le tartrate de chaux par l'acide sulfurique. On précipite ainsi du sulfate de chaux, en mettant l'acide tartrique en liberté. Le tartrate de chaux est lui-même préparé par deux opérations distinctes : d'abord en saturant à chaud, avec la craie, le bitartrate de potasse en solution, de manière à précipiter la moitié de l'acide tartrique en combinaison avec la chaux ; en second lieu, en traitant le tartrate neutre potassique, restant en solution dans l'opération précédente, par le chlorure de calcium, de manière à obtenir, par double décomposition, d'un côté du tartrate de calcium, et de l'autre du chlorure de potassium. »

(1) Melsens, *Journ. Pharm.* (3), VI, 415.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le rapporteur rappelle ici les méthodes de fabrication employées à l'époque où le chlorure de calcium était trop cher pour être employé, par suite du prix élevé de l'acide chlorhydrique, méthodes abandonnées aujourd'hui ; puis il mentionne plusieurs autres procédés ayant donné des résultats plus ou moins satisfaisants, et dont voici l'énumération rapide :

Mélange de crème de tartre avec du sulfate d'ammonium à excès d'acide sulfurique pour saturer le potassium. On obtient des cristaux d'alun, et les eaux-mères évaporées fournissent de l'acide tartrique. Procédé trop dispendieux.

Brevet pris, en 1858, par M. Kessler, pour l'utilisation des acides hydrofluorique et hydrofluosilicique ; la décomposition de la crème de tartre par ce dernier acide est recommandée pour la préparation de l'acide tartrique.

Procédé de M. Kuhlmann au moyen de la baryte ; il en a été déjà question au *Bulletin* (1).

M. A. P. Price (2) a proposé de dissoudre le tartre dans l'ammoniaque, et, après filtration, de décomposer, au moyen de la chaux vive, le tartrate double de potassium et d'ammonium. L'ammoniaque éliminée est conduite dans un nouveau mélange de tartre brut et d'eau, et l'on obtient, d'un côté, du tartrate de calcium insoluble, et de l'autre du tartrate neutre de potassium soluble qu'on précipite par le chlorure de calcium, en continuant l'opération à la manière ordinaire.

On a essayé de décomposer le tartrate neutre de potassium par le sulfate de chaux ; mais il y a des pertes considérables de tartrate de calcium, qui reste dissous dans le sulfate de potassium.

Enfin on a tenté de convertir le bitartrate de potassium en tartrate de barium ou de calcium, au moyen de sulfure barytique ou calcique. Le sulfure de potassium ainsi obtenu est transformé en hydrate potassique par l'oxyde de cuivre ; mais les appareils métalliques sont attaqués par les sulfures, et l'oxyde de cuivre est dispendieux.

Présence du tartrate de calcium dans le tartre brut. — M. Hofmann signale la présence, dans le tartre brut, de quantités considérables de tartrate de calcium. La proportion en est généralement de 4 à 8 p. 100; mais elle peut s'élever jusqu'à 45 pour 100, ainsi que l'a démontré M. Scheurer-Kestner (3).

MM. H. Cazalis et comp. ont su tirer parti de cette matière d'une certaine valeur, qui, autrefois, était souvent jetée et perdue ; aussi le Jury leur a-t-il accordé une récompense. Voici maintenant comment M. Charles Kestner prépare l'acide tartrique dans son usine bien connue de Thann.

« Le tartre brut est dissous dans l'acide chlorhydrique, qui laisse pour résidu inso-

(1) Voir *Bulletin*, 2e série, t. VI, p. 164.
(2) Price (A. P.). Patente n° 141, 1er octobre 1852.
(3) Scheurer-Kestner, *Répert. Chim. appl.*, 1861, p. 39.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

luble la majeure partie des impuretés organiques et une certaine quantité de matière colorante. La solution acide est précipitée par un lait de chaux, et le tartrate de calcium en résultant est décomposé, après lavage, par l'acide sulfurique. La solution d'acide tartrique est évaporée au bain-marie jusqu'à cristallisation, et les cristaux impurs sont purifiés au moyen d'une nouvelle dissolution dans l'eau pure et d'une décoloration par le noir animal.

« Les eaux-mères des cristaux d'acide tartrique se chargent peu à peu d'une forte proportion de fer ; elles renferment, en outre, de l'acide sulfurique et des sels de magnésium, d'aluminium et de calcium. On sait que M. Charles Kestner en a retiré des quantités considérables d'acide paratartrique ou racémique, dont la découverte faite par lui remonte déjà à 1822 (1). »

Essences aromatiques.

M. Hofmann ne dit que peu de choses des essences naturelles et artificielles, et renvoie au rapport qu'il a rédigé avec M. Waren de la Rue, lors de l'Exposition de 1851. Il indique que, depuis cette époque, les prix ont notablement diminué, et signale un nouveau produit fabriqué par M. H. B. Condy, sous le nom d'*essence à mûrier*, dont la base est l'éther subérique ; enfin il appelle l'attention sur l'éther œnanthique fabriqué sur une grande échelle par M. Lichtenberger (Bavière), et servant à donner du bouquet aux qualités inférieures de vins.

COULEURS DÉRIVÉES DES MATIÈRES ORGANIQUES RÉCENTES ET FOSSILES.

Garance.

Incertitude sur sa composition chimique ; sa nature probable ; rubiane, acide rubérythrique. — D'après M. Sacc et plusieurs chimistes, il n'y aurait dans la garance qu'un seul principe colorant, tandis que d'autres en admettent au moins deux : l'alizarine et la purpurine. D'après les uns, la matière colorante se trouverait toute formée dans la matière, tandis que pour d'autres la garance fraîche contiendrait seulement un principe colorant qui, plus tard, par une espèce de fermentation, donne naissance à la matière colorante proprement dite (2). Il y a donc là une incertitude que vient encore augmenter l'existence, dans le commerce, de diverses espèces de garances, différant entre elles suivant les pays et les terrains dans lesquels elles ont été cultivées.

---

(1) *Comptes rendus*, XXIX, p. 526 et 557 ; XXXI, p. 7, 18 et 19.

(2) M. Hofmann renvoie, à cet égard, aux travaux de MM. Robiquet et Colin, Henri Schlumberger, Gaultier de Claubry et Persoz, Kuhlmann, Runge, Schunck, Schiel, Higgins, Debus, Strecker, Rochleder, Sacc et Emile Kopp.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'après les travaux les plus récents sur la constitution de la garance, il est probable qu'il existe, dans les racines fraîches et n'ayant subi encore aucune espèce de transformation, une matière incolore, amère (la *rubiane* de Schunck, l'*acide rubérythrique* de Rochleder), à réactions assez indifférentes et appartenant, probablement, à la famille des *glucosides* qui, soit par une espèce de fermentation, soit sous l'influence d'acides, d'alcalis, de terres alcalines ou de leurs carbonates, se transforme en alizarine, en purpurine et en d'autres produits encore assez mal définis. En admettant cette opinion jusqu'à nouvel ordre, M. Hofmann s'en sert pour expliquer certains phénomènes observés dans la pratique, tels que l'augmentation graduelle de la valeur tinctoriale de la garance pendant deux ou trois ans, les précautions à prendre en teinture, la lenteur avec laquelle il faut opérer, le soin qu'il faut apporter à ne pas laisser baisser la température pendant l'opération, etc.

Alizarine et *purpurine*. — « L'alizarine et la purpurine, qui sont, sans contredit, les principes constituants essentiels de la garance, jouissent de propriétés qui ont été assez bien décrites. Ces deux matières se distinguent surtout en ce que la purpurine est plus soluble dans l'eau, l'alcool et les solutions de sels aluminiques que l'alizarine, et en ce qu'elle se dissout dans les alcalis étendus en donnant naissance à une solution d'un rouge-groseille très-belle, d'où les terres alcalines précipitent des laques rouges. Au contraire, l'alizarine se dissout dans les alcalis avec une couleur violette, et forme, avec les terres alcalines, des laques d'un violet-bleuâtre.

« M. Strecker donne pour formule à l'alizarine $C^{10}H^6O^3$, et à la purpurine $C^9H^6O^3$. Quant au rôle que ces matières jouent en teinture, les opinions, à cet égard, sont extrêmement divisées. MM. Robiquet et Schunck attribuent à l'alizarine les teintes les plus belles et les plus solides, tandis que MM. Strecker et Runge pensent le contraire et admettent que c'est la purpurine qui joue le principal rôle dans la teinture en rouge turc (rouge d'Andrinople). Suivant M. E. Kopp, c'est réellement l'alizarine qui constitue la base du rouge turc; il affirme même que la purpurine, qui, du reste, teint parfaitement les toiles mordancées, ne donne pas de couleurs aussi solides et n'a pas, pour la toile huilée, une affinité aussi grande que l'alizarine. »

Perfectionnements dans le traitement de la garance.— « Ces perfectionnements ont presque tous en vue la purification de la garance. Leur but est d'obtenir la matière colorante proprement dite, débarrassée, autant que possible, des matières sucrées, gommeuses, résineuses, des sels terreux, des fibres ligneuses, et des principes colorants d'une nuance terne, jaune ou brune. Plus l'alizarine et la purpurine sont pures, plus la teinture se fait facilement et rapidement; plus les nuances sont vives et brillantes et exigent moins d'avivages, moins le fond blanc a de tendance à se salir, et moins il faut observer ces précautions minutieuses qui prolongent les opérations et exigent le concours d'ouvriers expérimentés. En outre, l'emploi d'extraits purs permet de tirer parti, dans la teinture, de presque toute la matière colorante disponible, tandis que, en se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

servant de garance non purifiée, près d'un tiers de la matière colorante (alizarine et purpurine) reste sans utilisation dans le résidu.

Garanceux.— « Ce qui vient d'être dit trouve sa preuve dans la fabrication du garanceux, d'après le procédé de MM. Schwartz et Gatty. Ce procédé consiste à faire bouillir le résidu de garance, retiré des cuves à teinture, avec une certaine quantité d'acide sulfurique, et à filtrer, laver, presser, sécher et pulvériser le produit. Le garanceux teint encore assez bien, et peut être employé pour certains genres de dessins exempts de nuances roses et lilas.

« Les efforts tentés pour employer de la garance purifiée en teinture ont donné naissance aux préparations suivantes :

Charbon sulfurique. — « MM. Gaultier de Claubry et Persoz avaient montré que les matières colorantes proprement dites de la garance sont solubles, sans altération, dans l'acide sulfurique concentré; c'est sur cette observation, dont M. Robiquet a fait une application pratique, qu'est basée la préparation de ce qu'on appelle le *charbon sulfurique*, préparation qui consiste à traiter de la garance en poudre, ou moulue soit à froid, soit à une température peu élevée, par une quantité considérable d'acide sulfurique concentré. Sous l'influence de cet acide, beaucoup de matières étrangères, résineuses, ligneuses et pectineuses, sont carbonisées et rendues inertes. Après une action prolongée pendant quelques heures, la masse est délayée dans de l'eau, puis filtrée, et le résidu bien lavé et séché.

« Le charbon sulfurique teint très-fortement et en belles nuances; mais il est difficile et coûteux à préparer en grand, ce qui en a fait abandonner la fabrication. On s'en sert encore quelquefois pour préparer la *colorine*, matière tinctoriale introduite dans le commerce par MM. Lagier et Thomas, et qui n'est que le produit obtenu en épuisant le charbon sulfurique par l'alcool et distillant la solution jusqu'à consistance d'extrait.

Garancine.— « Ce produit, préparé pour la première fois par MM. Lagier, Robiquet et Colin, ressemble au précédent et est obtenu de la même manière, avec cette seule différence qu'on prend moins d'acide (moins du tiers du poids de la garance), et qu'on l'étend d'une quantité d'eau beaucoup plus considérable. On fait bouillir pendant plusieurs heures, on lave, on sèche et on fait moudre en ajoutant un peu de craie ou de carbonate de soude pour neutraliser l'acide qui pourrait rester dans le ligneux. La garance fournit environ 33 à 36 pour 100 de son poids de garancine.

« Les couleurs de garancine sont considérées comme un peu moins solides que celles que donne la garance. Lorsqu'elle a été bien préparée, la garancine donne généralement des teintes vives et brillantes, et les fonds blancs restent intacts. Cependant les violets laissent souvent à désirer, et il est très-difficile de produire de bons roses.

Alizarine commerciale ou pincoffine. — « Depuis quelques années, MM. Pincoff et comp., de Manchester, ont introduit sous ce nom, dans le commerce, une garancine qui donne de très-beaux violets sans avoir besoin d'avivages, et dont les autres couleurs sont également satisfaisantes. La *pincoffine* est une garancine préparée, et surtout

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lavée avec le plus grand soin. Il faut la rendre aussi neutre que possible, et l'exposer ensuite à une chaleur supérieure à 100 degrés C. au moyen de la vapeur à haute pression. Dans ces circonstances, une certaine quantité de matière colorante brune est détruite ou rendue inerte, et le produit séché donne immédiatement des nuances pures.

Fleur de garance.— « On donne ce nom, dans le commerce, à une garance lavée, préparée pour la première fois, à Avignon, par MM. Julien et Rocquer. La préparation en est très-simple : on met la garance en suspension dans de l'eau très-légèrement acidulée, tant pour saturer les carbonates terreux que pour diminuer la solubilité de la matière colorante dans l'eau. On prolonge le contact de la garance avec l'eau pendant plusieurs heures, pour favoriser la formation de l'alizarine et de la purpurine, et leur permettre de devenir insolubles; quelquefois il s'établit une véritable fermentation. On lave ensuite, pour se débarrasser de toutes les substances facilement solubles, en évitant, toutefois, d'employer un trop grand excès d'eau qui causerait une perte de matière colorante ; puis on fait sécher. Les premières liqueurs étant fortement chargées de sucre, on les soumet à la fermentation vineuse, et par distillation on en retire une quantité assez notable d'alcool.

« La fleur de garance étant débarrassée des matières sucrées, gommeuses, et surtout du principe colorant jaune-brun qui salit les mordants, fournit des teintes beaucoup plus belles que la garance. Avec 100 de garance on obtient environ 50 de fleur de garance. Aujourd'hui la moitié de la garance récoltée est convertie en fleur de garance et en garancine, qui représentent, en réalité, les dérivés les plus importants de la garance. »

Préparation d'extraits de garance au moyen soit des sels d'alumine, soit des alcalis et des sels alcalins, soit des spiritueux (azale).—Les racines de garance ne contenant, en fait, que 2 à 3 pour 100 de véritables substances colorantes, qui sont accompagnées de 10 à 20 fois leur poids de ligneux, il en résulte que les produits qui viennent d'être passés en revue ne peuvent, en raison des impuretés qu'ils renferment, être employés comme couleurs d'application dans l'impression des tissus. De là de nombreuses tentatives pour chasser ces impuretés, et préparation d'extraits de garance au moyen de différentes méthodes, dont les plus pratiques reposent sur l'emploi 1° des sels d'alumine, 2° des alcalis ou des sels alcalins, et 3° des spiritueux.

1° On fait bouillir la garancine, etc., à plusieurs reprises, avec une solution aqueuse d'alun qu'on filtre, et dont on précipite ensuite les matières colorantes par l'addition d'acide sulfurique. On recueille le précipité, on le filtre et on le lave. Ce procédé, qui donne des extraits très-purs, sauf une petite portion d'alumine qui y reste incorporée, est coûteux en raison de la grande quantité d'alun et d'acide sulfurique qu'il réclame, comparativement au rendement obtenu; en outre, il y a toujours un résidu de garance qui est perdu.

2° Les extraits, par les alcalis, se préparent en épuisant la garance ou ses dérivés à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plusieurs reprises à chaud avec des solutions de soude caustique, de carbonate, phosphate de soude, ou par l'ammoniaque liquide, etc.; on filtre, on précipite les matières colorantes avec un acide minéral, puis on filtre de nouveau, on lave et on sèche. Les extraits ainsi obtenus sont moins purs que les précédents, et les nuances qu'ils donnent en teinture sont loin de pouvoir se passer de bains de savon et d'avivage. Cependant on peut les améliorer en les faisant bouillir, encore humides, avec de l'acide sulfurique étendu, puis filtrant et lavant.

3° Pour les extraits alcooliques ou méthyliques, on emploie toujours soit de la fleur de garance, soit de bonnes et fortes garancines. Plus la matière première soumise à l'ébullition avec les spiritueux est déjà pure et sèche, plus la préparation est facile. On obtient de beaux extraits jaunes ou jaune brun qui teignent très-bien, surtout si on les conserve à l'état de pâte. On doit éviter de les dessécher complétement, parce que, dans ce cas, les matières résineuses enveloppent si intimement les matières colorantes, que celles-ci ne s'humectent plus que très-difficilement, et ne se dissolvent presque plus, même dans l'eau bouillante.

MM. Gerber et Kœchlin, de Mulhouse, ont préparé, pendant quelque temps, un extrait méthylique qu'ils avaient nommé *azale*, et qu'ils obtenaient en faisant agir l'esprit-de-bois sur la fleur de garance. Mais l'esprit-de-bois ne dissolvant que la moitié de la fleur de garance, il fallait, pour obtenir l'autre moitié, employer de l'esprit-de-bois acidifié par les acides chlorhydrique et sulfurique, acides dont on était ensuite obligé de se débarrasser. En outre, l'esprit-de-bois en contact avec la fleur de garance s'oxydant facilement et donnant naissance à de l'acide formique, les extraits obtenus par cette méthode étaient toujours très-acides et nécessitaient, pour les neutraliser, l'addition de quantités de craie difficiles à déterminer, et souvent nuisibles en teinture. Toutes ces difficultés, jointes à celle qui résulte du prix élevé du liquide extracteur, n'ont pas permis au procédé de prendre un grand développement.

Extraction directe de la rubiane de la garance.—Procédé de M. E. Kopp, appliqué par MM. Schaaff et Lauth. — Ce procédé, qui consiste dans le traitement de la garance par une solution aqueuse d'acide sulfureux, fait l'objet d'un rapport détaillé présenté par M. Barreswil à la Société d'encouragement (1), en sorte que nous n'avons pas besoin d'y revenir ici.

Laques de garance. — Les laques de garance qu'on prépare en nuances diverses et de différentes manières, en employant soit des sels d'alumine, soit des sels de fer ou d'étain, mais surtout les premiers, sont d'une solidité à toute épreuve et peuvent être comparées, sous ce rapport, aux couleurs minérales. Le prix en étant élevé, elles ne peuvent constituer que des couleurs d'artiste très-précieuses et très-recherchées.

La production des laques rouges et roses a été, surtout, l'objet de recherches dans

(1) Voir *Bulletin* de 1864, 2e série, t. XI, p. 78.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces dernières années. Tous les procédés publiés reposent sur la préparation préalable d'une garancine forte et pure, qu'on épuise à une température voisine de l'ébullition, au moyen de solutions aqueuses de sels d'aluminium très-purs, généralement d'acétate ou de chlorure. La laque se dépose par le refroidissement de la liqueur, ou bien elle est précipitée par l'addition d'un sel alcalin, dont la proportion se détermine au moyen d'essais préalables.

Orseille (cudbear), extrait d'orseille (archil), pourpre française.

Traitement ordinaire des lichens tinctoriaux.—« On savait, depuis longtemps, que certaines espèces de lichens, exposées simultanément à l'action de l'air, de l'ammoniaque, de l'humidité et d'une température modérée, acquéraient peu à peu une couleur pourpre très-intense, ainsi que la propriété de teindre la soie et la laine en nuances très-pures et très-brillantes. En opérant sur les plantes entières simplement débarrassées des impuretés étrangères, on obtient une masse pâteuse et ligneuse, qui n'est autre que de l'orseille (*cudbear*). En extrayant la matière colorante au moyen d'un alcali (de l'ammoniaque surtout), de manière à le séparer de la partie ligneuse, et évaporant ensuite jusqu'à consistance d'extrait, on recueille l'extrait d'orseille (*archil*).

Orcine et orcéine.—Perfectionnements apportés au mode d'extraction.—« Les travaux de MM. Kane, Dumas, Schunck, Stenhouse, Gerhardt et autres chimistes ont appris que les lichens renferment des acides particuliers, ayant des caractères chimiques parfaitement identiques et fournissant, sous l'influence des alcalis, de l'*orcine*, qui, à son tour, en présence de l'ammoniaque et de l'air, se convertit en *orcéine*, matière colorante véritable qui forme la base des couleurs d'orseille. »

Nous renvoyons, pour cette partie du rapport de M. Hofmann, aux articles du *Bulletin* publiés par M. V. de Luynes, qui s'est beaucoup occupé de cette question (1).

Pourpre française. — Plus récemment on a introduit, dans le commerce, sous le nom de *pourpre française*, une nouvelle espèce d'orseille qui se distingue d'abord par sa belle couleur mauve ou dahlia très-pure, et ensuite par sa solidité supérieure à celle de l'orseille ordinaire, ainsi que par sa résistance plus grande à l'action des acides. Elle a été surtout exploitée, à Lyon, par MM. Guinon, Marnas et Bonnet. Voici son mode de préparation :

« On extrait les acides lécanorique, érythrique, etc., des lichens par digestion avec l'ammoniaque ; on exprime la masse, on précipite la solution par un acide minéral, puis on recueille le précipité et on le lave. On le redissout de nouveau dans l'ammoniaque liquide à chaud, et l'on obtient ainsi une solution qui prend peu à peu, par l'exposition à l'air, à une température de 15 à 20 degrés centigrades, une teinte rouge

(1) Voir *Bulletin* de 1863, t. X, p. 270 et 636, et de 1864, t. XI, p. 379.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très-vive. Lorsque la teinte est devenue suffisamment intense, la liqueur est versée dans des capsules très-plates et évaporée lentement à une température de 40 à 60 degrés centigrades, limite maxima. Par suite de cette évaporation au contact de l'air, la liqueur, au bout de quelques jours, prend une teinte d'un violet-pourpre très-foncé, qui n'est plus modifiée même par l'influence d'un acide. La solution violette, sursaturée par un acide énergique, donne naissance à un précipité floconneux, abondant, d'une couleur grenat très-belle et très-riche, qui, recueilli sur un filtre et lavé pour chasser l'eau-mère saline, constitue la pourpre française.

« Ainsi préparée, la matière colorante n'est pas encore aussi belle et aussi pure qu'il est possible de l'obtenir; pour y arriver, on la convertit en laque calcaire ou alumineux. A cet effet, on précipite la solution ammoniacale de pourpre par du chlorure de calcium ou de l'alun. La matière colorante rouge reste presque entièrement en solution ; on recueille les laques, on les lave avec précaution à l'eau froide, et on les fait sécher à une douce température. Elles présentent alors une apparence violette ou bleuâtre, et prennent, par le frottement, un reflet métallique cuivré.

« C'est, généralement, à l'état de laque calcaire que la pourpre française est livrée au commerce. Pour la teinture, on décompose la laque et on remet la matière colorante en liberté. Pour cela, on réduit la laque en poudre impalpable, on la fait bouillir d'abord avec de l'acide oxalique qui se combine à la chaux, et on ajoute ensuite de l'ammoniaque pour dissoudre la matière colorante.

« On peut aussi décomposer la laque directement par l'ébullition avec le carbonate d'ammoniaque. Pour l'impression on dissout la laque dans l'acide acétique, on ajoute de l'alcool à la solution, et on laisse épaissir. On obtient ainsi des nuances mauve ou dahlia extrêmement belles et pures sur soie, et surtout sans l'intervention d'aucun mordant proprement dit. »

M. Hofmann fait remarquer que, dans ces derniers temps, la fabrication de la pourpre française a perdu une partie de son importance, par suite de la concurrence redoutable que lui font les violets d'aniline.

Carthame (*Safflower*).

Préparation et purification de l'extrait de carthame ou carthamine ; son remplacement par le rouge d'aniline. — La carthamine (extraite des fleurs du *carthamus tinctorius*) était, avant la découverte du rouge d'aniline, considérée, à juste titre, comme la couleur rose la plus pure et employée, en très-grande quantité, pour la teinture de la soie et du coton. Le carthame, renfermant à la fois une matière colorante jaune, soluble dans l'eau et tout à fait sans valeur, et une matière colorante rose, la carthamine, insoluble dans l'eau pure ou dans l'eau très-légèrement acidulée, on commençait, autrefois, par laver la fleur à grande eau pour dissoudre la matière colorante jaune. Ainsi lavé, le carthame était ensuite mis en digestion avec une liqueur alcaline

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faible (solution très-étendue de carbonate de sodium et de potassium) qui dissolvait la matière colorante rose, formant un carthamate alcalin incolore et très-soluble. En versant un acide dans cette solution, on précipite la matière colorante qui vient ensuite se fixer sur le fil ou tissu de coton qu'on y plonge.

Pour obtenir la carthamine pure, c'est-à-dire exempte de matière colorante jaune, on commençait par la précipiter sur du coton, qui est tout à fait indifférent à cette matière; le coton teint en carthame, après avoir été lavé et exprimé, et ne contenant plus, par conséquent, que la carthamine pure, était à son tour soumis à l'action d'une solution alcaline qui le dépouillait de sa matière colorante rose en la dissolvant, et c'est dans cette nouvelle solution très-pure qu'on teignait ensuite la soie, en précipitant de nouveau la carthamine par l'addition d'un acide ou d'un sel acide.

Nous abrégeons cette partie du rapport, car, ainsi que le fait remarquer M. Hofmann, le commerce du carthame et l'industrie de son application à la teinture, ainsi que la fabrication de son extrait, dont M. Jaeger, de Barmen (Allemagne), avait été un des premiers fondateurs, ont sinon été presque entièrement ruinés, du moins ont perdu une grande partie de leur importance, depuis la découverte du rouge d'aniline. Aujourd'hui le carthame n'est plus guère employé que pour teindre la soie en une nuance rouge-cerise toute particulière.

Murexide.

Historique. — L'histoire de la murexide remonte à l'année 1851. D'abord entrevue par Prout (1), elle n'a été réellement découverte, préparée à l'état pur, analysée et décrite que par MM. Liebig et Wœhler (2), dans leur admirable travail sur l'acide urique et ses dérivés. D'abord simple curiosité de laboratoire difficile à préparer, elle n'a pas tardé à pouvoir être fabriquée en quantités considérables, grâce aux ressources de la chimie moderne, et cela du jour où on découvrit ses remarquables applications à la teinture et à l'impression des tissus.

A cet égard, M. Hofmann raconte qu'élève de M. Liebig il fut assez heureux pour travailler dans le laboratoire de l'illustre chimiste, à l'époque où il s'occupait, avec M. Wœhler, de ses célèbres et brillantes recherches sur l'acide urique, recherches qui ont jeté une lumière si vive sur la nature et la composition de la murexide. Il fut, dit-il, assez souvent témoin des difficultés que présentait la préparation de ce corps, et il se souvient de la satisfaction et de l'espèce de triomphe auquel chacun s'associa dans le laboratoire lorsqu'on parvint, pour la première fois, à en obtenir quelques grammes à l'état pur. Aussi, plus tard, ceux qui n'avaient jamais vu la murexide que comme une

(1) Prout, *Ann. of Philos.*, XIV, 363.
(2) Liebig und Wœhler, *Ann. Chem. Pharm.*, XXVI, 319.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

curiosité ont pu éprouver, à bon droit, un sentiment de surprise et d'admiration, en trouvant dans le commerce, et par quintaux, de la murexide à peu près aussi pure que le produit de laboratoire et à des prix de vente d'une modicité presque incroyable.

La murexide a pour formule $C^8 H^8 N^6 O^6$; on la considère ordinairement comme du purpurate ammonique; mais l'acide purpurique ne peut être isolé. Dès qu'on essaye de le mettre en liberté par un acide plus puissant, il se décompose immédiatement en d'autres produits, *alloxane*, *murexane*, *dialuramide*, etc.

Préparation de la murexide; sources de l'acide urique; transformation de l'acide urique en murexide. — Le rapporteur considère la préparation de la murexide comme pouvant être ramenée à deux opérations très-distinctes : 1° l'extraction et la purification de l'acide urique; 2° la transformation de l'acide urique en murexide. Il indique que l'acide urique se rencontre dans les excréments des serpents, des oiseaux et dans le guano, à l'état d'urate d'ammoniaque, mais que les excréments des serpents étant trop rares pour servir autrement qu'à des expériences de laboratoire, c'est du guano qu'on a extrait presque tout l'acide urique employé dans l'industrie. La méthode suivie pour cette extraction, ainsi que pour la transformation de l'acide urique en murexide, se trouve décrite *in extenso* dans un article publié au *Bulletin* de 1860 (2e série, t. VII, p. 368), en sorte que nous ne croyons pas nécessaire de l'exposer ici (1).

Murexide cristallisée. — « Dans ces dernières années, les teinturiers et imprimeurs ont peu à peu abandonné l'usage des pâtes de murexide pour n'employer que de la murexide cristallisée, et la fabrication de cette matière s'est tellement perfectionnée, qu'on en a livré au commerce à des prix très-réduits, en magnifiques aiguilles dont la beauté et la pureté ne laissent rien à désirer. »

Statistique de la fabrication. — On peut se faire une idée de l'extension qu'avait prise cette fabrication avant l'apparition des couleurs d'aniline, quand on saura que M. Rumney, de Manchester (2), fabriquait à lui seul 12 quintaux de murexide par semaine provenant du traitement d'environ 12 tonnes de guano. Le prix de la murexide en pâte était primitivement de 30 shillings la livre (soit 82f,75 le kilog.), mais il est tombé successivement à moitié prix.

Isopurpurate d'ammonium. — « D'après une communication particulière de M. E. Kopp, l'isopurpurate d'ammonium de M. Hlasiwetz (3), obtenu par la réaction du cyanure de potassium sur l'acide nitro-picrique, est non-seulement isomère, mais identique avec

---

(1) Nous renvoyons également le lecteur aux articles suivants du *Bulletin* qui contiennent, sur la fabrication et sur l'emploi de la murexide, des documents intéressants : 2e série, t. I, p. 73; V, p. 294; VII, p. 497; VIII, p. 182 et 315.

(2) Rapport de MM. Schunck, Angus Smith et Roscoe, *On the recent progress and present condition of manufacturing chemistry in the south Lancashire district*, p. 127.

(3) Hlasiwetz, *Ann. Chem. Pharm.*, CX, p. 289.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la murexide obtenue par l'acide urique. En effet, les mêmes procédés de teinture sur laine et sur soie, appliqués comparativement à la murexide préparée par l'acide nitro-picrique et à celle obtenue par l'acide urique, ont donné des résultats tout à fait semblables, et les nuances ne présentaient pas de différences plus sensibles que celles observées avec les rouges d'aniline de diverses préparations.

« La préparation de la murexide au moyen de l'acide nitro-picrique et du cyanure de potassium est extrêmement simple : on dissout le cyanure dans le moins d'eau chaude possible, et on y ajoute une solution d'acide nitro-picrique dans 7 à 8 parties d'eau bouillante. On fait bouillir le mélange pendant quelque temps, et, par le refroidissement, il se précipite un magma cristallin, constitué surtout par du purpurate de potassium encore impur. On filtre à travers une toile; on exprime fortement; on dissout dans de l'eau chaude, et dans la solution on ajoute du carbonate de potassium qui précipite de nouveau le purpurate de potassium, peu soluble dans une liqueur alcaline. On le filtre et on l'exprime; on le redissout dans l'eau chaude avec addition de sel ammoniac, et, par le refroidissement, on obtient de beaux cristaux de murexide. »

Teinture et impression avec la murexide. — La première idée de l'application industrielle de la murexide paraît appartenir à M. Sacc (1), précédemment chimiste à Wesserling (Haut-Rhin), et actuellement à Barcelone. Les procédés d'application de la murexide à la teinture de la laine et de la soie sont dus à M. Depouilly, et ceux pour l'impression sur coton à M. Ch. Lauth (2). Ils reposent principalement sur l'emploi, comme mordants, des sels de mercure, de plomb et de zinc. Nous renvoyons, pour les détails relatifs à ces procédés, aux différents articles du *Bulletin* cités plus haut.

Les couleurs de murexide sont très-vives, très-brillantes, et supportent assez bien la lumière sans se dégrader; mais elles sont successivement sensibles à l'action de l'acide sulfureux, qui les ternit et les décolore avec une extrême rapidité. C'est là un des plus graves inconvénients, surtout dans les localités où l'éclairage au gaz est très-répandu. Pendant la combustion du gaz, même bien épuré, il y a toujours production d'un peu de gaz sulfureux qui finit par réagir sur la murexide des étoffes.

Malheureusement le règne de la murexide n'a été qu'éphémère. Après avoir brillé pendant quelque temps avec un grand éclat, elle a été tout à coup éclipsée de nos jours par les magnifiques rouges et violets d'aniline et de ses homologues. Quoi qu'il en soit, la création de cette substance sera toujours un des épisodes les plus intéressants et les plus instructifs de l'histoire des matières colorantes. (M.)

(*La suite prochainement.*)

---

(1) Bolley, *Progrès les plus saillants, etc., en teinture et en impression à l'Exposition internationale de Londres* (*Moniteur scientifique*, 1863, p. 718).

(2) Depouilly et Lauth, *Moniteur scientifique*, 1859, p. 968.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHAUDIÈRES A VAPEUR.

SUR L'EMPLOI DE L'EAU DISTILLÉE POUR L'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES A VAPEUR, PAR M. JAMES JACK. (*Extrait.*)

Depuis quelques années, on augmente de plus en plus l'étendue des surfaces ou le nombre des tubes de condensation dans les machines à vapeur des steamers anglais. Ce système devait avoir pour conséquence évidente la suppression des incrustations et de tous leurs inconvénients. Mais le retour indéfini de la même eau dans les chaudières et, par conséquent, l'usage exclusif de l'eau distillée pour leur alimentation ont entraîné des inconvénients graves et tout à fait imprévus, sur lesquels M. James Jack a présenté à la Société des ingénieurs-mécaniciens de Londres un mémoire, dont nous allons rapporter sommairement les principaux détails.

Nous remarquons d'abord que, dans beaucoup de cas, l'emploi des surfaces de condensation a donné lieu à une usure très-rapide de la tôle des chaudières. L'auteur du mémoire a fait des expériences comparatives sur un certain nombre de chaudières marines qui, ayant opéré pendant quelque temps avec l'ancien système de condensation, ont été trouvées fortement incrustées; on les a ensuite munies de condenseurs de surface et mises à feu sans les nettoyer préalablement. L'examen de ces chaudières, à la fin du premier voyage, a fait reconnaître que la croûte avait, en grande partie, disparu, et que l'intérieur était dans les conditions les plus satisfaisantes pour la transmission du calorique. Toutes ces chaudières restèrent ensuite, durant longtemps, quelques-unes même pendant quatre ans, dans cet état, et démontrèrent ainsi l'excellence de la condensation de surface. Cependant le fer n'avait plus l'aspect franchement métallique, mais présentait une surface grisâtre qui semblait annoncer une modification dans la constitution moléculaire. Cette disposition de la surface avait donc empêché un effet nuisible, dont nous allons parler, et que l'on remarquait dans un certain nombre d'autres chaudières munies, dès le principe, d'appareils à condensation de surface, et qui, à l'exception de leur première charge, n'avaient reçu que de l'eau pure. Au terme du premier voyage, on y observait les phénomènes suivants, devenus de plus en plus prononcés après les autres voyages :

D'abord la surface intérieure de la tôle, des tuyaux et des rivets, au-dessus comme au-dessous de la ligne d'eau, était couverte d'un dépôt semblable à de la rouille, et qui, ayant été séché, s'est réduit en une poudre brunâtre très-fine. L'analyse y a démontré la présence de 20 pour 100 d'eau et de 78 pour 100 d'oxyde de fer. Le reste se composait d'un peu de corps gras, de sulfate de chaux et d'oxyde de cuivre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'épaisseur de ce dépôt était, à son maximum, au-dessus de la ligne d'eau et, dans quelques places, atteignait $0^m,019$.

En second lieu, on observait que la tôle et les tuyaux étaient corrodés sous ce dépôt. Des cavités nombreuses, dont le diamètre variait depuis un simple point jusqu'à $0^m,015$, et dont la profondeur s'étendait depuis une légère impression jusqu'à l'épaisseur entière de la tôle, se faisaient remarquer dans le fer. La majeure partie de ces cavités se trouvaient au-dessus de la place du foyer, bien que, dans cette partie même des chaudières, on observât des places nombreuses et grandes qui n'avaient été nullement attaquées.

Pour toutes ces chaudières, la planche de tôle et les tuyaux étaient de première qualité et sortaient des meilleures usines; le fer, partout où on le perçait, présentait la meilleure texture, et ne laissait voir aucun défaut. Comme les chaudières avaient été tirées d'établissements fort divers, on pouvait conclure avec certitude que ces phénomènes n'étaient nullement inhérents à une sorte spéciale de fer.

La corrosion de ce métal, par l'emploi répété de la même eau, se produisait avec tant d'énergie, qu'après un petit nombre de voyages, exécutés dans l'espace de quelques mois, plusieurs tubes, complétement percés, durent être remplacés par des neufs.

On n'a pu paralyser cette action destructive qu'en mêlant constamment à l'eau distillée d'alimentation une petite quantité (de 1/10 à 1/6) d'eau de mer, et en formant ainsi de faibles incrustations qui ont protégé le fer de la manière la plus efficace.

D'autres expériences relatives à l'influence qu'un enduit graisseux peut exercer sur la corrosion du fer des chaudières paraissent avoir prouvé que cette corrosion n'a pas lieu (1).

D'ailleurs, on semble avoir reconnu (?) l'inutilité d'introduire de la chaux, de la soude, ou d'autres substances analogues dans l'eau d'alimentation. Le mélange d'un peu d'eau ordinaire impure avec l'eau distillée paraît donc pouvoir être indiqué sûrement comme un préservatif contre les incrustations.

On a observé des résultats semblables à ceux des chaudières marines, sur deux chaudières fixes, employées dans une raffinerie de sucre, où l'alimentation se faisait également par le moyen de la vapeur condensée. Deux autres chaudières de la même raffinerie, qui n'avaient reçu que de l'eau ordinaire, sont restées exemptes d'altération. On peut donc conclure que la propriété corrosive de l'eau distillée n'est pas propre seulement à celle qui provient de l'eau de mer, mais appartient, en général, à toute eau distillée pure provenant de la condensation de la vapeur.

Pendant la discussion de cette question, une personne a annoncé que les mêmes

(1) Ces expériences ne sont peut-être pas bien concluantes et devraient être répétées. Il existe, en effet, un grand nombre d'observations qui semblent prouver que le fer est attaqué par les acides gras mis en liberté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phénomènes avaient été plusieurs fois observés sur des chaudières de locomotives et autres, entretenues avec de l'eau pure provenant originairement de marais tourbeux. La corrosion avait cessé lorsque les locomotives avaient été alimentées sur d'autres points du parcours de la ligne, et dans d'autres cas, lorsque l'on avait ajouté dans l'eau distillée un peu d'eau impure ou un peu de carbonate de chaux.

Quant aux causes de ces phénomènes singuliers, on a exprimé l'opinion que, peut-être, il se produit des actions galvaniques occasionnées par des poussières de laiton qui, se détachant des tubes, sont entraînées sur le fer, deviennent visibles au microscope, et forment le centre d'où rayonne la formation des cavités. Cependant ce système ne paraît pas conforme à plusieurs autres expériences, et l'on ne doit, jusqu'à présent, regarder comme incontestables que les phénomènes observés et le moyen indiqué pour les combattre.

Dans tous les cas, ces remarques doivent porter les ingénieurs à faire de nouvelles expériences, notamment sur l'influence des acides gras. On ne doit pas oublier, d'ailleurs, que le même phénomène peut, dans divers cas, provenir de causes très-différentes, et qu'il n'est pas nécessaire de trouver une explication unique, propre à toutes les circonstances. Toutefois, une appréciation exacte des causes permettrait de découvrir des moyens certains de conservation, si l'on ne trouvait pas bien démontrés ceux dont il vient d'être fait mention.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

CONSERVATION DES VINS.

DES EFFETS DE LA CHALEUR POUR LA CONSERVATION ET L'AMÉLIORATION DES VINS, PAR M. DE VERGNETTE-LAMOTTE.

« Nous avons eu déjà plusieurs fois l'occasion d'examiner quelle était l'action de la chaleur sur les vins fins de la Bourgogne, la température à laquelle on les exposait restant limitée entre 35 et 70 degrés centigrades. L'analyse de vins que M. Coste avait envoyés en 1846 à Calcutta, et dont on lui avait renvoyé un certain nombre d'échantillons, nous avait présenté ce remarquable résultat, que la température élevée qu'ils avaient subie pendant ces deux voyages avait peu changé leur composition ; la couleur seule de ces vins était altérée, ils n'avaient plus cette nuance rouge violacé qui est caractéristique en Bourgogne, et ils avaient pris la nuance rouge-jaune des vins vieux.

« Lorsque ces recherches ont été publiées, on ne connaissait pas les beaux travaux de M. Pasteur sur les mycodermes du vin, et nous ne nous expliquions guère com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment, presque avec le même état chimique, les vins pouvaient offrir au goût des différences aussi sensibles; ajoutons cependant encore que l'on n'avait pas reconnu dans le vin la présence de la glycérine, et on sait aujourd'hui, par les travaux de M. Pasteur et ceux de M. Prat, que cette substance a une très-grande part dans la saveur des boissons alcooliques.

« Il nous a paru qu'il n'était pas sans intérêt de rechercher ce que devenaient, sous l'action de la chaleur, les mycodermes que M. Pasteur a représentés dans la figure 8 de son Mémoire (1).

« Les mycodermes de la figure 7, mycodermes de l'amer, ne sont point ceux que nous redoutons le plus en Bourgogne. Il est reconnu depuis longtemps que des vins restent bons, parfaits, pendant vingt et trente années, et, lorsqu'ils deviennent amers, on peut dire qu'ils périssent comme ces vieillards qui meurent après avoir fourni une longue et brillante carrière. C'est dans les vins qui finissent comme nous venons de le dire, que l'on rencontre abondamment le ferment de la figure n° 7. Mais souvent, au moment où l'on élève les vins, à la troisième ou quatrième année de leur âge, ils présentent tout à coup une saveur douceâtre caractéristique; plus tard, ils contractent un goût, connu dans le commerce sous le nom de *goût de queue de renard :* ils laissent dégager quelques bulles d'acide carbonique; enfin, si le mal, qui est bien grand dès le début, n'est pas arrêté, le tartre est décomposé, et on trouve, dans le vin, de l'acétate de potasse. Cette maladie est la plus grave de toutes celles que redoutent les viticulteurs.

« On l'a vue causer de grands ravages dans le Beaujolais en 1859, dans le Midi en 1861. En Bourgogne, quelques vins de 1858 et des meilleurs ont aussi été atteints par cette maladie. En examinant le dépôt de ces vins au microscope et avec un grossissement de 500 à 600 diamètres, on y trouve en abondance le mycoderme n° 8 des figures publiées dans le mémoire de M. Pasteur.

« Cette maladie se déclare souvent dans le vin quand il est en bouteilles. On est donc obligé, d'après la théorie nouvelle, d'admettre que les vins ont tous plus ou moins, dès le cuvage, les germes de ces ferments, et que, si ces mycodermes peuvent y rester longtemps à l'état inerte, ils peuvent aussi envahir très-rapidement les liquides alcooliques dès qu'ils s'y trouvent dans des conditions favorables à leur développement. Les soutirages fréquents, en enlevant le dépôt dans lequel se trouvent les mycodermes, aident singulièrement à la conservation du vin. Un froid de — 12 degrés, l'alcool, les sels, le tanin, les acides, le gaz sulfureux, le soufre en poudre, les résines ont une action éminemment conservatrice sur les vins de toutes les provenances.

« La chaleur d'une étuve est aussi, comme nous le savons tous, d'un très-grand effet pour la conservation des substances végétales. C'est de cette action de la chaleur sur les vins qu'il sera question dans cette notice. Notre but, en cherchant à améliorer et

(1) Voir *Bulletin* de 1864, 2e série, t. XI, p. 36 et 97.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à élever les vins au moyen des agents extérieurs, a toujours été d'arriver à cet élevage sans introduire dans les liquides alcooliques aucune substance étrangère qui en altérât le goût.

« Les mycodermes du vin deviennent inertes lorsque ce vin est pendant quelque temps exposé à une température qui ne dépasse pas 40 degrés. Ce résultat, que l'examen des vins revenus de l'Inde pouvait nous faire prévoir, est confirmé par les expériences dont nous allons rendre compte. Un certain nombre de bouteilles contenant un vin de Bourgogne riche à 12,80 pour 100 d'alcool, d'une belle couleur rouge violacé, ont été soumises pendant deux mois à la chaleur d'une étuve dont la température n'a pas dépassé 50 degrés. Ce vin a été plus tard descendu à la cave et comparé au vin qui n'avait pas subi l'action de la chaleur ; il présentait alors les caractères suivants : il avait perdu sa couleur rouge violacé et son goût de fruit ; il rappelait un peu les vins d'Espagne. Le vin élevé dans la cave commençait à prendre la saveur douceâtre des vins malades ; la couleur était violacée ; les mycodermes n° 8 abondaient dans le dépôt. Ces mycodermes, que l'on rencontrait aussi dans le vin de l'étuve, paraissaient moins organisés que dans le vin qui n'avait point été soumis à l'action de la chaleur.

« En prolongeant l'expérience, on arrive au bout d'une année à décolorer complétement le vin ; il prend cette nuance dorée qu'on appelle, dans le langage œnologique, *couleur pelure d'oignon ;* le verre est couvert d'un dépôt abondant, et la saveur de ce vin est tellement différente de ceux qui succombent avec le développement des mycodermes n° 8, que nous croyons notre procédé destiné à les préserver entièrement de la maladie qu'ils caractérisent. Nous avons, en effet, depuis longtemps remarqué que les vins qui présentent une nuance violacée étaient les plus exposés à la maladie qui nous occupe, et qu'ils devenaient beaucoup moins altérables lorsqu'on pouvait fixer la matière colorante sur le verre ou dans le tonneau. De là, pour nous, cette conviction que la maladie que caractérise le mycoderme n° 8 débute toujours par une altération de la matière colorante.

« La chaleur n'a donc pas sur le vin, lorsqu'il est en bouteilles, l'action maladive qu'on lui attribuait. Cependant la quantité d'air atmosphérique qui est en contact avec lui doit être aussi faible que possible, autrement la fermentation acétique ne tarderait pas à se produire.

« On ne peut boucher pleins à l'aiguille les vins qui doivent être soumis à l'action de la chaleur. En effet, la dilatation apparente d'un vin riche à 12,80 pour 100 d'alcool est de 0,053 de 0 à 100 degrés. Si nous admettons que la température initiale du liquide, lorsqu'on le met en bouteilles, est de 10 degrés et que cette température peut être de 40 degrés dans l'étuve, l'augmentation de volume sera donc, en représentant par V ce volume,

$$V \times 0{,}00053 \times 30 = V \times 0{,}0159.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Or, la contenance des bouteilles ordinaires étant de $0^{lit},80$, le volume du vin augmentera donc de 0,0127.

« Cette dilatation est trop considérable pour que la compressibilité du verre et du liquide puisse y faire équilibre si l'on bouchait plein. Il arriverait alors ceci : ou les bouteilles casseraient, ou bien, comme nous l'avons vu au Concours agricole de Paris en 1860, lorsque la température du palais de l'Industrie s'est élevée, un certain dimanche, à + 40 degrés, les bouchons seraient à demi chassés de la bouteille; il suffit de laisser 3 centimètres de vide entre le bouchon et le vin pour éviter cet inconvénient.

« Lorsque nous exposons les vins à la congélation, les gaz qu'ils renferment s'en séparent en partie; il se passe ici quelque chose de semblable. Plus tard, en se refroidissant, les vins absorbent de nouveau les gaz avec lesquels ils sont en contact, et, en définitive, il ne reste plus dans la bouteille que de l'acide carbonique et de l'azote. Le traitement des vins par la chaleur n'est applicable, pour les produits de la Bourgogne, que sur les vins en bouteilles. S'ils sont enfûtés, les parois des tonneaux laissant pénétrer l'air extérieur et les mycodermes aidant, la fermentation acétique ne tarde pas à se produire dans le liquide.

« En résumé, il résulte de cette étude que la chaleur peut être employée avec succès dans l'élevage des vins. Son action sur les mycodermes paraît très-efficace lorsque les vins sont en bouteilles.

« A défaut d'une étuve, on peut se servir d'un grenier chaud pour faire subir aux vins le traitement dont nous avons obtenu de si remarquables résultats.

« Dans ce cas, voici comment on opère : on mettra les vins en bouteilles au mois de juillet, en ne choisissant jamais que des vins âgés de deux ans au moins, les fûts qui les contenaient étant jusqu'à ce moment restés dans la cave.

« Les bouteilles ne seront point bouchées à l'aiguille, mais cependant à la mécanique.

« Après le tirage, les bouteilles seront transportées et empilées au grenier : elles y resteront deux mois, et les vins seront ensuite descendus en cave pour y être conservés comme de coutume jusqu'à ce qu'on les livre à la consommation. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

PROCÉDÉ PRATIQUE DE CONSERVATION ET D'AMÉLIORATION DES VINS, PAR M. L. PASTEUR.

« J'ai entendu la communication que M. Boussingault vient de faire au nom de M. de Vergnette-Lamotte avec d'autant plus d'intérêt que je m'occupe de la recherche de procédés pratiques de conservation des vins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans une première série d'études que j'ai présentées à l'Académie il y a environ dix-huit mois (1), je suis arrivé à ce résultat que les maladies des vins, toutes celles du moins qui me sont connues présentement, sont déterminées par le développement de végétaux microscopiques de la nature des ferments. Les recherches auxquelles je me suis livré depuis cette époque, non-seulement m'ont confirmé dans cette opinion, mais elles me permettent d'annoncer aujourd'hui qu'il n'existe pour ainsi dire pas un seul vin qui ne soit malade à un certain degré, et qui, à un moment ou à un autre, n'ait subi l'action des ferments organisés dont je parle, notamment de celui que j'ai figuré dans la planche de ma première communication sous le n° 8. Si la dégustation des vins n'a pas encore signalé ce fait, c'est que, pour le propriétaire comme pour le consommateur, le vin n'est réputé malade qu'alors que les produits nouveaux développés par les ferments parasites s'y trouvent en proportion relativement considérable; mais ils existaient depuis longtemps dans le vin, ainsi que les ferments qui les occasionnent. Aussi peut-on dire que, lorsque du vin est mis en bouteille, le germe de sa maladie est enfermé avec lui. Pour conserver le vin, il fallait donc trouver le moyen de tuer ce germe. J'ai eu recours en premier lieu à l'addition de substances chimiques dont j'ai obtenu quelques résultats intéressants, mais qui ne m'ont pas complétement satisfait pour divers motifs. Enfin j'ai essayé l'action de la chaleur, et je crois être arrivé à un procédé très-pratique, qui consiste simplement à porter le vin à une température comprise entre 60 et 100 degrés, en vases clos, pendant une heure ou deux. L'Académie comprendra qu'il faille attendre plusieurs années pour juger un tel procédé dans son application industrielle, parce que le vin met souvent un temps considérable à devenir malade. Aussi mon intention n'était pas de faire de longtemps une publication académique à ce sujet. Je me suis borné, afin de prendre date, à une publicité dont j'ai déjà usé, et qui laisse au savant toute sa liberté d'esprit et d'action dans les recherches de cette nature, je veux parler de la demande d'un brevet d'invention.

« Bien que je ne veuille pas porter dès aujourd'hui un jugement définitif sur la valeur industrielle de mon procédé, je puis cependant faire connaître à l'Académie des circonstances qui lui feront bien augurer, je l'espère, de ce nouveau moyen de conservation des vins. J'ai fait déguster comparativement par nombre de personnes le même vin, chauffé et non chauffé, et, dans tous les cas, la supériorité a été donnée au premier. Le vin qui a été chauffé quelques heures, puis refroidi, à l'abri de l'air, a plus de bouquet, plus de franchise de goût, et même une plus belle couleur, sans avoir rien perdu de sa force. D'autre part, ce vin est devenu assez robuste pour que j'éprouve des difficultés à le faire altérer, alors même que je le place dans les conditions les plus défavorables. Sa faculté de vieillir sous l'influence de l'oxygène de l'air n'est d'ailleurs

(1) Voir la note placée plus haut, p. 109; voir également une communication faite par M. Pasteur antérieurement à celle-ci et insérée au *Bulletin* de janvier 1866, p. 48.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas compromise. J'ai annoncé, dans la communication que je rappelais tout à l'heure à l'Académie, que c'était l'oxygène de l'air qui *faisait* le vin. Toutes mes recherches ultérieures ajoutent encore à l'exactitude de cette manière de voir.

« L'intérêt qu'offrirait un procédé permettant de faire vieillir le vin, sans l'exposer à devenir malade, est considérable. Depuis que j'ai commencé ces études, j'ai été vraiment surpris de la prodigieuse quantité de vins qui s'altèrent chaque année, en perdant la plus grande partie de leur valeur. J'ai quelque confiance dans le moyen que je viens d'indiquer pour porter remède à cet état de choses. Il sera facile également d'arrêter à volonté la fermentation normale de certains vins, de façon à leur conserver le degré de douceur que l'on pourra désirer.

« Pour le chauffage du vin en bouteille, voici le procédé très-simple et très-pratique dont je me sers.

« Après que le vin a été mis en bouteille, je ficelle le bouchon et je porte la bouteille dans une étuve à air chaud, en la plaçant debout. On peut la remplir entièrement, sans y laisser trace d'air. Voici ce qui se passe. Le vin se dilate et tend à soulever le bouchon; mais la ficelle le retient, de façon que la bouteille reste toujours parfaitement close, pas assez cependant pour que la portion de vin chassée par la dilatation ne suinte pas entre le bouchon et les parois du verre. La ficelle ne cède jamais, et je n'ai pas vu une seule bouteille se briser, quelque peu de soin que j'aie pris dans la conduite de la température de l'étuve. On retire la bouteille, on coupe la ficelle, on repousse le bouchon dans le goulot pendant que le vin se refroidit et se contracte; puis le bouchon est mastiqué, et l'opération est achevée.

« Dans une pièce d'une dimension relativement petite et chauffée par un poêle ordinaire, on pourrait agir sur des milliers de bouteilles presque sans frais.

« Quelques-unes de mes expériences, particulièremeut les plus récentes, ont été faites sur des vins de Pomard de premier choix, que M. de Vergnette-Lamotte avait eu l'obligeance de mettre généreusement à ma disposition. Aujourd'hui même, je renvoie à M. de Vergnette une caisse de vin chauffé pendant une demi-heure à 64 degrés, et il est convenu entre nous qu'il en fera la dégustation à de longs intervalles, par comparaison avec le même vin non chauffé, afin que nous soyons bien fixés l'un et l'autre sur la valeur de mon procédé. Mais je me hâte d'ajouter que nos études ont été entièrement indépendantes, et que, dans aucune de mes lettres, déjà nombreuses, je n'ai indiqué le moins du monde à M. de Vergnette ma manière d'opérer. C'est dans sa propre expérience qu'il a puisé les idées qui l'ont conduit à expérimenter l'influence de la température sur le vin. L'Académie sait que M. de Vergnette-Lamotte avait déjà, avec beaucoup de succès, employé le froid et la congélation à l'amélioration des vins, et je suis heureux de voir que sa communication d'aujourd'hui assure, à certains égards, les espérances que je fonde sur le procédé de conservation que je viens d'avoir l'honneur de communiquer occasionnellement à l'Académie. »

(*Ibid.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

DÉCRET.

NAPOLÉON,

Par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Empereur des Français,

A tous présents et à venir, salut :

Sur le rapport de notre Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, et du Ministre de notre Maison et des Beaux-Arts,

Avons décrété et décrétons ce qui suit :

Art. 1er. Son Altesse Impériale le Prince Napoléon-Eugène-Louis, Prince Impérial, notre Fils bien-aimé, est nommé Président d'honneur de la Commission impériale de l'Exposition internationale universelle de 1867.

Les fonctions de Président seront exercées par notre Ministre d'État, et, en cas d'empêchement, par notre Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, ou par le Ministre de notre Maison et des Beaux-Arts, vice-présidents de la Commission impériale.

Art. 2. Notre Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, et le Ministre de notre Maison et des Beaux-Arts, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait au palais des Tuileries, le 22 février 1866.

NAPOLÉON.

Par l'Empereur :

Le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics,

Armand BÉHIC.

Le Ministre de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts,

VAILLANT.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Action simultanée de la lumière et des sels oxygénés sur le sous-chlorure d'argent violet ; application à l'obtention par la photographie des couleurs naturelles sur papier, par M. L. A. Poitevin. — « On sait quels sont les travaux de M. Edm. Becquerel sur la production des cou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leurs par l'action chimique de la lumière, et qui datent de 1848; et comment il a obtenu, à la surface de plaques d'argent, le sous-chlorure violet, qui jouit de la propriété de s'impressionner entre les mêmes limites de réfrangibilité que la rétine (1).

« Les magnifiques images du spectre qu'il a obtenues, ainsi que des images, reproduites avec leurs couleurs naturelles, au foyer de la chambre noire, n'ont pas été surpassées depuis, et l'on n'a rien apporté à la manière d'opérer de M. Edm. Becquerel, ni rien changé à la préparation de la couche sensible, soit par le trempage, soit par la pile, qui ait modifié notablement ces effets de coloration.

« En étudiant cette même question, mais au point de vue de son application à la photographie en couleur sur papier, j'ai cherché si l'action de la lumière ne serait pas facilitée et rendue plus complète, sur le sous-chlorure d'argent violet, en mettant celui-ci en présence de diverses substances, modifiables elles-mêmes par la lumière. Les corps réducteurs, c'est-à-dire ceux qui absorbent et se combinent chimiquement avec le chlore, n'ont rien produit; il n'en a pas été de même avec les corps qui fournissent soit de l'oxygène, soit du chlore, etc., pourvu toutefois qu'ils n'agissent pas spontanément sur le sous-chlorure d'argent violet. Les bichromates alcalins, l'acide chromique libre, ainsi que l'azotate d'urane, m'ont donné de bons résultats; l'azotate d'argent agirait de même, mais en se décomposant il devient noir et nuit à l'apparition de l'image.

« Après d'assez longs essais, je suis parvenu à produire une réaction que je suppose capable de certaines applications et digne d'intéresser l'Académie. En effet, le sous-chlorure violet, qui, sur papier, ne se colore que très-lentement et très-incomplétement aux rayons du soleil, à travers un écran ou dessin transparent et coloré, est au contraire modifié, même à la lumière diffuse, lorsqu'on l'a préalablement recouvert d'une dissolution de bichromate alcalin, etc.; de sorte qu'il devient blanc dans la lumière blanche, et prend des couleurs analogues à celles des divers rayons qui agissent sur lui.

« Désirant signaler le fait que je crois nouveau, c'est-à-dire l'action simultanée des sels oxygénés et de la lumière sur le sous-chlorure violet, et son application à la reproduction des couleurs par la photographie, je décrirai seulement ici le procédé qui m'a fourni les épreuves colorées naturellement que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

« Du papier photographique étant préalablement recouvert d'une couche de sous-chlorure d'argent violet obtenu par la réduction à la lumière du chlorure blanc en présence d'un sel réducteur, j'applique à sa surface un liquide formé par le mélange de 1 volume de dissolution saturée de bichromate de potasse, 1 volume de dissolution

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXII, p. 451; t. XXV, p. 447; t. XLII, p. 81.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

saturée de sulfate de cuivre et 1 volume de dissolution à 5 pour 100 de chlorure de potassium ; je laisse sécher ce papier et je le conserve à l'abri de la lumière : il reste bon pour l'emploi pendant plusieurs jours. Ici le bichromate de potasse est l'agent principal ; il pourrait être remplacé, mais sans avantage, par de l'acide chromique, etc., etc.; le sulfate de cuivre facilite la réaction, et le chlorure de potassium conserve les blancs qui se sont formés.

« A travers des peintures sur verre, l'exposition à la lumière directe n'est que de cinq à dix minutes ; elle est proportionnelle au plus ou moins de transparence des clichés ; d'ailleurs on peut suivre la venue de l'image en couleur.

« Ce papier n'est pas encore assez sensible pour l'employer utilement dans la chambre noire; mais tel qu'il est on peut obtenir des images en couleur dans l'appareil d'agrandissement ou mégascope solaire.

« Pour conserver ces images dans un album, il suffit de les laver à l'eau acidulée par de l'acide chromique, de les traiter ensuite par de l'eau contenant du bichlorure de mercure, de les laver à l'eau chargée de nitrate de plomb, et enfin à l'eau. Dans cet état elles ne s'altèrent pas à l'abri de la lumière, mais elles brunissent à la lumière directe du soleil.

« Je reviendrai plus tard sur ce sujet, ainsi que sur la préparation spéciale du papier au sous-chlorure d'argent que j'emploie. »

Remarques de M. Edmond Becquerel pour faire suite à la note de M. Poitevin.

« Lorsque l'on cherche à produire sur papier le sous-chlorure d'argent photochromatiquement impressionnable de la même manière qu'on l'obtient sur plaque, on n'a, sous l'action de la lumière, que des impressions colorées beaucoup moins vives que celles qui se produisent à la surface de plaques d'argent recouvertes de sous-chlorure obtenu par action électro-chimique d'après les procédés que jai fait connaître.

« La réaction citée par M. Poitevin dans la note précédente, et qui consiste à faire agir la lumière sur le chlorure d'argent violet déposé sur papier en présence d'un sel oxygéné, est fort importante en ce qu'elle permet d'obtenir sur papier des images colorées qui se rapprochent de celles obtenues sur les plaques, quoiqu'elles soient moins vives que ces dernières, et que les teintes bleues et violettes soient moins prononcées. Il ne m'a pas paru qu'il y eût action entre une couche formée du mélange cité plus haut (bichromate de potasse, chlorure de potassium et sulfate de cuivre) et le sous-chlorure qui recouvre les plaques après dessiccation de la couche, comme je m'en suis assuré par expérience ; il est donc possible que l'action du bichromate ait lieu sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la couche impressionnable complexe déposée sur le papier, et non sur le sous-chlorure isolé.

« D'un autre côté, les impressions ne m'ont pas paru se faire plus rapidement sur papier que sur plaques et être plus stables à la lumière, et il est probable qu'il y a peu de différence sur ce point; mais, comme les images colorées sont obtenues sur papier avec beaucoup de facilité, les recherches très-intéressantes de M. Poitevin permettront d'étendre l'étude des phénomènes si curieux de la reproduction des couleurs par l'action chimique et la lumière, et sous tous les rapports méritent de fixer l'attention des savants et des artistes. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Sur l'utilisation des résidus de la préparation du chlore et de la fabrication de la soude artificielle, par M. E. Kopp. — « Les résidus liquides et acides des ateliers de fabrication du chlorure de chaux, après avoir déposé les matières en suspension, sont amenés dans des bassins où l'on y ajoute la quantité juste suffisante de marc ou de charrée de soude brute pour détruire le chlore libre et ramener les perchlorure et sesquichlorure de fer et de manganèse à l'état de protochlorure. Il y a précipitation du soufre, qu'on recueille, et dégagement d'une petite quantité d'hydrogène sulfuré, qu'on fait absorber par de l'hydrate d'oxyde ferrique. La liqueur déchlorée, mais encore acide, est pompée dans des appareils particuliers, où elle est saturée par la charrée de soude. L'hydrogène sulfuré qui se dégage en grande quantité est brûlé de manière à se transformer à volonté soit en eau et soufre pur, soit en eau et gaz sulfureux. Le mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie donne les détails des appareils à décomposition et à combustion, et des réactions qui ont lieu dans ces opérations.

« Une série d'analyses de charrée a donné pour résultat que le rapport du sulfure de calcium à la chaux vive est [2 C*a* S, C*a* O], comme l'avait admis depuis bien longtemps M. Dumas, et non [3 C*a* S, C*a* O], comme cela semblait ressortir des travaux postérieurs de M. Unger. Des expériences faites sur la transformation que la charrée subit sous l'influence de l'air montrent que le sulfure de calcium se change d'abord en bisulfure et en chaux vive,

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

Le bisulfure passe par oxydation à l'état d'hyposulfite calcique,

$$Ca\,S^2 + O^3 = S^2\,O^2,\,Ca\,O.$$

L'hyposulfite calcique, en se desséchant, se convertit en un mélange de sulfite calcique et de soufre,

$$S^2\,O^2,\,Ca\,O = S\,O^2,\,Ca\,O + S.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le sulfite passe rapidement, par oxydation, à l'état de sulfate, et le soufre libre transforme une nouvelle quantité de sulfure de calcium en bisulfure soluble et même en polysulfure. Le sulfure de sodium, toujours présent en quantité plus ou moins considérable dans la charrée, éprouve des transformations semblables. Comme conséquence de ces réactions, il s'écoule des amas de charrée, lessivés par les pluies, un liquide jaune ou orange, très-alcalin, très-sulfuré, renfermant en solution des polysulfures et hyposulfites de calcium et de sodium.

« Ce liquide, qui exerce une action nuisible sur l'organisme végétal et animal, et qui, jusqu'ici, n'avait jamais été recueilli, peut être utilisé avantageusement, soit pour la fabrication d'hyposulfites et de soufre libre, en le laissant s'oxyder spontanément en couches minces pendant les chaleurs de l'été ou en le traitant par le gaz sulfureux, soit pour la précipitation des solutions neutres de chlorures de manganèse et de fer, où il fournit un précipité de sulfures mélangés de soufre, ou de polysulfures assez riches en soufre pour pouvoir être brûlés dans les fours à pyrite et servir à la fabrication de l'acide sulfurique. »

Remarques de M. Pelouze.

« A l'occasion de la communication précédente, M. Pelouze dit que, depuis plusieurs années, on retire le soufre du marc de soude dans une usine de Stolberg (la Rhenania), par un procédé dû à M. Schaffner, fabricant de produits chimiques, en Bohême.

« Ce procédé n'est applicable que dans les localités où l'acide muriatique n'a que peu de valeur.

« Le marc de soude est exposé au contact de l'air; il absorbe de l'oxygène, s'échauffe et donne naissance à de l'hyposulfite de chaux et à des polysulfures de calcium. On le soumet, au bout de quelques semaines, à un lessivage méthodique, et on obtient des liqueurs fortement colorées en jaune et marquant de 10 à 15 degrés, qu'on décompose par de l'acide chlorhydrique. Il se forme un abondant précipité de soufre et de sulfate de chaux, qu'on chauffe avec de l'eau dans un autoclave, à la température de 110 à 115 degrés.

« Le soufre fondu se sépare des sels calcaires, et cristallise dans un état voisin de celui de pureté.

« Les chlorures de manganèse provenant de la préparation du chlore, qui contiennent de 6 à 8 pour 100 d'acide muriatique, peuvent servir à extraire le soufre du marc de soude. »

Remarques de M. Dumas.

« M. *Dumas* fait remarquer, sur la demande de M. Pelouze, que M. Kopp met en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

usage dans une partie de ses procédés les liquides de drainage du marc de soude, contenant les polysulfures et les hyposulfites. Tout industriel qui se proposera d'utiliser les résidus de l'industrie soudière devra en agir ainsi, puisque le soufre se concentre dans ces eaux de drainage, que ces eaux constituent la partie nuisible des marcs de soude, et que ceux-ci débarrassés de leurs parties solubles, quand ils ont été longtemps abandonnés à l'air et à la pluie, deviennent inoffensifs.

« Mais M. Kopp ne procède point comme M. Schaffner.

« 1° Il traite par le marc de soude, à doses graduées, les résidus de chlore pour les déchlorer et en réduire les chlorures de fer au minimum. Cette réaction fournit un dépôt de soufre.

« 2° Il traite les résidus déchlorés, mais encore acides, par le marc de soude en quantités suffisantes. Il se dégage des gaz acide carbonique et hydrogène sulfuré, qu'on dirige sur des marcs de soude humides qui, en absorbant l'acide carbonique, le remplacent par une quantité proportionnelle d'hydrogène sulfuré, lequel s'ajoute à celui que renfermait le mélange; il reste des chlorures neutres de manganèse, de fer, etc.

« En brûlant cet hydrogène sulfuré, il peut servir à produire de l'acide sulfureux qu'on utilise, soit pour préparer l'acide sulfurique, soit pour produire des sulfites, etc.

« 3° Les marcs de soude abandonnés à l'air et à un lessivage presque spontané fournissent une liqueur jaune contenant des bisulfures et des hyposulfites, qui peut servir soit à décomposer les chlorures neutres de manganèse et de fer, soit à absorber l'acide sulfureux produit dans la réaction qui précède, soit enfin à préparer, par son exposition à l'air, des hyposulfites de chaux et de soude.

« M. Kopp utilise donc, aussi bien que M. Schaffner, les eaux de drainage des marcs de soude, mais il les utilise autrement.

« Le mémoire de M. Kopp contient des analyses nombreuses des produits qu'il a eu à traiter. Il fait remarquer : « que la charrée de soude renferme la chaux et le sulfure de calcium dans le rapport des formules $Ca\,O : 2\,CaS$, » et que ce résultat confirme la théorie que j'avais proposée autrefois pour la formation de la soude et dont on avait récemment contesté l'exactitude. »

(*Idem.*)

Production chimique de gravures mates sur cristal et sur verre, par MM. Tessié du Mothay et Ch. R. Maréchal (de Metz). — « La dissolution aqueuse d'acide fluorhydrique produit, sur le cristal et sur le verre, des morsures brillantes, alors que l'acide fluorhydrique gazeux produit un dépoli mat et adhérent. En effet, l'acide fluorhydrique dilué forme, soit avec le silicium et le métal du cristal, soit avec le silicium et le métal alcalino-terreux du verre, des fluosilicates de plomb et de calcium solubles dans la liqueur où ils prennent naissance, tandis que l'acide fluorhy-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

drique gazeux forme du fluorure de silicium volatil et des fluorures de plomb et de calcium insolubles dans le milieu où ils s'engendrent.

« La gravure mate produite par la réaction de l'acide fluorhydrique gazeux sur le cristal et sur le verre est, quoi qu'il en soit, un dépoli strié et d'épaisseur inégale; car l'eau engendrée par cette réaction, s'acidifiant peu à peu au contact de l'acide fluorhydrique gazeux, s'accumule en gouttelettes inégales, et redissout partiellement et inégalement aussi les fluorures de plomb et de calcium formés.

« La production des gravures mates par les vapeurs de l'acide fluorhydrique étant donc, par le fait, industriellement impraticable, nous avons cherché, pour arriver à produire pratiquement cette sorte de gravure, si dans un bain où se dégagerait l'acide fluorhydrique à l'état naissant au contact de l'acide silicique, du cristal et du verre, il n'y aurait pas formation de fluorures de silicium et, partant, de fluorures de plomb et de calcium.

« Pour obtenir l'acide fluorhydrique à l'état naissant, nous avons eu recours à la réaction qu'exercent les dissolutions aqueuses des acides hydrochlorique et acétique sur les fluorures et les fluorhydrates de fluorures des métaux alcalins.

« Expérience faite, nous avons trouvé : 1° que, si à 1,000 grammes d'eau, par exemple, on ajoute 250 grammes de fluorhydrate de fluorure de potassium bien cristallisé et 250 grammes d'acide hydrochlorique du commerce, on obtient un bain où le cristal et le verre se dépolissent rapidement, mais que le dépoli ainsi formé n'est ni assez épais ni assez régulier; 2° que, pour rendre les fluorures de plomb ou de calcium peu ou point solubles dans le bain ci-dessus et, partant, pour obtenir des dépolis épais et uniformes, il faut ajouter à ce bain du sulfate de potasse jusqu'à quasi-saturation de la liqueur, c'est-à-dire 140 grammes environ; 3° enfin que le sulfate d'ammoniaque, ainsi que l'oxalate de potasse et quelques chlorures avides d'eau, tels que le chlorure de zinc, par exemple, peuvent remplacer le sulfate de potasse pour rendre insolubles dans le bain graveur les fluorures de plomb et de calcium.

« Depuis plus d'une année les usines de Baccarat, de Saint-Louis et du Fort, à Metz, remplacent en grande partie les anciennes méthodes de dépolissage et de gravure du cristal et du verre par les réactions ci-dessus. Dans ces usines, la roue et l'acide fluorhydrique, tous deux d'un emploi insalubre, tendent de plus en plus à disparaître pour faire place à des sels d'un usage inoffensif et d'un maniement facile.

« En conséquence, nous avons l'honneur de présenter à l'Académie des sciences quelques spécimens de gravures mates obtenus à Baccarat, à Saint-Louis et aux usines de M. Maréchal (de Metz), par les réactions que nous venons de décrire, et de soumettre ces spécimens, ainsi que les méthodes qui ont servi à les produire, à sa haute appréciation. »

(*Ibid.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 24 janvier 1866.

Présidence de M. *Baude*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie, en doubles exemplaires, le 51e volume des *Brevets d'invention* (loi de 1844), et le n° 10 du *Catalogue des brevets pris en* 1865.

M. *Beuchot*, rue Royale, 11, Paris-Villette. — Application rationnelle de la vapeur à la navigation des cours d'eau, au moyen d'un nouveau système permettant à un bateau de circuler sur le réseau navigable, comme un waggon peut le faire sur le réseau des chemins de fer. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *de Corteuil*, 54, rue Richer, à Paris. — Demande de secours pour terminer un système de mouvement perpétuel.

Il sera écrit à M. de Corteuil que la Société ne peut donner d'encouragement pour de semblables travaux.

M. *Constant Cheret*, 55, rue du Vert-Bois, à Paris. — Engin pour la destruction des lions, panthères, etc. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Gerber-Ulrich*, fabricant de tissus, à Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin). — Métier sur lequel on peut tisser simultanément deux étoffes superposées, à l'aide d'un seul battant, d'un seul peigne et d'un seul harnais de lisses. On peut voir fonctionner ce métier à Paris, chez M. Tessier, 181, faubourg Saint-Martin. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

MM. *P. Merle* et *comp.*, boulevard des Filles-du-Calvaire, 4, à Paris. — Système dit *fumilave*, s'appliquant aux cheminées d'usines, et ayant pour but de résoudre le problème de la fumivorité. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. le Dr *Incze Nido*, à Clausenbourg, en Transylvanie. — Envoi d'échantillons d'encre pour le prix Alexandre. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Aubier*, représentant de commerce, rue de la Grande-Truanderie, 20, à Paris. — Savon à détacher. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *F. Le Blanc*, membre du Conseil, secrétaire de la Société chimique de Paris, fait hommage, au nom de cette Société, du compte rendu de ses travaux pour 1864 et 1865, publié sous le titre de *Bulletin de la Société chimique de Paris*. (4 vol. in-8° ; librairie Hachette et comp.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En même temps M. Le Blanc informe le Conseil que la Société chimique a pris la résolution de transporter le siége de ses séances dans un autre local, et il dépose le témoignage écrit des sentiments de gratitude que cette compagnie adresse à la Société d'encouragement pour le bienveillant patronage qu'elle lui a accordé depuis sa fondation.

M. *Goupil de Prefeln*, nommé trésorier adjoint par décision du Conseil, dans le comité secret du 27 décembre dernier, adresse ses remercîments pour la marque de confiance dont la Société a bien voulu l'honorer.

M. *Tresca*, membre du comité des arts mécaniques, rappelle au Conseil que plusieurs habitants de la Ferté-sous-Jouarre se sont préoccupés des suites graves qu'entraîne avec lui le travail des meules à moulins, et que MM. *Bouchon* et *Émile Gatellier*, industriels de cette ville, ont proposé d'ouvrir une souscription destinée à fonder un prix pour l'inventeur d'un moyen pratique et économique de fabriquer les meules, en écartant les causes actuelles d'insalubrité. Cette souscription, qui a été mise, d'après le conseil de M. Tresca, sous le haut patronage de la Société d'encouragement, a déjà produit une somme de 4,921 fr., destinée à être placée à la Caisse des dépôts et consignations. Aujourd'hui M. Tresca, au nom de M. Bouchon, fait, entre les mains de M. Combes, un versement de 1,000 fr., en exprimant, de la part de M. Bouchon, le désir que la Société, dans la mesure de ses ressources, prenne part elle-même à cette souscription.

Après quelques observations de M. Peligot, l'un des secrétaires, qui voudrait voir à la Société plus d'initiative qu'elle ne semble en avoir dans cette question, observations auxquelles répondent MM. Combes et Tresca, qui sont d'avis qu'il n'y a pas à faire de programme proprement dit, et qu'il suffit, ainsi que l'a fait la commission de la Ferté-sous-Jouarre, d'indiquer simplement aux concurrents le but à remplir et les dispositions adoptées (1), le Conseil décide le renvoi de la lettre de M. Bouchon à la commission des fonds.

---

(1) Ces dispositions sont celles-ci :

1° Les souscriptions seront reçues soit par M. le Secrétaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 44, rue Bonaparte, à Paris, soit par le caissier de la commission, M. Émile Gatellier, à la Ferté-sous-Jouarre. Au fur et à mesure des recettes, elles seront versées à la Caisse des dépôts et consignations.

2° Les concurrents devront justifier des expériences spéciales qu'ils auront entreprises pour démontrer l'efficacité et la possibilité de la réalisation industrielle de leur procédé.

3° Le prix sera décerné par le Conseil de la Société d'encouragement, sur le rapport d'une commission spéciale, dans laquelle les principaux fabricants seront entendus, et qui aura pour mission d'expérimenter, dans les ateliers de la Ferté-sous-Jouarre et tous autres centres de fabrication meulière, les procédés proposés.

4° Les Mémoires des concurrents devront être déposés au secrétariat de la Société d'encourage-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Alcan*, membre du Conseil, fait hommage de plusieurs exemplaires du discours qu'il a prononcé récemment dans une séance générale de la Société industrielle d'Amiens, discours ayant pour titre : *De l'influence et de l'avenir des sociétés industrielles*. (Renvoi à la commission du *Bulletin*.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Baromètres dits holostériques*, par MM. *Naudet, Hulot* et *comp.* — Rapport présenté par M. *Le Roux* au nom du comité des arts économiques. M. le rapporteur propose de remercier MM. Naudet et Hulot pour leur présentation et d'insérer le rapport au *Bulletin* avec un dessin. (Adopté.)

Baromètre thermoscopique, par M. *Guiot*. — Rapport présenté par M. *Le Roux* au nom du même comité. M. le rapporteur propose d'adresser des remercîments à M. Guiot et d'insérer le rapport au *Bulletin* avec un dessin. (Adopté.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Hugon*, directeur de la compagnie du gaz portatif, à Paris;

Henry Hahn, sous-directeur de l'usine de MM. Burys et comp., à Sheffield (adopté);

Groult jeune, fabricant de pâtes alimentaires, à Paris;

Beillard, menuisier, à Paris;

Dufrené, ingénieur civil, à Paris;

Collin, négociant, à Paris.

Le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 7 février 1866.

Présidence de M. *Balard*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Blanchon*, fumiste, rue et île Saint-Louis, 41. — Calorifère à air chaud. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *L. Gerhard*, à Hesse-Cassel. — Encre perfectionnée présentée pour le prix Alexandre. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Jager*, rue Belhomme, 4. — Perfectionnements à son appareil cosmo-géographique. (Renvoi au comité des arts économiques.)

---

ment avant le 1er janvier 1867, pour le prix être décerné à la première séance solennelle de la Société.

5° Dans le cas où aucun concurrent n'aurait mérité le prix, il sera remis d'année en année jusqu'au 1er janvier 1875.

6° Dans le cas où le prix ne serait point décerné à cette époque, 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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Havrez*, ingénieur des mines, à Verviers (Belgique). — Appareil nouveau pour le lessivage des soudes, laines en suint, bois colorants, etc. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Morin*, à la Ferté-Saint-Samson. — Calculs et considérations nouvelles à l'appui du mémoire qu'il a présenté sur l'élévation de l'eau. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Christian* (*Conrad*), à Bourg-la-Reine, demande que la Société d'encouragement intervienne pour obtenir la concession gratuite du terrain où reposent les restes d'Henri Leschner, ingénieur-mécanicien, inhumé avec une concession temporaire payée par la Société.

M. *Amédée-Durand*, membre du Conseil, rappelle que c'est à Leschner qu'on doit les premières tentatives de substitution du fer au bois dans les constructions, et il cite à cet égard la belle coupole de la halle au blé de Paris que tout le monde connaît.

La proposition de M. Christian est renvoyée à l'examen du Bureau.

M. *Plagnol*, rue du Cendrier, 36 *bis*, à Belleville. — Demande d'un secours pour utiliser ses inventions et continuer le payement des annuités de son brevet. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *A. Chevallier* fils envoie à la Société le premier numéro du *Journal d'hygiène* qu'il publie, et annonce qu'il lui adressera tous les mois ce journal.

M. *Lemaire*, membre du Conseil, envoie un produit végétal curieux, recueilli dans l'égout collecteur d'Asnières. (M. *Chatin*, membre du comité d'agriculture, est prié d'examiner ce produit.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Instrument pour la tonnellerie.* — Rapport présenté, par M. *Laboulaye*, au nom du comité des arts mécaniques, sur un compas de proportion pour simplifier la fabrication des douves des tonneaux, par M. *Ravinet*. — M. le rapporteur propose : 1° de remercier l'auteur de sa communication ; 2° d'insérer le rapport au *Bulletin;* 3° de donner communication de ce rapport à M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics.

M. *Amédée-Durand* demande qu'on remette 300 exemplaires du rapport à l'inventeur.

Cette proposition et les conclusions du rapport sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — M. *Baude*, vice-président, a la parole pour une communication sur les égouts de Paris, par suite de la visite que le Conseil d'administration a faite dernièrement de ces égouts.

M. le *Président* remercie, au nom du Conseil, M. *Baude* de cette communication, qui a excité le plus vif intérêt dans l'assemblée et le prie de déposer son manuscrit au Bureau pour que cette communication puisse être insérée au *Bulletin* avec les dessins qui l'accompagnent.

M. *Dailly*, membre du comité d'agriculture, entretient le Conseil des procédés de MM. *Possoz* et *Périer* pour la fabrication du sucre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le baron *Thénard* présente, à ce sujet, des observations. Il ne croit pas que, malgré sa blancheur apparente, le sucre produit par ces procédés soit admis, dans la consommation, en remplacement du sucre de canne en pains. La composition en paraît différente, et il ne peut être regardé et ne sera accepté que comme une cassonade d'une qualité spéciale.

M. *Dailly* admet cette opinion, en maintenant ce qu'il a dit sur les procédés remarquables de fabrication et les qualités du produit.

Le Conseil décide que la note de M. Dailly sera renvoyée à la commission du *Bulletin*.

M. *Valasse*, arquebusier, explique un appareil de sûreté qui s'adapte aux fusils chargés par la culasse. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Cabourg*, fabricant de chaussures, à Paris;

Blot (Eugène), statuaire, à Boulogne-sur-Mer.

Le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 21 février 1866.

Présidence de M. le baron *Séguier*, vice-président.

NÉCROLOGIE. — M. le Président annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire de l'un de ses plus anciens membres et lauréats, M. *Cochot* père, constructeur-mécanicien, dont les fils continuent aujourd'hui à soutenir dignement la réputation. Il rappelle les services rendus par M. Cochot à la navigation fluviale par la construction de ses bateaux en fer, et, parmi ses diverses inventions, il cite les ingénieuses machines à scier les bois de placage en feuilles extrêmement minces qu'il inventa au commencement de ce siècle pour parer aux embarras que créait à l'ébénisterie le blocus continental.

A la demande de M. le baron Thénard, à laquelle s'associe le Conseil tout entier, M. le baron Séguier veut bien promettre qu'il préparera, pour la prochaine séance générale de la Société, une note dans laquelle il retracera les services éminents rendus à l'industrie par M. Cochot père.

CORRESPONDANCE. — M. *Destrem*, rue du Faubourg-Saint-Martin, 209, fait connaître à la Société une peinture à l'huile nouvelle sans odeur, et des procédés perfectionnés pour imiter les bois.

M. *Mathieu-Plessy*, boulevard Saint-Germain, 84, présente, pour le prix Alexandre, l'encre qu'il fabrique et qui jouit, d'après lui, d'avantages spéciaux. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Deleuil*, membre de la Société, rue du Pont-de-Lodi, 6, annonce à la Société

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les nouveaux perfectionnements faits à sa machine pneumatique. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Bigotteau*, rue de Charenton, 170, présente un système de disques-signaux pour chemins de fer. (Renvoi au même comité.)

M. *Meulemans* (Auguste), à Anvers, rappelle l'envoi de son ouvrage sur : *La Belgique, ses ressources agricoles, industrielles et commerciales*, et demande à être admis comme membre correspondant ou étranger. (Renvoi au Bureau.)

M. *Bertout*, chaudronnier-ferblantier, rue Christine, 8, présente un vase de son invention pour la conservation des substances alimentaires. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Laumeau*, taillandier, à Versailles, présente un nouveau système de banc à stores pour la campagne. (Renvoi au même comité.)

M. *Laverpillière*, à Sarclay (Seine-et-Oise), demande l'aide de la Société pour l'exécution d'un instrument de son invention pour hacher et broyer la terre dans le labourage. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et d'agriculture.)

M. *Tessier*, rue de l'Égout-Saint-Germain, 12, présente une méthode nouvelle pour le débit du bois. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Legrand*, membre du Conseil, adresse une note en faveur de M. Brunet, contremaître dans la maison Landon, pour lequel il sollicite une médaille de contre-maître. (Renvoi à la commission spéciale.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. *Balard*, membre du Conseil, lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur le noir d'aniline de M. Lauth. M. le rapporteur conclut en proposant de remercier l'auteur de cette communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées, après une observation de M. *Leblanc*, qui fait remarquer que le cuivre paraît intervenir comme matière intégrante dans la couleur, ce qui était déjà signalé dans une note du rapport. (Voir plus haut, p. 75.)

COMMUNICATIONS. — M. *Deleuil*, membre de la Société, expose un perfectionnement fait par lui à sa machine pneumatique, en vue d'augmenter considérablement sa puissance. (La note de M. *Deleuil* est renvoyée au comité des arts mécaniques.)

M. *Destrem* expose à la Société ses procédés de peinture imitant toute espèce de bois. (La note de M. *Destrem* est renvoyée au comité des arts économiques.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Sublet* (Alexandre), négociant en métaux;

Gaiffe (A.), constructeur d'instruments de physique;

Burton (Arthur), négociant;

Babreau, joaillier.

Le Conseil se forme en comité secret.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

La Société d'encouragement a reçu, dans les séances des mois de novembre, décembre 1865, et janvier, février 1866, les ouvrages dont les titres suivent :

Ouvrages offerts à la Société.

ANNALES du commerce extérieur. Octobre, novembre, décembre 1865, et janvier 1866.

ANNUAIRE de la Société météorologique de France. Bulletin des séances, feuilles 7 à 14, t. XIII, et Tabl. météorol., feuilles 11, 12, t. X.

ANNALES de l'agriculture française. N^os^ 19 à 24, 1865, et n^o^ 1, 1866.

ANNALES télégraphiques. Septembre, octobre.

ANNUAIRE de la Société des anciens élèves des écoles impériales d'arts et métiers. 1865.

ARCHIVES de la Commission scientifique du Mexique, publiées sous les auspices du Ministre de l'instruction publique, 1^re^ livr., t. II.

BULLETIN de la Société française de photographie. Octobre, novembre, décembre 1865, et janvier 1866.

BULLETIN mensuel de la Société chimique de Paris. Années 1864-1865.

BULLETIN de la Société industrielle de Mulhouse. Août, septembre, octobre, novembre.

BULLETIN de la Société de l'industrie minérale. Janvier, février, mars.

BULLETIN de la Société industrielle d'Amiens. N^o^ 6, t. IV, et n^o^ 1, t. V.

BULLETIN des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture. N^o^ 10.

BULLETIN des travaux de la Société départementale d'agriculture de la Drôme. N^os^ 4, 5, 6.

BULLETIN mensuel de la Société protectrice des animaux. Octobre, novembre, décembre 1865, et janvier 1866.

BULLETIN du musée de l'industrie. Septembre, octobre, novembre.

COMPTES RENDUS des séances de l'Académie des sciences. N^os^ 18 à 26, 1865, et 1 à 7, 1866.

CATALOGUE des brevets d'invention. N^os^ 8, 9, 10.

CULTIVATEUR de la Champagne (le). Novembre, décembre 1865, et janvier 1866.

GÉNIE industriel (le), par MM. ARMENGAUD frères. Novembre, décembre 1865, et janvier, février 1866.

INVENTION (l'), par M. DESNOS-GARDISSAL. Mai.

JOURNAL d'agriculture pratique, par M. BARRAL. N^os^ 21 à 24, 1865, et 1 à 3, 1866.

JOURNAL des fabricants de papier. N^os^ 21 à 24, 1865, et 1 à 2, 1866.

JOURNAL des fabricants de sucre. N^os^ 29 à 44.

JOURNAL d'éducation populaire. Octobre, novembre, décembre 1865, et janvier 1866.

JOURNAL de la Société impériale et centrale d'horticulture. Octobre, novembre, décembre 1865, et janvier 1866.

LA LUMIÈRE. N^os^ 20 à 24, 1865, et 1 à 4, 1866.

MONDES (les), par M. l'abbé MOIGNO. Livr. 9 à 17, 1865, et 1 à 6, 1866.

MÉMOIRES et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils. Avril, mai, juin, juillet, août, septembre.

MÉMOIRES de l'Académie d'Arras. 1865.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MONITEUR de la papeterie française (le). Nos 2 à 9.
MONITEUR scientifique (le), par le docteur QUESNEVILLE. Liv. 217.
PRESSE scientifique et industrielle des deux mondes (la). Nos 9 à 12, 1865, et 1 à 3, 1866.
PROPRIÉTÉ industrielle (la). Nos 409 à 425.
PROPAGATION industrielle (la). Novembre, décembre 1865, et janvier, février 1866.
REVUE générale de l'architecture et des travaux publics, par M. César DALY. Nos 7, 8.
REVUE agricole, industrielle, etc., de Valenciennes. Octobre, novembre.
REVUE universelle des mines, de la métallurgie, etc., sous la direction de M. CH. DE CUYPER. Septembre et octobre 1865.
SOCIÉTÉ des ingénieurs civils. Séances des 20 octobre, 17 novembre, 1er décembre 1865, et 5 janvier, 2 février 1866.
TECHNOLOGISTE (le), par MM. MALEPEYRE et VASSEROT. Novembre, décembre 1865, et janvier, février 1866.
AMERICAN Artizan Journal. Nos 24 et 1 à 13 du vol. 2.
JOURNAL of the Franklin institute (the). Octobre, novembre, décembre.
JOURNAL of the Society of arts (the). Nos 675 à 690.
INCORAGGIAMENTO (l'). Journal de physique et de chimie, publié par M. S. DE LUCA. Fascicules, IX à XII.
NEWTON'S London Journal. Novembre, décembre 1865; janvier, février 1866.
POLYTECHNISCHES Journal von Dingler. Nos 1026 à 1033.
PHOTOGRAPHIC Journal (the). Nos 163, 166.
REVISTA de obras publicas. Nos 20 à 24, 1865, et 1 à 3, 1866.
BIOGRAPHIES des membres de la Société impériale et centrale d'agriculture, 1848 à 1853. 1 vol. in-8°, Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, éditeur.
Résumé oral du progrès scientifique et industriel, par M. l'abbé MOIGNO, broch.
PATENT office report. Washington, 1862-1863.
PROCEEDINGS of the royal Society of Edinburgh. Session 1864-1865.
TRANSACTIONS of the royal Society of Edinburgh. Vol. XXIV, part. 1, session 1864-1865.

Abonnements.

ANNALES de chimie et de physique. Octobre, novembre, décembre.
ANNALES des ponts et chaussées. Mars, avril, mai, juin, juillet, août.
JOURNAL des économistes. Novembre, décembre.
THE Artizan. Novembre, décembre 1865, et janvier, février 1866.
THE chemical News. Nos 308 à 321.
THE practical Mechanic's Journal. Novembre, décembre 1865, et janvier 1866.
THE Mechanic's Magazine. Octobre, novembre, décembre 1865, et janvier 1866.
THE Technologist. Novembre, décembre 1865, et janvier 1866.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1865.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

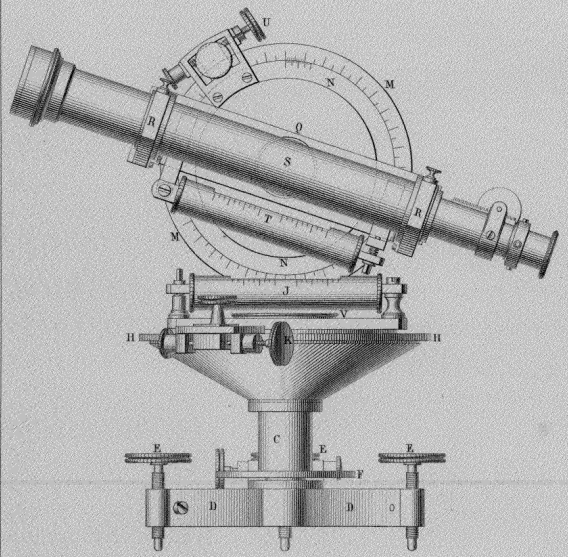


Fig. 2.

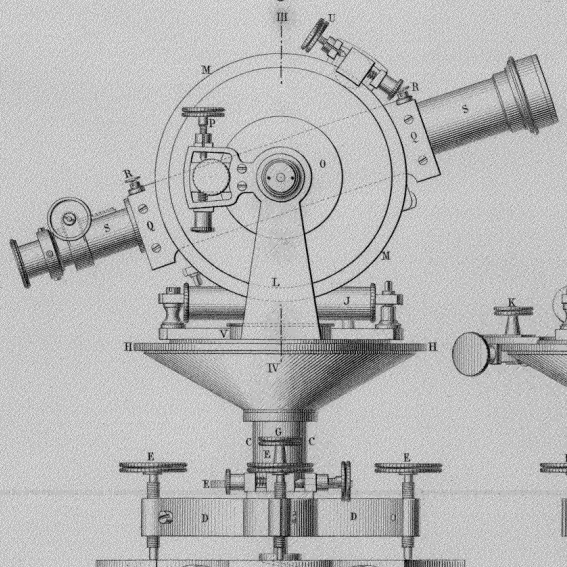


Fig. 3.

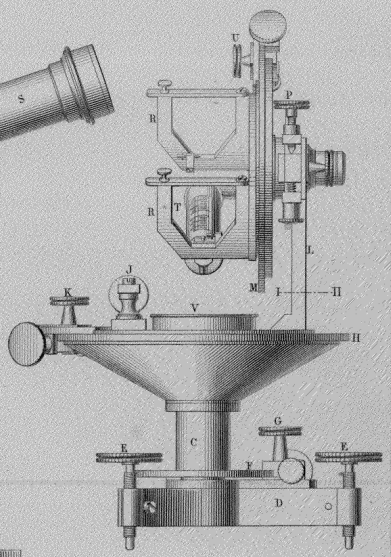
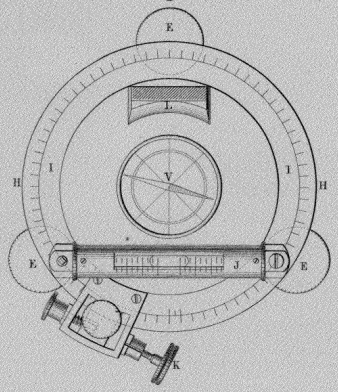


Fig. 4.



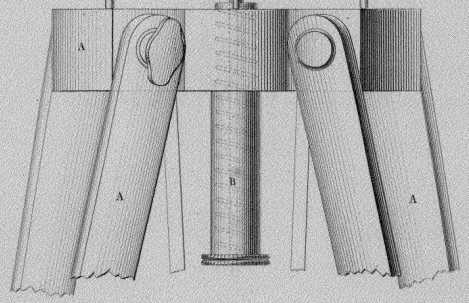
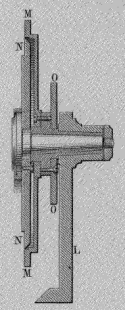


Fig. 5.





Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

HYPSO-GONIOMÈTRE, PAR M. J. B. DUMAS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

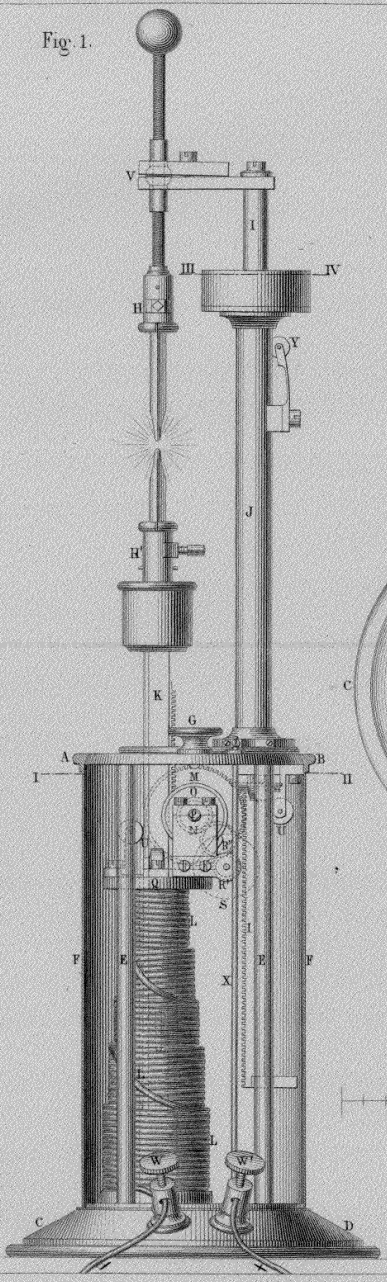


Fig. 4.

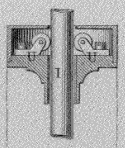


Fig. 3.

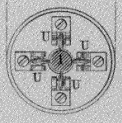
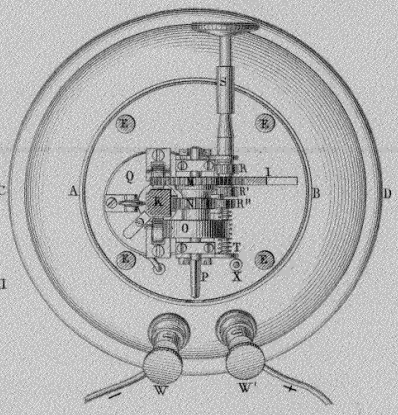


Fig. 2.





Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38, Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

RÉGULATEUR DE LUMIÈRE ÉLECTRIQUE, PAR M. A. GAIFFE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Mars 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. AMÉDÉE-DURAND, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* CANNELLES EN BOIS *présentées par* M. PARAUD, *passage Freiquel*, 11, *Charonne-Paris.*

Messieurs, des cannelles en bois ont été présentées à la Société par M. Paraud, et c'est le jugement qu'en a porté le comité des arts mécaniques que nous avons l'honneur de soumettre à l'approbation du Conseil.

Les cannelles en bois sont chose fort ancienne à très-bas prix, fort employées et généralement peu estimées; on leur reproche surtout leur manque d'exactitude, ainsi que leur peu de durée. Remédier à ces deux défauts est la tâche principale que s'est proposée M. Paraud, et nous devons dire, dès ce moment, qu'il l'a remplie avec succès : ce sera un moyen d'appeler plus particulièrement l'attention sur la suite de ses modestes, mais très-utiles travaux.

La cannelle est un robinet en bois, comme le robinet est une cannelle en métal; leurs fonctions sont les mêmes, et cependant de cette différence de matière constitutive naissent des avantages et des inconvénients qu'avant tout nous devons signaler. Nous rappellerons, pour plus de clarté, qu'on nomme clef l'organe mobile que la main fait tourner pour permettre ou arrêter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'écoulement d'un liquide, et que la capacité dans laquelle se meut cette clef porte le nom de boisseau.

Les robinets en métal, et on peut dire en cuivre, puisque cette matière y est presque exclusivement employée, présentent des inconvénients dont le moindre est la fuite du liquide, par suite d'une usure à laquelle on ne peut remédier qu'au moyen d'un rodage fait par un ouvrier intelligent, et qui, produisant toujours un changement quelconque dans le rapport des pièces en contact, peut même influencer l'écoulement du liquide que la clef est destinée à régler.

Ensuite un inconvénient, bien autrement grave, se rencontre dans le fait d'une oxydation toxique dont on ne peut les préserver d'une manière absolue, et qui en a fait interdire l'emploi dans beaucoup de circonstances.

Puis enfin, comme résultant en partie de cette oxydation, une adhérence, entre elles, des parties frottantes, qui les maintient quelquefois dans un état de véritable soudure. Un exemple célèbre de ce fait existe au musée de Naples, où un énorme robinet à deux eaux, c'est-à-dire employé dans le parcours d'une conduite, et qui est sorti des fouilles de Pompéi, est si parfaitement soudé, que de l'eau, qui y est emprisonnée depuis bien près de dix-huit siècles, y fait entendre un clapotement distinct quand on l'agite.

Aux observations qui précèdent sur les robinets en métal, il faut ajouter que leur pose, quand ils excèdent les petites dimensions usuelles, entraîne des frais notables, soit en soudure, soit en brides et boulons.

Nous aurons à revenir, par comparaison, sur cette dernière observation.

Nous passerons maintenant à l'examen de ces humbles cannelles en bois déposées sur le bureau, et, sans nous laisser arrêter par leur aspect peu favorable, nous ne nous occuperons que des services qu'elles rendent et de ceux, plus nombreux encore, qu'elles pourraient offrir, si elles étaient mieux connues. Une réflexion se présente d'abord, c'est qu'il est fort remarquable que la substitution du métal au bois, qui se généralise chaque jour davantage et à laquelle l'industrie doit de si grands progrès en réduction de volume, en solidité, en permanence de forme et de précision dans ses constructions de toute nature, peut éprouver quelque hésitation en présence des modestes cannelles de bois construites, comme elles le sont, par M. Paraud; nous allons en voir les motifs.

Reprenant l'ordre que nous avons suivi en parlant des robinets en métal, nous ferons remarquer que la fermeture des cannelles peut être mieux assurée que celle de ces robinets. Aussi sont-elles presque exclusivement employées à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

retenir les liquides de prix élevés que fabriquent les distillateurs-liquoristes. Cette propriété, d'une valeur fondamentale, est due à l'emploi d'une garniture en liége qui tapisse intérieurement le boisseau de la cannelle. L'élasticité de cette matière, déjà si bien utilisée dans le bouchage des bouteilles, a encore ici l'avantage de remédier aux imperfections qui peuvent se rencontrer dans l'exécution du boisseau. Si nous avons dû faire remarquer l'inconvénient grave de soudure possible des parties frottantes des robinets en métal, nous devons aussi appeler l'attention sur cette propriété qu'a le liége de ne pouvoir contracter aucune adhérence de ce genre, et même de faciliter le glissement des surfaces en contact. Quant au danger si grand de formation d'oxyde vénéneux dans les robinets en cuivre, la matière même qui constitue les cannelles en bois est un point de comparaison sur lequel nous ne devons nous arrêter que pour faire remarquer la parfaite innocuité de ces instruments.

Nous avons parlé de la pose des robinets : simple et sans plus de frais, quand ils sont petits, que celle des cannelles, elle devient dispendieuse dès qu'ils sont seulement de dimension moyenne. C'est ici que le bois offre une propriété bien précieuse ; c'est celle de pouvoir se fixer à un orifice quelconque en métal, pourvu qu'il soit taraudé à pas très-fin, et dans lequel on le fait entrer en tournant, de telle manière qu'il s'y trouve vissé. C'est un genre de pose que n'accompagnent aucuns frais.

Malgré tous les avantages présentés par les cannelles en bois, nous avons dû reconnaître, en commençant, qu'elles sont peu estimées. Le manque de soins donnés généralement à leur exécution et que ne peut excuser le bas prix auquel on les livre a produit la déconsidération de ce produit, qui pourrait rendre des services très-sérieux. Ainsi l'agriculture pourrait se procurer, à bon marché, dans l'intérieur des fermes, des distributions d'eau qui économiseraient de dispendieux transports à bras ; des arrosements d'engrais liquides pourraient s'organiser en plein champ, sans avoir à craindre ces vols de robinets qui sont presque habituels dans les parcs des grandes propriétés.

Trop d'applications se présentent pour qu'on entreprenne de les énumérer. Et nous avons assez indiqué que leur réalisation pouvait dépendre de la bonne ou mauvaise exécution de ces instruments, pour n'être pas pressé de dire ce qui a valu à M. Paraud le succès que nous avons déjà mentionné. Après un choix consciencieux du bois qu'il emploie et une bonne exécution, il se préoccupe d'assurer la durée de son produit. Dans cette vue, chaque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cannelle est remplie avec de l'huile de lin qu'il y fait séjourner quelque temps; puis, comme tout est cylindrique dans le canal que doit parcourir le liquide, il y introduit une broche en fer convenablement chauffée.

Dans cette opération son but est double ; d'abord assurer une pénétration plus profonde de l'huile dans le bois, et ensuite produire une légère carbonisation à laquelle ses bonnes inspirations lui font attacher un grand intérêt comme moyen de conservation de la matière. Ce n'est pas la science qui aujourd'hui démentira ses conjectures purement instinctives.

Il a été dit que la parfaite occlusion des cannelles bien exécutées était assurée par la présence d'une garniture en liége, généralement employée dans leur boisseau. M. Paraud y a joint la précaution de fixer cette garniture de manière à ce qu'elle ne pût être entraînée par la rotation de la clef et ne vînt jamais restreindre ou empêcher l'écoulement du liquide. C'est une bonne précaution dont il faut lui tenir compte. Sur d'autres points encore des cannelles de M. Paraud se manifeste son ardente volonté de les perfectionner. Aussi donne-t-il à la clef qui, le plus souvent, est évidée suivant son axe et forme tubulure d'écoulement, une obliquité qui va au devant du goulot de la bouteille à emplir. Dans d'autres, où la clef n'a d'ouverture que transversalement et où le liquide est versé par l'extrémité de la cannelle, il a adapté deux tubulures jumelles toujours en bois; de manière que deux bouteilles peuvent en même temps, s'emplir tout en se succédant pour le renouvellement de chacune.

La question de prix, toujours importante, semble à peine pouvoir être mentionnée ici, tant un simple coup d'œil suffit pour la décider. C'est, en effet, du bois mis en parallèle de valeur avec du cuivre; c'est un travail de bois, si rapide sur le tour, comparé à un travail de métal qui exige fusion et moulage; puis emploi du burin, de la lime, du tour et du rodage : l'un ne saurait donc atteindre le dixième du prix de l'autre.

La constatation des titres de M. Paraud est facile à faire : partout où ses cannelles sont employées on trouve les témoignages les plus vifs, non-seulement de leur qualité, mais encore, car il faut tout rapporter, de leur supériorité, ainsi que s'expriment les industriels consultés, après un usage qui remonte à plus de six années.

Une question générale reste à examiner, c'est celle de savoir jusqu'à quel point la prudence permet de recommander des produits toujours sujets à variations de qualités et ne comportant qu'une faible proportion de cet élément seul invariable, l'idée nouvelle, l'invention; le comité des arts mécaniques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'en est préoccupé, et les circonstances dont est entourée cette présentation lui ont paru mériter, après examen, que les propositions suivantes fussent soumises au Conseil :

1° Approuver le mode de fabrication de M. Paraud, et constater les bonnes qualités des produits qu'il en retire ;

2° Lui remettre 500 exemplaires du présent rapport, comme moyen de répandre la connaissance de ses utiles travaux, cette récompense dépendant de conditions réglementaires auxquelles satisfait cet intéressant industriel ;

3° Insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé AMÉDÉE-DURAND, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 21 *mars* 1866.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un perfectionnement apporté à la* MACHINE A COUDRE, *par* M. JOURNAUX-LEBLOND, *quai Napoléon*, 21, *à Paris*.

Messieurs, les premières tentatives pour substituer une machine à l'action de la main dans la couture paraissent remonter au commencement de ce siècle, vers 1804, si on en juge par un brevet pris par les nommés Thomas Stone et James Henderson. Les moyens de ces inventeurs consistaient dans l'emploi de l'aiguille ordinaire poussée et tirée à travers l'étoffe par des pinces commandées mécaniquement. L'appareil était compliqué, d'un dérangement facile, et ne donnait le résultat que lentement, avec peu de latitude et par conséquent sans avantage ; aussi fut-il complétement abandonné. Josué Heilmann, d'une part, et Thimonier et Ferand, de l'autre, reprirent ce problème et le réalisèrent chacun de leur côté une vingtaine d'années plus tard.

Les caractères de ces inventions encore en usage méritent d'être rappelés. Dans la machine de Josué Heilmann l'aiguille est surtout utilisée à la confection de la broderie. Cette machine parut à l'Exposition de 1834, où elle causa une véritable sensation et valut la décoration de la Légion d'honneur à son auteur. Elle opérait alors avec une centaine d'aiguilles à la fois ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur nombre a été élevé depuis à six cents, en moyenne, par machine. Cette brodeuse automatique était surtout caractérisée par la forme, toute nouvelle alors, de l'organe principal, de l'aiguille ; celle-ci était courte, pointue à ses deux extrémités et percée d'un œil au milieu de sa longueur. Cette modification originale a permis d'obtenir les effets recherchés, par un mouvement de va-et-vient de l'aiguille parallèle à sa direction dans l'épaisseur du tissu. Le déplacement de quantités infiniment petites de celui-ci, la direction convenable des aiguilles pour réaliser les points qui doivent former le dessin et le mode de transmission imprimé aux organes sont connus, et ayant d'ailleurs été décrits, à l'époque, dans le *Bulletin* de notre Société (1), nous n'avons pas à y revenir.

L'invention de MM. Thimonier et Ferand peut être considérée comme le point de départ du système des machines *à crochets*. Elle se fait remarquer, en effet, par la réunion d'un crochet vertical et d'une aiguille courbe horizontale ; ces organes se retrouvent, sauf quelques modifications, dans les machines actuelles. Peut-être même ont-ils été utilisés dès leur apparition plus pratiquement et d'une façon plus importante qu'on ne le pense, car il existait, rue de Sèvres, à Paris, un atelier d'un grand nombre de machines à coudre employées à la confection des habillements militaires. Cette exploitation donna lieu à une émeute, après la révolution de juillet, de la part des ouvriers tailleurs. Malheureusement je n'ai pas de renseignements précis sur le genre de machines employées, sur les causes qui les ont fait abandonner. M. Guillaume Petit, dont la famille était intéressée dans cette affaire et qui m'a confirmé les faits ci-dessus, m'a promis de faire quelques nouvelles recherches à ce sujet. Il est permis de supposer, néanmoins, que les machines de la rue de Sèvres devaient être du système Thimonier, grâce aux perfectionnements que M. Magnin y a apportés, et qui est spécialement utilisé aujourd'hui sous le nom de *couso-brodeur*. Le système des machines à crochets a d'ailleurs été perfectionné par une foule d'inventeurs et de constructeurs connus aujourd'hui dans la spécialité, et entre autres par MM. Hunt, Singer (2), Grover et Baker (3), Journaux-Leblond, etc.

Cependant la couture automatique ne s'est sérieusement propagée qu'à partir de l'époque où la machine dite *à navette* fut connue et perfectionnée,

---

(1) Voir *Bulletin* de 1835, 1re série, t. XXXIV, p. 274.
(2) *id.* de 1860, 2e série, t. VII, p. 341, 343.
(3) *id.* de 1861, 2e série, t. VIII, p. 164.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c'est-à-dire vers 1834. La première machine de ce genre est due à Walter Hunt, mais elle était restée sans usage jusqu'à ce qu'Elias Hove la rendît véritablement pratique par des perfectionnements de détails et des améliorations dans la construction générale. La fortune faite par ce dernier inventeur par suite de la propagation de sa machine, en Amérique d'abord, est presque fabuleuse et mérite d'être citée, ne fût-ce que pour la rareté du fait. Ce système a été perfectionné à son tour par la plupart des constructeurs de machines à coudre.

Quoi qu'il en soit, les nombreuses machines en présence peuvent se résumer actuellement en deux groupes comprenant les machines à crochets d'une part et à navette de l'autre, susceptibles de réaliser automatiquement trois des points fondamentaux exécutés habituellement à la main. Chacun de ces points a des apparences et des qualités particulières. Par *un fil seulement* la machine à crochet réalise la couture dite à *point simple* ou point devant ou de chaînette, ou simplement point de *crochet* facilement défilable. Le point *arrière*, ou *noué* et *indéfilable* est le résultat du même système, mais armé de deux aiguilles et de deux fils, l'une horizontale et courbe, et l'autre verticale comme à l'ordinaire. La couture est caractérisée par une solidité et une élasticité particulières et l'apparence d'une série de points bouclés d'un côté du tissu et piqués de l'autre. La machine à navette, qui fonctionne également avec deux fils, produit une couture moins élastique que la précédente; mais cette infériorité relative est rachetée par une grande économie dans la consommation du fil. Pour coudre le même objet, l'usure du fil par mètre sera de $2^{m},40$ pour une machine à navette, de 4 mètres pour le système à crochet à un fil, et de 6 mètres pour la couseuse à deux fils manœuvrée par les crochets. Aussi la machine à navette est-elle la plus répandue dans le travail courant des tailleurs, des couturières et des ménagères, et les machines à crochets plus spécialement appliquées pour l'ornementation des étoffes, aux broderies, et aussi toutes les fois qu'il s'agit de coudre des surfaces qui ont besoin d'une solidité et d'une élasticité particulières, comme dans les travaux de la sellerie et de la cordonnerie, etc. Les formes et les apparences de la couture variant également avec le système, il arrive parfois qu'un même établissement est obligé de se procurer les diverses machines lors même qu'il n'aurait qu'à les utiliser passagèrement. Afin d'épargner cette dépense anormale à l'industrie dans certains cas, M. Journaux-Leblond, l'un des constructeurs de machines à coudre les plus actifs, a eu l'heureuse idée de combiner un outil pouvant donner à volonté l'une quelconque des trois sortes de points

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exclusivement réalisés jusqu'à présent par deux types de machines, attendu que la machine à crochet à un fil pouvait, dès 1857, être transformée en une machine à deux fils, en substituant un crochet à œil au crochet ordinaire des machines primitives. Pour continuer le progrès dans cette direction M. Journaux-Leblond a songé à réunir les deux types fondamentaux en un seul. A cet effet, il a modifié le mouvement du chariot porte-navette, de manière qu'on puisse remplacer celle-ci par un crochet et lui donner son mouvement propre, malgré la différence de course nécessaire à ces deux organes. L'appareil alimentaire du tissu, le *pied-de-biche*, ainsi que l'aiguille verticale, restent sans changement.

Les transmissions de mouvement sont combinées de façon à imprimer à volonté une course propre et différente aux organes, celle de la navette étant sensiblement plus grande que celle du crochet. Une platine à glissement à poste fixe reçoit le porte-crochet; elle est disposée de manière à n'être nullement affectée pendant le mouvement de la navette et peut, une fois celle-ci enlevée, glisser à la main d'une petite quantité dont l'amplitude est réglée par une encoche ou d'une façon quelconque. Le mouvement du crochet est alors imprimé par l'action d'un butoir ou taquet fixé au-dessous du chariot, qui vient agir sur un ressort dont la tête est terminée sous la forme d'un anneau de clef. Cet anneau reçoit un appendice attaché à la platine porte-crochet; la compression du ressort imprime le mouvement au crochet dans un sens, et sa détente au moment du retour du chariot détermine l'action inverse. Une fois l'idée conçue, il est d'ailleurs possible de la réaliser par des dispositions diverses et de produire à volonté soit les deux points fournis par le système à crochet, soit le travail à la navette. Ces changements, qui réunissent de fait deux machines en une, n'en augmentent pas d'ailleurs très-sensiblement le prix. Il y a donc désormais possibilité de varier le genre de couture avec un seul et même appareil, là où il fallait deux machines jusqu'à présent; cette modification économique peut contribuer, pour sa part, à hâter la propagation des machines à coudre. Quoiqu'elles soient moins répandues en France qu'en Angleterre et en Amérique, elles commencent à prendre une place si importante chez nous, qu'environ 170,000 ouvrières sont préposées à leur usage; leur salaire annuel s'élève à environ 142,800,000, savoir 34,000 mécaniciennes à 4 fr. et 136,000 apprêteuses à 2^{f},50. Par le travail à la main, le même personnel ne gagnait que 41,000,000. La substitution du travail automatique à la couture à la main a donc élevé les profits des couturières de plus de 100 millions par an.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant les machines à coudre sont loin de rendre les services qu'on peut encore en attendre lorsque les progrès entrevus seront réalisés pratiquement, le travail automatique n'effectuant encore que les trois points que nous avons mentionnés précédemment. Malgré de nombreux essais, les points de surjet et de boutonnière, par exemple, n'ont pu encore être exécutés mécaniquement.

Tout ce qui peut stimuler les recherches et contribuer à propager les machines, d'un usage relativement récent, tournant au profit des masses mérite les encouragements de la Société.

M. Journaux-Leblond a réalisé une modification avantageuse; votre comité des arts mécaniques vous propose, en conséquence, de remercier l'auteur de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*.

Signé ALCAN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 4 avril 1866.

STATISTIQUE COMMERCIALE.

RAPPORT *fait par* M. C. LAVOLLÉE, *au nom du comité de commerce, sur une* CARTE *de la* COLONIE DE VICTORIA, *présentée par* M. F. PROESCHEL, *rue du Puits-qui-parle, n°* 6, *à Paris.*

Messieurs, M. Proeschel a soumis à l'examen de la Société d'encouragement une carte de la colonie anglaise de Victoria. Cette carte fait partie d'un atlas consacré à l'Australie. Elle présente non-seulement la description topographique du pays, mais encore des indications statistiques et commerciales, qui ont exigé de longues et patientes recherches. Les travaux de M. F. Proeschel ont déjà obtenu les suffrages les plus autorisés, notamment l'approbation de la Société de géographie de Paris. Nous ne pouvons que nous associer à ces témoignages favorables.

L'Australie, et en particulier la colonie de Victoria, offrent au géographe, au statisticien et à l'économiste une source d'études curieuses et neuves, dont les travaux de M. Proeschel nous donnent une juste idée. Ces travaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'arrêtent à la date de 1858. Nous pouvons les compléter au moyen de chiffres plus récents, qui permettent de suivre jusqu'à ces derniers temps le développement vraiment prodigieux de la colonie de Victoria (1).

La fondation de la colonie remonte à peine à trente ans. En 1846 sa population était de 32,000 habitants. Elle atteignait, en 1863, près de 700,000 âmes.

De 3 millions de francs en 1837, et de 10 millions en 1845, le commerce extérieur (importations et exportations réunies) s'est élevé à 712 millions en 1854, et à 786 millions en 1857. Il était, en 1863, de 663 millions.

Ce progrès extraordinaire est né, vers 1851, de la découverte des mines d'or. La population afflua; la production des mines s'éleva, en 1857, à une valeur de plus de 400 millions de francs. L'élan était donné. D'une colonie qui comptait à peine parmi les nombreux établissements britanniques, l'exploitation minérale a fait l'une des régions les plus prospères du nouveau monde.

Mais ce qu'il importe surtout de noter, c'est que cette richesse, créée par l'abondance du métal, s'est peu à peu transformée, ou plutôt consolidée par la vertu du travail agricole. L'extraction de l'or s'est ralentie : la population tend à s'éloigner des mines; après avoir creusé le sous-sol, elle est remontée à la surface, et là elle a trouvé que la culture assidue et intelligente de la terre lui procurait une plus grande somme de bien-être, de moralité et de liberté.

Voilà l'enseignement que nous donne l'histoire de la colonie de Victoria, et l'on ne saurait trop la mettre en lumière. Le travail agricole, dans les pays neufs, est la plus féconde des mines d'or. Assurément, c'est le métal qui a attiré en Australie les légions d'immigrants, et sans lui cette belle contrée serait peut-être encore à l'état de solitude; mais, si la population immigrante était demeurée exclusivement attachée au travail des mines, si elle n'avait eu d'autre poursuite que celle de l'or, il fût advenu d'elle ce que l'on a vu dans d'autres contrées où la richesse souterraine n'a produit que corruption et misère. Pour la colonie de Victoria, l'or n'a pas été le but unique et immédiat d'une spéculation désordonnée : il a servi de capital pour la culture et pour l'industrie, et il a été fructueusement employé sans s'avilir lui-même et sans avilir ceux qui le dépensaient.

En faisant ressortir ces résultats, l'atlas de M. Proeschel présente un intérêt qui n'est point seulement géographique, ou plutôt il montre à quel point la

(1) Ces chiffres sont puisés dans les *Annales du commerce extérieur*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

science de la géographie, étendant, comme elle en a le droit, ses attributions et son domaine, peut éclairer et servir le commerce et l'industrie. Votre comité de commerce saisit avec empressement cette occasion d'exprimer les sentiments de gratitude que méritent les efforts incessants de la géographie, dont les vaillants pionniers sont aujourd'hui répandus sur tous les points du globe. Il n'y a point de découverte géographique qui ne soit le commencement d'un profit commercial ou industriel. Le géographe ne se borne plus à la description des contrées qu'il visite; il étudie et recueille les productions, il observe les procédés et les mœurs, il rapporte de ses voyages ou de ses recherches les notions multipliées et précises qui instruisent, parfois même étonnent les nations les plus avancées et qui viennent s'ajouter au fonds commun de la science, d'où procède tout progrès. C'est ainsi que les Sociétés de géographie, qui se sont fondées dans la plupart des pays civilisés, ont compris leur mission. Et comment ne point rappeler les services que les deux Sociétés de Paris et de Londres ont rendus et rendent chaque jour aux grands intérêts que notre Société tient à honneur d'encourager? La Société de géographie de Paris, la plus ancienne, a ouvert la voie et elle la poursuit avec un succès d'autant plus méritoire que ses ressources et ses moyens d'action semblent relativement plus limités. La Société de géographie de Londres date de 1830. Elle compte près de 2,000 membres. Ses recettes annuelles atteignent 150,000 francs, et elle possède un fonds de réserve de plus de 200,000 francs. C'est là une magnifique dotation que l'esprit d'association, développé en Angleterre, sait appliquer si utilement au progrès de la géographie, et nous pouvons en apprécier l'emploi par la lecture du volume annuel que publie la Société de Londres et qu'elle veut bien nous adresser pour notre bibliothèque, en échange de notre *Bulletin*.

Votre comité de commerce a la confiance que vous l'approuverez d'avoir, à l'occasion du travail de M. Proeschel, marqué le prix qu'il attache aux études géographiques; il vous propose d'adresser des remercîments à M. Proeschel et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé C. LAVOLLÉE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 21 *mars* 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TRAVAUX HYDRAULIQUES.

NOTE SUR LE RÉSERVOIR DE MÉNILMONTANT POUR RECEVOIR LES EAUX DE LA DHUYS ET DE LA MARNE, PAR M. BAUDE,

Membre du Conseil (1).

Messieurs, j'éprouve quelque embarras, après l'exposé lumineux et concis que vous a fait notre honorable Président (2), de l'ensemble des travaux du réservoir de Ménilmontant, de revenir sur le même sujet : je chercherai à ranimer l'intérêt qu'inspire cet utile et magnifique ouvrage, en entrant dans quelques détails de construction qui ont frappé la commission que vous aviez désignée pour examiner ce grand réceptacle des eaux de la Dhuys d'une part, et des eaux de la Marne dans la partie inférieure.

Vous savez quelle est aujourd'hui là situation de Paris quant à ses eaux d'alimentation et de nettoyage.

En comptant les eaux de la Dhuys et de la Marne pour 55,000 mètres cubes, Paris reçoit, nous ne pouvons pas dire tout à fait consomme, environ 200,000 mètres cubes par jour. Pour une population de 1,700,000 âmes, y compris les étrangers, cela fait 116 litres d'eau par habitant et par jour.

La Dhuys, qui se jette dans le Surmelin, affluent de la Marne, est tout entière amenée à Paris par un aqueduc couvert qui a 2 mètres de hauteur et $1^{m},40$ d'ouverture aux naissances.

Les eaux arrivent sur les hauteurs de Ménilmontant à la cote de $107^{m},85$ au-dessus du niveau de la mer, soit à $82^{m},61$ en contre-haut de l'étiage de la Seine ou du zéro du pont de la Tournelle.

Le réservoir supérieur qui reçoit les eaux de la Dhuys présente une superficie de 2 hectares, et, comme la hauteur d'eau est fixée à 5 mètres, il peut contenir 100,000 mètres cubes d'eau pour la distribution.

En plan, il affecte la forme demi-circulaire, au rayon de 94 mètres de longueur, appuyée, d'ailleurs, sur une partie rectangulaire. Le demi-cercle pré-

(1) Communication faite en séance le 10 janvier 1866.

(2) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 756.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sente sa convexité au coteau, contre lequel il s'appuie à peu de distance du mur de l'enceinte fortifiée. Comme le réservoir est en déblai contre des marnes vertes qui surmontent le terrain gypseux, cette forme présente plus de résistance à la poussée des terres. D'ailleurs, elle contient la plus grande surface sous la plus petite enveloppe.

La nature du sol a rendu nécessaire le creusement ou le déblayement jusqu'au terrain solide. On a profité de cette hauteur disponible pour créer un réservoir inférieur de 32,000 mètres cubes de capacité, destiné à recevoir les eaux de la Marne, élevées par les machines de la dérivation de Saint-Maur. Par le chiffre que nous venons de citer, on voit déjà que toute la partie inférieure du réservoir de la Dhuys n'est pas occupée. Là où le réservoir n'existe pas, on s'est borné à prolonger les piliers de support jusqu'au terrain solide, sans toucher aux marnes vertes qui les enveloppent.

Le réservoir est divisé en deux parties égales et symétriques par un gros mur, suivant le rayon perpendiculaire à la façade du côté de la rue de Vincennes. Ces deux compartiments sont indépendants l'un de l'autre, de sorte qu'on peut réparer l'un en conservant dans l'autre la moitié de la réserve totale.

Une bâche extérieure de distribution des eaux de la Dhuys sert de point de jonction entre la rigole d'amenée et le réservoir. Il y a dans ce réservoir trois soupapes à couronnes, au contact de bronze contre bronze, qui gouvernent trois tuyaux de conduite : deux d'entre eux communiquent avec les compartiments du réservoir ; le troisième traverse le réservoir sans communiquer avec lui et conduit l'eau directement au tuyau de distribution d'aval de 1 mètre de diamètre.

Dans chaque compartiment du réservoir se trouve une bonde de décharge de fond qui permet de vider les eaux dans le réservoir inférieur. On a disposé la surface du radier en pente convergente de 1 millimètre par mètre, de manière à opérer complétement la vidange.

Quant au réservoir de la Marne, on peut écouler ses eaux dans l'égout qui contient les tuyaux de distribution.

Le trop-plein des deux réservoirs est limité à 5 mètres de hauteur au-dessus du fond, au moyen d'un tube vertical qui déverse les eaux dans l'égout de décharge.

Les eaux de la Marne arrivent par deux conduites vers l'origine du quart de cercle de gauche, en se plaçant dans le sens de la distribution. Il y a également deux bondes qui communiquent avec chacun des deux réservoirs inférieurs.

Les piliers de fondation, espacés de 6 mètres d'axe en axe, reposent, comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous l'avons dit, sur un terrain gypseux qui était recouvert d'une épaisseur de 7 à 8 mètres de marnes vertes. On fait supporter à ses pieds-droits, sur le sol de fondation, une pression de 5 kil. à 5 kil. 1/2, le réservoir supérieur étant rempli d'eau à la hauteur de 5 mètres.

On a donné au mur de pourtour du réservoir de la Dhuys $1^m,70$ d'épaisseur. Ces murs sont raccordés avec le radier par des solins de 2 mètres de rayon. Des chaînes de fer, de $0^m,04$ d'épaisseur de maillon, relient toute la maçonnerie de pourtour; elles y sont encastrées et fixées par des tirants de $0^m,70$ environ de profondeur.

Les voûtes d'arête du réservoir inférieur ont $0^m,40$ d'épaisseur à la clef.

Dans le réservoir supérieur, la couverture est formée par des voûtes de deux rangs de briquettes superposées qui forment aussi voûte d'arête. Elles ont une flèche de $0^m,60$, et leur épaisseur totale n'est pas de plus de $0^m,075$; elles n'ont, d'ailleurs, à supporter qu'une épaisseur de terre gazonnée de $0^m,50$ à $0^m,60$. On a donné une légère inclinaison à la couverture vers le centre du réservoir, de manière à déverser les eaux pluviales par un tuyau de conduite vertical dans le réservoir inférieur.

Le mur de face du réservoir est épaulé par des terres en forme de talus, de telle sorte que l'aspect architectural de ce monument d'utilité publique est tout intérieur. Nous pouvons dire, d'ailleurs, qu'à l'instant où nous parlons il a déjà disparu, puisque les eaux de la Dhuys ont envahi cette vaste enceinte où des torches allumées nous permettaient, il y a cinq jours, d'admirer la simplicité de ces belles constructions, qui tirent leur caractère de beauté de leur utilité grandiose.

Il n'y a de pierre de taille ni dans le corps des maçonneries ni dans les arêtes, et, si nous la voyons figurer dans la série de prix générale que nous citerons plus bas, c'est uniquement dans des parties où viennent s'encastrer le bronze ou la fonte.

Les éléments de prix des matières qui entrent particulièrement dans le réservoir de Ménilmontant sont les suivants :

Maçonnerie de béton, à 1 partie de chaux et 10 parties de gros sable pour régalage des fondations.	13,50
Maçonnerie de moellon avec mortier, à 1 de chaux hydraulique et 3 de sable.	21,50
Maçonnerie de meulière, à 2 de chaux et 5 de sable.	24,00
Maçonnerie de moellon de roche, dans les parties supérieures à la fondation, à 1 de chaux et 3 de sable.	21,50
Maçonnerie de meulière ordinaire, à 2 de sable et 5 de chaux.	24,00
Maçonnerie de meulière, à 1 de ciment de Vassy et 3 de sable.	34,00

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pierre de taille de roche d'Euville.	98,00
Taille de roche dure, au mètre superficiel.	7,50
Le mètre superficiel de maçonnerie smillée, de 0,30 de queue.	12,00
Enduit avec rocaillage de 0,03 d'épaisseur à mortier de 1/2 de ciment et 1/2 de sable fin.	3,75
Maçonnerie en brique de Bourgogne.	66,00

Tous les enduits ont été exécutés en ciment de Vassy, dit ciment Gariel. Dans les ouvrages destinés à contenir de l'eau, réservoirs ou citernes, il est très-important d'avoir des surfaces lisses qui ne soient point susceptibles d'altération. Si les parois s'épaufrent, l'eau, si peu chargée de matières qu'elle puisse être, dépose dans ces cavités, et le nettoyage devient difficile quand le réservoir est mis en vidange.

Le ciment de Vassy est de nature à remplir toutes ces conditions. Nous rappelons ici sa composition chimique :

Chaux.	56 parties.
Protoxyde de fer.	13,7 —
Magnésie.	1,1 —
Silice.	21,2 —
Alumine.	6,9 —
Perte.	0,5 —
	100,0 —

Sa densité, comprimée dans les barriques de livraison, est de 1,25, et si, à Paris, il coûte 67 fr. 50 au lieu de 37 fr. 50, prix de fabrique, ce prix élevé est bien compensé par les avantages qu'il présente dans un revêtement sur les meilleurs enduits en chaux hydraulique.

Le cube des terrassements de déblais enlevés a été de 200,000 mètres. On a mis en place 70,000 mètres cubes de maçonnerie. On estime la dépense totale, d'après la situation avancée des règlements de compte, à 3,700,000 fr.; cela fait revenir à 28 fr. l'emmagasinage du mètre cube d'eau.

Nous ne parlerons pas de l'excellente qualité des eaux de la Dhuys ; elles présentent, dans les conduites d'amenée et dans le réservoir de droite à moitié rempli, une belle couleur bleue, et nous déclarons leur saveur excellente, après avoir bu un verre d'eau puisée dans la bâche extérieure des soupapes du réservoir.

L'étranger qui voudra faire une excursion sur les hauteurs de Ménilmontant n'aura pas seulement à admirer le beau point de vue qu'on y découvre; grâce à un escalier qui descend dans le réservoir inférieur enveloppé par une tourelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en maçonnerie qui le défend des eaux, on pourra voir la nappe des eaux de la Marne du compartiment de droite, et juger en plan, et un peu en élévation, à travers les ouvertures des voûtes, de la disposition du beau travail projeté et construit par M. Huet, ingénieur des ponts et chaussées, sous la direction de M. Belgrand. La ville de Paris avait confié l'exécution du réservoir à MM. Garnuchot et Loroque.

Les travaux ont été exécutés dans une période de deux années. Cette célérité, due en grande partie à l'activité des entrepreneurs, n'a nui en rien à la perfection des ouvrages : beaucoup d'entre vous, Messieurs, ont pu s'en convaincre dans l'examen de détail qu'ils ont pu faire, grâce à la parfaite complaisance et à l'accueil empressé de MM. les ingénieurs Belgrand et Huet. Nous saisissons cette occasion pour leur adresser tous nos remercîments au nom du Conseil de la Société.

La régularité d'un service de distribution est assurée en raison de la grandeur du réservoir qui emmagasine les eaux : elles y déposent, d'ailleurs, les matières qu'elles peuvent avoir en suspension ; à l'abri de l'action solaire, elles n'y développent, en s'y reposant, aucun germe végétal pouvant altérer leur pureté. Le réservoir de Ménilmontant est donc vraiment un monument d'utilité publique. Il est le plus vaste de Paris, puisque ceux qui en approchent le plus en capacité, c'est-à-dire ceux de Passy et de Belleville, ne contiennent que 40 et 36,000 mètres cubes d'eau; même en songeant aux thermes de Caracalla et de Dioclétien, il nous semble digne des Romains restés encore nos maîtres en fait d'aménagement des eaux dans les grandes cités.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 334 REPRÉSENTANT LE RÉSERVOIR DE MÉNILMONTANT.

Fig. 1. Section verticale partielle suivant la ligne XY de la figure 3.

Fig. 2. Autre section verticale partielle suivant la ligne WZ de la figure 3.

Fig. 3. Plans coupés aux naissances du réservoir inférieur (partie gauche de la figure) et du réservoir supérieur (partie droite).

Fig. 4. Section verticale perpendiculaire à l'axe de l'aqueduc d'amenée des eaux de la Dhuys.

Fig. 5. Section verticale, suivant l'axe de la conduite, d'un des robinets à vanne à fermeture métallique (bronze) du système Herdevin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 6. Autre section verticale dans un plan perpendiculaire à celui de figure 5.
Fig. 7. Vue en dessus correspondant à la figure 5.
a, conduite de distribution directe des eaux de la Dhuys (fig. 3).
b, *b*, déversoirs (réservoir supérieur).
c, *c*, distributions (eaux de la Dhuys).
d, *d*, conduite d'arrivée des eaux de la Marne.
e, *e*, déversoirs pour le réservoir inférieur (eaux de la Marne).
f, *f*, distribution des eaux de la Marne.
g, déversoir de trop-plein du réservoir supérieur (eaux de la Dhuys).
h, déversoir de trop-plein du réservoir inférieur.
i, décharges de fond (réservoir supérieur).
j, décharges de fond (réservoir inférieur).
k, communication entre les deux compartiments du réservoir supérieur.
l, communication entre les deux compartiments du réservoir inférieur.

(M.)

INDUSTRIE SUCRIÈRE.

NOTE SUR LES FABRIQUES DE SUCRE DE BARBERY ET DE BEAURAIN, PRÈS SENLIS, PAR M. ADOLPHE DAILLY,

Membre du comité d'agriculture (1).

Messieurs, je mets sous les yeux de la Société un échantillon de sucre en grain fabriqué dans l'usine de Beaurain, près de Senlis, en janvier dernier.

MM. Perrier, Possoz, Cail et comp. avaient invité la Société impériale et centrale d'agriculture et la Société d'encouragement à venir visiter les deux usines de Barbery et de Beaurain, dirigées par M. F. Lallouette, dans lesquelles il est fait application de leurs procédés brevetés de purification des jus sucrés par l'emploi, plusieurs fois répété, de la chaux et de l'acide carbonique.

J'ai, le 7 janvier dernier, visité ces deux usines avec mon confrère de la Société impériale et centrale d'agriculture, M. Heuzé. Nous avons trouvé ces deux importants établissements, où ensemble, par jour, il est employé 400 ouvriers et où il est râpé 400,000 kilog. de betteraves, parfaitement organisés.

(1) Note lue en séance du Conseil le 7 février 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Rousseau a, il y a plus de quinze ans, pris un brevet pour traiter le jus de betteraves par l'acide carbonique après la défécation. MM. Perrier, Possoz, Cail et comp. ont reconnu qu'il y avait avantage à modifier le procédé indiqué par M. Rousseau : 1° en introduisant la chaux dans le jus de betteraves avant son arrivée dans la chaudière à déféquer, et lorsqu'il est encore froid ; 2° en ne décantant pas le liquide trouble qui se forme dans la chaudière à déféquer, avant d'y faire passer un courant d'acide carbonique; et 3° en répétant plusieurs fois le traitement du jus de betteraves par la chaux et l'acide carbonique; et ils ont pris un brevet pour l'application de leur procédé, qui permet, suivant eux, de faire économie de noir animal et rend plus facile la cuite du sucre en grain.

L'emploi du procédé de purification de MM. Perrier, Possoz, Cail et comp. donne lieu à une production abondante de carbonate de chaux imprégné de jus sucré qui serait devenue un grave embarras avec les anciennes presses à écumes; mais ils ont très-heureusement substitué à ces presses, dans l'usine de Beaurain, les nouveaux filtres-presses Danèk importés dernièrement d'Allemagne, dans lesquels le transport et la pression des carbonates sont opérés par la vapeur d'une manière très-simple et très-expéditive, dans des cadres en fer, séparés entre eux par une toile que l'on peut très-facilement, par un simple tour de manivelle, rapprocher ou écarter les unes des autres lorsque l'on veut les remplir ou les vider.

L'usine de Beaurain a coûté, à établir, 700,000 fr. Son outillage est des plus parfaits : on y voit des chaudières tubulaires; un four qui produit à la fois de la chaux et de l'acide carbonique; un refroidisseur composé de plusieurs étages de fagots pour abaisser la température des eaux de condensation et les faire constamment servir à nouveau pour les besoins de l'usine; l'élévateur de M. Joly pour monter les betteraves à la râpe; les ensacheurs de pulpes mécaniques; des appareils à triple effet pour le rapprochement et la cuite des jus sucrés et des turbines servant à claircer rapidement le sucre obtenu en grain.

On arrive, à Beaurain, à vaporiser 10 kilog. d'eau avec 1 kilog. de charbon, et l'on espère brûler seulement, cette année, 140 kilog. de charbon par sac de 100 kilog. de sucre en grain obtenu.

M. Lallouette paye aux cultivateurs les betteraves 18 fr. les 1,000 kilog., et il leur livre les pulpes pressées au prix de 10 fr. les 1,000 kilog. Ces prix peuvent être considérés comme avantageux pour les cultivateurs.

Il y a, pour l'établissement d'une sucrerie, à prendre en grande considération la faculté plus ou moins grande que peuvent avoir à produire des betteraves

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

riches en sucre les terres où elles doivent être cultivées. Les sols calcaires sont généralement favorables à la formation du sucre. Les terres des environs de Senlis ont été reconnues être très-propres à fournir des betteraves d'une grande richesse en sucre. M. Lallouette compte obtenir, cette année, dans ses usines de Barbery et de Beaurain, environ, en sucre, 7 1/2 pour 100 du poids des betteraves.

Il est bon de dire que la richesse des betteraves, en sucre, a été, cette année, tout à fait exceptionnelle.

A Barbery, dans les quatre premiers exercices de fabrication, le rendement moyen des betteraves des récoltes de 1861, 1862, 1863, 1864 a été seulement de 6,43 pour 100 de sucre, dont 4,37 pour 100 en sucre en grain de premier jet, 1,55 pour 100 en sucre de second jet, et 0,51 pour 100 de sucre de troisième jet. Elles ont, en plus, fourni 3,51 pour 100 de mélasse et 19,89 pour 100 de pulpe.

Par 1,000 de betteraves, il a été, à Barbery, dans ces quatre exercices, usé $0^{hect},0068$ de noir animal, et il a été brûlé $113^{k},93$ de houille, en moyenne, dans les générateurs; soit, $1^{k},78$ de houille par kilogramme de sucre produit.

En vingt-quatre heures, dans l'usine seule de Beaurain où, au moment de notre visite, 200 ouvriers étaient occupés à l'extraction du sucre de 200,000 kilog. de betteraves, il était, environ, fait, pour la purification des jus, emploi de 5 mètres cubes de chaux et de 30 hectolitres de noir animal. Il était brûlé, pour la cuisson de la chaux, 30 hectolitres de coke de gaz.

Le noir animal, qui est soumis à la révivification dans un four continu, peut constamment venir de nouveau servir à la décoloration des jus; on a à subir seulement, à chaque révivification, un léger déchet sur sa quantité.

Les sucres en grain sont livrés au commerce avec un écart d'à peu près 13 fr. par 100 kilog. en plus du prix de la bonne quatrième; ils pouvaient être vendus environ $1^{f},03$ le kilog. Au moment où nous avons visité les usines de Beaurain et de Barbery, le sucre raffiné valait alors $1^{f},30$ le kilog.; le sucre en grain pouvait donc présenter, pour le consommateur, sur le sucre raffiné, une économie de $0^{f},27$ par kilogramme.

M. Lallouette nous a dit que les raffineurs emploient le sucre en grain pour claircer leurs pains de sucre, et que les confiseurs en font aussi un assez grand usage; mais il ne paraît pas être entré encore beaucoup dans la consommation ménagère.

En faisant cuire comparativement jusqu'au filet : 1° 30 grammes de sucre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en grain avec 60 grammes d'eau et 30 grammes de sucre raffiné avec 60 grammes d'eau, j'ai remarqué, en examinant les deux échantillons refroidis, que le sucre en grain donnait un sucre fondu coloré en brun, tandis que le sucre raffiné donnait un sucre fondu très-blanc ; je crois pouvoir en conclure que le sucre en grain, malgré tout l'éclat qu'il présente, contient encore des impuretés qui peuvent expliquer la difficulté qu'il éprouve à prendre, dans la consommation ménagère, la place des sucres raffinés.

La cuite en grain n'est possible qu'avec des appareils fort dispendieux, qui peuvent difficilement être appliqués dans des fermes où l'on aurait à convertir en sucre seulement les betteraves qui y seraient récoltées. Aux grandes usines paraît donc seulement devoir appartenir la production du sucre en grain.

A côté de ce sucre, qui ne peut encore complétement faire disparaître la nécessité du raffinage, place doit pouvoir rester aussi aux sucres bruts, et peut-être verrons-nous couronner de succès les efforts en ce moment tentés pour leur fabrication dans la ferme.

C'est, en général, en augmentant la quantité des produits fabriqués que l'on arrive à diminuer leur prix de revient; mais l'économie à faire sur les transports, lorsque l'on peut, sur place, traiter une matière première aussi lourde, eu égard à son prix, que l'est la betterave, doit pouvoir de ce côté donner, dans quelques situations, un certain avantage à la petite industrie.

La culture de la betterave présente, pour l'agriculture d'une grande partie de la France, tant d'intérêt, qu'il est, pour lui voir prendre de nouveaux développements, fort à souhaiter qu'il puisse y avoir possibilité de fabriquer économiquement le sucre, à la fois pour la grande et pour la petite industrie.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

RAPPORT AU SÉNAT SUR LA LOI PORTANT INSTITUTION D'UN PRIX DE 50,000 FRANCS POUR UNE NOUVELLE APPLICATION ÉCONOMIQUE DE LA PILE DE VOLTA, PAR M. DUMAS, SÉNATEUR.

« Messieurs les sénateurs, la lumière, la chaleur sont des forces qui agissent à la surface de la terre indépendamment de l'action de l'homme. Si, depuis le commencement du siècle, il a appris à mieux régler leur maniement, à les produire par des méthodes nouvelles et à les utiliser avec économie, le soleil, les volcans et la combustion du bois les avait offertes à son admiration, à sa méditation et à ses besoins dès les premiers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

âges de son apparition sur la terre. Il ne lui a pas été donné, même jusqu'ici, de surpasser en intensité les grandes manifestations naturelles et primitives de la lumière et de la chaleur, la radiation solaire et la combustion.

« L'électricité des orages, le tonnerre et les éclairs étaient aussi des signes éclatants et redoutés d'une force cachée et terrible que l'homme avait dès longtemps appris à envisager avec effroi. Mais, tandis que le premier homme, à son premier jour, avait joui des bienfaits de la lumière et de la chaleur, c'est de notre temps seulement que l'électricité, à son tour, a été mise à la disposition et au service de l'humanité.

« C'est que le pur empirisme pouvait suffire pour accommoder aux besoins de l'espèce humaine la lumière et la chaleur, car leurs effets sur les corps se produisent directement et sans intermédiaire. L'électricité que les phénomènes naturels développent ne pouvait, au contraire, être recueillie, accumulée, dirigée que par des artifices et des agents dont l'invention exigeait le concours de l'art d'observer, de la méthode de raisonnement en usage dans les sciences, et l'appui d'une foule d'industries modernes, mettant à la disposition de l'expérimentateur leurs produits, leurs procédés et leurs appareils.

« C'est ainsi que l'intervalle a été bien long, entre Thalès, découvrant, six cents ans avant Jésus-Christ, que l'ambre jaune attire les corps légers après avoir été frottée, et l'an 1730, époque où Grey et Wheeler faisaient voir qu'il est des corps qui livrent passage à l'électricité, qu'il en est d'autres qui le lui refusent, et ouvraient ainsi à cette force la carrière scientifique qu'elle parcourt avec tant de rapidité maintenant.

« Le siècle dernier, témoin enthousiaste des travaux de Franklin sur l'électricité atmosphérique, ne se doutait pas que l'étude des phénomènes électriques susciterait, de nos jours, des applications tellement imprévues et si splendides, qu'on en viendrait à reléguer presque parmi les curiosités de la science cette assimilation de l'électricité et de la foudre qu'il avait applaudie comme l'œuvre audacieuse d'un nouveau Prométhée.

« De ce grand spectacle des orages et de l'explication scientifique des causes et des effets du tonnerre, qui paraissaient mettre à la disposition de l'homme des forces d'une énergie sans égale, il n'est rien resté de pratique, cependant, si ce n'est l'art de mettre à l'abri de la foudre les édifices qu'elle menace de ses coups.

« Au contraire, une expérience puérile en apparence, qu'un obscur physicien, Sulzer, publiait, il y a cent ans, grandissant de conséquence en conséquence, est devenue, avec celle de Galvani, le point de départ des plus merveilleuses découvertes que la science ait jamais accomplies. Deux pièces de métaux différents, se touchant par un de leurs bords, entre lesquels on glisse la langue humide après avoir fermé les yeux, donnent, tout d'un coup et à la fois, la sensation d'une saveur piquante et celle d'une commotion lumineuse.

« Voilà l'humble source d'électricité que Volta, pareil à Newton s'élevant de la chute d'une pomme aux lois de la gravitation universelle, parvint à féconder et d'où il fit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surgir la pile qui porte son nom : instrument à l'aide duquel, par l'emploi de plaques de métal plus étendues, par un choix de métaux très-inégalement altérables et de liquides doués d'une action chimique énergique, on a mis entre les mains du savant et de l'industriel un moyen d'engendrer l'électricité, continu dans son action, sans limite dans sa puissance, inépuisable dans la variété de ses effets.

« Non point, assurément, qu'à l'époque où Volta plaçait sous les yeux de l'Institut l'instrument qu'il avait construit on fût autorisé à en prédire les destinées. Quand on ne tient pas compte des idées scientifiques de Napoléon Ier, on ne peut comprendre même son intérêt profond pour l'œuvre de Volta, son assiduité à toutes les séances de la classe des sciences où elle fut exposée et discutée, la proposition qu'il fit immédiatement de lui voter une médaille d'or et les décisions rapides par lesquelles il attribuait 6,000 francs à l'inventeur de la pile, 3,000 francs, chaque année, à l'auteur de la meilleure expérience galvanique, et 60,000 francs « à celui qui ferait faire à l'électri-« cité et au galvanisme, par ses expériences et ses découvertes, un pas comparable à « celui qu'avaient fait faire à ces sciences Franklin et Volta; mon but spécial étant « d'encourager, écrit-il, et de fixer l'attention des physiciens sur cette partie de la « physique, qui est, à mon sens, le chemin des grandes découvertes. »

« Mais, Napoléon Ier, nous le savons par les compagnons illustres dans les sciences dont il s'était entouré pendant la campagne d'Égypte, avant que la révolution lui eût ouvert d'autres voies, songeait à faire pour les phénomènes moléculaires ce que Newton avait fait pour les phénomènes célestes. Dans tout l'éclat de sa puissance et de sa gloire, il exprimait même, non sans vivacité, le regret d'avoir été privé de cette autre puissance et de cette autre gloire que lui promettait dans l'étude de la nature le gouvernement des forces et des matières du monde moléculaire, ce que, dans son langage imagé, il appelait le monde des détails, qu'il opposait avec prédilection au monde des masses, assujetties aux lois de la mécanique céleste.

« Lorsque Napoléon Ier devinait les destinées du sucre de betterave et celles de la filature mécanique du lin, il pouvait être excité ou inspiré par une grande nécessité politique. Il faut reconnaître que ses pressentiments, en ce qui concerne l'avenir réservé à la pile de Volta, empruntaient leur admirable justesse à ces instincts profonds et désintéressés du génie, qui caractérisent dans l'étude des sciences pures tous les grands inventeurs. D'autres ont pu penser comme lui, en 1802, que l'électricité et le galvanisme étaient le chemin des grandes découvertes; mais il est le seul qui l'ait proclamé avec cette énergie et cette persévérance qui supposent une conviction absolue et réfléchie.

« Les découvertes successives par lesquelles nous avons vu : Davy, en Angleterre, faire connaître la lumière électrique et l'irrésistible pouvoir de décomposition de la pile; OErstedt, en Danemark, démontrer l'action réciproque et l'identité de l'électricité en mouvement et du magnétisme; Ampère, découvrir par la plus admirable analyse les lois qui régissent l'électricité dynamique; Arago, signaler les premiers phénomènes d'induction; Faraday, en développer les inépuisables conséquences, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ruhmkorff, dont le nom ne dépare pas cette liste illustre, résumer, pour ainsi dire, toutes les découvertes de ses prédécesseurs dans la construction de l'appareil formidable auquel la science reconnaissante a donné son nom, et qui est chaque jour l'occasion ou l'agent d'un progrès nouveau ; ces éclatantes inventions et tout ce qui en est découlé, n'ont-elles pas donné cent fois raison à la déclaration hardie de Napoléon Ier : C'est le chemin des grandes découvertes?

« Cependant ces travaux immenses laissaient sans réponse une question obscure que l'on avait envisagée, pendant longtemps, comme presque insoluble et dont chacun ajournait l'étude. D'où provient cette électricité que développent deux métaux qui se touchent, et qu'on réunit par un drap mouillé d'eau salée? Les uns disaient : C'est le fait du contact des deux métaux. Erreur comparable à celle du mouvement perpétuel. Les autres, et ils avaient raison, y voyaient le résultat d'une action chimique subie par l'un des métaux et ne s'étonnaient pas que l'action chimique, qui produit la lumière et la chaleur dans la combustion vive des corps, devînt aussi une source d'électricité.

« Les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* pour 1843 renferment une lettre, datée du fort de Ham, où le Prince qui devait porter le nom de Napoléon III développe et démontre cette dernière doctrine. Arago, à qui la lettre était adressée, sous réserve des travaux de M. Becquerel, signale la netteté des raisonnements et des résultats qu'elle renferme comme faite pour achever la conviction des esprits encore incertains.

« Il est naturel qu'en mémoire des pensées de Napoléon Ier et des études qui l'avaient consolé lui-même dans les épreuves de la vie, l'Empereur Napoléon III ait consacré à son tour, par un grand prix de 50,000 francs, l'intérêt que les progrès de l'électricité lui inspirent.

« Mais, tandis que Napoléon Ier s'adressait à la théorie et en provoquait les études et les découvertes en lui donnant comme modèles Franklin et Volta, Napoléon III, en présence d'une science plus avancée et qui a fait ses preuves, s'adresse à la pratique et lui demande de nouvelles applications de la pile.

« Fondé le 23 février 1852, pour être décerné après cinq ans, le prix Napoléon III, après une prorogation du concours en 1858, a été accordé en 1864 à M. Ruhmkorff, ouvrier jadis, aujourd'hui constructeur habile et désintéressé, que les savants trouvent toujours prêt à les aider dans leurs recherches les plus délicates et à qui revient l'honneur d'avoir donné sa dernière forme au puissant appareil d'induction qui porte son nom, d'avoir fait reconnaître son incontestable supériorité et d'avoir assuré son universelle adoption.

« La loi soumise à l'approbation du Sénat a pour objet l'ouverture d'un nouveau concours, qui sera jugé dans cinq ans; un prix de 50,000 francs sera décerné à l'auteur de la plus utile application de la pile de Volta.

« Quelles applications n'y a-t-il pas lieu d'espérer encore, en effet, d'une force qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

offre à l'industrie, comme source de chaleur, le moyen de produire instantanément des températures qui, près de l'appareil, sont d'une telle intensité, que les substances les plus réfractaires fondent ou se volatilisent tout à coup, que le diamant est réduit en charbon sur-le-champ ; des températures qui, loin de l'appareil, à plusieurs kilomètres de distance, sont capables d'enflammer la poudre et de faire sauter sans péril ces mines prodigieuses que l'art des déblais ignorait, que le génie et l'artillerie ne connaissaient pas non plus dans la disposition de leurs moyens de destruction. Mais tout n'est pas fini. La chaleur électrique est jusqu'à présent trop chère à produire. Elle n'est applicable que pour certains effets où la dépense constitue un élément négligeable.

« L'électricité présente également cette double propriété de fournir instantanément, à distance et à volonté, une vive lumière sur un point déterminé, ou bien de produire à proximité de la source un foyer lumineux d'un grand éclat, capable de rivaliser avec les plus énergiques appareils d'éclairage. L'Administration française des phares, qui a mis l'électricité à l'étude sous ce rapport, en a obtenu des résultats inespérés, la lumière électrique s'étant montrée à la fois la plus puissante et la moins coûteuse de toutes les lumières. Tout n'est pas fini cependant. La lumière rouge produite par la flamme de l'huile qui brûle jouit d'une faculté que la lumière plus blanche du foyer électrique ne possède pas encore au même degré ; elle porte peut-être plus loin et elle perce mieux les brumes. A moyenne distance et par un temps clair, la supériorité de la lumière électrique est incontestable, évidente ; par le brouillard ou au loin, vers les limites de leur portée, la lumière des lampes semble regagner un peu sur elle. De plus, autant il est facile de trouver des employés capables de comprendre le mécanisme d'une lampe à huile et d'en assurer le jeu sur les points les plus isolés de nos côtes, autant il est difficile de placer à côté de chaque phare un surveillant en état de se rendre compte des causes qui peuvent modifier ou suspendre la production et le service d'une force aussi mystérieuse que l'électricité, dont le nom a pu passer dans le langage populaire, mais dont le maniement reste encore du domaine de la science, malgré l'admirable simplicité des appareils soumis par l'industrie au jugement de l'Administration des phares.

« Les arts chimiques ont trouvé dans l'électricité un agent d'une souplesse singulière. D'une réunion confuse de composés divers il soutire les éléments et surtout les métaux, les classe par catégories, les porte sur le point où l'on veut les amener, et les y dépose, en l'état qu'il appartenait seulement au feu de leur donner, avec l'éclat ou la densité qu'ils empruntent d'ordinaire à l'action du marteau ou à celle des plus puissants laminoirs, sous les formes, enfin, que la main de l'artiste le plus habile ait jamais inventées, et que l'électricité reproduit, copie et respecte avec la fidélité la plus scrupuleuse, mettant ainsi à la portée de toutes les fortunes l'œuvre même du génie dans sa pureté, dans sa force et dans son originalité.

« La galvanoplastie, l'argenture et la dorure électriques constituent des emplois populaires de l'électricité, au sujet desquels, par un singulier contraste, nous sommes forcés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de constater que c'est de l'étranger que sont venues les idées, et que c'est la France qui, les mettant en œuvre, en a fait des industries profitables et vivaces. Le contraire a lieu d'ordinaire; la France fournit les élèves, et l'application s'en prépare ailleurs. Pour le cas, c'est une sorte d'infériorité de la science française qu'elle ne saurait accepter longtemps et qui veut une revanche.

« Mais c'est surtout quand il s'agit d'électro-chimie qu'il convient de proclamer que tout n'est pas fini. A ce point de rencontre des deux pouvoirs qui exercent l'empire le plus direct sur les éléments, la force électrique et la force chimique, il semble que se trouvent réunies toutes les solutions pour tous les problèmes de l'industrie humaine. L'indifférence des savants pour les applications et l'ignorance des ateliers à l'égard des théories de l'électricité qui pourraient leur servir de guide, sont les seules causes de notre impuissance relative.

« L'électricité ouvre aussi à la mécanique un champ tout nouveau. Ceux qui ont voulu y trouver une force capable de détrôner la vapeur se sont égarés. L'électricité sera, pendant longtemps encore, une force trop coûteuse pour recevoir aucun emploi direct. Mais, quand il s'agit soit de mettre en mouvement une machine ou l'un de ses organes, soit de leur imprimer un temps d'arrêt à un moment précis, principes auxquels ont eu recours les inventeurs de la plupart des mécanismes télégraphiques, l'électricité seule est capable d'agir à de grandes distances, d'obéir au commandement avec une docilité instantanée ou de produire l'effet voulu à l'heure dite, avec une précision qui tient du prodige.

« Non loin de ce palais, il existe une manufacture ou plutôt un musée, consacré au service des applications de l'électricité, par un artiste éminent, ancien élève de l'École polytechnique, M. Froment, enlevé trop tôt à la science et au pays. Parmi les appareils d'une délicatesse infinie que l'électricité, à qui est réservée, pour ainsi dire, l'administration des ateliers, se charge de gouverner, il en est un qui trace, à l'aide d'une pointe de diamant, sur des plaques de verre, des divisions correctes, invisibles pour l'œil, d'un millième de millimètre chacune. Nous trouvant réunis à Londres à l'occasion de l'Exposition, M. Froment, au milieu d'une séance, tire sa montre, l'observe et nous dit : « Il est midi moins dix secondes; à l'ordre de la pendule de mon cabinet, « à Paris, mon diviseur entre en mouvement; le diamant trace cinq traits en l'air « pour se mettre en train et pour réchauffer les huiles des jointures de ses supports; « il trace cinq traits inutiles sur la plaque de verre pour s'assurer qu'il y mord; il « l'avance jusqu'à la place où doit commencer son travail; il trace ses traits définitifs, « court pour les millièmes de millimètre, plus longs de cinq en cinq, un peu plus « longs encore de dix en dix; il en a tracé cinq cents. Il a fini sa tâche et reste en « place, la pointe en l'air, prêt à recommencer; mais, à son tour, il marque à la « pendule midi trente secondes, pour qu'en revenant à Paris le maître puisse s'assurer « que son esclave électrique lui a scrupuleusement obéi. »

« Ceux d'entre nous qui ont eu la curiosité de vérifier ces étranges assertions et de les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contrôler, en les reproduisant eux-mêmes, les ont trouvées de la plus parfaite exactitude.

« L'électricité enfin a été mise au service de l'art de guérir, tantôt comme caustique, procurant l'action circonscrite et locale d'un métal incandescent, pénétrant sans danger dans les organes profonds, tantôt comme excitant propre à ramener la vie engourdie dans les nerfs et dans les muscles.

« Mais qu'il y a loin de cette intervention bornée, timide et souvent équivoque de l'électricité dans l'explication des phénomènes de la vie ou dans l'art d'en modifier les perturbations, à ces espérances audacieuses du commencement du siècle : le secret de la vie était trouvé, disait-on, l'électricité, c'était le principe même de la vie.

« L'électricité, sans doute, fait toujours contracter les muscles, plier les membres, dilater ou fermer les yeux, ouvrir la bouche et soulever la poitrine; elle rétablit le jeu du poumon; elle donne à la face humaine, à volonté, l'expression de tous les sentiments et de toutes les passions. Tant que la vie n'est pas entièrement éteinte, elle en excite, elle en rétablit les manifestations mécaniques; mais, devant la mort, elle demeure impuissante, et la matière froide et inerte du cadavre cesse de lui obéir.

« Messieurs les sénateurs, l'électricité est une force ignorée des anciens, à peine connue avant le siècle dernier, dont nos contemporains seuls ont su découvrir les applications utiles.

« Elle se produit par des moyens mystérieux; elle s'emmagasine, se transporte et s'emploie par des procédés qui échappent au vulgaire; elle est née de l'effort de la science et elle a gardé le cachet de son origine.

« Cependant les arts chimiques, l'éclairage, la production des températures élevées, les arts mécaniques, la médecine même, y ont trouvé un auxiliaire merveilleux et en attendent des services nouveaux.

« La pensée de Napoléon I^er^ plane sur ses débuts dans le monde des sciences, et celle de Napoléon III sur l'établissement définitif de sa doctrine; elle n'a rien à attendre de l'empirisme et elle a tout à demander à la théorie.

« Votre commission, qui n'a rien trouvé dans la loi soumise à la sanction du Sénat, qui puisse s'opposer à sa promulgation, et qui a l'honneur de vous proposer de le déclarer par votre vote, pense qu'il ne lui est pas interdit d'exprimer, en terminant, le vœu que le prix soit encore une fois remporté et que l'industrie française, à qui l'électricité s'est montrée si profitable, s'enrichisse ainsi d'un nouvel élément de prospérité. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉRICICULTURE.

ÉTUDES CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LES VERS A SOIE, PAR M. E. PELIGOT.

« Dans un travail que je poursuis depuis longtemps et dont j'ai publié la première partie en 1853 et un autre fragment en 1858, je me suis proposé d'étudier avec la balance les différents phénomènes qui président à la vie et aux métamorphoses du ver à soie.

« Une certaine quantité d'œufs de vers à soie étant donnée, déterminer leur composition ainsi que celle des larves qu'un poids égal des mêmes œufs fournit à l'éclosion; nourrir ces larves, dans les conditions des éducations ordinaires, avec des feuilles de mûrier pesées; déterminer la composition des feuilles données, des feuilles laissées, des vers et de leurs excréments; faire la même recherche en ce qui concerne la chrysalide et le papillon; en un mot, établir la statique chimique du ver à soie, depuis sa sortie de l'œuf jusqu'à sa mort, tel est le problème que je me suis proposé de résoudre.

« Je dois avouer qu'en abordant ces questions je m'étais laissé séduire trop facilement par leur apparente simplicité. Il m'avait semblé que, si nos moyens actuels d'investigation peuvent utilement servir à aborder le problème de la vie animale, c'est en les appliquant à l'étude des conditions de développement d'un être pris sur les derniers degrés de l'échelle zoologique, n'acceptant qu'une seule substance alimentaire, la feuille du mûrier, et dont toutes les fonctions s'accomplissent, pour ainsi dire, à la même place. Mais, en réalité, si la détermination des corps élémentaires, le carbone, l'hydrogène, l'azote, l'oxygène (ainsi que celle des substances minérales) mis en jeu dans une éducation de vers à soie, ne présente pas de difficultés bien sérieuses, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de rechercher les principes immédiats qui préexistent dans la feuille du mûrier et qui sont transportés ou modifiés, soit dans l'insecte sous ses différentes formes, soit dans les déjections qui accompagnent ses métamorphoses. Les moyens que nous possédons actuellement pour opérer la séparation de chacune des substances qui constituent une feuille d'arbre ou un insecte sont encore beaucoup trop imparfaits pour qu'une pareille étude puisse être conduite à bonne fin. L'emploi des dissolvants, qui est la seule méthode qu'on puisse tenter aujourd'hui, n'a généralement d'autre résultat que de réunir en un certain nombre de groupes des corps doués de propriétés plus ou moins analogues. Isoler chacun de ces corps de manière à en effectuer le dosage exact, surtout en présence de la quantité de matière,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours fort limitée, dont dispose l'opérateur, est un problème dont la solution reste encore à trouver.

« Une difficulté d'un autre ordre résulte des accidents qui accompagnent le développement de tous les êtres vivants, accidents auxquels, plus que tous les autres, les vers à soie ont, depuis une dizaine d'années, payé un large tribut. Alors même qu'il ne s'agit que de déterminer le poids des substances élémentaires qui concourent à une éducation pesée, cette recherche n'est possible qu'autant que cette éducation, continuée pendant plusieurs semaines, en évitant toute erreur de pesée, s'est accomplie sans qu'aucun ver ait été distrait par la maladie ou par une autre cause. La saison qui permet ce genre d'étude est tellement circonscrite, que, si l'une de ces causes de perturbation se présente, c'est à l'année suivante qu'il faut remettre la suite ou la vérification d'une expérience commencée. Aussi, bien que je n'aie pas cessé de poursuivre ce travail depuis que je l'ai commencé en 1845, je suis loin de considérer ma tâche comme accomplie, et je suis encore fort éloigné du but que je me proposais d'atteindre.

« Néanmoins, dans la première partie de ces études, je me suis efforcé d'établir quel est le partage des substances minérales contenues dans la feuille de mûrier entre les différents produits d'une éducation de vers à soie. Dans ce but, on a soumis à l'incinération un poids de feuilles égal à celui qui est distribué aux vers : le poids et l'analyse de ces cendres, comparés au poids et à l'analyse des cendres laissées tant par les vers que par leur litière et par leurs déjections, conduisent à cette conclusion, que, au point de vue de la répartition des matières minérales que la feuille de mûrier a empruntées au sol, l'insecte accomplit un travail incessant d'élimination qui a pour résultat d'écarter peu à peu, sous forme de déjections de nature variée, les substances qui ne servent pas à son développement ou celles qui s'y trouvent en quantité excédante, en s'appropriant et en conservant les matières que semble réclamer la reproduction de son espèce et qu'on retrouve dans l'œuf, but final de son existence. Ainsi, en ce qui concerne les produits minéraux, les substances éliminées, et qui existent, par conséquent, en plus grande quantité dans les litières que dans les feuilles distribuées, sont la silice, le sulfate et le carbonate de chaux : celles que les larves s'approprient, qu'on retrouve dans leurs tissus, dans la chrysalide, dans le papillon, ainsi que dans les œufs, sont l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie. Ce sont ces mêmes éléments, qu'on peut appeler organisateurs par excellence, qu'on rencontre dans toutes les semences, dans les œufs comme dans les graines. J'ai montré que, sous le rapport des produits inorganiques, les cendres d'un œuf de ver à soie présentent la plus grande analogie avec les cendres d'un grain de blé; les mêmes éléments s'y rencontrent, non pas exactement dans les mêmes rapports, quoique la différence ne soit pas considérable, mais en offrant tout au moins entre eux les mêmes relations numériques. Ainsi, après l'acide phosphorique, qui prédomine toujours, arrive la potasse,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puis la magnésie que les semences renferment en bien plus grande quantité que la chaux.

« Ces résultats, en ce qui concerne le transport de l'acide phosphorique, de la potasse et de la magnésie dans la graine et dans les parties qui l'avoisinent, ont été, depuis la publication de mon travail, confirmés par plusieurs observateurs.

« Je me suis proposé, dans le présent travail, de faire, pour la répartition des matières organiques, ce que j'ai fait antérieurement pour celle des substances minérales.

« Ce problème peut être abordé de deux manières.

« La composition de la feuille de mûrier étant préalablement déterminée sous le rapport des différents principes immédiats qu'elle renferme, on peut chercher à suivre, dans les larves et dans leurs déjections, dans les chrysalides et dans les papillons, le transport de ces matières ou les modifications qu'elles éprouvent sous l'influence des fonctions vitales de l'insecte.

« A défaut de cette solution rigoureuse et définitive, à laquelle je ne prétends pas arriver quant à présent, la question peut en recevoir une, pour ainsi dire, préliminaire. Celle-ci offre un intérêt d'autant plus grand qu'elle peut être généralisée et étendue à une partie considérable du règne animal.

« Les éducations ont été conduites comme celles qui avaient pour objet d'établir la répartition des substances minérales.

« Deux lots de vers à soie, de même origine et de même âge, sont pesés exactement. L'un des lots est soumis à la dessiccation et est analysé de manière à donner la composition élémentaire des vers mis en expérience, c'est-à-dire le poids du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxygène et des matières minérales qu'il renferme, poids qu'il faudra retrancher de celui des vers nourris. L'autre lot reçoit, pendant la durée de son existence, des feuilles de mûrier pesées. On conserve, lors de chaque pesée, un poids de feuilles égal à celui qu'on distribue aux vers. En équilibrant les deux plateaux de la balance avec les mêmes feuilles, sans s'inquiéter de leur poids absolu, on fait ces pesées d'une façon rapide et comparative.

« Les feuilles conservées sont abandonnées à la dessiccation spontanée, dans les mêmes conditions de température et de surfaces exposées à l'air que les feuilles distribuées aux vers. Il en est de même de la litière, dont on sépare soigneusement les déjections. L'expérience terminée, on pèse chacun des produits qu'on a préalablement desséchés dans les mêmes conditions, soit dans le vide sec à la température ordinaire, soit à l'étuve à 110 degrés.

« La composition de ces divers produits est déterminée par les procédés ordinaires de l'analyse organique.

« Comme la composition de la feuille de mûrier, qui est le point de départ de cette recherche, varie notablement avec l'espèce à laquelle l'arbre appartient, avec la nature

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du terrain, avec l'âge des feuilles, etc., il importe de prendre les précautions les plus minutieuses pour se placer dans des conditions aussi comparatives que possible.

« Mes expériences ont été faites avec des feuilles de mûriers sauvages provenant d'un terrain calcaire à Sèvres. Ces feuilles sont beaucoup plus riches en matières azotées que les feuilles de mûrier greffé dont on fait généralement usage dans le Midi. J'ai eu plusieurs fois l'occasion de constater que les éducations faites simultanément, avec les mêmes graines, réussissaient mieux chez moi que dans diverses localités du Midi. C'est ainsi que j'ai pu conserver la belle race de vers à soie de M. André Jean deux ans après sa disparition complète des magnaneries du Languedoc et de la Touraine. Je ne saurais dire si ces résultats doivent être attribués au peu d'importance de mes éducations, ou bien à la nature différente des feuilles employées. Je reviendrai sur ces questions dans une autre partie de mon travail.

« Je donnerai d'abord les résultats d'une éducation faite en 1851, éducation dont j'ai donné les éléments dans la première partie de ces études.

« Expérience n° 1. Le poids des feuilles données aux vers, déterminé à l'état sec, comme celui des autres produits, a été de. 265gr,00

Les produits obtenus pesaient :

	gr.	
Vers.	20,16	
Litière.	136,00	254,16
Déjections.	98,00	
Différence en moins.		10,84

« Cette perte, qu'on retrouve dans toutes ces expériences, est due essentiellement à l'acide carbonique produit par la respiration des vers.

« Dans le tableau qui suit, on a attribué aux feuilles laissées, à la litière, la même composition qu'aux feuilles distribuées.

Tableau n° 1.

Composition en centièmes.

	Feuilles.	Vers.	Déjections.
Carbone.	43,73	48,10	42,00
Hydrogène.	5,91	7,00	5,75
Azote.	3,32	9,60	2,31
Oxygène.	35,44	26,30	36,14
Matières minérales.	11,60	9,00	13,80
	100,00	100,00	100,00

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« En calculant le poids de chacun de ces éléments contenus dans les feuilles et dans les produits de l'éducation qui en dérivent, on obtient les nombres suivants :

TABLEAU N° 2.

	Feuilles.	Vers.	Déjections.	Litière.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Carbone.	115,88	9,69	41,16	59,47
Hydrogène.	15,66	1,41	5,62	8,03
Azote.	8,79	1,93	2,26	4,51
Oxygène.	93,81	5,30	35,41	48,19
Matières minérales.	30,70	1,81	13,52	15,77
	264,84	20,14	97,97	135,97

« Le tableau n° 1 permet d'établir que le résultat de l'éducation est de transporter dans l'insecte une partie de la matière azotée contenue dans les feuilles, celle-ci étant en même temps plus riche en carbone et en hydrogène que l'ensemble des matières organiques que ces feuilles contiennent. Comme conséquence, les déjections sont relativement pauvres en azote, riches en substances minérales. Comme elles proviennent d'une sorte de combustion, elles contiennent plus d'oxygène que les vers et même que les feuilles.

« Il faut, d'ailleurs, remarquer que l'éducation ayant été terminée, de même que celles qui suivent, avant que les vers aient accompli les dernières phases de leur développement comme larves, avant leur maturité, pendant qu'ils mangeaient encore, les écarts de composition sont beaucoup moins grands que si les vers avaient été pris au moment où ils commencent à faire leur cocon; à cette époque de leur existence, après qu'ils se sont dépouillés des déjections qui constituent la plus forte partie de leur poids, ils contiennent 12 à 14 pour 100 d'azote.

« En comparant, au moyen des nombres inscrits au tableau n° 2, la composition des feuilles à celle des produits de l'éducation, c'est-à-dire des vers, des déjections et de la litière, on voit qu'en ce qui concerne les éléments organiques les produits de l'éducation présentent, par rapport aux feuilles consommées, une perte ainsi répartie :

	gr.
Carbone.	5,56
Hydrogène.	0,60
Azote.	0,09
Oxygène.	4,91
Perte totale.	11,16

« Le carbone, qui entre dans ce déficit pour la part la plus forte, disparaît sous forme d'acide carbonique par la respiration des vers. Quant aux autres éléments, avant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de discuter les conséquences qu'on peut tirer de ces analyses, il importe d'établir que le sens des résultats qu'elles ont fournis est constant. Aussi, avant d'entamer cette discussion, je crois devoir choisir, parmi les expériences très-nombreuses que j'ai faites, celles qui me paraissent avoir été exécutées dans les meilleures conditions.

« Je donne dans mon Mémoire les détails de deux éducations (*expériences* 2 et 3) faites l'une en 1859, l'autre en 1861.

« Dans les éducations pesées que j'ai faites pendant ces deux dernières années, j'ai cherché à écarter diverses causes d'erreur que l'expérience m'avait successivement fait connaître.

« L'une de ces causes consiste dans l'incertitude que présente le dosage du carbone dans les matières organiques lorsqu'elles se trouvent associées à des substances minérales, celles-ci laissant par la combustion une partie de la potasse et de la chaux à l'état de carbonates.

« Dans les expériences précédentes, j'avais été conduit à restituer par le calcul à la matière organique le carbone contenu dans les cendres. Celles-ci sont préparées à une température peu élevée; avant d'être pesées, elles sont mouillées avec une dissolution saturée de carbonate d'ammoniaque et fortement desséchées. Le carbone s'y trouve sous deux formes : à l'état libre et à l'état de carbonates alcalins et terreux. On le détermine par les méthodes qui sont décrites dans la première partie de mon travail.

« Dans ces dernières expériences, tout en suivant les mêmes procédés pour le dosage des substances minérales, dosage dont l'exactitude importe essentiellement à la détermination par différence de la quantité d'oxygène contenue dans ces produits, j'ai obtenu directement tout le carbone qu'elles renfermaient, en substituant à l'oxyde de cuivre dont on se sert habituellement un mélange de bichromate de potasse fondu et d'acide stannique calciné. Des expériences préalables, notamment l'analyse du bitartrate de potasse, m'avaient permis de constater les avantages de cette substitution.

« De plus, la composition des feuilles qui restent comme litière peut ne pas être exactement la même que celle des feuilles gardées. Le ver consomme les parties les plus tendres de la feuille; il en laisse les nervures, qui renferment moins de matière azotée. Il convient donc de ne pas attribuer à la litière la même composition qu'aux feuilles consommées, ainsi que cela a été fait dans les premières expériences, à moins que cette identité ne résulte de l'analyse séparée de chacun de ces produits.

« Enfin les feuilles d'une même branche d'arbre offrent une composition différente, selon qu'on les prend au sommet ou à la base de la branche; il est donc utile, à chaque pesée, de former chacun des lots avec des feuilles alternatives détachées du même rameau.

« Expérience n° 4. *Éducation faite en* 1865. — Les vers provenaient de la graine du Japon que la Société d'acclimatation m'avait remise sur la demande de mon savant collègue, M. de Quatrefages. Ces vers, très-petits, ont fourni des cocons bien confor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

més, d'un vert jaunâtre, qui ne pesaient, en moyenne, que 5 ou 6 décigrammes. Cette graine était de très-bonne qualité, car aucun ver n'a été distrait par la maladie.

« Voici les données de l'expérience :

« Feuilles données (desséchées à la température ordinaire dans le vide sec, en même temps que les produits de l'éducation). . . . . gr. 23,750

	gr.	
Vers.	3,356	
Litière.	8,712	22,173
Déjections.	10,105	
Perte par la respiration.		1,577

« L'analyse élémentaire a donné :

	Feuilles.	Litière.	Vers.	Déjections.
Carbone.	41,87	41,71	45,27	39,85
Hydrogène.	5,99	6,22	6,74	5,34
Azote.	3,95	3,84	8,74	3,18
Oxygène.	35,33	35,37	29,86	34,73
Matières minérales.	12,86	12,86	9,39	16,90
	100,00	100,00	100,00	100,00

« Ce qui donne la répartition suivante :

	Feuilles.	Vers.	Déjections.	Litière.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Carbone.	9,944	1,473	4,026	3,633
Hydrogène.	1,422	0,219	0,539	0,541
Azote.	0,938	0,284	0,321	0,334
Oxygène.	8,392	0,975	3,512	3,088
Matières minérales.	3,054	0,305	1,707	1,116
	23,750	3,256	10,105	8,712

« La perte se compose de :

	gr.
Carbone.	0,812
Hydrogène.	0,123
Oxygène.	0,817
	1,752

« Il y a un excédant de 0gr,074 pour les matières minérales et de 0gr,001 seulement pour l'azote.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Enfin deux autres éducations pesées ont été faites l'année dernière et cette année, dans le seul but de rechercher la relation qui existe entre l'azote contenu dans les feuilles données et l'azote renfermé dans les produits de l'éducation.

« Je me bornerai à en indiquer sommairement les résultats.

« Expérience n° 5. *Éducation faite en* 1864.

	gr.
Feuilles données.	55,921

« Produits obtenus :

	gr.	Azote pour 100.	Poids de l'azote. gr.
Vers.	4,377	8,98	0,384
Litière.	40,260	4,34	1,747
Déjections. . . .	9,270	3,44	0,318
Azote de l'éducation.			2,449

« Les feuilles contenaient pour 100 parties 4,40, et, pour le poids indiqué ci-dessus, 2gr,460.

« En conséquence, la perte d'azote a été de 0gr,011 seulement.

« Expérience n° 6. *Éducation faite en* 1865.

	gr.
Feuilles données.	149,12

« Elles contiennent 4,0 d'azote pour 100, soit 5gr,964.

« Les produits sont :

	gr.	Azote pour 100.	Poids de l'azote. gr.
Vers.	14,550	10,00	1,455
Litière.	78,726	3,72	2,928
Déjections.	48,044	3,27	1,572
Azote de l'éducation.			5,955

« La différence en moins est donc de 0gr,009.

« En résumant ces expériences et en laissant de côté le carbone dont la diminution dans les produits des éducations doit être attribuée à la respiration des vers, on voit que la quantité d'azote contenue dans ces insectes, dans leurs déjections et dans leur litière est sensiblement égale à la quantité que renfermaient les feuilles qui les ont alimentés.

« C'est ce qui ressort de l'inspection des nombres qui suivent :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

		gr.
Expérience n° 1.	Azote en moins. . . .	0,090
Expérience n° 2.	Azote en excès.. . . .	0,130
Expérience n° 3.	Azote en excès.. . . .	0,040
Expérience n° 4.	Azote en excès.. . . .	0,001
Expérience n° 5.	Azote en moins. . . .	0,011
Expérience n° 6.	Azote en moins. . . .	0,009

« Les différences des dernières expériences sont tellement petites, qu'elles sont renfermées dans les limites d'erreur que comportent soit nos procédés d'investigation, soit leur interprétation numérique. Ces nombres, en effet, sont déduits d'expériences qui exigent pour chacune plusieurs centaines de pesées, et les procédés d'analyse qui les ont fournis sont loin d'offrir toutes les garanties de précision désirables. Tels qu'ils sont, et aussi en raison d'autres expériences qui ont donné des résultats analogues, je me crois autorisé à en tirer cette conclusion : *que le ver à soie à l'état de larve vit et se développe sans exhaler de l'azote et sans en emprunter à l'air.*

« Cette conclusion ne s'accorde pas avec l'opinion généralement admise par les physiologistes, que pendant la vie des animaux il y a exhalaison d'azote; mais, si disposé qu'on soit à considérer les phénomènes de la vie matérielle comme étant les mêmes chez tous les animaux, on ne peut méconnaître combien sont différentes les conditions dans lesquelles se trouvaient les observateurs éminents qui, depuis Dulong, se sont occupés de ces questions, et celles dans lesquelles je m'étais placé. Je me suis, à la vérité, ménagé cet avantage de pouvoir analyser tous les produits d'une éducation, *en y comprenant l'animal lui-même*, et en opérant, sinon sur la totalité des produits, au moins sur une partie dont l'homogénéité comme composition était évidente. Néanmoins les résultats qu'a fournis une chenille, dont le développement suit une progression tellement rapide, qu'un ver qui pèse, en sortant de son œuf, 1/2 milligramme atteint en trente jours un poids qui dépasse souvent 2 grammes, c'est-à-dire augmente de poids, dans ce court espace de temps, dans le rapport de 1 à 4,000; ces résultats, dis-je, peuvent n'être pas comparables à ceux qui ont été fournis par des animaux pris à l'état adulte, soumis à la ration d'entretien et appartenant aux classes supérieures des espèces zoologiques, les mammifères et les oiseaux.

« J'arrive maintenant à la perte de l'hydrogène et de l'oxygène, perte qui ressort de la comparaison des quantités de ces éléments contenues dans les feuilles et de celles retrouvées dans les produits de l'éducation.

« Cette perte est représentée comme il suit :

		gr.
Expérience n° 1.	Hydrogène.	0,60
	Oxygène.	4,91
Expérience n° 2.	Hydrogène.	0,41
	Oxygène.	3,14
Expérience n° 3.	Hydrogène.	0,13
	Oxygène.	0,92

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

		gr.
Expérience n° 4.	Hydrogène.	0,123
	Oxygène.	0,817

« Ces quantités sont évidemment trop fortes pour être attribuées à des erreurs d'observation ; mais il suffit de comparer la perte de l'hydrogène à la perte toujours beaucoup plus considérable de l'oxygène, pour voir que, le poids du premier de ces éléments étant représenté par 1, celui de l'oxygène est sensiblement représenté par 8; en d'autres termes, que la respiration ou la nutrition du ver à soie amène la disparition, sous forme d'eau, d'une partie de la substance alimentaire qu'il consomme.

« En conséquence, *il ne paraît pas que pendant le développement de cet insecte il y ait exhalaison d'hydrogène.* La feuille qu'il consomme présente, à la vérité, l'hydrogène et l'oxygène dans des rapports beaucoup plus rapprochés de ceux de la composition de l'eau que les aliments qui servent aux animaux de classes supérieures, notamment que les matières grasses, qui, relativement très-riches en hydrogène, existent dans ces aliments en proportion plus ou moins considérable.

« Ce n'est, d'ailleurs, qu'avec beaucoup de réserve que je présente cette déduction de mon travail. En effet, si la fixation de la perte d'hydrogène ne présente pas de difficulté sérieuse, il n'en est pas de même à l'égard de l'oxygène qui ne peut se déduire que par différence, chacun des autres éléments étant préalablement déterminé. Comme toutes les erreurs d'observation qui ne se compensent pas s'accumulent sur ce résidu, on comprend que, tout en considérant comme probable le résultat que je viens d'énoncer, je ne doive le soumettre aux physiologistes qu'avec hésitation et avec le désir de le voir contrôlé par des expériences ultérieures.

« En résumé, les conclusions que je crois pouvoir tirer de cette partie de mes études sur les vers à soie sont les suivantes :

« 1° Le développement des larves se fait par le transport et l'assimilation d'une partie de la matière azotée contenue dans la feuille de mûrier. Comme la composition chimique et probablement la structure anatomique sont sensiblement les mêmes au commencement et à la fin de l'éducation, dans le ver naissant et dans le ver arrivé à maturité, les phénomènes de la nutrition sont également les mêmes pendant les diverses phases de l'accroissement des larves.

« 2° L'analyse des éducations pesées permet de constater une déperdition considérable de carbone, servant à produire l'acide carbonique qu'on trouve dans l'air expiré par l'insecte. Cette quantité d'acide carbonique est telle, que, pour fixer 100 parties de carbone qu'il emprunte aux feuilles, le ver en consomme 40 à 50 autres parties qui, par la respiration, se transforment en acide carbonique. Dans leur beau travail sur les produits gazeux de la respiration, MM. Regnault et Reiset ont déjà fait cette remarque que la respiration du ver à soie est beaucoup plus active que celle de la plupart des animaux sur lesquels ils ont expérimenté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 3° Il ne paraît pas qu'il y ait exhalaison ou fixation d'azote pendant le développement des vers à soie.

« 4° La perte d'hydrogène, constatée par les analyses, semble correspondre à une perte d'oxygène telle, qu'on peut admettre qu'une portion notable de la substance alimentaire disparaît pendant la nutrition, sous forme d'eau. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

CHEMINS DE FER.

RAPPORT SUR LE CHEMIN DE FER PROPOSÉ PAR MM. BRASSEY ET COMPAGNIE POUR LA TRAVERSÉE DU MONT-CENIS ET L'AMÉLIORATION DES COMMUNICATIONS AVEC L'ITALIE, L'ÉGYPTE ET L'ORIENT, ADRESSÉ AU SECRÉTAIRE DU MINISTÈRE DU COMMERCE (BOARD OF TRADE), PAR M. LE CAPITAINE TYLER (*du Corps royal du génie*) (1).

J'ai l'honneur d'informer les lords du Board of Trade que, conformément aux instructions renfermées dans la dépêche qui m'a été adressée le 4 février 1865, je me suis rendu au Mont-Cenis et ai assisté aux essais relatés dans la lettre du 18 juin de la même année de M. Fell à sir Charles Wood, sur le chemin de fer expérimental qui a été établi sur le côté français de la montagne. Je viens maintenant rendre compte du résultat des expériences faites jusqu'à ce jour et donner mon opinion à cet égard.

Il y a actuellement entre Saint-Michel et Suze une interruption de 47,6 milles anglais (77 kilomètres) dans les communications par chemin de fer de la France à l'Italie. Le temps accordé aux diligences, en vertu de leurs traités, pour faire ce trajet, est de 9 heures en été et de 10 heures 1/2 en hiver. Le passage de la montagne, qui commence du côté de la France à la hauteur de Lanslebourg, se fait par une excellente route de 9 à 10 mètres de largeur (c'est-à-dire 30 ou 32 pieds anglais), présentant une pente moyenne de 1/13 (0,077); mais le service est fort contrarié pendant l'hiver par la neige. Dans certains cas, il y a de grands dangers à courir par suite de la chute des avalanches et de la difficulté de diriger les lourdes diligences sur la neige et la glace à

(1) Le mode de traction et d'enrayage, décrit dans ce rapport, n'est autre que celui qui a été communiqué à l'Académie des sciences par M. le baron Séguier, dans la séance du 18 décembre 1843. Ce système a été breveté, en Angleterre, le 3 juillet 1845, et placé par son auteur, le 12 décembre 1846, sous le haut patronage de la Société royale d'Édimbourg, dont il est membre honoraire. Le procès-verbal de la séance du 11 janvier 1847 de cette Société royale mentionne que les membres les plus compétents *estiment que la méthode du baron Séguier est celle qui, jusqu'ici, leur a paru la plus parfaite* pour monter et descendre les pentes rapides en chemin de fer. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la descente. Le service est alors fait par des traîneaux et, dans ce cas, la durée du trajet est incertaine, car elle dépend complétement de l'état du temps.

Le grand souterrain des Alpes, comme Leurs Seigneuries le savent, est en voie de construction entre Modane et Bardonnèche et doit avoir pour résultat de rendre plus rapide et plus sûre la traversée de la montagne.

Le souterrain doit avoir une longueur totale de 12,220 mètres (soit 7 milles 593). Je profitai de l'occasion pour le visiter et je trouvai que les fronts d'attaque étaient à l'avancement de 2,011 mètres du côté de Modane et à 2,700 mètres du côté de Bardonnèche, laissant encore 7,509 mètres à percer (environ 4 2/3 milles anglais).

Les machines perforatrices du souterrain, ingénieuses créations de MM. Sommellier, Grandis et Grattoni, sont mues par l'air comprimé à la pression de 5 atmosphères, au moyen de roues hydrauliques situées dans la vallée inférieure et éloignées d'environ 1 mille 1/2 (2,400 mètres) des machines. L'avancement s'obtient à la manière ordinaire par des explosions successives de poudre, dès que les trous, qui ont 3 pieds environ de profondeur, ont été percés dans le roc et bourrés (1).

Pour donner une idée de ce qu'est ce travail, je dirai que, au moment de ma visite, une force de 400 chevaux, développée par les cinq roues hydrauliques de Modane, était employée à transmettre seulement 27 chevaux de force aux neuf perforatrices et à produire en même temps une ventilation très-imparfaite dans le souterrain, excepté toutefois dans l'endroit où les machines perforatrices travaillent. J'ajouterai que l'on a dépensé plus de 200,000 francs à l'établissement de réservoirs à air, destinés à contenir la provision nécessaire au travail d'une demi-journée dans le souterrain. Ces réservoirs se remplissent dans les intervalles de temps pendant lesquels les machines à perforer la roche ne travaillent pas.

En se basant sur la vitesse à laquelle on a marché jusqu'ici et sur la nature probable de la roche, on ne peut pas supposer, même en ne tenant pas compte des difficultés extraordinaires de ventilation et de celles causées par l'eau, qui peuvent se rencontrer, que le souterrain puisse être terminé avant sept ou huit ans. Il y a aussi d'autres travaux, comprenant plusieurs souterrains, à exécuter pour les abords du souterrain principal. L'exécution de ces travaux demandera elle-même encore bien des années.

Dans ces circonstances, M. J. B. Fell a proposé aux gouvernements français et italien, au nom de MM. Brassey et comp., de construire un chemin de fer sur le Mont-Cenis, entre Saint-Michel et Suze, destiné à servir en attendant l'achèvement du grand souterrain et de ses abords.

M. Fell n'a demandé de subvention à aucun des deux gouvernements, car la Compagnie dont il fait partie compte tirer de ce travail, indépendamment de l'amortisse-

(1) Voir, pour les détails relatifs à ces travaux, le *Bulletin* de 1863, 2e série, t. X, p. 98.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment et de l'intérêt du capital dépensé, des bénéfices importants pendant le temps qui s'écoulera jusqu'à l'achèvement du souterrain. Les tarifs suivants ont été accordés provisoirement par les gouvernements intéressés pour toute la période de la concession :

Par voyageur, coupé.		27 fr.
—	première classe.	25 —
—	deuxième classe.	22 —
—	troisième classe.	18 —

Par tonne de marchandise :

Grande vitesse.	77 fr.
Petite vitesse.	40 —
Marchandises hors classe	de 20 à 30 —

Mais les pentes étaient telles qu'elles ne pouvaient être franchies par aucune locomotive du système ordinaire, c'est-à-dire ne prenant que par son poids l'adhérence nécessaire entre les roues et les rails. On pensa que le meilleur moyen d'obtenir l'adhérence supplémentaire serait de ressusciter un système breveté depuis longtemps, mais jamais appliqué, qui consiste à poser entre les deux rails ordinaires un troisième rail sur lequel agissent des roues horizontales disposées sous la machine. En conséquence, une locomotive fut construite d'après un des nombreux dessins brevetés et décrits par M. Fell; elle avait deux paires de roues horizontales, ainsi que deux paires de roues verticales. Une ligne d'essai de 800 yards (720 mètres) fut posée dans le Derbyshire, sur le *Cromford and High-Peak Railway* avec la permission et le concours de la compagnie du *London and North Western Railway*. La voie avait 3 pieds 7 pouces 5/8 (1^m,10); il y avait 180 yards (167 mètres) de ligne droite, combinés avec une pente de 1/135 (0,074) et 150 yards (130 mètres) de courbes ayant un rayon de 2 *chains* 1/2 à 3 *chains* 1/2 (50 à 70 mètres) sur une pente de 1/12 (0,083). Le troisième rail de cette voie était posé à plat à 7 pouces 1/12 (0,187) au-dessus du niveau des deux rails ordinaires, afin de pouvoir être serré par les deux roues horizontales de la machine. Pendant le cours des essais, qui eurent lieu du mois de septembre 1863 au mois de février 1864, la première machine construite, travaillant avec une pression de 120 livres par pouce carré (8 atmosphères), put toujours remorquer uue charge de 24 tonnes sur les pentes et dans les courbes dont nous venons de donner le détail. Le maximum de charge qu'elle ait pu traîner a été de 30 tonnes.

Les cylindres extérieurs qui agissaient sur les 4 roues verticales, dont la charge s'élevait à 16 tonnes quand la machine avait tous les approvisionnements au complet, ne pouvaient remorquer avec la machine qu'un waggon de 7 tonnes (brut); l'aide des cylindres intérieurs, agissant sur les roues horizontales, dont la pression sur le rail central s'élevait à 12 tonnes, permettait à la machine de remorquer 24 tonnes le même jour et dans les mêmes conditions. Les cylindres intérieurs travaillant seuls réussissaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à faire passer la machine seule dans les courbes, ce qui équivalait à la traction d'une charge d'environ 17 tonnes; les cylindres extérieurs pouvaient, comme nous l'avons dit, en remorquer 23. Ces deux nombres sont sensiblement proportionnels aux pressions respectives appliquées aux roues verticales d'une part et horizontales de l'autre.

Comme j'aurai occasion de décrire cette machine en détail ci-après, avec les perfectionnements qui y ont été apportés depuis, j'ajouterai seulement ici que les expériences du *High-Peak Railway* ont été tellement satisfaisantes, qu'il fut décidé, avec la permission du gouvernement français et pour son édification, qu'on les répéterait sur une échelle plus étendue, sur la route du Mont-Cenis. Déjà, en effet, le gouvernement italien avait accordé la concession de la route, pour la partie méridionale de la montagne, à la condition que la concession serait obtenue du gouvernement français pour la partie française. Le gouvernement français, à son tour, promit cette concession, après quelques pourparlers et quelques délais, à la condition que le système serait démontré praticable.

La ligne d'essai qui a été construite sur le Mont-Cenis est située entre Lanslebourg et le sommet. Elle commence à la hauteur de 1,622 mètres au-dessus du niveau de la mer et se termine à une élévation de 1,773 mètres. Elle a près de 2 kilomètres ou 1 mille et 1/4 de longueur; la pente moyenne sur toute cette longuenr est de 1/13 (0,077), la pente maximum étant de 1/12 (0,083). Elle passe autour d'un angle aigu formé par la route et réunissant deux zigzags de la rampe, avec une courbe d'un rayon de 40 mètres environ. Excepté en cet endroit, elle est placée sur le côté extérieur de la route occupant une largeur de 3 mètres 1/2 à 4 mètres, et réservant 5 mètres au moins de libres pour la circulation sur la route.

La portion qui reste de la route paraît être parfaitement suffisante pour le trafic actuel. Les diligences et les autres véhicules ne traversent pas la montagne avec plus de difficulté qu'auparavant, et ils ont de plus la sécurité donnée par la clôture du chemin de fer, qui s'interpose entre la route et le précipice. On n'a pas rencontré de difficulté sérieuse à faire circuler une locomotive si près de la route et, comme ce sont toujours les mêmes chevaux et mulets qui font le service de la montagne, ils seront tous les jours plus habitués au passage des trains. Pendant trois mois de circulation, aucun accident ne paraît être arrivé. Le mouvement sur la route sera nécessairement beaucoup plus faible après l'ouverture du chemin de fer. Il n'y a donc aucun doute que la portion restante ne suffise alors amplement à tous les besoins.

Cette ligne d'essai a été à dessein construite sur le point le plus difficile de la partie de la route où l'on se propose de laisser la voie non couverte, et elle a été éprouvée complétement relativement aux difficultés provenant de la neige, par les très-mauvais temps qui ont régné dans la première partie de l'année 1865. On pouvait à peine s'attendre à un aussi bon résultat. L'adhérence s'est trouvée, en hiver, meilleure que celle sur laquelle on peut compter en été. Quand la neige a été enlevée des rails dans les mauvais temps, elle les laisse secs et dans de bonnes conditions, tandis que la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poussière de la route, surtout quand elle est mélangée d'eau, les rend relativement gras et glissants.

Cette voie est posée à l'écartement de 1m,10 (3 pieds 7 pouces 5/8), en rails prêtés par la Compagnie du chemin de fer Victor-Emmanuel; ces rails sont à deux champignons inégaux et pèsent environ 36 kilog. par mètre courant. Les rails extérieurs sont éclissés aux joints et supportés par des coussinets en fonte, chevillés à la manière ordinaire sur des traverses en bois espacées d'environ 1 mètre. A part les fortes pentes et les courbes raides, la seule particularité que présente cette voie consiste dans l'addition d'un rail central (du même profil que les rails extérieurs) et qui est posé à plat dans l'intervalle des deux autres et à une hauteur de 7 pouces 1/2 (0,187) au-dessus de leur niveau. Ce rail est porté par des coussinets (les uns en fer, les autres en fonte); ceux de joint pèsent 10 kilog., les intermédiaires 8 kilog.

Ces coussinets ont été posés à l'écartement de 6 pieds (1m,80) dans les parties droites, et de 2 à 3 pieds (0m,60 à 0m,90) dans les courbes; les joints du rail central ne sont pas encore pourvus d'éclisses; mais on se propose de les éclisser et, sur la voie définitive, d'espacer les coussinets de 3 pieds (0m,90) dans les parties droites et de 1 pied 6 pouces (0m,45) dans les courbes; de plus, ils seront fixés à la longrine sur laquelle ils reposent au moyen de boulons verticaux. La longrine a 8 pouces (0m,20) sur 12 pouces (0m,30) et elle est fixée par des broches aux traverses. Ce mode de fixation sera amélioré sur la voie définitive.

Comme rail central, le profil du rail Victor-Emmanuel était très-peu convenable. Le champignon inférieur présente, en effet, des angles vifs sur lesquels a lieu le contact des roues horizontales de la machine; ces rails, d'ailleurs, sont d'un fer très-dur sur lequel l'adhérence subit une diminution notable; mais il y avait intérêt à se les procurer dans le pays et on doit admettre que les rails qui figureront sur la voie définitive seront bien meilleurs.

La pente moyenne de la ligne entière, de Saint-Michel à Suze (en supposant le point de faîte au milieu) est de 1/25,6 (0,039). La pente la plus forte est de 1/12 (0,083), et l'on se propose de placer un troisième rail partout où la pente dépassera 1/25 (0,040).

La longueur de la ligne expérimentale est de 1,960 mètres; les parties en courbe forment un total de 850 mètres; sur ce nombre, 450 mètres présentent des rayons de courbure qui varient entre 40 et 84 mètres; sur les 400 autres mètres, le rayon minimum est de 100 mètres. Sur la ligne entière, entre Saint-Michel et Suze, la longueur en courbe sera, proportion gardée, beaucoup moindre. M. Fell se propose de réduire les rampes dans les courbes les plus raides en reportant les différences de niveau sur les parties droites contiguës, sans dépasser pourtant la pente de 1/12 (0,083). Par cet artifice, on diminuera sensiblement la résistance à la traction dans les courbes les plus raides, et cette résistance dans les différentes parties de la ligne sera plus uniforme, les courbes les plus raides ne coïncidant jamais avec les pentes les plus fortes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y aura 10 passages à niveau, dont 6 en pente plus forte que 1/25 (0,040). Sur quelques-uns de ces passages, on supprimera complétement le rail central; sur les autres, on établira des plans inclinés qui permettront aux véhicules et aux animaux de traverser le chemin de fer.

La longueur totale des parties couvertes doit être de 12 à 15 kilomètres; les devis ont été établis en prévision du chiffre le plus élevé. Dans les points où la neige n'atteint pas une trop forte épaisseur, c'est-à-dire sur environ 5 kilomètres, la couverture sera entièrement en bois; sur ceux où la neige s'accumule en masses épaisses, c'est-à-dire sur 7 kilomètres, on emploiera des couvertures mixtes en bois et fer; enfin les 3 derniers kilomètres, qui correspondent aux points où ont lieu les chutes d'avalanches, seront couverts par de fortes voûtes en maçonnerie.

Il n'existe pas de relevés exacts des quantités de neiges qui tombent sur le Mont-Cenis; mais on sait que la dépense de déblaiement de la route est actuellement de 12,000 fr. par an, tandis qu'elle s'élève à 31,900 francs sur le Saint-Gothard. La dépense de déblaiement du chemin de fer et les difficultés que la neige y opposera à la circulation seront peu de chose, si on les compare à ce qui a lieu actuellement sur la route, et cela pour plusieurs raisons. En premier lieu, dans les parties de la montagne où la neige donne les plus grandes difficultés, le chemin de fer sera couvert; 2° dans les parties non couvertes le chemin de fer sera du côté du précipice. Enfin les locomotives seront employées avantageusement pour pousser les charrues à neige, quand de la neige tombée récemment rendra leur emploi indispensable. La dépense d'enlèvement de la neige sur la ligne du Semmering ne dépasse pas, par an, 200 francs par kilomètre.

J'arrive maintenant à la description des deux locomotives qui sont en service d'essai au Mont-Cenis. L'étude en a été faite en vue de trois objets principaux : 1° obtenir la plus grande puissance jointe au plus faible poids, de manière à se réserver la plus grande marge possible pour la charge à remorquer sur les fortes pentes; 2° obtenir une adhérence supplémentaire, indépendamment du poids, au moyen de roues horizontales pressées contre le rail central par des ressorts agissant sur leurs boîtes à graisse; 3° circuler à faible vitesse dans les courbes les plus raides.

Le poids de la machine n° 1, vide, est de 14,854. Son poids avec sa charge complète d'eau et de coke est de 16,784 kilog. La chaudière a 7 pieds 9 pouces 1/2 (2^m,365) de longueur, et 2 pieds 9 pouces (0^m,833) de diamètre; elle contient 100 tubes, ayant un diamètre extérieur de 1 pouce 1/2 (0^m,037). Sa surface de chauffe est de 420 pieds carrés (39^{m^2},246); la surface de la grille est de 6 pieds 6 pouces carrés (0^{m^2},604). Elle porte 4 cylindres, deux extérieurs de 11 pouces 3/4 (0^m,298) de diamètre, avec une course de 18 pouces (0^m,457) agissant sur quatre roues verticales couplées de 2 pieds 3 pouces de diamètre (0^m,685); les essieux sont à l'écartement de 5 pieds 3 pouces (1^m,601); deux cylindres intérieurs de 11 pouces (0^m,279) de diamètre avec course de 12 pouces (0^m,305), agissent sur quatre roues horizontales couplées de 1 pied 4 pouces (0^m,406) de diamètre; l'écartement de ces roues, d'axe en axe, est de 1 pied

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7 pouces (0m,485). La pression donnée aux roues horizontales est actuellement de 16 tonnes, soit 4 de plus que la pression antérieurement appliquée. Cette pression est ainsi à peu près équivalente à la charge de la machine sur les roues verticales. Cette machine a été également pourvue de galets directeurs agissant sur le rail central.

Cette locomotive présente des conditions de service très-défavorables; son mécanisme trop ramassé rend difficiles l'entretien et les réparations; sa surface de chauffe n'est pas suffisante pour le service rapide sur le Mont-Cenis; enfin, l'huile du mécanisme tombe sur les roues horizontales et diminue, jusqu'à un certain point, leur adhérence. Mais, néanmoins, elle a servi à démontrer l'exactitude du principe qu'elle avait pour but de vérifier ou d'établir et, eu égard à la nouveauté de l'entreprise, le succès obtenu par elle est réellement surprenant.

Dans l'espace de deux jours, j'ai descendu et remonté six fois avec cette machine la longueur de la ligne expérimentale. Le train remorqué se composait de trois waggons, présentant un poids brut total de 16 tonnes. La moyenne de ces expériences a été la suivante : les 1,800 mètres ont été remontés en 8 minutes 1/8; la pression s'est abaissée de 14 livres (0 atmosphère 93); le niveau de l'eau, dans le tube à niveau, a baissé de 5 pouces 1/3 (0m,133); enfin, la pression moyenne de la vapeur variait de 92 à 125 livres par pouce carré (6 atmosphères 20 à 8 atmosphères 30).

La vitesse, dans chacun de ces essais, a été supérieure à celle que l'on se propose d'atteindre, avec la même charge, pour les trains express; la vitesse moyenne résultant des chiffres donnés plus haut a été de 13 kilomètres 300 mètres à l'heure, au lieu de 12 kilomètres, vitesse maximum prévue dans le programme qui a été soumis au gouvernement français, pour cette partie du chemin. Le temps était beau et calme, et les rails extérieurs en très-bon état, mais le rail central, ainsi que les roues horizontales, étaient gras et, par suite, dans des conditions d'adhérence très-défavorables.

Le calcul suivant établit le travail moyen développé par la machine n° 1 dans le cours de ses essais : laissant de côté, pour le moment, la résistance due aux courbes et négligeant complétement celle de l'air, nous avons :

Résistance due à la gravité.	32t × 77 =	2,464
— du mécanisme extérieur.	16 × 10 =	160
— — intérieur.	16 × 10 =	160
— du train.	16 × 5 =	80
Total de l'effort de traction.		2,864

Or $\frac{1,800 \text{ m.}}{8' 1/8} = \frac{1,800}{488''}$ = environ 3m,69 par seconde et $\frac{2,864 \text{ kil.} \times 3^m,69}{75 \text{ kilogrammètres}}$ = 139 chevaux.

Ce même effort de traction, à la vitesse de 12 kil. à l'heure, représente un travail de 125 chevaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ajoutant, de part et d'autre, 10 pour 100 pour la résistance des courbes raides, on obtient, d'une part, 153 chevaux pour 1,800 mètres en 8′ 1/8, et de l'autre, 137 chevaux 5 pour 1,800 mètres en 9′, soit 15 chevaux 5 d'excès de travail, en sus de la quantité nécessaire.

Il n'y a guère lieu de chercher à calculer la dépense de combustible effectuée pendant les expériences, car il a été impossible de distinguer la portion consommée en stationnement et celle qui a été appliquée à la production de la quantité de travail fournie. Cependant la machine ayant été en feu environ 3 heures le premier jour, et 3 heures 1/2 le second, il a été dépensé en charbon et coke, autant que j'ai pu le constater, 583 livres (262 kil.) dans le premier cas, et 653 (293 kil.) dans le second. Sur cette durée, 97 à 98 minutes ont été employées dans le parcours total d'environ 20 kilomètres, effectué pendant ces deux journées.

Je puis ajouter ici que cette machine a déjà parcouru plus de 160 kilomètres en trains de balast et de matériaux sur la ligne expérimentale, remorquant à chaque fois des trains de 16 à 20 tonnes sans accident ni difficulté.

La machine n° 2, étudiée spécialement pour l'exploitation du Mont-Cenis, est, en partie, construite en acier. Son poids vide est de 13 tonnes; avec son approvisionnement complet de combustible et d'eau, elle pèse 16 tonnes 17 quintaux, soit un poids moyen de 16 tonnes (16,256 kil.) en ordre de marche; plusieurs pièces de la machine devant être augmentées de dimensions, le poids maximum sera porté à 17 tonnes 2 quintaux (17,374 kil.) et le poids moyen à 16 tonnes 4 quintaux (16,460 kil.). Le mécanisme complet des roues horizontales et accessoires ne pèsera cependant pas plus de 2 tonnes 13 quintaux (2,690 kil.).

La chaudière a 8 pieds 4 pouces 1/2 (2^m,512) de longueur, 3 pieds 2 pouces de diamètre (0^m,962) et contient 158 tubes de 1 pouce 1/2 (0^m,0375) de diamètre extérieur. Le foyer et les tubes donnent ensemble 600 pieds carrés (55 m. carrés 986) de surface de chauffe; la surface de grille est de 10 pieds (0^{m2},930). Les cylindres sont au nombre de deux; leur diamètre est de 15 pouces (0^m,380) et la course des pistons de 16 pouces (0^m,406) : ils agissent à la fois sur les deux groupes de roues, quatre horizontales et quatre verticales; chaque groupe se compose de quatre roues couplées de 27 pouces (0^m,685) de diamètre. L'écartement des centres des roues verticales est de 6 pieds 10 pouces (2^m,092), celui des roues horizontales de 2 pieds 4 pouces (0^m,620). La pression maximum de la vapeur dans la chaudière est de 120 livres (8 atmosphères), la pression effective sur le piston est de 75 livres par pouce carré (5 atmosphères).

Outre l'avantage de posséder une plus grande surface de chauffe, cette machine est plus stable que le n° 1 : son mécanisme est plus facile à entretenir et la pression sur les roues horizontales peut être réglée à volonté par le mécanicien du haut de la plateforme. La pression est appliquée au moyen d'une tige en fer portant deux pas de vis à filets opposés, et qui agit sur deux châssis placés de part et d'autre du rail central;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces châssis sont eux-mêmes en relation avec des ressorts en spirale qui pressent les roues horizontales contre le rail. Pendant les premiers essais, la pression était de 2 tonnes 1/2 par roue horizontale, soit 10 tonnes en tout; aujourd'hui la pression maximum, et qui peut être appliquée, s'il est nécessaire, est de 6 tonnes par roue, soit 24 tonnes pour les quatre. Chaque piston porte une double tige, une à l'avant, une autre à l'arrière du cylindre; la première transmet son mouvement par un renvoi aux roues verticales; les roues horizontales sont menées directement par la seconde tige. Tout le système des roues horizontales paraît fonctionner parfaitement; malheureusement quelques-unes des pièces en relation avec les roues verticales avaient besoin d'être renforcées et, pour éviter des réparations qui auraient entraîné de nouveaux délais, on ne pouvait guère faire marcher cette machine longtemps ou avec une forte charge, au moment où j'étais au Mont-Cenis; il aurait fallu attendre les pièces de rechange qui étaient alors en construction en Angleterre. J'ai pu cependant remonter avec cette machine les 1,800 mètres de la ligne expérimentale en remorquant la même charge que précédemment, soit 16 tonnes en trois waggons, en 6 minutes 1/4, ce qui répond à une vitesse de 17 kilomètres à l'heure. (Le programme pour les trains express n'admet qu'une vitesse de 12 kilomètres à l'heure.) La pression de la vapeur descendit de 112 à 102 livres 1/2, et le niveau de l'eau dans le tube descendit de 3 pouces, la chaudière n'ayant été alimentée que pendant la dernière partie de cette expérience. La machine n° 2 (dont la résistance est de 120 livres moindre que celle de la machine n° 1, quand on applique seulement 10 tonnes de pression sur les roues horizontales), a développé dans cette expérience, non compris la résistance des courbes, un travail d'environ 177 chevaux; ajoutant 10 pour 100, pour la résistance des courbes, on arrive à 195 chevaux, soit plus de 12 chevaux de force par tonne du poids de la machine, et en tout près de 60 chevaux de plus que n'aurait consommé la traction de la même charge sur le même profil, à la vitesse de 12 kilomètres, inscrite au programme.

En comptant 4 pieds carrés (0 m. carré 369) de surface de chauffe par force de cheval, cette machine pourrait développer d'une manière continue un travail de 150 chevaux, soit 45 de moins que le travail obtenu dans l'expérience ci-dessus sur un faible parcours, mais beaucoup plus qu'elle n'en devra produire pour rester dans les conditions du programme. Effectivement, un train léger portant les dépêches et 50 voyageurs et traîné par une seule machine, effectuerait facilement le voyage de Saint-Michel à Suze en 4 heures, au lieu de 4 heures 1/2.

Le jour suivant, j'ai reconnu qu'avec 40 livres de pression, soit 1/3 de la pression maximum, la machine pouvait se mouvoir *seule* sur une pente de 1/12,5 (0,080). La résistance des waggons et voitures étant proportionnellement beaucoup plus faible que celle d'une locomotive, cette machine pourrait *à fortiori* traîner une charge brute égale à trois fois son poids, soit 48 tonnes, sur la même pente, la pression étant supposée portée à son maximum de 8 atmosphères.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La seule voiture à voyageurs qui ait encore été construite a 6 pieds 4 pouces (1m,924) de largeur et 12 pieds (3m,650) de longueur. Elle a un passage au milieu, entre les deux banquettes, qui contiennent chacune six places. Les voyageurs s'y trouvent donc assis en face les uns des autres. Les roues ont 2′ 3″ (0m,683) de diamètre, et on se propose de laisser une roue, par paire, folle sur l'essieu. Chaque véhicule sera muni d'un frein ordinaire, et plusieurs par train porteront des freins de sûreté agissant sur le rail central.

Il résulte des comptes rendus officiels de la Compagnie du chemin de fer Victor-Emmanuel, que la route de Saint-Michel à Suze a donné les recettes suivantes pendant les quatre dernières années :

1861.	1,404,771	francs.
1862.	1,609,617	—
1863.	1,715,424	—
1864.	1,895,543	—

L'accroissement des recettes est donc de plus de 10 pour 100 chaque année. En estimant que le trafic s'accroîtra seulement dans la même proportion après l'ouverture du chemin de fer, le revenu brut total en sept ans, de 1867 à 1873 inclusivement, serait de plus de 27 millions de francs, et l'on calcule qu'une recette pareille donnera, à l'expiration de ce terme, un bénéfice net de plusieurs millions, déduction faite de toutes les dépenses et de l'intérêt et amortissement du capital de 8 millions de francs. Il est bien entendu aussi que, à l'expiration du terme de sept ans, la valeur du chemin de fer et le matériel roulant resteraient la propriété de la Compagnie.

Mais il ne peut pas être mis en doute que, après l'ouverture du chemin de fer, le transport des voyageurs ne doive augmenter dans une proportion plus forte qu'il ne l'a fait jusqu'ici, à cause de l'économie de temps et de la commodité et sécurité plus grandes qu'on trouvera à passer la montagne. Or il n'y aura pas seulement une augmentation dans les produits du trafic, mais il y aura aussi la perspective que les marchandises de peu de valeur et les matières minérales qui ne passaient pas la montagne le feront à l'avenir, puisque le transport se fera à moins de frais que par le passé. De plus, la Compagnie a l'espoir fondé de transporter la malle des Indes; car, comme je vais le montrer tout à l'heure, elle pourra abréger de 38 heures les communications entre l'Angleterre et l'Égypte.

Pour pourvoir au transport de 132 voyageurs et de 88 tonnes de marchandises par jour, la Compagnie a l'intention de faire marcher trois trains dans chaque sens. Chaque train, portant 40 voyageurs et leurs bagages, pèsera, indépendamment de la machine, 16 tonnes et fera, à la vitesse moyenne de 18 kilomètres à l'heure, les 77 kilomètres entre Saint-Michel et Suze; un second train, transportant 26 voyageurs et 20 tonnes de marchandises et pesant 40 tonnes, marchera à une vitesse moyenne de 12 ou 14 kilomètres par heure; enfin un troisième train, portant 24 tonnes de marchandises et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pesant 48 tonnes, marchera à une vitesse moyenne de 10 kilomètres par heure. On se propose de faire faire le premier de ces trains par une seule machine, le second et le troisième chacun par deux machines.

Les distances de Paris à Turin et Gênes, suivant qu'on fait le trajet par Marseille ou par le Mont-Cenis, peuvent s'établir de la manière suivante. En partant de Paris, les deux lignes se séparent à Mâcon, et les distances sont :

	Par Marseille.	Par le Mont-Cenis.
Mâcon à Gênes.	899 kilomètres.	524 kilomètres.
Mâcon à Turin.	1,060 —	360 —

Il y a donc, par le Mont-Cenis, une abréviation de 375 kilomètres pour Gênes et de 700 kilomètres pour Turin.

Le temps employé pour le trajet entre l'Angleterre et l'Égypte, en passant par Paris, peut être établi, soit en prenant la route de Marseille, soit en passant par le Mont-Cenis et Brindisi, car les chemins de fer italiens ont été récemment livrés à la circulation jusqu'à ce port.

Par la route de Marseille :

Paris à Marseille, 864 kilomètres, à 54 par heure.	16 heures.
Marseille à Alexandrie, 1,460 milles marins, à 10 par heure, avec 6 heures de relâche à Malte.	152 —
Total.	168 heures.

Par la route du Mont-Cenis et Brindisi :

Paris à Mâcon, 441 kilomètres, à 54 par heure.	8 1/4 heures.
Mâcon à Saint-Michel, 237 kilomètres, à 40 par heure.	6 —
Saint-Michel à Suze, 77 kilomètres, à 18 par heure.	4 1/2 —
Suze à Brindisi, 1,159 kilomètres, à 40 par heure.	29 —
Brindisi à Alexandrie, 822 milles marins, à 10 par heure.	82 1/4 —
Total.	130 heures.

Il y a donc, en passant par le Mont-Cenis et Brindisi, une économie de temps de 38 heures.

Ce résultat aurait de l'importance pour faciliter les communications entre l'Inde et l'Angleterre et pour assurer le passage de la malle de l'Inde; il faut cependant remarquer qu'il y aurait nécessairement rupture de charge à Saint-Michel et à Suze.

Les résultats de ces expériences ont une grande importance pour l'avenir de la construction des chemins de fer dans les pays de montagnes; je vais essayer de le faire comprendre par quelques rapides observations.

Toutes les fois qu'il s'agit de faire traverser une chaîne de montagnes par une ligne de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chemin de fer, le problème qui se pose est celui de savoir s'il est plus économique de franchir les cols à leur niveau ou d'établir un souterrain d'une longueur plus ou moins grande. Après s'être rendu compte avec soin de la dépense de construction et des frais d'exploitation qu'entraînera le trafic sur lequel on peut compter, il faut déterminer jusqu'à quel niveau on doit s'élever et quelle longueur de souterrain il en résultera suivant les différents cas ; l'élément le plus important de ce calcul est la limite de rampe au-dessous de laquelle on doit se tenir pour avoir une exploitation à la fois sûre et économique.

M. Fell a démontré, par l'expérience, que les pentes de 1/12 à 1/15 (0,066 à 0,083) peuvent être, par le moyen du rail central, substituées aux pentes de 1/25 à 1/30 (0,033 à 0,040) auxquelles on s'est arrêté jusqu'ici ; il a montré aussi que ce système permet de circuler plus sûrement qu'on ne l'a fait jusqu'ici dans des courbes plus raides encore que celles usitées jusqu'à présent. En d'autres termes, il a prouvé que, étant donnée une différence de niveau à franchir, on peut réduire *de moitié* (1) la longueur du développement nécessaire, et de plus d'un *tiers* la dépense de construction. En effet, quoique la voie de fer doive être plus coûteuse, puisqu'elle reviendra moyennement à 3,000 livres environ, au lieu de 1,800 à 2,000 par mille anglais (c'est-à-dire 50,000 francs au lieu de 30 à 35,000 francs par kilomètre de voie simple), cependant l'adoption de pentes plus fortes et de courbes plus raides, dans les points difficiles, permettra de réduire, ou même d'éviter, les tranchées et les remblais, et les travaux en général en deviendront moins coûteux.

De leur côté, les frais d'exploitation et d'entretien, pour une même différence de niveau à racheter, seront également réduits, la longueur de la ligne étant diminuée de moitié et la vitesse des trains pouvant être aussi réduite ; car, pour atteindre le sommet, dans le même temps, une vitesse moitié suffira, et à cette vitesse, ainsi réduite, il ne faudra pas, pour remorquer les mêmes trains (machines comprises), une plus grande consommation de travail mécanique que dans le premier cas ; d'un autre côté, l'adhérence des machines se trouvant doublée, moyennant une augmentation de moins d'un sixième de leur poids, la charge utile des trains s'en trouvera considérablement augmentée.

La dépense de traction, qui ne doit pas varier sensiblement, puisqu'il s'agit, dans les deux cas, d'élever les mêmes charges brutes à une même différence de niveau, se trouvera réduite, si on la rapporte au poids utile, par l'augmentation de ce poids ; les autres dépenses d'exploitation diminueront aussi, dans une certaine mesure, par la réduction dans l'usure et la fatigue du matériel, qu'entraînera la réduction de vitesse.

Par ces motifs, les tracés franchissant les cols à leur niveau deviendront aujourd'hui

(1) La pente moyenne qu'il propose étant le *double* des anciennes limites adoptées pour les pentes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus faciles, plus rapides d'exécution et plus avantageux comme exploitation qu'ils ne l'ont été jusqu'à présent. Il sera intéressant, en prenant pour exemple le Mont-Cenis, de comparer la dépense de la ligne avec souterrain, qui est aujourd'hui en cours d'exécution, avec celle d'une ligne *définitive* que l'on pourrait établir en passant par-dessus la montagne. Je ne fais pas cette comparaison en vue de ce cas particulier, car on peut admettre aujourd'hui que le tracé avec souterrain sera exécuté entièrement dans un certain nombre d'années, et que d'ailleurs la ligne *supérieure* projetée par MM. Brassey et comp. n'est proposée qu'à titre provisoire, et pour servir en attendant l'ouverture de la ligne définitive de Saint-Michel à Suze ; je n'aurai en vue, en faisant cette comparaison, que l'application aux autres traversées de montagne, soit dans les Alpes, soit ailleurs.

L'estimation du chemin provisoire faite par M. Brunlees, ingénieur civil, s'élève à 8,000,000 de francs, soit environ 104,000 francs par kilomètre, tandis que le tracé avec souterrain coûtera probablement, en y comprenant les intérêts à 6 pour 0/0 pendant la construction, 135,000,000 de francs, soit environ 2,000,000 de francs par kilomètre; cette dernière ligne présente une longueur de 68 kilomètres et un maximum de pente de 1/28 (0,035); sur moitié de la longueur du souterrain, la pente sera 1/45,5 (0,022); la pente moyenne, pour toute la longueur, sera 1/46 ou (0,0247); la ligne provisoire, au contraire, n'aura que 77 kilomètres de longueur et des pentes maximum de 1/12 (0,083); la différence de niveau entre les deux points les plus élevés des deux tracés est de 840 mètres et la durée du parcours entre Saint-Michel et Suze sera, compris les arrêts, d'environ 3 heures par le souterrain et 4 heures 1/2 par le col.

On peut admettre que la dépense de construction d'une ligne définitive, avec voie plus large et courbes moins raides, serait à peu près égale à trois fois celle de la ligne provisoire, soit environ 312,000 francs par kilomètre; l'excès des dépenses d'exploitation résultant de la différence de niveau de 840 mètres, évaluée avec une circulation dix fois plus grande que celle qui a lieu actuellement sur le Mont-Cenis, et en admettant une dépense moyenne de traction de 0f,25 par force de cheval et par heure (dépense constatée sur les lignes du Semmering et des Giovi), représente, à l'intérêt de 6 pour 0/0, un capital de 203,000 francs par kilomètre. Ces deux sommes ajoutées ensemble donnent 515,000 francs par kilomètre, soit un peu plus du quart de la dépense estimée plus haut à 2,000,000 de francs par kilomètre pour le tracé avec souterrain.

Cette estimation serait sans doute modifiée sensiblement par les circonstances locales; mais ce n'en est pas moins une évaluation aussi approchée que possible de l'avantage qu'on peut trouver, dans les cas où l'on ne peut recourir aux plans inclinés avec câble et machine fixe, à adopter, pour les chemins de fer, des pentes plus fortes que celles considérées jusqu'à présent comme abordables, en recourant au système de M. Fell.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme résultat de mes observations et de mes essais, je conclurai en disant que le projet de traversée du Mont-Cenis est, à mon sens, praticable, aussi bien au point de vue mécanique qu'au point de vue commercial; et que le passage de cette montagne sera ainsi rendu non-seulement plus rapide, plus assuré et plus commode, mais encore présentera des conditions de sécurité supérieures à celles qui existent actuellement. Au premier abord, peu de personnes, à la vue, ou seulement à la pensée de ces essais sur des pentes aussi fortes et des courbes aussi raides, pourront admettre qu'il n'en résulte pas des dangers extraordinaires, et que les conséquences d'une rupture d'attelage ou de bandage de roue ou d'un déraillement ne se trouveront pas, sur une pareille ligne, considérablement aggravées.

Mais il y a, dans ce système de locomotion, un élément de sécurité qu'aucun autre système ne possède.

Le rail central ne sert pas seulement à rendre la machine capable de remorquer son train sur ces pentes exceptionnelles, mais il donne aussi les moyens d'appliquer le système de frein le plus énergique pour modérer la vitesse, ou pour arrêter à la descente tout véhicule qui se serait dételé; enfin, par le moyen des galets directeurs dont sont munis les différents véhicules, il agit comme la sauvegarde la plus puissante pour empêcher machine, voitures ou waggons de dérailler, par suite des détériorations survenues soit à la voie, soit au matériel roulant. Avec un entretien convenable, les parties les moins dangereuses de ce chemin de fer seront certainement celles où, la pente dépassant 1/25 (0,040), on devra ajouter le troisième rail.

La pose et l'emploi de ce rail central ne présentent pas de difficulté sérieuse; il est facile également d'en établir la continuité de manière à prévenir tout accident qui serait dû soit à sa faiblesse, soit à celle de ses attaches. La seule question que je me pose est de savoir s'il n'y aurait pas à étendre son application aux pentes inférieures à 1/25 (0,040). Il semble qu'il y aurait avantage à le faire, non-seulement en vue d'accroître l'adhérence, sans augmenter le poids en proportion, mais aussi en vue d'assurer plus complétement la sécurité, particulièrement dans les courbes.

Je dirai, en finissant, que, après avoir examiné en détail avec M. Fell les calculs et les considérations sur lesquels est basée son entreprise, j'ai reconnu que, pendant un travail de trois années, il a traité ces questions avec le plus grand soin et la plus grande prudence, et je ne doute pas, si, comme il l'espère, il obtient, dans quelques semaines, du gouvernement français l'autorisation nécessaire, qu'il ne soit en état de mener à bonne fin le travail qu'il a entrepris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

SUR LES SOUFFLURES DE L'ACIER, PAR M. H. CARON.

« Les aciers fondus, en général, et particulièrement ceux que, dans le commerce, on appelle *doux*, parce que la trempe en modifie peu la dureté, sont sujets à être bulleux. Pour éviter ces bulles ou du moins en diminuer le nombre et les dimensions, on a l'habitude, aussitôt la coulée faite, de charger le lingot avec un morceau de fonte qui entre exactement dans la lingotière. L'effet principal de cet obturateur est de refroidir la surface en fusion qu'il touche, de la solidifier et d'empêcher par là les gaz de s'échapper en produisant ces nombreuses cavités qui déprécient l'acier coulé sans cette précaution.

« Les soufflures de l'acier sont de deux sortes : les unes, à parois métalliques et couleur de fer, semblent avoir été produites par un gaz incapable d'oxyder le métal, elles sont les plus nombreuses; les autres, présentant à l'œil les couleurs variées du fer ou de l'acier chauffé en présence d'un gaz oxydant, sont beaucoup plus rares que les premières et ne se rencontrent guère qu'à la surface des lingots. Il est généralement admis que le contact de l'air, au moment où la bulle vient à crever, est la cause de la légère couche d'oxyde qui tapisse les parois de ces cavités.

« D'après ce qui précède, et si l'on réfléchit à la nature de l'atmosphère ou des corps qui peuvent se trouver en contact avec le métal pendant sa fusion, il est certain que l'hydrogène, l'oxyde de carbone, l'azote ou un mélange de ces gaz sont les seules causes possibles des soufflures dont je viens de parler. L'analyse aurait pu me renseigner à cet égard, je ne l'ignore pas; malheureusement, la première difficulté qui se présente, difficulté presque insurmontable suivant moi, consiste à recueillir les gaz à l'état de pureté; aussi les recherches faites dans cette voie n'ont-elles abouti à aucun résultat capable de fournir une explication satisfaisante du phénomène. J'ai dû suivre une marche différente.

« Ces gaz proviennent-ils de l'atmosphère du foyer et ont-ils été absorbés en nature par le métal en fusion? S'ils ne proviennent pas directement et sans transformation des gaz ambiants, comment et pourquoi se développent-ils au moment de la solidification du métal? Enfin, comment éviter ces soufflures? Tels sont les problèmes que je me suis posés et que j'ai cherché à résoudre expérimentalement.

« L'acier fondu dans un creuset en terre réfractaire et abandonné à un refroidissement lent est toujours rempli de cavités à parois cristallisées; souvent même, lorsque les gaz du fourneau ont pénétré en assez grande quantité dans le creuset, on trouve le culot, surmonté d'une efflorescence métallique et caverneuse, occupant un volume

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

considérable. Ce fait ne se présente jamais avec le fer; sauf une cavité centrale produite par le retrait de la matière, les culots de fer fondu sont toujours parfaitement lisses et l'introduction des gaz du foyer dans le creuset n'y provoque jamais d'efflorescence bulleuse. J'ai répété bien des fois ces expériences en me servant du chalumeau Schlœsing, dont le maniement, commode et simple à la fois, permet d'obtenir rapidement les températures élevées qui m'étaient nécessaires; j'ai toujours eu les mêmes résultats.

« Les deux fusions dont je viens de parler ayant été faites dans les mêmes circonstances, les deux métaux ont dû être exposés à l'influence des mêmes gaz qui composaient l'atmosphère du foyer. Il n'y aurait donc plus maintenant que deux hypothèses possibles : 1° les savants qui admettent l'absorption directe de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone du foyer par le métal fondu peuvent supposer que l'acier possède la faculté d'absorber ces gaz, tandis que le fer ne la possède pas; 2° ceux, au contraire, qui n'admettent pas comme démontrée cette absorption directe penseront que les bulles proviennent d'un dégagement de gaz produit par l'action du carbone (qui distingue le fer de l'acier) sur un corps qui se trouve mélangé ou dissous dans l'acier.

« Pour reconnaître celle de ces deux hypothèses qui est la bonne, il m'a semblé qu'il suffirait de fondre de l'acier dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, et de constater la présence ou l'absence des bulles. Voici ce qu'on observe en faisant ces expériences : lorsque la nacelle dans laquelle l'acier est placé est en porcelaine, on ne voit pas d'efflorescences après le refroidissement du métal fondu, mais la surface du lingot qui touche la porcelaine est couverte de cavités semblables à celles qu'on remarque dans la fusion au creuset. D'après cela, je me suis demandé si la nature du vase dans lequel la fusion s'opérait n'avait pas une influence sur le résultat obtenu; j'ai substitué à la nacelle en porcelaine une nacelle en magnésie et ensuite en chaux vive (ces nacelles étaient séparées du tube de porcelaine par une lame de platine). J'ai obtenu alors des lingots complétement exempts de cavités, d'efflorescences et de soufflures.

« Ces expériences démontrent bien, je pense, que ce n'est pas l'hydrogène et l'oxyde de carbone absorbés par le fer ou l'acier en fusion qui produisent les soufflures; elles font voir, en outre, que les bulles viennent de deux causes qui concourent également à la formation d'oxyde de carbone. Ces deux causes sont, d'abord et principalement, l'oxyde de fer produit par l'atmosphère oxydante du foyer; ensuite la décomposition, par le charbon de l'acier, du silicate de fer qui se forme au contact de la silice des creusets.

« Après avoir constaté dans des courants de gaz différents, mais bien déterminés, l'influence que pouvait avoir sur l'acier, d'un côté la nature du creuset servant à la fusion, et d'un autre côté l'atmosphère au milieu de laquelle cette fusion s'opérait, j'ai voulu me rapprocher un peu plus de ce qui se pratique dans l'industrie. J'ai fait l'expérience suivante :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Deux morceaux d'acier provenant de la même barre ont été placés, l'un dans un creuset de terre réfractaire, l'autre dans un creuset taillé dans un morceau de chaux vive; ces deux creusets, munis de leur couvercle, ont été enfermés chacun dans un autre creuset en terre, en ayant soin de les isoler du creuset-enveloppe au moyen d'une substance infusible. Ils ont été ensuite chauffés successivement dans le même fourneau à vent, et autant que possible à la même température; en un mot, dans les mêmes conditions.

« Après quatre heures de chauffe, les creusets refroidis ont été cassés; l'acier était parfaitement fondu dans les deux cas; le creuset en terre réfractaire contenait un culot criblé de bulles à parois cristallisées; le creuset en chaux, au contraire, a donné un culot complétement exempt de soufflures et moulé exactement sur la forme du vase. Ces expériences confirment donc les résultats que j'ai consignés plus haut.

« En employant la magnésie au lieu de la chaux, on observe absolument les mêmes effets. Je crois devoir dire, à ce propos, qu'il est très-facile d'obtenir, par compression, des creusets en magnésie très-résistants et infusibles. Ces derniers ont, sur les creusets en chaux, l'avantage inappréciable de pouvoir être conservés très-longtemps sans s'altérer. J'en ai depuis trois ans dans mon laboratoire qui ont été exposés à l'air et à l'humidité; en les chauffant doucement, ils résistent encore très-bien au feu sans se contracter ni se déformer d'une manière nuisible. La magnésie et la chaux possèdent, d'ailleurs, au même degré la propriété de ne pas former de corps fusibles avec l'oxyde de fer; elles diffèrent essentiellement, sous ce rapport, de la silice, qui est aujourd'hui l'élément dominant des creusets et des briques réfractaires. Il serait bien à désirer que, dans l'industrie, on cherchât à substituer les matières réfractaires calcaires aux matières réfractaires siliceuses; la métallurgie du fer principalement y trouverait de grands avantages, pour des raisons sur lesquelles je reviendrai plus tard. Malheureusement la magnésie est encore, en ce moment, à un prix trop élevé (250 francs la tonne) pour être employée seule. J'ai fait, à ce sujet, quelques expériences sur une petite échelle, mais j'ai été obligé de les abandonner, faute d'avoir à ma disposition une presse hydraulique et les matrices nécessaires pour comprimer la terre.

« Il reste cependant encore un point obscur que mes expériences sur les soufflures de l'acier n'ont pas suffisamment éclairé. Lorsqu'un métal *roche*, il n'expulse généralement les gaz qui produisent le rochage qu'au moment de sa solidification : on peut le remarquer facilement avec le cuivre, l'argent, le platine, etc. L'acier possède également cette propriété, et il semblerait, d'après cela, qu'il pourrait bien exister une certaine analogie entre tous ces phénomènes, analogie qui amènerait probablement à une explication commune et permettrait de classer ces faits dans une même catégorie.

« Je terminerai en citant encore une expérience que j'ai gardée pour la dernière, parce qu'elle me permettra de hasarder une hypothèse ou plutôt une explication de ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui se passe dans le rochage de l'acier; mais, je le répète, ce sera une simple hypothèse à laquelle je n'attache qu'une valeur relative.

« Si l'on fond successivement, dans des creusets de terre réfractaire imparfaitement lutés, du fer, de l'acier doux, de l'acier vif, de la fonte noire et de la fonte blanche, on observe ce qui suit après le refroidissement des différents métaux :

« Le culot de fer n'a aucune soufflure.

« Le culot d'acier doux est rempli de cavités.

« Le culot d'acier vif en a sensiblement moins.

« La fonte noire n'a pas de soufflures; néanmoins les gouttelettes projetées sur le couvercle et retombées à la surface du culot indiquent qu'il y a eu rochage, mais avant la solidification du métal.

« Enfin la fonte blanche n'a aucune soufflure.

« Supposons que ces métaux en fusion dissolvent de l'oxyde de fer, mais que cette dissolution (bien qu'en contact avec le carbone de l'acier) ait la propriété de ne produire de l'oxyde de carbone qu'à une température déterminée; cette température serait à peu près celle de la fusion de l'acier doux, et par conséquent notablement supérieure à la température de fusion de la fonte blanche. On pourrait alors expliquer ce qui se passe dans le rochage de l'acier. En effet, quand on fondra du fer qui, d'après mon hypothèse, dissout l'oxyde de fer, mais qui ne contient pas de charbon, il n'y aura pas production d'oxyde de carbone et, par suite, pas de soufflures. Les carbures, au contraire, qui peuvent dissoudre également l'oxyde de fer, devront avoir d'autant plus de bulles que leur point de fusion sera plus rapproché de la température à laquelle la réaction se produit entre l'oxyde et le charbon, puisque les gaz auront eu d'autant moins de temps pour s'échapper avant la solidification du métal.

« Mais, dira-t-on, comment admettre que dans l'acier porté à la température de fusion du fer, par exemple, l'oxyde de fer et le charbon puissent exister l'un près de l'autre sans qu'il y ait réaction? Je répondrai à cette objection en citant les belles expériences de M. H. Sainte-Claire-Deville sur la dissociation. On admet bien que l'hydrogène et l'oxygène, ces corps si avides l'un de l'autre, peuvent se trouver en présence à des températures très-élevées sans être combinés; on admet également qu'à une température plus basse l'oxygène et le carbone de l'oxyde de carbone se trouvent côte à côte sans combinaison, et à tel point qu'il est possible de les séparer mécaniquement; pourquoi serait-il impossible alors d'admettre que l'oxyde de fer et le carbone dissous dans le même métal puissent rester en présence, attendant, pour s'attaquer, l'instant favorable, c'est-à-dire la température utile et nécessaire à la réaction?

« Cette explication, je le répète encore, est basée sur une hypothèse, mais elle a du moins l'avantage de faire comprendre le rochage de l'acier, de donner la cause des soufflures, et elle servira, je l'espère, à trouver un moyen de les faire disparaître, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résolvant ainsi un des plus intéressants problèmes que puissent se poser aujourd'hui les métallurgistes (1). »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Société industrielle d'Amiens ; discours prononcé par M. Alcan. — La Société industrielle d'Amiens, dont la création remonte à quelques années seulement, a été fondée au milieu d'un centre industriel, auquel elle a déjà rendu d'importants services. Les mémoires qu'elle publie dans son *Bulletin*, les cours qu'elle a fondés, les prix qu'elle décerne, le capital dont elle dispose sont des éléments qui, sous la direction des hommes distingués qui sont à sa tête, lui assurent dans un rayon déterminé une influence et un avenir qu'on ne saurait contester. Elle mérite donc les éloges de tous ceux que préoccupe le développement industriel du pays, et c'est dans le but de lui rendre justice que M. Alcan, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, a pris récemment la parole dans une des séances de cette Société.

Sous ce titre : *De l'influence et de l'avenir des sociétés industrielles*, M. Alcan a montré ce que peut le concours d'hommes intelligents, travaillant en commun dans

(1) « A l'occasion de cette communication, M. *Balard* fait remarquer combien il est important pour la métallurgie du fer que l'on suive les idées de M. Caron et que l'on fabrique avec la magnésie non-seulement des creusets, mais encore des briques. La rapidité bien connue avec laquelle s'altère la sole des fours à puddler tient certainement à ce que ces briques, formées de matières combinables avec les alcalis (silice, alumine), provoquent l'oxydation du fer par l'oxygène de l'air en donnant un silicate fusible formé en partie aussi aux dépens de leur propre substance. Des briques magnésiennes à réaction alcaline seraient probablement d'une durée beaucoup plus longue, et M. Balard a toujours pensé que ce serait là un des emplois les plus utiles que pourrait recevoir la magnésie retirée de l'eau de la mer ou de toute autre source.

« M. *H. Sainte-Claire-Deville* dit, à ce sujet, que les creusets de chaux, de magnésie, d'alumine, de plombagine pure et même de noir de fumée, fabriqués par le procédé de M. Caron, sont, grâce à la complaisance du savant chimiste, employés journellement dans son laboratoire de l'École normale, et depuis longtemps. Il ne pourrait rapporter ici tous les services qu'on peut tirer de vases aussi réfractaires et aussi précieux par leurs qualités chimiques.

« Au sujet de cette communication, M. *Regnault* annonce qu'il est à sa connaissance que Thilorier a fait, il y a plus de vingt ans, des creusets en magnésie qu'il employait à la fusion du platine. Thilorier lui a donné anciennement plusieurs de ces creusets, qui ont servi à des essais dans les fours de la manufacture de Sèvres. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'intérêt général. Il a rappelé, à cet égard, l'exemple donné par l'Angleterre, déjà dans le dernier siècle ; l'empressement de la France à marcher dans cette voie, en créant, au commencement de celui-ci, la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, qui a rendu d'incontestables services au pays, puis, vingt-cinq ans plus tard, la Société industrielle de Mulhouse qui a suivi avec bonheur les traces de sa devancière, et enfin un grand nombre d'autres sociétés du même genre, telles que la Société philomathique de Bordeaux, la Société d'émulation de Rouen, celles de Lille, de Reims, d'Elbeuf, etc.

« De toutes parts, dit M. Alcan, les sociétés industrielles marchent et agissent. Leurs magnifiques états de services permettent d'être exigeant et de leur dire qu'elles ne font pas encore tout ce qu'elles pourraient faire, tout ce qu'elles réaliseront sans doute bientôt. Le jour où les réunions des hommes les plus compétents des divers points de la France active auraient établi un lien entre elles et travailleraient en commun à des questions générales et intéressantes également pour tous, elles pourraient les élucider d'une manière permanente par des délégués de chaque Société et les discuter annuellement dans un congrès des Sociétés industrielles, dont la sanction deviendrait une autorité inattaquable.

« Les sujets qu'une telle réunion aurait à traiter, dès aujourd'hui s'imposent spontanément en présence du nouveau régime commercial. Bien qu'il reste beaucoup à faire encore au point de vue de la diffusion des connaissances scientifiques et techniques, notre industrie n'est cependant pas moins avancée, sous ce rapport et sous celui de la perfection des constructions en général, que ses concurrentes. Et, s'il n'était convenable d'être toujours modeste, même en parlant des progrès nationaux, on pourrait démontrer la part immense due à l'industrie française dans le mouvement extraordinaire auquel nous assistons depuis moins d'un demi-siècle.

« Mais ce qui fait défaut à notre pays pour combattre certains de ses rivaux à armes égales, ce sont des conditions plus favorables d'approvisionnements et de débouchés ; il suffit d'indiquer le fait sans le développer. Nous rappellerons seulement que nous sommes tributaires des Anglais pour la majeure partie de notre approvisionnement des soies exotiques, qui augmente chaque année en présence de la maladie des vers et du développement de la fabrication. Or, on le sait, le Royaume-Uni ne produit pas un kilogramme de soie, et cependant, sur les 336 millions achetés au dehors, il nous en a été vendu, cette année, pour plus de 160 millions, provenant de la Chine et de l'Inde. Sur les 214 millions payés à l'étranger pour la laine employée à notre fabrication, l'Angleterre nous a livré en chiffre rond pour 62 millions de matières récoltées principalement au Cap et en Australie. Enfin, malgré la crise cotonnière, le même pays nous a fourni en 1864 pour 135 millions de coton en laine. Ainsi donc le commerce anglais va chercher nos matières premières à des milliers de lieues, les emmagasine dans ses entrepôts, nous force à nous déplacer et à lui payer tribut, au détriment de notre industrie. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Alcan rappelle ces faits bien connus, parce qu'ils sont caractéristiques et parce qu'ils dénotent un mal que les travaux des Sociétés industrielles réunies doivent chercher à combattre. Quelles que soient les difficultés de la question, il ne les croit pas insurmontables, et il estime qu'une réunion d'hommes compétents choisis dans le sein des Sociétés industrielles les aplanirait avec une rapidité qui étonnerait et réjouirait le pays tout entier.

Enfin M. Alcan dit quelques mots du grand et mémorable acte français qui va réunir directement l'Inde à nos ports de la Méditerranée par le percement de l'isthme de Suez et des avantages considérables qui doivent en résulter particulièrement pour notre pays. « Amiens, ajoute-t-il en terminant, est appelé, par sa situation et par son passé, à prendre une large part au mouvement général. Cette vieille et honorable cité, aussi bien notée dans l'histoire pour sa valeur héroïque que pour ses travaux pacifiques, ne se démentira pas. Elle était déjà industrielle au moment de l'invasion romaine; sous Charlemagne, elle renfermait des fabriques de monnaies, des ateliers où les femmes filaient la laine et le lin, des tanneries pour la confection d'objets militaires et de bottines dorées à l'usage des seigneurs. Son commerce était considérable dès la fin du XII^e^ siècle. Grâce à ses libéralités communales et aux actes de Philippe-Auguste en reconnaissance de l'admirable conduite de la milice picarde à la bataille de Bouvines, Amiens était devenu un véritable centre du libre échange, où Anglais, Espagnols, Portugais, Suédois, etc., affluaient chaque année. L'industrie picarde a été nécessairement éprouvée, comme toutes celles de la France, par les troubles et les guerres qui se sont succédé jusque vers la fin du XVIII^e^ siècle. Mais ce qui a toujours prouvé la vitalité de l'industrie amiénoise, c'est de la retrouver prête à tous les progrès, dès que quelques années de calme et de paix lui laissaient le répit nécessaire.

« Votre cité fut le berceau du travail automatique dans les arts textiles; dès 1775, Amiens possédait une vingtaine de métiers mécaniques à filer le coton pour la fabrication du velours. Ils avaient été établis sur les plans et sous la direction de Rolland, qui devait bientôt devenir célèbre, non par ses travaux d'ingénieur, mais par son élévation et ses malheurs politiques. Malgré les éléments avantageux en faveur de l'Angleterre dans cette production spéciale du velours de coton, Amiens a su maintenir cette fabrication et saura la développer encore, si nous en jugeons par les récents progrès réalisés chez les industriels les plus éminents de la contrée. Nous pourrions en dire autant du velours d'Utrecht, qui cependant est encore obligé de demander une partie de ses fils à l'Angleterre. La variété de vos produits caractérise surtout votre localité, et démontre l'étendue des aptitudes de ses manufacturiers. Toutes les matières filamenteuses, le coton, le lin, les laines, les poils, les duvets et même la soie y sont transformées. Si toutes ne le sont pas encore d'une manière complète, elles ne tarderont certainement pas à l'être. La loi de la nouvelle ère commerciale dans laquelle nous entrons impose l'obligation de concentrer et de développer sur le même point tous les éléments qui concourent au même produit, nous allions

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dire tous les membres d'un même corps. Votre société contribuera puissamment à ce résultat. Ce qu'elle a fait jusqu'à présent, et depuis si peu de temps, en est un sûr garant.

« Votre ville, signalée déjà par ses monuments, par ses arts, son activité et ses hauts faits dans le passé, aura dans l'avenir une gloire de plus, celle de vos utiles et bienfaisants travaux. »

Moyen de désinfecter et de chasser les odeurs. — M. le docteur J. H. Barker résume ainsi, sous forme de préceptes, plusieurs expériences concluantes relatives à des questions d'hygiène et de salubrité :

1° Pour aération de chambre de malade, l'air circulant librement est tout ce qu'il y a de mieux lorsqu'il est possible de maintenir l'uniformité de température;

2° Pour obtenir une désinfection rapide, le chlore est, de tous les agents connus, le plus efficace;

3° L'emploi de l'ozone permet de compter sur une action désinfectante continue;

4° A défaut d'ozone, ce qu'on peut prendre de mieux, c'est de l'iode qu'on expose à l'air sous forme solide;

5° Pour désinfecter des matières liquides ou demi-liquides en voie de décomposition, l'iode doit être encore préconisé, mais cette fois sous forme de teinture;

6° Pour désinfecter des corps solides, tout en ménageant leur conservation, on emploiera de préférence un mélange de sciure de bois et de chlorure ou de sulfate de zinc en poudre : on obtiendra de moins bons résultats avec de la sciure et de l'acide carbonique; enfin les cendres de bois pourront être employées quand on n'aura rien de mieux à sa disposition;

7° Pour purifier et désinfecter des vêtements, il convient de les soumettre à une température de 212° Fahr. (près de 101° C.);

8° Pour désinfecter des matières dont la conservation n'est pas essentielle, il faut les exposer à la chaleur jusqu'à ce qu'elles se désorganisent. (*The Chemical News.*)

Sur plusieurs mortiers d'un âge ancien, par M. William Wallace. — L'auteur ayant eu à sa disposition plusieurs échantillons authentiques de mortiers provenant de monuments anciens bien connus de l'Égypte, de la Grèce, de l'Italie et de l'île de Chypre, s'est proposé d'analyser quelques-uns des plus anciens ayant au moins trois mille ans d'âge, c'est-à-dire remontant bien au delà des temps historiques les plus reculés.

Mortier de la grande pyramide. — Deux échantillons de mortier de la pyramide de Chéops ont été examinés, l'un A provenant de l'intérieur et l'autre B de l'extérieur de la construction. Tous deux avaient le même aspect, celui d'un mélange de plâtre légèrement rosé avec des cristaux de sélénite (sulfate de chaux hydraté). Ils ne paraissaient pas contenir de sable, la silice se trouvant évidemment combinée, comme dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'argile, avec l'alumine à l'état de silicate. Ces mortiers ont probablement été composés d'un mélange de sélénite calcinée, de chaux et de craie en poudre ou de marne, avec addition de sélénite grossièrement broyée; cette dernière jouant là le rôle que joue le sable dans nos mortiers modernes, c'est-à-dire contre-balançant le retrait qui s'opère pendant le séchage.

La quantité d'eau trouvée a été à très-peu près la même que celle qui est nécessaire pour former le sulfate de chaux hydraté ordinaire avec deux équivalents d'eau. Enfin l'un et l'autre échantillon, bien que possédant un certain degré de ténacité, se sont laissé casser assez facilement.

M. le professeur C. Piazzi Smyth, qui s'occupe, depuis quelque temps, d'explorer la pyramide de Chéops et auquel M. Wallace a communiqué le résultat de ses analyses, lui a écrit que non-seulement on trouvait non loin de là de grandes quantités de gypse et d'albâtre, mais qu'une tombe récemment ouverte avait montré ses parois revêtues de larges dalles de sélénite.

Voici ce que les deux échantillons de mortier ont donné à l'analyse :

	Échantillon A.	Échantillon B.
Sulfate de chaux hydraté.	81,50 (eau 16,66)	82,89 (eau 17,38).
Carbonate de chaux (CO^2 calculé). .	9,47	9,80
Carbonate de magnésie (id.). .	0,59	0,79
Oxyde de fer.	0,25	0,21
Alumine.	2,41	3,00
Acide silicique.	5,30	4,30
	99,52	100,99

Anciens mortiers de l'île de Chypre. — Deux échantillons ont été également essayés parmi ceux rapportés de l'île de Chypre. L'un, C, provenait des ruines d'un temple situé près de Larnaka et n'offrant plus à l'œil du visiteur que quelques assises de la fondation. C'est un des meilleurs mortiers que M. Wallace ait vus. Il était extrêmement dur et compacte, et lui a paru fait de chaux, de sable fin et de gravier à noyaux d'un demi-pouce de diamètre ($0^m,0125$). Traité par l'acide chlorhydrique, il a fourni une petite quantité de silice soluble, estimée à 0,52 p. 100.

L'autre échantillon, D, était un ciment blanc très-dur, ayant servi à mastiquer les joints de tuyaux de conduite d'eau. Ces tuyaux, trouvés près de Larnaka à 10 pieds ($3^m,00$) de profondeur sous le sol, accusaient une origine très-ancienne; ils étaient en argile rouge, ayant un diamètre de près de 11 pouces ($0^m,280$); l'assemblage, fait par emboîtement avec remplissage du vide par le ciment, était recouvert d'une substance noire reconnue pour être du bitume.

On a constaté que, dans l'un et l'autre échantillon, la chaux était presque complétement à l'état de carbonate.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	Échantillon C.	Échantillon D.
Chaux.	26,40	51,58
Magnésie.	0,97	0,70
Acide sulfurique.	0,21	0,82
Acide carbonique.	20,23	40,60
Sesquioxyde de fer.	0,99	»
Alumine.	2,16	0,40
Acide silicique et sable fin. . .	16,20	0,96
Gros sable.	3,37	»
Petits cailloux.	28,63	»
Matière organique.	0,56	0,24
Eau.	0,54	3,09
	100,26	98,39

Anciens mortiers grecs. — L'un des échantillons E, resté longtemps exposé à l'air, provenait de la plate-forme ou terrasse dite Pnyx, sur laquelle se tenaient souvent Démosthène et Périclès pour prononcer leurs harangues ; il était très-dur et d'une couleur d'un blanc grisâtre.

L'autre échantillon, F, sorte de plâtre moyennement dur et ayant une teinte jaunâtre, avait appartenu à de l'intérieur d'un temple souterrain situé à Pentélique, près d'Athènes ; par conséquent, il n'avait pas été exposé à l'air.

	Échantillon E.	Échantillon F.
Chaux.	45,70	49,65
Magnésie.	1,00	1,09
Acide sulfurique.	»	1,04
Acide carbonique.	37,00	38,33
Sesquioxyde de fer.	0,92	0,82
Alumine.	2,64	0,98
Acide silicique et sable. . . .	12,06	3,90
Eau.	0,36	3,07
	99,68	98,88

On voit que, dans l'analyse de l'échantillon E, la proportion d'acide carbonique trouvée est précisément celle que demanderaient la chaux et la magnésie, en les supposant toutes deux passées à l'état de carbonates ; l'analyse de l'échantillon F, au contraire, indique que la carbonatation n'a pas été complète.

Anciens mortiers romains. — Ces mortiers différaient des autres par leur préparation évidemment composée de chaux et de pouzzolane au lieu de sable. Des quatre échantillons analysés, deux n'ont pu l'être complétement, faute d'une quantité suffisante de matière.

Le premier, G, d'une couleur gris-sombre, était assez dur et compacte ; il provenait de la villa Adrien, près de Rome.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le second H, était une espèce de plâtre arraché au revêtement intérieur d'un mur à Herculanum ; il était dur, d'une teinte rougeâtre, et accusait d'un côté l'action d'une boue volcanique bouillante.

Le troisième, I, d'une couleur d'un brun-rouge pâle, avait fait partie de la couverture des tombes latines qui se trouvent près de Rome.

Enfin le quatrième, J, avait été extrait du pavage en mosaïque qu'on rencontre aux bains de Caracalla, à Rome.

	Échantillon G.	Échantillon H.	Échantillon I.	Échantillon J.
Chaux.	15,30	29,88	19,71	25,19
Magnésie.	0,30	0,25	0,71	0,90
Potasse.	1,01	3,40	non dosée.	non dosée.
Soude.	2,12	3,49	id.	id.
Acide carbonique. . .	11,80	23,80	13,61	17,97
Peroxyde de fer. . . .	4,92	2,32	1,23	3,67
Alumine.	14,70	2,86	16,39	10,64
Acide silicique et sable.	41,10	33,36	36,26	30,24
Matière organique. . .	2,28	1,50	»	2,48
Eau.	5,20	1,00	8,20	5,50
	98 73	101,86		

Remarques générales.— Toutes ces analyses semblent démontrer que la chaux, dans les plâtres et ciments, tend, au bout d'un certain temps, à passer complétement à l'état de carbonate, sans pour cela former une combinaison de l'ordre $CaO, HO + CaO, CO^2$, conclusion qu'appuient plusieurs autorités. Elles indiquent aussi que, toutes les fois que le mortier est resté librement exposé au contact de l'air atmosphérique, il se forme une certaine quantité de silicate alcalin ou terreux qui en tout cas ne peut qu'ajouter à sa dureté, et que les mortiers les plus durs sont ceux qui sont restés le plus longtemps sous terre. Les entrepreneurs savent bien, tous, que les constructions sont plus résistantes lorsqu'elles ont été faites par un temps pluvieux, et que le mortier qui sèche trop vite s'écaille et a peu de liant, tandis que, s'il se conserve humide pendant quelque temps, il se forme un peu de silicate de chaux, qui non-seulement rend le mortier plus dur, mais favorise sa prise avec la pierre.

Parmi tous ces échantillons, il est curieux de voir que c'est le mortier probablement le plus ancien, celui désigné par C, qui s'est montré le plus dur et le plus compacte, et qu'on peut comparer à un fragment de roc. C'est, à vrai dire, plutôt une concrétion, et ses qualités supérieures sembleraient indiquer que, dans la confection des mortiers, l'emploi du gros sable serait préférable, comme, dans certain cas, le gravier même pourrait être employé avantageusement. (*Ibid.*)

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 7 mars 1866.

Présidence de M. le sénateur *Dumas*, Président.

CORRESPONDANCE. M. *Chaussenot*, membre de la Société, rue d'Angoulême-du-Temple, 50. — Perfectionnements apportés, depuis 1839, à son système de calorifère à air chaud. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Tarnier* fait connaître à la Société son système pour l'enseignement du système métrique des poids et mesures, lequel est exposé dans l'ouvrage spécial qu'il vient de publier. (Renvoi au même comité.)

M. *Salmon*, rue de Nemours, 13, — présente un seau à fermeture hydraulique inodore. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Monnin-Japy* réclame contre la rédaction du procès-verbal de la séance du 27 décembre dernier, dans laquelle il est indiqué comme faisant en entier des montres complètes livrées à des prix réduits. La maison qu'il dirige ne fait que des mouvements à l'état de *blanc* (ébauche), ou de *roulant* (finissage). Les montres qu'il a présentées, en décembre dernier, à la Société étaient des spécimens de l'horlogerie, provenant de la région qu'alimentent ses usines, et avaient été achetées par lui, au prix courant, chez les horlogers qui emploient ses mouvements. (La lettre de M. Monnin-Japy est renvoyée au comité des arts mécaniques pour être jointe aux pièces précédemment reçues.)

M. *Monnin-Japy* envoie aussi une note détaillée sur l'emploi des gaz de la tourbe dans la verrerie. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Cochot*, membre de la Société, rue Moreau, 14, présente un tiroir équilibré de son invention. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. M. *Verny*, présenté par M. le *Président*, et sur le point de partir pour le Japon, est nommé, à l'unanimité, membre de la Société.

COMMUNICATIONS. M. le *Président* donne la parole à M. *Bouilhet* (*Henri*), membre de la Société, pour exposer les origines et les progrès récents de la galvanoplastie (1).

M. le *Président* remercie ensuite, au nom de la Société, M. *Bouilhet* de cet exposé, qui a été écouté avec le plus vif intérêt par l'assemblée, et le félicite des progrès que la

(1) Cette communication paraitra prochainement au *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

galvanoplastie a faits dans l'établissement qu'il dirige avec tant d'habileté, de concert avec M. *Christofle* fils.

M. *Bouilhet* demande que la majeure partie de ces félicitations soient rapportées à M. *Ch. Christofle*, qui a consacré tous ses efforts à la réalisation pratique de cet art.

Séance du 21 *mars* 1866.

Présidence de M. le baron *Séguier*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — S. Exc. M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* adresse à la Société deux exemplaires du n° 11 du *Catalogue des brevets d'invention délivrés en* 1865.

M. *Mathias*, rue de Châlons, 22, à Paris, soumet à la Société ses machines et procédés pour l'apprêt des chapeaux de paille et pour recouvrir de soie ou coton les fils de laiton de la carcasse de ces chapeaux. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Corteuil* présente une note lithographiée contenant une nouvelle démonstration de l'existence du mouvement perpétuel. (Il sera écrit à M. Courteuil que la Société ne s'occupe pas de ce genre de questions.)

M. *Sarrant-Corot*, rue du Petit-Parc, 19, à Passy-Paris, présente un nouveau système pour les toitures en zinc. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Samain*, constructeur de machines, à Blois, soumet à l'examen de la Société un nouveau système de presse. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Belleville*, rue d'Orléans-Batignolles, 101, présente la description de ses générateurs de vapeur inexplosibles à circulation multiple. (Renvoi au même comité.)

M. *Magnier* (*Charlemagne*), boulevard Magenta, 127, présente un nouveau système de waggon qu'il appelle *waggon-choc*. (Renvoi au même comité.)

M. *Cabour*, rue Saint-Honoré, 74, à Paris, rappelle qu'il a soumis à la Société une machine à visser les chaussures, et demande l'autorisation de faire fonctionner cette machine devant les membres de la Société. (Cette autorisation est accordée.)

MM. *Christofle* fils et *Bouilhet* (*Henri*), rue de Bondy, 56, membres de la Société, demandent que la Société se fasse faire un rapport sur les procédés employés par eux pour la galvanoplastie industrielle ronde bosse qui ont été exposés, dans la dernière séance, par M. H. Bouilhet. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Mauban* (*Victor*), ferblantier-lampiste, rue Saint-Severin, 4, réclame pour la rectification de son adresse insérée dans le rapport qui a été fait par M. de Luynes sur son invention d'une éprouvette alcoométrique. (Cette rectification sera faite au procès-verbal.)

M. *Filliâtre*, rue Compans, 37, à Belleville, présente à la Société un fourneau économique. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Menier*, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, 37, membre de la Société, envoie à la Société une somme de 1,455 f. pour l'établissement d'un fonds de secours en faveur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des ouvriers appartenant à l'industrie des produits chimiques. (Renvoi à la commission des fonds.)

M. *Meister* (*Oscar*), chimiste, à Chemnitz (Saxe), demande à être admis au concours pour le prix Alexandre, au sujet d'une encre qui n'oxyde pas les plumes et soit inattaquable. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Boillot*, chaussée du Maine, 76, adresse un exemplaire d'un *Traité d'astronomie* à l'usage des lycées, et demande qu'il soit l'objet d'un examen de la part du Conseil. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Bossin* envoie à la Société une brochure sur la nécessité et l'utilité d'adapter des adjectifs latins aux noms génériques des plantes potagères.

M. *Ferrand* (*Étienne*), pharmacien à Lyon, adresse une brochure sur les *Matières colorantes dérivées de la houille*.

RAPPORTS DES COMITÉS. *Cannelles en bois.* — La parole est donnée à M. *Amédée-Durand* pour la lecture d'un rapport sur les cannelles en bois de M. *Paraud*.

Le Conseil adopte les conclusions de ce rapport qui sera inséré au *Bulletin*, dont 500 exemplaires seront remis à M. *Paraud*, et il adresse des remercîments à l'auteur de ces cannelles pour la communication qu'il en a faite à la Société. (Voir plus haut, p. 129.)

Mouture du sarrasin. — M. *Herpin* a ensuite la parole pour la lecture d'un rapport sur les procédés employés par M. *Betz-Penot* pour la mouture du sarrasin. Les conclusions consistant en des remercîments à l'auteur de cette communication et l'insertion du rapport au *Bulletin* sont adoptées.

Couperie de poils. — M. *Lavollée* lit, au nom du comité de commerce, un rapport sur une notice présentée par M. *de Clermont* relative à l'industrie des couperies de poils. Il propose d'adresser des remercîments à M. *de Clermont* et de renvoyer la notice à la commission du *Bulletin*. Ces conclusions sont adoptées.

Carte géographique d'Australie. — M. *Lavollée* lit aussi, au nom du même comité, un rapport sur une carte de la colonie Victoria, dans l'Australie, dressée par M. *Proeschel*. Il conclut en demandant de remercier M. *Proeschel* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. Ces conclusions sont adoptées. (Voir plus haut, p. 137.)

NOMINATION DE MEMBRES. Sont nommés membres de la Société :

MM. *Fuchs*, ingénieur des mines, à Paris;
Cretin (*Gabriel*), négociant, à Paris;
Pégard, graveur, à Paris;
Valasse, arquebusier, à Paris;
Voirin, fabricant de presses typographiques, à Paris;
Calon (*Paul*), consul de Danemark, banquier, à Paris.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

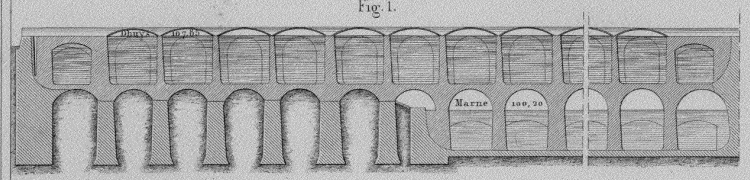


Fig. 2.

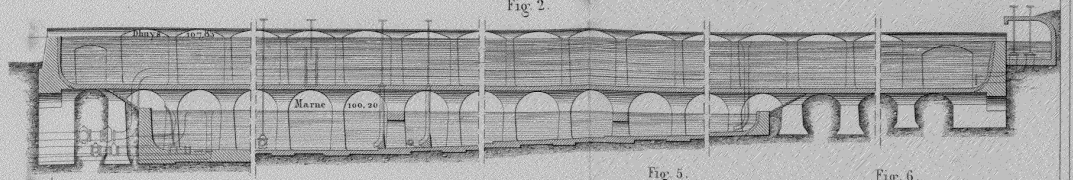


Fig. 4.

Fig. 3.

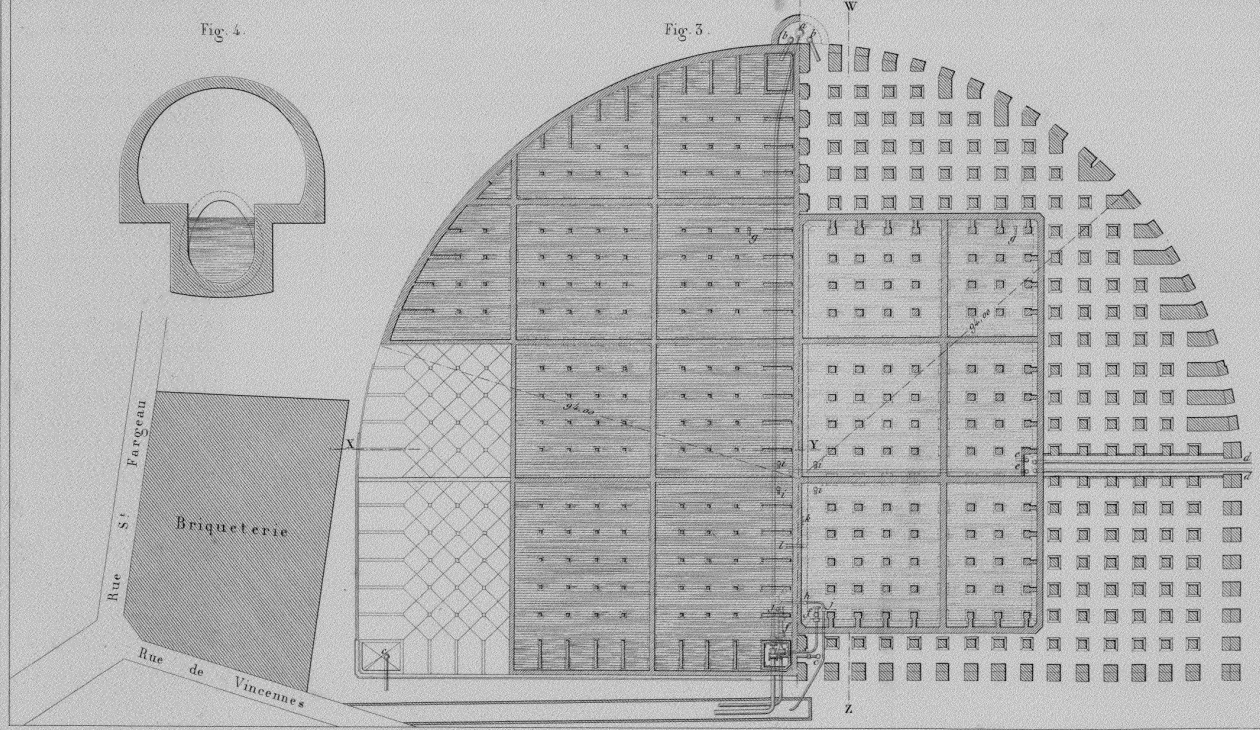


Fig. 5.

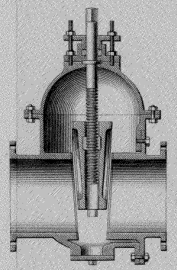


Fig. 6

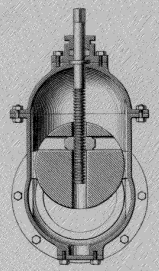
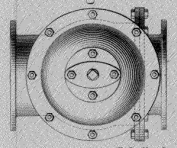
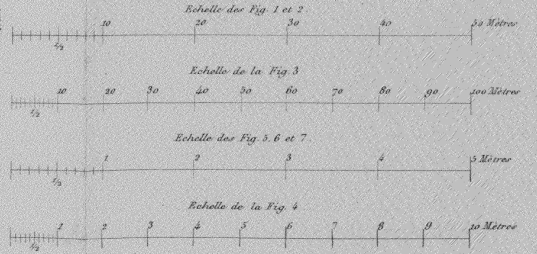


Fig. 7.





Imp. Lemoitreux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

RÉSERVOIR DE MÉNILMONTANT POUR LES EAUX DE LA DHUYS ET DE LA MARNE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Avril 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

DÉCISION RELATIVE A LA NOMINATION DE MEMBRES ADJOINTS.

Conformément à l'arrêté pris le 16 janvier 1855,

M. Huzard entendu, dans la séance publique du 4 avril 1866 pour le comité d'agriculture,

Le Conseil, après délibération, a décidé que ce comité était autorisé à présenter une liste de candidats pour la nomination de trois membres adjoints.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BAUDE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un système de* MACHINE LOCOMOTIVE *à trois cylindres présenté par* M. RAINCELIN, *monteur-mécanicien, rue des Cinq-Moulins, 4, à Paris.*

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen de votre comité des arts mécaniques un mémoire descriptif et un dessin présentés par M. Raincelin, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pense trouver de grands avantages dans la substitution de trois cylindres aux deux cylindres symétriques qui fonctionnent dans les machines locomotives des chemins de fer. Nous vous donnerons d'abord la description sommaire de la machine : nous citerons les assertions au moyen desquelles M. Raincelin croit pouvoir établir la supériorité de son système, et nous les ferons suivre de quelques observations.

Dans la locomotive de M. Raincelin, l'axe des roues d'arrière est commandé par deux cylindres latéraux. Un troisième cylindre est placé au centre de la machine sous la boîte à fumée. La tige du piston agit directement, au moyen d'une bielle, sur l'essieu d'avant, qui est coudé à son milieu. De plus, l'essieu central étant également coudé, il reçoit une bielle d'articulation qui s'assemble sur la grosse tête de la bielle motrice du cylindre d'avant. Les trois essieux sont d'ailleurs réunis extérieurement par des bielles qui les rendent solidaires. Les manivelles ou les coudes sont tiercés, c'est-à-dire qu'ils divisent la circonférence en trois parties égales ou qu'ils font entre eux des angles de 60 degrés. Telles sont les dispositions de l'inventeur : il leur attribue les avantages suivants :

« La puissance de la vapeur, dit M. Raincelin, est répartie sur l'ensemble « du mouvement en action sur trois roues motrices, et elle réalise plus de force « et de vitesse. Elle supprime le patinage, et donne un démarrage immédiat. « Le roulis devient continu, et il cesse d'être cadencé, là où la force appli- « quée à deux roues motrices seulement doit vaincre l'inertie des autres « roues motrices : de là, plus de ruptures de bielles et d'essieux qui se « tordent avant le démarrage. D'ailleurs, les trois cylindres à vapeur ayant « la même capacité que les deux cylindres des machines ordinaires, tous ces « avantages sont obtenus sans plus de dépense de vapeur. »

Nous ne pouvons admettre tous les avantages de cette énumération un peu dénués de preuves à l'appui, et l'addition d'un troisième cylindre nous paraît sujet à plusieurs inconvénients.

Dans les machines ordinaires, deux cylindres sont nécessaires pour que, au moment où un piston atteint le point mort, l'autre soit au milieu de sa course. La continuité du mouvement est ainsi établie, et l'on ne voit pas de nécessité absolue pour compliquer le mécanisme de la machine par l'addition d'un troisième cylindre. Dès que vous accouplez les roues des essieux d'une machine qui a deux cylindres, par cela même vous répartissez la force de la vapeur sur l'ensemble du mouvement des pièces qui participent à l'accouplement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sans doute, dans une machine à vapeur, trois cylindres tiercés impriment à l'arbre moteur un mouvement plus régulier que ne peuvent le faire deux cylindres équivalents ; mais, dans un cas comme dans l'autre, tout le travail produit est transmis, et on parvient à une régularité suffisante au moyen de volants plus ou moins lourds : or, dans le mouvement des trains, leur poids même est un volant suffisant pour obtenir toute la régularité désirable.

On ne voit pas comment, en dépensant la même quantité de vapeur dans trois cylindres au lieu de deux de capacité égale, on augmentera l'effet utile de la machine. Il sera, au contraire, amoindri, car les frottements seront augmentés par le plus grand développement des surfaces; les espaces nuisibles sont plus considérables, les surfaces de condensation sont plus étendues, de telle sorte qu'il y aura plutôt perte de vapeur au désavantage de la machine à trois cylindres.

Comme dispositions de détail, nous signalerons l'inconvénient d'avoir deux essieux coudés qui sont sujets à des ruptures, au lieu d'essieux droits qui ne cassent presque jamais. Quelques faits statistiques, dont nous pourrions, au besoin, donner les preuves, établissent que, dans le matériel des six grandes compagnies françaises de chemins de fer, la proportion de ces ruptures d'essieux coudés est de 10 à 12 pour 100, par année, après un parcours de 135,000 kilomètres.

Comment, d'ailleurs, trois cylindres donneraient-ils plus de facilité de démarrage que trois essieux accouplés? car c'est dans ces termes que doit être établie la comparaison des machines. Il n'y a pas de motif de croire que le système de bielles en usage dans la machine à trois cylindres se prêtera à des vitesses qu'on ne peut obtenir dans des machines à roues accouplées. Dès lors, la machine à trois cylindres ne pourrait s'employer dans des trains express dont on est obligé d'exclure même les machines à quatre roues accouplées.

Les ingénieurs sur lesquels pèse la responsabilité de l'exploitation hésiteraient peut-être à placer, comme premier essieu de la machine soumis à toutes les réactions de la voie, un essieu coudé relativement fragile. Dans les machines ordinaires, l'essieu coudé, quand il en existe, est au milieu; ses roues ont des boudins peu saillants, et, s'il vient à rompre, la machine est soutenue par les roues d'avant et d'arrière ; mais, si le coude est à l'avant, la disposition du centre de gravité de la machine la fera buter, et donnera de la gravité à un simple accident de rupture.

Ce que nous venons de dire nous semble suffisant, Messieurs, pour appré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cier le système de M. Raincelin : nous ne saurions donc lui conseiller de persévérer dans l'idée d'établissement des trois cylindres dans les machines locomotives. Toutefois, sans nous étendre sur des critiques de détail que nous pourrions peut-être multiplier, nous estimons qu'il ne peut y avoir qu'utilité à faire connaître l'idée de M. Raincelin, ouvrier monteur intelligent du chemin de fer du Nord. En conséquence, nous vous proposons de remercier M. Raincelin de sa communication et de faire insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société avec le croquis qui en accompagne le texte.

Signé BAUDE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 15 *novembre* 1865.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 335 REPRÉSENTANT LA LOCOMOTIVE A TROIS CYLINDRES DE M. RAINCELIN.

Fig. 1. Élévation longitudinale de la machine.
Fig. 2. Plan pris au niveau du châssis, la chaudière étant enlevée.
A, chaudière.
B, boîte à vapeur.
C, C, tuyaux de prise de vapeur.
D, D, cylindres à vapeur extérieurs.
E, troisième cylindre à vapeur, placé intérieurement à l'avant.
F, F, bielles motrices des cylindres extérieurs.
G, essieu droit des roues d'arrière.
H, bielle motrice du troisième cylindre.
I, essieu coudé des roues de milieu.
J, autre essieu coudé des roues d'avant.
K, K, bielles d'accouplement des roues.
L, tuyaux d'échappement de la vapeur.
M, levier de changement de marche et son axe.
N, frein et son levier de manœuvre.
O, O, tiges des tiroirs des cylindres extérieurs.
P, P, barres d'excentriques et excentriques reliés à ces barres.
Q, tige du tiroir du troisième cylindre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

R, excentrique et barre d'excentrique du troisième cylindre.
S, S, secteurs correspondant aux barres d'excentriques P.
T, secteur de l'excentrique R.
U, transmissions de changement de marche.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BENOÎT, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* TOURNE-SCIE, *ou outil destiné à donner la Voie aux lames des scies à débiter les bois de toutes sortes, présenté par* M. PLAGNOL, *ouvrier mécanicien, rue des Partants*, 18, *à Charonne-Paris.*

Messieurs, M. Plagnol, ouvrier mécanicien, vous a présenté un petit outil qu'il nomme *tourne-scie*, destiné à *donner la Voie* aux lames des scies à débiter les bois de toute sorte. Votre comité des arts mécaniques, auquel vous l'avez renvoyé, m'a chargé de vous rendre compte de l'examen qu'il en a fait, sur votre demande.

Cet outil est fort simple ; il se compose uniquement de deux petites plaques rectangulaires d'acier trempé, ou même de fer trempé au paquet, de largeur différente, serrées l'une contre l'autre par quelques vis qui les rendent solidaires. L'épaisseur de la plus large est de 2 à 3 millimètres ; l'autre est beaucoup plus mince.

Cette grande différence d'épaisseur est motivée par la destination différente de ces plaques : en effet, toute la longueur de la plus épaisse présente, diversement espacés, des crans ou encoches en forme de V, plus ou moins ouverts normalement à ses rives et régnant dans toute sa partie qui n'est pas recouverte par la plaque mince.

Ces encoches sont prolongées sous cette dernière plaque par des fentes plus ou moins larges et longues, dirigées perpendiculairement à la longueur de l'outil, destinées à recevoir les dents de scie à dévier du plan général de la lame dont elles font partie.

Il résulte de cette construction que, lorsqu'une dent est engagée dans la fente dont la largeur est égale à son épaisseur, et l'outil incliné de manière à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce que sa plaque mince s'appuie exactement sur le dos de la dent, le plan général de la lame de scie occupe le milieu de l'encoche correspondante : de sorte qu'il existe de part et d'autre de cette lame, entre ses faces et les bords de l'encoche, des espaces angulaires d'égale ouverture.

Il est donc évident que, si l'outil est ainsi disposé sur une lame de scie maintenue fixement dans l'espace, il suffira de s'en servir comme levier pour dévier, d'un côté ou de l'autre du plan de la lame, la dent engagée. Il est clair, d'ailleurs, que, si l'on agit sur la dent jusqu'à ce que la rive de l'encoche se mette en contact avec le corps de la lame, la déviation de la dent sur laquelle on opère aura atteint son maximum.

Lors donc qu'au moyen de la même encoche de l'instrument décrit on aura dévié alternativement, d'un côté et de l'autre d'une lame de scie, les dents dont elle est armée, on lui aura évidemment *donné la Voie* avec le plus de régularité possible.

Tels sont, Messieurs, les renseignements que votre comité des arts mécaniques m'a chargé de vous donner sur un petit outil peu coûteux, facile à établir, dont l'effet est certain, et qui peut rendre ainsi quelques services.

J'ai, en conséquence, l'honneur de vous proposer au nom de ce comité :

1° De remercier M. Plagnol de sa communication ;

2° D'approuver le tourne-scie qu'il vous a présenté ;

3° D'ordonner l'insertion du présent rapport dans votre *Bulletin*, avec un dessin représentant l'outil dont il s'agit.

Signé Benoît, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 22 *février* 1865.

LÉGENDE RELATIVE AU TOURNE-SCIE DE M. PLAGNOL, REPRÉSENTÉ PLANCHE 336.

Fig. 1. Vue de l'outil sur une de ses faces.

Fig. 2. Autre vue dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 1.

Fig. 3. Section transversale de l'outil suivant la ligne I, II de la figure 1.

A, plaque la moins épaisse.

B, plaque la plus épaisse, réunie à la précédente par quatre vis et portant, sur ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rives, des encoches en forme de V plus ou moins ouvert, se prolongeant sous la plaque A par des fentes de longueur et de largeur diverses, indiquées en ponctué figure 1.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Victor BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* GRAISSEUR AUTOMATIQUE *de* M. COURCIER, *rue de Fontenay*, 142, *à Vincennes.*

Messieurs, personne ne saurait méconnaître qu'un bon graissage des axes en mouvement est une des conditions les plus importantes de la marche régulière des machines; aussi les forces vives de l'invention se sont-elles fréquemment portées de ce côté. Ce n'est pas ici le lieu de revenir sur les paliers graisseurs de Decoster, sur le palier Avisse, sur les dispositions adoptées par notre confrère M. Amédée-Durand, sur toutes ces dispositions qui consistent à enfermer l'huile dans l'intérieur des coussinets ou des supports des tourillons.

Le petit appareil présenté par M. Courcier et renvoyé à l'examen du comité des arts mécaniques est indépendant des paliers des chaises et des supports qu'il doit lubrifier; il contient lui-même l'huile à graisser, et, à ce titre, il rappelle plus particulièrement ces appareils qui nous venaient de Belgique il y a quelques années, et qui se composaient simplement d'un godet cubique ou sphérique, muni d'un ajutage fermé par une soupape et reposant sur le tourillon à graisser. La soupape, reliée à un petit levier, s'ouvrait à chaque tour de roue, soulevée qu'elle était par un maneton rencontrant le levier, et une goutte d'huile millimétrique tombait sur le tourillon et le lubrifiait.

L'appareil de M. Courcier est automatique comme celui-ci, mais il est plus simple, puisqu'il n'a ni soupape ni levier, et qu'il n'exige pas de maneton de rencontre sur l'arbre en mouvement. Il est simplement fondé sur le système de l'équilibre des fluides dans les vases communicants.

Il se compose essentiellement d'un récepteur clos à la partie supérieure et à la partie inférieure, et traversé de part en part par un tube débouchant à l'air à la partie supérieure, et aboutissant au tourillon à la partie inférieure

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

presque en contact avec la partie tournante de ce tourillon. L'huile remplit le vase aux deux tiers ou aux trois quarts; elle est retenue et soutenue par la pression atmosphérique agissant sur l'orifice inférieur d'un tube qui forme le prolongement du vase clos.

Si le tourillon est immobile, si l'arbre ne tourne pas, il n'y a aucune raison pour qu'il y ait écoulement, l'écoulement ne pouvant avoir lieu qu'autant que l'air remplace le liquide écoulé. C'est l'application du théorème de Torricelli, nous n'y insistons pas.

Mais supposons, au contraire, que le tourillon tourne, une certaine chaleur sera développée par le frottement, une particule d'huile sera consommée; le niveau de l'huile dans le vase clos s'abaissant, l'air qui surmonte la surface supérieure de l'huile sera raréfié, et la pression de ce milieu s'abaissera au-dessous de la pression atmosphérique, de sorte que, celle-ci agissant à la partie inférieure de l'ajutage, une molécule d'air s'introduira dans le milieu qui surmonte la surface supérieure de l'huile dans le vase clos, et une goutte d'huile se présentera au tourillon toute prête à le lubrifier.

Tel est le principe de l'appareil que nous examinons.

Les résultats de cette application sont certains, et l'on comprend de suite qu'il suffira de régler la section de rentrée d'air pour régler proportionnellement l'écoulement de l'huile. Quant à la construction de l'appareil, elle répond au principe, et les résultats pratiques obtenus démontrent que cette application est avantageuse.

La forme donnée par M. Courcier à son graisseur est analogue à celle des graisseurs ordinaires; il est sphérique, il est en verre, et repose sur le chapeau du palier percé, comme à l'ordinaire, à son centre de figure; le tube pénètre dans celui-ci et vient reposer sur le tourillon.

L'ouverture supérieure du vase, par laquelle l'huile est introduite, est garnie d'une bague en cuivre portant une surface taraudée. Sur cette surface on place un bouchon en cuivre également taraudé qui, une fois serré, empêche toute rentrée d'air par la partie supérieure du vase, et soustrait ainsi la surface du liquide à tout renouvellement de la pression autrement que par le tube central qui, seul, se trouve en communication avec l'air atmosphérique extérieur; c'est par ce tube que se rétablit l'équilibre rompu par la consommation de l'huile.

On comprend de suite que le fonctionnement est automatique, que l'huile s'écoule du vase par l'espace annulaire formé entre les deux tubes concentriques, proportionnellement à la rentrée d'air qui dépend et de la consom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mation de l'huile et de la section du petit tube intérieur; on peut, d'ailleurs, régler le débit en relevant ou en abaissant le petit tube de rentrée d'air. Plus on élève le tube central, plus on donne de section de passage entre l'extrémité de ce tube et la partie tournante de l'arbre, plus on obtient de débit.

La mise au point voulu de ce petit tube s'opère facilement; il suffit, pour l'élever ou pour l'abaisser, de tourner dans un sens ou dans un autre le bouchon à vis qui forme l'orifice supérieur du vase dans lequel il est fixé; il est, d'ailleurs, toujours facile de s'assurer du débit, soit par la vérification de la couche d'huile sur l'arbre tournant, soit par la dépense dont on peut se rendre compte par la transparence du vase en verre contenant l'huile approvisionnée.

Tout le monde connaît les graisseurs Blandin, qui affectent la même forme que celui dont nous parlons, mais qui, au lieu d'huile, emploient la graisse. Ces graisseurs présentent sans doute de grands avantages, et nous n'avons nullement le dessein d'établir une comparaison en faveur de celui de M. Courcier; seulement il convient de faire observer en faveur de ce dernier que, dans le cas où un arbre viendrait à chauffer et si le débit de l'huile n'était pas accidentellement assez actif, on pourrait, en tournant le bouchon métallique que nous avons décrit précédemment, faire une rentrée d'air partielle et débiter autant d'huile qu'on le voudrait.

Votre comité des arts mécaniques m'a chargé, Messieurs, de vous donner la description de cet appareil, et, pour en faire une appréciation équitable, il s'est préoccupé des résultats pratiques qu'on en obtenait.

Il a eu sous les yeux des attestations de M. Édouard Noël et de MM. Bogey et comp., manufacturiers à Nancy, de MM. Buffaud frères, constructeurs à Lyon, de MM. Griset et comp., lamineurs à Paris, qui, tout en faisant certaines restrictions, témoignent que le graisseur de M. Courcier a donné de bons résultats dans leurs établissements.

Enfin le rapporteur de votre comité ne s'est pas contenté de ces attestations, et, profitant de la construction d'une usine de tissage mécanique qu'il faisait pour MM. Chapon frères, à Courbevoie, il a prié ces messieurs de faire eux-mêmes l'expérience pratique de deux de ces appareils.

Ceux-ci, placés sur une transmission de mouvement marchant à la vitesse de 100 tours, ont été maintenus en service pendant plus d'un mois; l'un de ces appareils est sous les yeux de la Société, l'autre fonctionne encore à l'usine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On les a alimentés avec l'huile de pied de bœuf de première qualité, et, pendant la durée d'un mois, la consommation n'a pas dépassé un gramme par jour.

Le tourillon, de $0^m,07$ de diamètre, tourne, comme nous l'avons dit, avec une vitesse de 100 tours, et transmet une force de 12 chevaux. Il est vrai que les axes étaient neufs et très-bien ajustés, et il est probable que, sur des arbres dans de moins bonnes conditions, la consommation serait plus considérable.

Quoi qu'il en soit, MM. Chapon, qui ont d'autres moyens de graissage dans leur usine, affirment qu'ils n'en ont aucun qui réunisse mieux, à la fois, la solidité, la propreté et l'économie.

La seule objection que nous ayons à faire à cet appareil, c'est que, comme on emploie avec ces graisseurs une huile de pied de bœuf fine dont la congélation a lieu à un degré relativement élevé, il arrivera, sans doute, que, dans l'hiver et dans les ateliers ouverts, l'huile se congèlera et le graissage ne sera pas aussi parfait, encore bien que le frottement communique sa chaleur.

Mais on peut, sans doute, obvier à cet inconvénient en enveloppant le vase et le tube d'une matière conduisant mal la chaleur, et on arrivera ainsi à les soustraire aux influences atmosphériques.

L'avis de votre comité est donc que le graisseur automatique est appelé à rendre de grands services à l'industrie, et nous proposons, en son nom, de remercier M. Courcier de son intéressante communication et d'ordonner que le présent rapport soit inséré au *Bulletin*, avec le dessin de l'appareil.

Signé Victor Bois, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *juillet* 1865.

LÉGENDE RELATIVE AU GRAISSEUR AUTOMATIQUE DE M. COURCIER, REPRÉSENTÉ PLANCHE 336.

Fig. 4. Section verticale du graisseur, passant par l'axe du tube central.

a, boule de forme sphérique, en verre très-épais, se terminant en dessus et en dessous par un col cylindrique, et formant le réservoir à huile.

b, bague en cuivre coiffant le col supérieur du réservoir, et taraudée extérieurement à sa partie supérieure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c, bouchon en cuivre, à fond de liége, se vissant sur la bague *b* et fermant le réservoir par le haut.

d, couvercle en cuivre scellé d'un manière invariable au col inférieur du réservoir et formant la base du réservoir.

e, tube en cuivre soudé au couvercle *d*; il est ouvert à ses deux extrémités et communique avec le réservoir, dont il forme en quelque sorte le prolongement.

f, tube central en cuivre traversant de part en part le réservoir et son bouchon *c*, dans lequel il passe à frottement; il est ouvert à ses deux extrémités et porte à celle du haut une petite boule qui permet de le manœuvrer plus facilement lorsqu'on veut l'enfoncer plus ou moins dans le tube concentrique *e*; c'est dans l'espace annulaire compris entre la surface intérieure du tube enveloppant *e* et la surface externe du tube enveloppé *f* que l'huile descend du réservoir pour tomber en gouttes sur la surface à lubrifier.

Lorsqu'on veut installer ce petit appareil, on doit faire reposer le fond *d* du réservoir sur le chapeau du palier, soit directement, soit au moyen d'une cale en liége ou en bois; puis le tube *e* pénètre au travers de ce chapeau et descend directement jusqu'à la surface du tourillon qu'il doit toucher, tandis que l'extrémité du tube intérieur *f* en est tenu à une distance qui varie suivant la quantité d'huile qu'on veut dépenser.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur* UN ROBINET *de* M. DEBATÈNE, *rue des Gravilliers*, 28, *à Paris.*

Messieurs, M. Debatène, ouvrier fontainier, a présenté à la Société d'encouragement un robinet à contre-poids destiné à se fermer seul et à fonctionner à la manière des robinets dits à repoussoir, mais sans exiger l'emploi d'aucun ressort.

La clef du robinet de M. Debatène est horizontale. Elle tourne, d'une part, dans une garniture munie de cuir; d'autre part, dans une portée conique ou sorte de crapaudine ménagée au bouchon qui ferme l'ouverture opposée du boisseau. Au milieu, cette clef est taillée excentriquement, de manière à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pouvoir pousser la tête du clapet vers le siége sur lequel ce clapet doit faire clôture.

Cette action se produit naturellement à l'aide d'un contre-poids fixé à la clef par l'intermédiaire d'une longue tige ; il suffit de faire tourner la clef, en soulevant le contre-poids à l'aide de cette tige, pour que le robinet soit ouvert, et il se ferme aussitôt que l'on abandonne le poids.

A l'inverse de ce qui se passe dans la plupart des robinets, le clapet se ferme en cheminant en sens contraire du mouvement de l'eau.

Il se compose, d'ailleurs, d'une tête sur laquelle l'excentrique de la clef doit agir, du clapet proprement dit, qui est garni de caoutchouc et qui doit fermer contre l'extrémité de la conduite d'amenée ; enfin d'un guide en forme de croisillon, qui assure le parallélisme du mouvement de toutes les pièces mobiles.

Pour que le bord de la conduite soit bien libre, celle-ci est munie, en arrière, d'une petite bride qui sert, au moyen d'un raccord, et avec l'intermédiaire d'un cuir, à faire le joint avec le corps du robinet.

La fermeture se faisant sur une plaque de caoutchouc, il y a lieu de croire que cette plaque devra être remplacée de temps en temps par suite du durcissement de la matière ; mais, tout en reconnaissant cet inconvénient, l'inventeur attache quelque importance à son mode de fermeture, au maintien, hors de l'eau, des divers organes mobiles, qui sont ainsi à l'abri de la gelée, et surtout à l'absence de tout bruit au moment de la fermeture.

Ce robinet est simple et de bonne construction ; il se ferme très-bien, et il fonctionne effectivement sans bruit.

Nous avons voulu vérifier s'il évitait, comme le pensait M. Debatène, le coup de bélier, et à cet effet nous avons soumis toute une série de robinets à un même mode d'expérimentation, qui consistait à placer un manomètre à air libre en amont de la fermeture, et à observer la dénivellation qui se produisait dans le mercure au moment de la cessation de l'écoulement.

Nous donnerons à part les résultats de ces expériences comparatives ; mais nous dirons, dès à présent, que le robinet de M. Debatène ne s'est pas comporté mieux que les autres sous ce rapport. Nous avons été fort étonné de reconnaître qu'au point de vue de la diminution du coup de bélier c'est même le vieux robinet à boisseau qui tient assurément la première place parmi les diverses dispositions expérimentées.

Nous nous bornerons donc à constater les seuls avantages résultant de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

simplicité et de l'absence de ressort, et à proposer au Conseil d'insérer dans le *Bulletin* une figure sur bois représentant la coupe de la disposition de M. Debatène, auquel 100 exemplaires du présent rapport seraient, en outre, remis.

Signé TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 15 novembre 1865.

LÉGENDE RELATIVE AU ROBINET DE M. DEBATÈNE, REPRÉSENTÉ PLANCHE 336.

Fig. 5. Section verticale du robinet faite suivant son axe.

Fig. 6. Autre section, suivant l'axe, par un plan perpendiculaire à celui de la figure 5.

Fig. 7. Vue du clapet dans un plan parallèle à son axe.

Fig. 8. Vue de bout du même clapet du côté d'arrivée de l'eau.

C, corps du robinet.

D, conduite d'amenée de l'eau, munie d'une petite bride servant à faire le joint avec le corps du robinet.

E, écrou servant à raccorder le corps du robinet et la conduite, avec interposition d'une rondelle de cuir.

F, axe de la clef du robinet.

F′, partie excentrique de cet axe servant à repousser la tête du clapet sur son siége et, par conséquent, à arrêter l'écoulement de l'eau.

G, tige à contre-poids servant à faire tourner l'axe F.

Le clapet HIJ se compose de trois parties solidaires (voir les détails, fig. 7 et 8), qui sont :

Le clapet proprement dit H; il est formé d'un disque métallique muni, à sa circonférence, de quatre oreilles qui lui servent de guide, et garni d'une rondelle en caoutchouc du côté qui regarde la conduite;

La tête métallique I, sur laquelle agit la partie excentrique de l'axe de la clef pour repousser le clapet sur son siége;

La queue à croisillon J placée du côté de la rondelle en caoutchouc.

La figure 5, qui montre la tige à contre-poids placée verticalement, indique que le robinet est fermé; dans la figure 6, au contraire, où la tige n'est plus verticale, on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voit que la partie excentrique de l'axe de la clef est tournée du côté du bec du robinet ; par conséquent, le robinet est ouvert, et c'est l'eau qui, dès lors, doit chasser le clapet de son siége et en appliquer la tête I contre l'axe de la clef.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. L. MOLINOS, *au nom du comité des arts économiques, sur le* PERFECTIONNEMENT *apporté aux* FERRURES DE PORTES D'ARMOIRES, *par* M. FAURE, *à Fumay* (*Ardennes*).

Messieurs, M. Faure, menuisier à Fumay (Ardennes), soumet à l'examen de la Société un petit perfectionnement qu'il a apporté aux ferrures des portes d'armoires. En général, ces portes sont simplement maintenues par des pivots placés à leurs parties supérieure et inférieure et engagés dans le cadre fixe qui entoure l'ouverture de la porte. Celle-ci peut donc s'ouvrir jusqu'à aller toucher la partie extérieure de la feuillure, à moins que l'armoire ne contienne des tablettes, auquel cas on entaille ces dernières de manière que la partie de la porte qui rentre dans l'armoire, en tournant autour du pivot, vienne s'engager dans les entailles et se trouve ainsi arrêtée.

M. Faure ajoute au milieu de la porte une ferrure recourbée portant un troisième pivot qui maintient la porte en son milieu (ce qui est un avantage pour les portes de grande dimension), et qui fournit en même temps, par sa courbure même, un arrêt qui empêche le battant de s'ouvrir au delà d'un angle donné.

Cette disposition consiste dans un certain perfectionnement des systèmes actuellement employés, et nous a paru, à ce titre, mériter d'être connue.

En conséquence, votre comité des arts économiques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Faure de sa communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil.

Signé L. MOLINOS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *juillet* 1865.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE A LA FERRURE PERFECTIONNÉE DE PORTE D'ARMOIRE DE M. FAURE, REPRÉSENTÉE PLANCHE 336.

Fig. 9. Élévation partielle d'une porte d'armoire et du cadre dans lequel elle tourne.

Fig. 10. Section horizontale suivant la ligne X Y de la figure 9.

A, cadre fixe dans lequel tourne la porte.

B, porte maintenue, en haut et en bas, par un pivot indiqué en ponctué sur la figure 9.

C, ferrure recourbée portant le troisième pivot; elle est maintenue par deux vis sur la face intérieure du cadre fixe, et sa partie recourbée s'engage dans une ouverture ménagée dans le montant de la porte et garnie d'une plaque de fer noyée dans l'épaisseur du bois; c'est dans cette plaque qu'est placé le pivot.

(M.)

ÉLECTRO-MÉTALLURGIE.

SUR LES ORIGINES ET LES PROGRÈS RÉCENTS DE LA GALVANOPLASTIE, PAR M. HENRI BOUILHET (1).

« Messieurs, plus habile à faire des recherches dans un laboratoire, à conduire les travaux d'un atelier d'orfévres qu'à parler en public; plus expert à démontrer aux ouvriers que j'emploie les ressources d'un art qu'ils pratiquent tous les jours, qu'à décrire les phénomènes de la science, j'aborde avec une certaine émotion le sujet que la Société d'encouragement m'a chargé de traiter devant vous.

« Si quelque défaillance venait à trahir ma volonté, permettez-moi, Messieurs, de compter sur l'importance des phénomènes que j'expose, pour fixer votre attention, et plus encore, sur votre bienveillance.

« La Galvanoplastie a eu le privilége d'attirer depuis longtemps l'attention et de stimuler les efforts des chercheurs de tous les pays; aussi, bien des intelligences d'élite, bien des noms, illustres aujourd'hui, ont consacré leurs travaux et leurs veilles à grandir le champ des découvertes électro-métallurgiques, et, mieux que moi, pourraient vous entretenir des merveilles que la Galvanoplastie et les Arts dont elle est le principe réalisent tous les jours dans la pratique.

« Je ne saurais trouver dans mes études et dans mes travaux personnels un motif

(1) Séance du 7 mars 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suffisant pour qu'une telle mission me soit confiée; mais, si reportant ma pensée en arrière, je cherche dans le passé, je me vois encouragé encore, soutenu toujours, par le souvenir d'un homme qui mit toute son énergie et toute son intelligence au service d'une idée, qui usa sa vie, pour doter la France d'une de ses industries les plus florissantes aujourd'hui, et dont l'origine est tout entière dans la découverte des méthodes électro-chimiques. J'eus le bonheur d'être son collaborateur pendant quinze années; élevé par lui, formé à son école, c'est à ce titre que je vous parle, mais je ne veux le faire qu'après avoir rendu cet hommage de l'affection et du souvenir à Charles Christofle mon oncle, dont le nom est aujourd'hui inséparable de la brillante industrie qu'il a créée.

« L'importance de l'électro-métallurgie ne saurait se discuter aujourd'hui, tous nous en avons pu apprécier les résultats, et, dans les objets qui nous entourent, reconnaître la variété de ses applications.

« N'en voyons-nous pas la preuve, sur nos places et dans nos monuments publics que la Galvanoplastie décore, soit en reproduisant de toutes pièces les chefs-d'œuvre de nos statuaires, soit en préservant des injures du temps leurs œuvres exécutées en métaux altérables ?

« N'en sommes-nous pas convaincus lorsque, rentrés dans nos demeures, nous voyons à notre foyer, et sur nos tables embellies par la jouissance d'un luxe bien entendu, les objets qui servent à nos usages journaliers, préservés et décorés par l'application électro-chimique d'un métal précieux; lorsque surtout nous avons la satisfaction de penser que cette application, faite désormais sans l'intervention du mercure, n'a point, à ceux qui l'ont pratiquée, laissé les traces ineffaçables d'un procédé meurtrier?

« N'en voyons-nous pas enfin la preuve dans nos ateliers, où l'Électrotypie permet de multiplier à l'infini les types et caractères qui servent à imprimer nos livres, les gravures qui les décorent, où l'électricité, par la main d'un enfant qui la guide, peut graver elle-même les œuvres du crayon le plus habile et le plus délicat?

« Ces merveilles ne sont-elles pas là pour vous dire que l'Électro-métallurgie a dignement conquis sa place, et que s'occuper d'elle, c'est faire preuve de reconnaissance envers les savants qui l'ont inventée, envers les hommes qui l'ont patronnée à son apparition, envers les industriels enfin, qui se sont donné pour mission de faire passer dans le domaine des faits les conséquences pratiques de cette grande découverte.

« Je vais donc, après vous avoir dit quelques mots des principaux faits sur lesquels repose l'art d'extraire les métaux de leurs dissolutions salines au moyen de l'électricité, avec les qualités physiques qui leur sont propres, vous entretenir des origines de l'Électro-métallurgie, des procédés qu'elle emploie et de ses principales applications.

« Sous le nom d'Électro-métallurgie on comprend deux sortes d'opérations qui, faites dans les mêmes conditions, donnent cependant naissance à deux classes de produits

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bien distincts, que l'on connaît aujourd'hui sous les noms de *Galvanoplastie*, et de *Dépôts électro-chimiques*.

« Si le but qu'on se propose est de précipiter au moyen de la pile un métal sur un objet conducteur de l'électricité, en couches épaisses, continues, mais non adhérentes, de manière que, une fois séparée, la couche métallique obtenue représente exactement tous les détails, tout le fini de cet objet, l'opération, faite dans ces conditions, prend le nom de Galvanoplastie.

« Si, au contraire, on veut précipiter le métal en couches minces, continues et adhérentes, de manière à ne point altérer la forme primitive de l'objet soumis à l'expérience, mais dans le but de lui donner une apparence plus belle, ou de le préserver des chances d'altération auxquelles il peut être exposé, c'est un Dépôt électro-chimique auquel on a donné naissance, et, suivant la nature du métal employé, c'est le Cuivrage, l'Argenture, la Dorure, le Platinage électro-chimique, etc.

« Les principes généraux sur lesquels reposent ces différents arts sont connus de tous; nous vous demanderons cependant, pour être plus clair et plus précis, la permission de vous en dire quelques mots.

« Tout liquide conducteur de l'électricité est décomposé par le courant qui le traverse, et ses éléments constitutifs se portent, les uns au pôle positif, les autres au pôle négatif de la pile.

« Voici un vase contenant de l'eau dont on a augmenté le pouvoir conducteur en ajoutant un peu d'acide sulfurique. J'introduis deux fils communiquant avec les deux pôles d'une pile; l'action décomposante de l'électricité s'exerce immédiatement sur l'eau, et l'on voit se dégager, à chaque extrémité, deux gaz, éléments constitutifs de l'eau, dont l'un, l'hydrogène, se rend au pôle négatif, et l'autre, l'oxygène, au pôle positif.

« Si l'eau contient des sels métalliques en dissolution, les sels sont décomposés par le courant en même temps que l'eau, l'acide et la base sont séparés l'un de l'autre, et l'on voit se porter au pôle positif l'acide en même temps que l'oxygène, et la base en même temps que l'hydrogène se transporter au pôle négatif.

« Si l'on opère sur du sulfate de cuivre, et que les deux pôles plongeant dans le liquide soient formés par deux lames inoxydables, du platine par exemple, l'hydrogène, transporté au pôle négatif à l'état naissant en même temps que l'oxyde de cuivre, le réduit à l'état métallique, et le cuivre se dépose sur la lame placée au pôle négatif, tandis que l'oxygène se dégage au pôle positif en même temps que l'acide sulfurique s'y transporte.

« Si les lames métalliques placées aux deux pôles sont en métal oxydable, en cuivre par exemple, la réduction de cuivre métallique aura toujours lieu au pôle négatif; mais, au lieu du dégagement d'oxygène, nous n'aurons plus rien au pôle positif. Il y a cependant une action produite, et une action très-importante, c'est la dissolution du cuivre; l'oxygène, au lieu de se dégager, a oxydé le cuivre, et l'acide sulfurique, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vertu de la loi que nous venons d'indiquer tout à l'heure, se portant au même pôle, dissout l'oxyde de cuivre formé et régénère du sulfate de cuivre. Si, au bout de quelque temps, on vient à peser les deux lames polaires, on reconnaît que la lame négative, le *cathode*, a en effet augmenté de poids, et que la lame positive, l'*anode*, a diminué d'un poids sensiblement égal à celui qui a été reconnu au cathode.

« Voilà les trois grands faits qui sont la base de l'électro-métallurgie, et, pour en retrouver l'origine, il nous faut remonter jusqu'au commencement de ce siècle.

« C'est, en effet, en l'année 1800, que Volta, préoccupé de ses discussions scientifiques avec Galvani, recherchait toutes les preuves à l'appui de sa théorie. Il prétendait que le phénomène de contraction de la grenouille de Galvani était dû à l'électricité dégagée au contact des deux métaux, et, cherchant les moyens d'en augmenter les effets pour en rendre la cause évidente pour tous, il trouva cet admirable instrument auquel on a donné le nom de pile de Volta.

« Sa découverte fut annoncée par lui dans une lettre écrite, le 20 mars 1800, à sir Joseph Banks, président de la Société royale de Londres.

« Presque aussitôt les effets chimiques de la pile furent observés en Angleterre par divers expérimentateurs. Nicholson et Carlisle reconnurent que l'eau était décomposée par le passage du courant provenant de la pile de Volta. Cruikshanks constata en même temps la décomposition des sels, le transport de leurs éléments à leurs pôles respectifs, et enfin la réduction des métaux au pôle négatif.

« Ces découvertes successives, c'étaient les bases de l'électro-chimie.

« Volta, qui, de son côté, continuait ses expériences et ses études, voulut communiquer lui-même à l'Institut les résultats auxquels il était parvenu. Il se rendit en France au mois de novembre 1800, et lut aux membres réunis de la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut un mémoire qui contenait l'exposé de ses découvertes, et où ces faits étaient constatés. La lecture de son travail dura trois séances, et, à la fin de chacune d'elles, il répéta ses expériences.

« Le premier consul assistait à ces séances. Frappé d'admiration pour les résultats obtenus, il demanda, comme membre de l'Institut, qu'une médaille en or de 3,000 francs vînt consacrer le souvenir de cette découverte.

« Il fit plus. Préoccupé des résultats à venir, il écrivit d'Italie, le 26 prairial an XI (juin 1801), peu de temps après la bataille de Marengo, à Chaptal, alors Ministre de l'intérieur, une lettre dans laquelle il annonçait son intention de fonder un prix annuel de 3,000 francs pour la meilleure expérience sur le fluide galvanique; et il ajoutait qu'il désirait donner un encouragement de 60,000 francs au savant qui, par ses découvertes, ferait faire à l'électricité, un pas comparable à celui qu'avaient fait faire Franklin et Volta.

« Mon but étant, dit-il, d'encourager et de fixer l'attention des physiciens sur cette « partie de la physique, qui est, à mon sens, le chemin des grandes découvertes. »

« Le prix ne fut pas décerné, mais le premier consul ne s'était pas trompé. Là, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

effet, était le chemin des grandes découvertes; et quoique la liste en soit déjà longue aujourd'hui, quoiqu'un prix de 50,000 francs, fondé dans les mêmes conditions par l'empereur en 1852, ait été, sur le rapport du Président de cette Société, décerné en 1864 à M. Ruhmkorff, cette conviction est tellement forte encore, elle domine tellement les esprits, qu'une loi a été votée au Corps législatif ces jours derniers, et est en ce moment soumise aux délibérations du Sénat, ouvrant un nouveau concours de cinq années, à l'expiration desquelles un prix d'égale somme sera accordé à l'inventeur heureux qui saura ajouter un nouveau fait, une application importante à celles que nous connaissons déjà.

« La pile trouvée, ses effets chimiques connus, la réduction du métal obtenue, c'était bien le point de départ, mais il faut attendre plus de trente années pour voir surgir, de l'observation plus suivie des faits, de l'étude des lois qui les régissent, l'invention qui fait l'objet de cette étude.

« En 1829, M. Becquerel, dont le nom est intimement lié aux progrès des sciences électriques, construisit la première pile à courant constant, et, dans un mémoire publié dans les *Annales de chimie et de physique* de la même année, démontra la nécessité d'employer les piles à deux liquides, et de se servir d'une cloison poreuse pour séparer les liquides excitateurs, afin d'empêcher le transport des substances qui polarisent les plaques, et déterminent le ralentissement et même l'arrêt de la pile. « L'art consiste, « dit-il, à dissoudre ces dépôts, au fur et à mesure qu'ils se forment, avec des liquides « convenablement placés; » — puis, un peu plus loin : — « Le maximum d'électricité « s'obtient sensiblement quand le cuivre plonge dans une dissolution de nitrate de « cuivre, et le zinc dans une dissolution de nitrate de zinc. »

« C'est là le point de départ de la pile à sulfate de cuivre, dont plus tard, en 1836, Daniell modifia et améliora la construction.

« Cet appareil, dont vous voyez ici la forme la plus connue, consiste en un vase de verre et un cylindre de terre poreuse qui isole la dissolution de sulfate de cuivre, du mélange d'acide sulfurique et d'eau. Un cylindre de cuivre dans la première enveloppe, un autre cylindre de zinc dans la seconde forment les deux pôles de la pile.

« Dans cet appareil, le sulfate de cuivre est décomposé par le courant de la pile elle-même; la lame négative n'est pas polarisée parce que le sulfate de cuivre est réduit par l'hydrogène à sa surface; la lame positive ne l'est pas non plus parce que le zinc, qui s'oxyde par le transport de l'oxygène, est dissous par l'acide sulfurique libre, et qu'ainsi, les deux lames restant identiques à elles-mêmes, le courant produit se régularise et tend à devenir plus constant.

« C'est l'appareil qui devait donner naissance à la galvanoplastie, et c'est encore sous cette forme agrandie, modifiée suivant les besoins de l'opération, que nous trouvons les meilleures dispositions des cuves galvanoplastiques.

« Daniell, tout entier à la construction de sa pile, ne vit pas la nature des dépôts de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cuivre qui se formaient à la surface de l'électrode négative, et laissa dans le silence les applications que son appareil pouvait permettre de réaliser.

« A la même époque, M. Becquerel utilisa l'action décomposante de l'électricité dans le traitement des minerais de métaux précieux, et un essai manufacturier entrepris sur une assez grande échelle réalisa les premières applications pratiques de la réduction électro-chimique des métaux. Il les obtint, ainsi qu'il le dit dans son mémoire à l'Académie, « à l'état de poudre, de cristaux, de lamelles, suivant l'intensité de la force décomposante, » mais là s'arrêtèrent ses recherches.

« C'était à M. Jacobi qu'était réservé l'honneur de cette grande découverte.

« Elle fut annoncée par lui à l'Académie de Saint-Pétersbourg le 21 octobre 1838, et présentée comme devant réaliser de grands progrès dans l'art chalcographique.

« Peu de temps après, M. Th. Spencer annonçait, en Angleterre, avoir fait la même découverte, obtenu les mêmes résultats. Vraisemblablement, il n'eut pas connaissance des travaux de Jacobi, qui ne furent publiés que le 31 mai 1839, dans l'Athénéum ; mais l'attention avait été éveillée par les travaux de M. Becquerel, sur la formation des espèces minérales à l'aide de courants de faible intensité, sur la réduction des minerais d'argent et de cuivre, sur la forme donnée à la pile au sulfate de cuivre, il est donc probable que les deux expérimentateurs ont été, chacun de leur côté, conduits par des voies différentes, à la découverte de la Galvanoplastie.

« Mais par quelle série d'idées et d'expériences M. Jacobi était-il parvenu à ce résultat ? Nous avons eu le singulier bonheur de l'entendre raconter par M. Jacobi lui-même. Le fait mérite d'être rapporté ; car il prouve, une fois de plus, qu'il ne suffit pas que le hasard nous mette en présence d'un fait important pour qu'une découverte industrielle prenne naissance, il faut encore, que ce fait se présente à un homme dont l'esprit pratique et spécial sache en déduire toutes les conséquences.

« Professeur à l'observatoire de Vilna, l'illustre chimiste s'occupait de recherches sur la construction de la pile de Daniell ; il avait recommandé, à l'ouvrier qu'il employait à la confection des cylindres de cuivre qui entraient dans la construction de son appareil, de ne prendre que d'excellent cuivre parfaitement malléable. Les expériences faites, le préparateur de M. Jacobi vient le trouver et le prévenir que son ouvrier l'a trompé, le cuivre fourni par lui est cassant, friable et de mauvaise qualité. M. Jacobi, se rendant à son laboratoire pour vérifier le fait, rencontre le prétendu coupable. Ce dernier l'assure de la bonne qualité du métal employé, et, comme M. Jacobi n'a aucune raison pour se défier de cet homme, il se promet d'examiner le fait de plus près. Soulevant alors, avec la pointe d'un outil, la couche de métal qui se dépose au pôle négatif de la pile de Daniell, il est très-étonné de la voir reproduire avec fidélité les éraillures, les traits de lime, les coups de marteau que portent les cylindres de cuivre. Son attention éveillée, il répète l'expérience, réussit à la reproduire dans les cas les plus variés, et peu de temps après il peut annoncer à l'Académie de Saint-Pétersbourg qu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est parvenu à obtenir des planches de cuivre qui offrent en relief tous les traits gravés en creux sur l'original.

« M. Spencer fut conduit par une autre observation ; une gouttelette de cire était tombée par hasard sur la lame de cuivre qui formait le pôle négatif d'une pile au sulfate de cuivre, le métal, en se déposant, vint s'arrêter aux bords de la gouttelette. « Je compris aussitôt, dit M. Spencer, qu'il était en mon pouvoir de guider à mon « gré le dépôt de cuivre, et de le couler en quelque sorte dans les sillons creusés « avec une pointe sur une plaque de cuivre unie. » Ce fut là, en effet, la première application de Spencer, et il eut immédiatement l'idée de faire servir le dépôt galvanique à produire de véritables caractères typographiques.

« L'observation qui servit de point de départ aux deux inventeurs est différente, et peut faire croire à la simultanéité des deux découvertes, mais c'est Jacobi qui en fit la première application officielle.

« Non-seulement Jacobi fut le premier en date, mais encore il alla plus loin que Spencer ; comme lui il découvrit le fait, et déduisit les conséquences pratiques ; comme lui, il détermina les lois qui président à la réduction du cuivre dans la décomposition électro-chimique de son sulfate, mais il fit plus ; en effet, après s'être convaincu de la nécessité de maintenir les dissolutions sur lesquelles il opérait, dans un état de saturation constant, il reconnut qu'au lieu d'opérer dans l'appareil simple, dans la pile de Daniell en un mot, comme il l'avait fait jusque-là, il fallait opérer dans l'appareil composé, c'est-à-dire placer la pile en dehors du bain. Il reconnut que, dans ce cas, on pouvait se dispenser d'ajouter du sulfate de cuivre pour maintenir la saturation du bain, et que, si l'on mettait au pôle positif une plaque de cuivre, elle se dissoudrait dans le bain, en même temps que le cathode se couvrirait de cuivre réduit.

« Il indiquait ainsi l'usage de l'anode, dont l'application a rendu économique et manufacturier le dépôt des métaux précieux dans l'industrie.

« Ces faits furent indiqués par lui dans une lettre adressée à Faraday le 2 juillet 1839. Il annonçait aussi qu'il allait bientôt lui envoyer un bas-relief en cuivre dont l'original était formé d'une substance plastique qui se prêtait parfaitement à tous les caprices, à tous les besoins de l'art.

« Jusqu'alors, en effet, la galvanoplastie et ses applications étaient restées dans un cercle étroit, et les deux expérimentateurs s'étaient bornés à la reproduction de médailles, bas-reliefs, planches gravées, dont le premier modèle était en métal.

« Ce fut encore un hasard heureux qui mit M. Jacobi sur la voie de cette découverte.

« En 1834 il avait construit un moteur électro-magnétique ayant quelque puissance. Vers 1838, il cherchait à appliquer l'effet de ce moteur, dont la force équivalait à 3/4 de cheval-vapeur environ, à faire remonter la Néva à une chaloupe contenant douze personnes Plusieurs essais infructueux l'avaient déterminé à modifier la con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

struction de la pile qu'il employait, et voulant se mettre à l'abri des causes d'insuccès qu'il pouvait éprouver de ce côté, il essaya avec soin tous les éléments qui entraient dans la confection de la pile de Daniell qu'il avait disposée à cet effet.

« Il vérifia la résistance au passage de l'électricité des plaques poreuses qu'il employait comme diaphragmes; au fur et à mesure de sa vérification, il sépara les bonnes des mauvaises, et pour les reconnaître marqua au crayon d'une lettre G (*gut* en allemand) toutes celles qu'il avait reconnues bonnes.

« Les bonnes furent seules employées naturellement, et lorsque, au bout de quelques jours, il vint à démonter sa pile pour la nettoyer, il fut tout étonné de voir tous les G couverts de cuivre : la plombagine, dont le crayon était formé, avait rendu la terre poreuse conductrice de l'électricité, et le cuivre s'était déposé à sa surface.

« C'était une révélation dont son esprit pratique comprit toute l'étendue. C'est pour cela qu'il put dès 1839 employer une matière plastique, le plâtre, par exemple, rendu conducteur par l'application de la plombagine, à la production de bas-reliefs de cuivre et annoncer à Faraday le résultat auquel il était parvenu.

« Dès lors, une voie nouvelle était ouverte, et toutes les matières plastiques pouvaient être employées : il suffisait de les rendre conductrices de l'électricité, mais les applications furent encore restreintes par les difficultés du moulage que toutes, ou presque toutes présentaient, et la galvanoplastie ne prit vraiment son essor que du jour où la gutta-percha fut introduite dans les ateliers.

« Comme les applications de cet art procèdent des mêmes moyens, comme toutes emploient les mêmes procédés, je vais vous décrire avec quelques détails les *appareils*, les *solutions*, les *moules* qui nous servent ordinairement. Je vous les décrirai aussi pratiquement que possible, j'essayerai de vous faire assister à nos propres travaux, et, parmi les méthodes en usage, je ne vous en indiquerai que celles qui me sont personnellement connues et qui donnent un résultat constant.

« Les appareils sont de deux natures : ou simples ou composés.

« L'appareil est *simple* quand le courant galvanique est produit dans l'intérieur même du vase où le dépôt s'effectue.

« Ce fut le premier indiqué par Jacobi et Spencer; abandonné complétement lorsqu'il s'est agi de déposer les métaux précieux, il est maintenant le plus souvent en usage pour obtenir le dépôt galvanoplastique du cuivre.

« Un vase qui peut être en verre, en porcelaine ou en bois contient la dissolution de sulfate de cuivre ; au centre, on place un diaphragme ou vase poreux, ordinairement en porcelaine dégourdie.

« Dans ce vase, on met de l'acide sulfurique étendu d'eau, marquant 8° à 10° au pèse-acide ; on y plonge un cylindre de zinc amalgamé. Sur le zinc est fixée une pince en cuivre, ayant une tête à vis, qui permet de relier le fil au conducteur métallique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

destiné à mettre en communication le moule avec lui. Dès que le circuit est fermé, il en résulte un courant par suite duquel le zinc devient l'élément électro-positif, et le moule l'élément électro-négatif; le sulfate de cuivre est décomposé; l'acide sulfurique et l'oxygène se portent sur le zinc, qui se dissout; et l'hydrogène de l'eau décomposée réduit alors le cuivre, qui se dépose au pôle négatif. Comme la solution ne tarde pas à s'épuiser, un sac contenant des cristaux de sulfate de cuivre est attaché à la paroi du bain et sert à l'alimenter.

« On comprend que, suivant les dimensions de l'objet à reproduire, on peut faire varier les formes, les dimensions et les dispositions de l'appareil simple. Lorsque l'on veut opérer sur de grandes surfaces, il faut alors chercher à faire économiquement des appareils de grande dimension. Les grandes cuves sont ordinairement faites en madriers de sapin reliés par des boulons transversaux, et l'intérieur est garni de gutta-percha; on a pu faire ainsi des cuves contenant jusqu'à 15,000 litres de liquide; mais, si l'on veut faire des opérations plus grandes encore, le moyen le plus simple est alors de creuser dans le sol, comme on le fait pour les fosses des fondeurs en cuivre et en fer, une cuve d'une vaste capacité, dont les parois sont faites en maçonnerie de briques reliées entre elles avec du ciment de Portland, et revêtues d'un mastic à base de sulfate de baryte.

« Les bains contenus dans ces sortes d'appareils, quelle que soit leur dimension du reste, ont l'inconvénient de se charger de sulfate de zinc qui entre dans la solution par endosmose, et, au bout de plusieurs mois de travaux, sont mis hors d'usage. Aussi a-t-on soin de changer souvent les eaux contenues dans les vases poreux, pour ne pas voir les qualités du bain altérées par le transport du sulfate de zinc à travers la terre poreuse.

« Mais, quelles que soient les précautions que l'on prenne, la densité du bain augmente toujours par suite du transport du sulfate de zinc et de l'augmentation de richesse en acide sulfurique; lorsque au bout de plusieurs mois d'usage, elle est arrivée à 36° de Baumé, il est utile d'arrêter le travail dans ce bain, et de le faire cristalliser, pour séparer le sulfate de zinc du sulfate de cuivre; malgré cet inconvénient, c'est cependant l'appareil qui donne le plus économiquement la réduction de cuivre, car seul il réalise la théorie.

« En effet, c'est la dissolution du zinc qui détermine le coût de l'opération. On sait que cette dissolution doit se faire en proportions définies, c'est-à-dire que, pour un équivalent de zinc dissous, il devrait y avoir un équivalent de cuivre déposé. Or, comme le rapport des équivalents du cuivre et du zinc est de 32 à 33, il s'ensuit que la dépense devrait être de 33 grammes de zinc pour 32 grammes de cuivre déposé.

« C'est, en effet, ce qui est réalisé dans la pratique, mais seulement par l'appareil simple dans lequel 32 grammes de cuivre déposé entraînent la dissolution de 33 grammes de zinc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« L'appareil est *composé*, quand le courant galvanique est produit en dehors du bain.

« Suivant l'effet à produire, on réunit plusieurs couples en intensité ou en tension, et on introduit dans le bain le courant par les deux fils communiquant avec les pôles des couples en action.

« Le bain étant placé dans une cuve en porcelaine, en grès ou en bois garnie de gutta, on dispose une pile en dehors du bain; on attache les pièces sur lesquelles on veut opérer le dépôt à une tringle métallique communiquant par un fil de métal au zinc de la pile, et l'anode formé du métal contenu dans la dissolution, est mis en communication métallique avec le charbon de la pile de Bunsen.

« Malgré les avantages que présente l'appareil composé, puisque la solution ne se charge pas de sulfate de zinc, malgré l'entretien de la solution dans un état de saturation constant par la dissolution de l'anode, toutes les fois qu'il s'agit de déposer économiquement du cuivre, c'est l'appareil simple que l'on emploie. Car, suivant la manière dont les couples ont été associés, la dissolution du zinc qui fait le prix du cuivre peut aller jusqu'au double ou au triple du poids de cuivre déposé.

« Il est cependant des circonstances où il est utile de l'employer, et même où il est seul possible : c'est, ainsi que je vous l'indiquerai tout à l'heure, lorsqu'il s'agit d'opérer sur des moules destinés à produire les rondes bosses.

« Le sel de cuivre qui, dans la pratique, est seul employé est le sulfate de cuivre; celui qui est livré par les usines qui affinent l'argent et l'or est le plus convenable pour cet usage.

« La solution est faite en dissolvant dans l'eau toute la quantité de sulfate de cuivre qu'elle peut prendre à la température ordinaire. Lorsque l'eau est complétement saturée, elle marque 24° au pèse-sels. Comme cette solution est très-peu conductrice de l'électricité, on ajoute un litre d'acide sulfurique par 100 litres de bain. La densité monte alors à 26°; mais, au bout de quelque temps, une partie du sulfate de cuivre cristallise au fond de la cuve, et la solution redescend à 24°. C'est la combinaison de l'acide sulfurique avec l'eau qui détermine cette précipitation; on ajoute alors une petite quantité d'acide nitrique, 1 décilitre par 100 litres de bain, et la solution est alors prête à servir.

« C'est celle qui est dans cet appareil.

« Diverses causes influent sur la nature physique du métal réduit; il est important de les bien connaître. Jacobi et Spencer les indiquèrent chacun de leur côté dès l'origine; M. Boquillon étudia en France les mêmes effets, M. Smée en Angleterre, et c'est à eux que l'on doit les lois et les principes qui nous dirigent aujourd'hui.

« Ces causes peuvent faire varier la nature et les propriétés physiques du métal, depuis la fragilité la plus grande jusqu'à la malléabilité la plus parfaite; elles sont au nombre de quatre :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 1° La proportion entre les deux électrodes;

« 2° Le degré de concentration des liquides;

« 3° La température à laquelle on opère;

« 4° L'intensité de la pile.

« Dans tous les cas, il est important que les surfaces relatives de l'anode et des pièces en communication avec le pôle négatif soient à peu près égales; un anode d'une dimension trop considérable peut amener un dépôt pulvérulent au pôle négatif; un anode trop petit pourra rendre le dépôt cristallin; l'équivalence des surfaces, au contraire, ramène le dépôt dans son état normal, toutes choses égales d'ailleurs.

« Ce principe admis et reconnu, voyons quelle influence exerce sur la nature du dépôt le degré de concentration de la solution. C'est là le fait le plus important à étudier et à connaître, car, l'intensité du courant étant égale, la forme sous laquelle se présente le métal dépend toujours de la dissolution, et on peut obtenir, ainsi que vous le voyez, sur la lame de platine que je vous présente, le métal réduit sous tous les aspects.

« Dans le fond de ce vase on a mis des cristaux de sulfate de cuivre, puis des solutions préparées à l'avance et de moins en moins saturées; la liqueur est complétement saturée dans les dernières couches, et vous voyez, par la coloration qu'elle présente, que la saturation diminue progressivement du bas en haut.

« Si je plonge une lame de platine dans ce vase et que je la mette en communication avec le pôle négatif, au bout de quelques instants, et l'expérience est ici en marche depuis quelque temps, vous voyez le cuivre cristallisé à la base, sous forme de métal pur et malléable vers le centre et en poudre noire à la partie supérieure; c'est-à-dire que dans une certaine partie de ce liquide la concentration du sel était proportionnée à l'intensité de la pile que j'emploie, que dans la partie inférieure la force décomposante est insuffisante et que le métal déposé se présente sous forme de cristaux; enfin qu'à la partie supérieure l'intensité de la pile est trop grande et que le métal se montre à l'état de dépôt pulvérulent.

« Cette expérience vous montre en même temps que, la dissolution étant donnée, on peut toujours modérer, régler la force du courant de manière à la proportionner à la densité de la solution sur laquelle on opère.

« La variation de la température faisant varier la concentration d'un liquide, il est évident qu'on peut toujours remédier aux effets produits en variant l'intensité de la pile.

« On voit donc que c'est dans le juste équilibre de ces diverses causes que l'opérateur trouve les moyens d'obtenir le métal réduit avec ses qualités les plus complètes.

« Je viens de vous dire que la densité de la solution de cuivre et l'intensité de la pile permettent de modifier et de régulariser la nature physique du métal déposé; il est cependant certaines substances qui peuvent complétement modifier la nature du dépôt par leur introduction dans le bain.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« En effet, ayant remarqué que sur les moules faits à la gélatine, le cuivre déposé était toujours cassant, et affectait une couleur terreuse très-caractéristique d'un mauvais dépôt, nous avons voulu nous rendre compte de l'effet produit, et nous avons reconnu que c'était la dissolution de la matière du moule dans nos bains, qui en altérait les propriétés premières. Les recherches que nous entreprîmes à ce sujet nous démontrèrent que, si la gélatine était en proportion élevée, l'agglomération du cuivre se faisait par lignes longitudinales et le dépôt était cassant; mais que, si la proportion en était infiniment petite, le métal prenait cet aspect rosé qui fait reconnaître un beau dépôt, et était doué d'un degré de recrouissage très-remarquable.

« L'effet du courant électrique est-il modifié? Est-ce une action de présence ou un effet chimique? Jusqu'ici rien n'a pu nous indiquer la cause de cette modification du dépôt, mais le fait est là, et, lorsque dans certaines applications nous voulons donner au cuivre des qualités spéciales, nous sommes sûrs d'avoir à notre disposition un moyen qui nous permet d'en modifier la nature physique à notre volonté.

« Du reste, un effet analogue se présente dans les bains qui servent à l'argenture électro-chimique, et l'on peut aussi à volonté, modifier la nature et l'aspect du dépôt de l'argent.

« Voici deux bains qui ont été composés de la même manière, c'est-à-dire que tous deux sont formés de cyanure double d'argent et de potassium, dissous dans un excès de cyanure de potassium; cependant l'un dépose l'argent à l'état mat, l'autre à l'état brillant.

« Le mat est, comme vous le savez, le résultat de la réflexion irrégulière de la lumière; lorsque la surface sur laquelle tombe le rayon lumineux est formée d'une foule de petites aspérités disposées irrégulièrement, la réflexion des objets extérieurs n'a pas lieu, et l'effet du mat est produit.

« Le poli, au contraire, consiste dans la faculté que possède la surface de réfléchir régulièrement la lumière, ce qui n'a lieu que lorsque les parties qui la forment ont toutes leurs facettes supérieures placées dans un même plan.

« C'est donc une modification physique dans la manière dont l'argent se dépose, qui produit cette différence d'aspect. Eh bien! il suffit d'ajouter une quantité de sulfure de carbone infiniment petite pour obtenir ce résultat; cette quantité est tellement minime, qu'il faut de très-grandes précautions pour l'introduire dans le bain d'argent.

« C'est en mélangeant le sulfure de carbone à l'éther, puis en laissant digérer ce mélange pendant huit jours, au contact d'un grand excès de bain d'argent, qu'on obtient une solution capable de produire l'argenture brillante.

« Cette sorte de solution normale préparée, on y ajoute de temps en temps avec précaution 1 ou 2 décilitres par 500 litres de bain d'argent ordinaire.

« La réaction produite est restée longtemps un problème inconnu; cependant des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

recherches entreprises, dans ces derniers temps, dans notre laboratoire, par M. Planté nous ont mis sur la trace de la cause apparente de l'argenture brillante.

« En effet, en essayant de dissoudre une quantité infiniment petite de sulfure d'argent, obtenu directement, dans un bain contenant un excès de cyanure, et en opérant avec un courant convenable, on a obtenu une argenture brillante.

« Nous sommes donc portés à croire que c'est la présence du sulfure d'argent dissous dans le cyanure de potassium en quantité infiniment petite qui est la cause efficiente, et que l'introduction du sulfure de carbone n'est qu'un moyen détourné de le produire dans les conditions voulues par l'expérience.

« Ce qui nous fait penser qu'il en est ainsi, c'est que, lorsque, dans le langage pittoresque de l'ouvrier, on dit qu'une cuve *tourne*, c'est-à-dire qu'elle se trouble par suite de l'introduction d'une trop grande quantité de sulfure, l'effet brillant est retardé, et il faut attendre que le sulfure d'argent qui noircit la cuve se soit dissous en partie dans le cyanure, et en partie déposé au fond du bain, pour recommencer une nouvelle opération.

« On voit donc que l'introduction de certains corps à dose infiniment petite dans les bains galvaniques peut modifier complétement la nature physique du métal déposé.

« Le galvanoplaste a donc à sa disposition d'utiles moyens pour modifier la structure du cuivre déposé.

« Sur quelles matières peut-on effectuer le dépôt de ce métal?

« Nous entrons ici dans la partie importante et délicate de la galvanoplastie; c'est le côté artistique du travail; c'est là que l'expérimentateur doit faire preuve d'habileté et d'adresse, car de la bonne exécution des moules destinés à recevoir le dépôt dépend la beauté artistique de l'épreuve obtenue.

« Telle est la surface, telle est la reproduction.

« Les matières qui servent à faire les moules sont de deux natures : ou conductrices, ou non conductrices de l'électricité.

« Mais, avant tout, la matière dont les moules sont formés doit être choisie de manière à ne point être attaquée par la dissolution, et à ne point réagir sur le métal à précipiter.

« Les *moules conducteurs* sont en métal, c'est-à-dire en cuivre galvanoplastique, en plomb, ou en alliages fusibles; ils peuvent être mis directement dans le bain.

« Les *moules non conducteurs* sont en matières plastiques, et celles qui rendent le plus de services sont : la cire, la stéarine, le plâtre, la gélatine et la gutta-percha. Ces matières doivent être métallisées pour devenir conductrices de l'électricité.

« Les moules en cuivre galvanoplastique sont les plus parfaits; ils ne peuvent servir, on le comprend, que pour prendre des empreintes sur des objets de dépouille facile, des médailles, des bas-reliefs, des gravures. Si l'objet que l'on veut reproduire est en métal, il faut faire attention à deux choses : d'abord, que le métal ne soit pas attaqué par la dissolution dans laquelle on le plonge ; ensuite, que le dépôt galvanoplastique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

n'adhère pas à la surface. On peut donc sur un modèle en cuivre prendre des empreintes galvanoplastiques directement, parce que ce métal ne sera pas altéré par la solution ; si on se sert d'un type en acier, il faut commencer par le cuivrer ou l'argenter légèrement, pour le rendre inattaquable dans le bain acide de sulfate de cuivre.

« Pour empêcher l'adhérence, il faut prendre de grandes précautions ; plusieurs tours de main réussissent très-bien. Le plus employé est celui qui consiste à frotter la surface métallique avec un tampon de coton imbibé d'essence de térébenthine, et, après avoir bien essuyé avec un linge doux, la laisser à l'air pendant quelques heures.

« Un autre moyen, dont le succès est aussi certain, consiste à exposer la surface à recouvrir de cuivre, aux vapeurs d'iode ; la couche d'iodure est obtenue dans des boîtes analogues à celles employées dans le daguerréotype, puis exposée à l'action du soleil ou même de la lumière diffuse ; cela fait, on peut, à coup sûr, soumettre la plaque de cuivre ainsi préparée, à l'action du bain galvanique.

« Mais on a obtenu le creux par ce moyen, c'est-à-dire le moule, et il faut par une nouvelle opération, faite dans les mêmes conditions, avec les mêmes précautions, obtenir une contre-épreuve, c'est-à-dire l'objet lui-même.

« Les moules en métal fusible dispensent de cette opération et, au lieu d'agir directement sur le modèle, permettent d'opérer sans intermédiaire. On les obtient par les procédés de clichage ordinaires, et l'alliage employé pour les caractères d'imprimerie est le plus favorable à cet usage ; aujourd'hui cependant ce moyen est presque complétement laissé de côté.

« Les moules en plomb pur ont plus d'importance, et dans plusieurs industries ont rendu de véritables services. On les fait en plaçant le modèle à copier entre une lame de plomb pur poli et bien décapé, et une lame métallique résistante, de l'acier, par exemple, puis en soumettant le tout à l'action d'une presse puissante ou d'un laminoir.

« L'impression est très-fidèle, et on peut, par ce moyen, obtenir la reproduction de gravures très-fines et très-délicates ; celles des timbres-poste et des billets de banque sont faites par ce procédé. On a même obtenu à l'imprimerie impériale de Vienne, par l'initiative de M. Aüer, des reproductions de fleurs et de feuillages en relief, en comprimant les fleurs elles-mêmes entre deux plaques de plomb et d'acier, et déposant du cuivre dans les creux produits par la pression, dans cette sorte d'herbier métallique.

« Mais, comme vous le voyez, ces procédés de moulage limitaient les moyens d'action de la galvanoplastie et ne lui permettaient que de se mouvoir dans un cercle étroit d'applications.

« Les moules exécutés en matières plastiques, au contraire, ont permis d'en agrandir la sphère.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La cire, la stéarine, le plâtre, malgré la facilité de moulage qu'ils présentent au galvanoplaste, n'ont cependant donné naissance qu'à un petit nombre d'applications. Il fallait, en effet, que l'objet à copier fût de dépouille, ou, si l'on voulait aller plus loin, faire des objets plus difficiles que des médailles ou bas-reliefs, il fallait employer le moulage à pièces. C'était une difficulté à vaincre ; on y arrivait, mais à quel prix l'obtenait-on? De plus, le plâtre devant être rendu imperméable à la solution de cuivre, afin de ne pas être détruit par son séjour au contact d'un liquide acide, on était obligé de le tremper dans un bain de stéarine fondue, après l'avoir bien séché, opération qui limitait encore son emploi, et qui, dans certains cas, pouvait détruire la perfection du moulage.

« C'est à la gélatine, et avec plus de certitude de succès, à la gutta-percha, qu'il faut attribuer l'extension qu'a prise la galvanoplastie dans ces derniers temps.

« C'est en 1842 que le docteur Montgommery importa cette matière en Angleterre, et en 1844 qu'elle fut utilisée pour la première fois dans les ateliers de MM. Elkington, et peu après dans ceux de MM. Christofle, en France.

« Cette substance, que l'on extrait d'un arbre résineux qui croît dans les îles de l'Archipel de la Sonde, n'arrive pas en Europe avec l'aspect que vous lui voyez : ce sont des pains grossiers, contenant, à l'intérieur, des matières étrangères, bois, sable, etc., qui la salissent ; elle doit subir, dans des ateliers spéciaux, une préparation et un nettoyage qui la débarrassent de toutes ses impuretés. Arrivée à l'état de finesse que vous voyez ici, elle peut servir à mouler avec une précision remarquable, aussi bien la gravure sur bois que les médailles, les bas-reliefs que les statues en ronde bosse des plus grandes dimensions.

« A la température ordinaire, la gutta-percha est dure, et prend une consistance analogue à celle du cuir; mais, plongée dans l'eau chaude, elle se ramollit, et, appliquée sur un objet, elle peut en se refroidissant conserver avec fidélité l'impression qu'on lui a confiée.

« Il y a deux moyens d'obtenir ces empreintes : par la pression et par la chaleur.

« Dans le moulage à la pression, la gutta est employée sans mélange et n'est point altérée; on peut s'en servir très-longtemps, en ayant soin de la conserver à l'abri de l'air pour éviter les altérations spontanées qui pourraient dénaturer ses propriétés. Dans le moulage à la chaleur, il faut mélanger la gutta-percha à des matières grasses, du suif ou de l'huile de lin par exemple, et élever sa température au-dessus de 150° ; ces deux causes altèrent ses qualités naturelles et ne permettent pas de l'employer aussi longtemps.

« Voici comment on opère le moulage à la gutta d'une pièce sans dépouille :

« Le modèle sur lequel on veut opérer est fixé sur une forme en gutta, et placé dans un châssis cylindrique, circulaire ou elliptique, ordinairement en fonte, dont les deux parties mobiles qui le forment sont réunies par un cercle en fer. Lorsque la gutta

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a été ramollie à 60° environ, on la malaxe pendant quelque temps de manière à faire disparaître les bulles d'air et à la bien sécher ; puis on l'applique sur le moule, qu'on a humecté avec un pinceau trempé dans de l'eau de savon, afin d'empêcher l'adhérence ; puis la boule de gutta est saupoudrée de plombagine. La compression s'opère par l'intermédiaire d'une contre-épreuve en gutta aussi, à laquelle on a donné en creux la forme grossière de l'objet à mouler. Lorsque la compression est faite, il faut laisser refroidir la gutta à la surface du moule, suffisamment pour qu'elle conserve bien l'empreinte, mais pas assez pour qu'elle ne puisse pas être enlevée sans effort ni déformation. Il y a, en effet, une température déterminée, un moment variable, suivant l'importance et la forme du modèle, qu'on ne peut indiquer, mais que l'expérimentateur apprend bien vite à saisir.

« Lorsqu'on veut mouler à la chaleur, il faut chauffer la gutta-percha à feu nu ; à une température assez élevée, 90°, elle ne peut plus être pétrie dans la main. On l'applique à la surface du modèle, préalablement chauffé, au moyen de spatules en bois, puis on refroidit *brusquement* la partie supérieure avec de l'eau froide, et on comprime la gutta avec la main mouillée, pour la faire entrer dans toutes les sinuosités du moule. Puis on attend, pour démouler, que le refroidissement se soit opéré, ce qui dure beaucoup plus longtemps que dans le moulage que nous venons d'indiquer, et par suite l'emploi de ce procédé en est plus restreint.

« Mais, comme on le voit d'après ce que je viens de dire, pour mouler à la gutta, il faut des modèles en métal, ou tout au moins des modèles sur lesquels on puisse presser sans crainte d'accident.

« Pour des modèles délicats, en plâtre ou en cire, il faut employer le moulage à la gélatine.

« Cette matière, plus élastique que la gutta, permet d'obtenir l'empreinte d'objets plus fouillés. Seulement, comme nous l'avons dit, elle a le double inconvénient d'altérer les bains dans lesquels on la plonge, et de s'altérer elle-même très-rapidement, si on ne prend pas la précaution de l'envelopper de gutta, ou de la vernir à l'extérieur pour empêcher sa dissolution.

« Les moules s'obtiennent par voie de coulage, et par les procédés usités pour le moulage en plâtre des figures stéarinées que l'on trouve dans le commerce depuis longtemps.

« Voici bien le moule obtenu, c'est-à-dire le travail le plus important et le plus délicat de la galvanoplastie, puisque la fidélité de la reproduction dépend de la bonne exécution du moulage ; mais le moule ne peut être plongé dans le bain qu'à la condition d'avoir été rendu conducteur.

« Cette conductibilité, cette métallisation de la surface s'obtient par deux moyens : la voie sèche ou la voie humide. De toutes les poudres métalliques ou métallisantes, appliquées pour voie sèche, la plombagine est la meilleure ; sa nature onctueuse en rend l'application facile ; la surface du moule doit être frottée avec des pinceaux et des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

brosses jusqu'au moment où elle devient d'un noir brillant. Le moule métallisé est découpé au couteau, de manière à faire entre la face et le revers une solution de continuité qui empêche le cuivre de se déposer inutilement sur les bords, puis par derrière on place un étrier en gutta destiné à supporter un poids qui maintient le moule de gutta dans la verticalité nécessaire. Le moule, dans ces conditions, est porté dans le bain que nous avons décrit; il est mis en communication avec le zinc qui fait le pôle positif de la pile, et le métal ne tarde pas à paraître.

« La métallisation par voie humide consiste à imprégner la surface du moule d'une solution d'un sel métallique, et à réduire le métal qu'elle contient, par l'action d'un gaz, d'un liquide ou de la lumière. La solution la plus convenable est celle du nitrate d'argent dans l'alcool; on l'applique au pinceau, et on laisse sécher, puis on souffle sur la surface des pièces à métalliser de l'hydrogène sulfuré à l'état naissant. Le sulfure d'argent est conducteur de l'électricité et permet au cuivre de se déposer. On pourrait remplacer l'action de l'hydrogène sulfuré par celle du phosphore, du sulfure de carbone en vapeurs, par l'action directe de la lumière solaire, par l'acide pyrogallique, par les sels de fer au minimum, pour tout autre réducteur enfin, mais le premier moyen que je viens d'indiquer est préférable. C'est celui que nous employons pour métalliser des substances végétales, et c'est ainsi que ces paniers en vannerie ont été préparés pour recevoir le dépôt du métal.

« Recouverte de 300 à 350 grammes de cuivre, la vannerie devient rigide, prend l'aspect métallique du cuivre, et on peut ensuite l'argenter ou la dorer à volonté; on obtient ainsi des objets de fantaisie ou d'utilité domestique, dont l'exécution par les moyens ordinaires coûterait cher, et n'aurait pas la perfection que l'on peut donner au jonc travaillé.

« Je ne chercherai pas à vous décrire toutes les applications qui, depuis vingt-cinq ans, ont été la conséquence de la réduction galvanoplastique du cuivre. Cependant je vous dirai, en peu de mots, les perfectionnements qui ont le plus marqué dans ces derniers temps et qui ont donné naissance à des exploitations importantes.

« Les gravures sur bois, qui décorent nos publications illustrées, sont aujourd'hui, sans exception, tirées sur des clichés galvaniques; outre l'incontestable avantage de conserver à l'abri de toute chance d'accident le premier type gravé, ces clichés offrent la possibilité de tirer jusqu'à 80,000 épreuves, tandis que le bois primitif en eût à peine fourni 10,000 sans accident.

« Il a fallu trouver des procédés très-expéditifs pour satisfaire à l'impatience du public et des éditeurs, et, si je puis parler ainsi, forcer la main à la galvanoplastie.

« Voici comment on procède : le bois gravé étant donné, on le frotte de plombagine, on en prend une empreinte en gutta au moyen de la presse, puis le moule porté au bain y est laissé vingt-quatre heures seulement, le temps nécessaire pour le couvrir d'une légère couche de cuivre, qu'on peut évaluer à un vingtième de millimètre au plus d'épaisseur; cela fait, on coule, au revers de cette reproduction, du métal fondant à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une température très-basse, de l'alliage des caractères d'imprimerie, et la surface est portée sur un tour qui sert à la dresser et égaliser son épaisseur.

« Le cliché galvanique arrive donc très-rapidement par ce moyen à 2 ou 3 millimètres, c'est l'épaisseur nécessaire pour qu'il résiste à la pression des machines. Il eût fallu le laisser trois semaines dans un bain pour obtenir directement ce résultat. Il est ensuite cloué sur des planches de bois ayant la hauteur des formes qui servent à imprimer, et, quarante-huit heures après, on peut avoir la reproduction parfaite d'une gravure sur bois qui a coûté deux ou trois mois de travail; c'est ainsi que sont faites les pages du *Magasin pittoresque*, texte et gravures, qui sont tirées avec une grande perfection à 80,000 exemplaires avec un seul cliché.

« La gélatine peut aussi être employée pour mouler les gravures sur bois, les caractères d'imprimerie, etc., avec une grande perfection. Ce genre de moulage a donné lieu à une curieuse application. La gélatine a la propriété de gonfler dans l'eau et de diminuer de volume dans l'alcool. M. Martin a eu l'ingénieuse idée d'utiliser cette propriété pour obtenir des augmentations et des réductions d'un même type avec une très-grande perfection. Des essais ont été faits de ce procédé à l'Imprimerie impériale, et voici des épreuves obtenues sur un même type grandi et diminué par ce moyen, qui démontrent les avantages du procédé.

« M. Martin a eu l'idée d'appliquer aussi ce moyen aux besoins de la fabrication du bronze, et son procédé peut, dans beaucoup de cas, faire une heureuse concurrence aux procédés mécaniques de la réduction Collas.

« L'art de la gravure en taille-douce, sur cuivre et sur acier, aussi bien que la typographie, retire de très-grands avantages des procédés galvanoplastiques; seulement là aucun procédé de moulage n'est assez parfait pour reproduire les délicates intailles de la gravure, et il faut, sans crainte de compromettre une œuvre précieuse, la plonger directement dans le bain, l'iodurage préalable du type, ainsi que nous venons de vous l'indiquer, permettant de le faire à coup sûr.

« Depuis quelques années, ce n'est plus seulement la reproduction de la gravure que la galvanoplastie nous donne, c'est la gravure tout entière qu'elle peut réaliser.

« Grâce à l'ingénieuse observation d'un phénomène physique, la capillarité; grâce à des dépôts électro-chimiques successifs d'argent et de fer dans des conditions spéciales; grâce à la reproduction des reliefs obtenus par la galvanoplastie, M. Dulos a réalisé un procédé de gravure en relief et en creux que la Société d'encouragement a vu déjà mettre en pratique devant elle, et qui, aujourd'hui, répond aux besoins de publications importantes.

« Le dépôt galvanoplastique du cuivre a trouvé aussi un large débouché dans les embellissements de notre Paris moderne; les fontaines qui décorent nos grandes places et nos squares, les candélabres qui éclairent nos boulevards nouveaux, sont aujourd'hui recouverts de cuivre par un procédé spécial dû à l'initiative de M. Oudry.

« Ce cuivre a pour mission non-seulement de décorer, mais encore de préserver la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fonte et le fer. Quoique ces métaux puissent se cuivrer directement dans les bains alcalins, comme la préservation n'a lieu qu'en raison directe du cuivre déposé, il fallait éviter de mettre une épaisseur de cuivre trop grande par ces procédés, ce qui eût coûté trop cher. M. Oudry est arrivé à se dispenser de l'emploi des bains alcalins en couvrant d'une peinture préservatrice la fonte ou le fer à cuivrer; puis, en rendant les surfaces peintes conductrices de l'électricité au moyen de la plombagine, il peut ainsi plonger la fonte et le fer dans le bain acide de sulfate de cuivre sans danger.

« La coquille galvanique, reproduisant avec fidélité le moule sur lequel le cuivre se dépose, présente en creux à l'intérieur tous les reliefs de l'extérieur. Il s'ensuit qu'elle ne pouvait se prêter avec avantage à certaines applications où la fonte ciselée est employée ordinairement.

« Nous avons cherché à y remédier par un procédé très-simple, qui fut mis en pratique pour la première fois par nous dans l'usine de MM. Christofle et comp.; c'est la contre-soudure au laiton des coquilles galvaniques. Mettant à profit la différence de fusibilité du cuivre rouge et du cuivre jaune, nous faisons fondre dans l'intérieur de la coquille des petits morceaux de laiton, qui se soudent entre eux parfaitement, et donnent au dépôt galvanoplastique toute l'apparence et la solidité d'une pièce venue de fonte. Les pièces obtenues par ce moyen peuvent se cintrer, se limer, se travailler enfin comme le meilleur cuivre fondu; elles ont à l'extérieur l'aspect fin et délicat du premier modèle, que la galvanoplastie lui a nécessairement donné, et dans l'intérieur un corps solide, résistant, malléable, qui en fait un véritable bronze.

« Cette industrie dont vous voyez ici des spécimens, et qui a reçu le nom de *Galvanoplastie massive*, a déjà produit des résultats très-importants, et prête, tous les jours, un utile concours à la fabrication du bronze, de l'orfévrerie, à la décoration de meubles, des porcelaines, etc. De grandes applications en ont été faites non-seulement dans la fabrication courante, mais encore dans des œuvres destinées à rester comme spécimens de l'art de la ciselure à notre époque; les appartements de l'impératrice, aux Tuileries, décorés par M. Lefuel, possèdent de véritables chefs-d'œuvre en ce genre, qui rivalisent avec les plus fines ciselures du siècle dernier.

« Quoique le domaine où la galvanoplastie se meut soit déjà immense, et les applications que je viens de vous décrire sommairement nous le prouvent, elle n'aurait pas dit son dernier mot, elle ne justifierait pas la définition que, dans un discours mémorable, l'illustre Président de cette Société donnait de la galvanoplastie, *cet art de mouler les métaux sans le secours du feu*, s'il lui restait encore à produire une statue tout entière; eh bien! ce desideratum est obtenu aujourd'hui, ce dernier mot, elle l'a dit, et les spécimens qui sont sous vos yeux le prouvent surabondamment.

« Depuis longtemps déjà, on a essayé et réussi souvent à reproduire des figures ronde bosse; mais pour réussir il fallait faire deux moitiés de moules, déposer séparément le cuivre dans les deux coquilles, puis les souder avec tous les soins qu'exigeait un pareil travail. Les difficultés étaient grandes, vous le pensez bien, et les spécimens qui en ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

été faits étaient plutôt le produit d'une volonté fermement arrêtée d'arriver au résultat, d'une habileté grande, que d'un procédé dont la science avait donné les principes.

« On a essayé aussi de faire la soudure dans le bain galvanoplastique, c'est-à-dire de réunir les deux coquilles d'un moule, de faire arriver le courant dans l'intérieur et d'y déposer le cuivre sans solution de continuité. Pour cela on ménageait dans l'intérieur du moule la place d'un anode fait en cuivre ou en argent, suivant le métal qu'on voulait déposer ; mais cet anode se dissolvait pendant le travail et, ne tardant pas à se détruire, arrêtait par suite l'opération avant son terme.

« Tous ces procédés ingénieux n'ont pu cependant avoir qu'un succès très-restreint, et ont été abandonnés par leurs auteurs. M. Lenoir eut l'idée de remplacer l'anode soluble par un anode insoluble en fil de platine, qui, n'étant point attaqué par le transport de l'oxygène et de l'acide sulfurique au pôle positif, maintenait intacte l'énergie du courant galvanique. Voici comment il opérait : il construisait, à grand renfort de dextérité et de patience, une carcasse en fil de platine, qui épousait les formes les plus variées de la pièce qu'il voulait reproduire. C'était une sorte de squelette que l'on formait ainsi. Les fils extrêmes étaient réunis ensemble et passaient par un petit tube de verre, de manière à être isolés du moule en gutta. Dans ce procédé il fallait, et il faut encore dans celui que nous allons indiquer, avoir soin de laisser un orifice à la partie supérieure, afin de faire échapper le gaz oxygène qui se dégage autour du fil de platine, et un autre à la partie inférieure, afin de permettre le renouvellement du liquide qui, sans cela, serait bien vite épuisé. Le moule fermé et ainsi disposé était placé au pôle de la pile dans un appareil composé, et les fils de platine mis en rapport avec le pôle positif.

« Vous voyez ici l'opération en marche ; le gaz oxygène se dégage abondamment autour du fil de platine ; la saturation du bain est entretenue, comme dans le bain à appareil simple, au moyen de sacs en gutta contenant des cristaux de sulfate de cuivre.

« Malgré tout le mérite du perfectionnement, ceux qui essayèrent de le mettre en pratique les premiers ne réussirent pas à tirer tout le parti dont il pouvait être susceptible, et on le comprendra aisément quand on songe que, pour faire une statue de cette grandeur, la carcasse de platine absorbe **120** à **140** grammes de platine, et que l'opération dure vingt à vingt-cinq jours, c'est-à-dire que, pour produire un poids de **1** kilogramme de cuivre, il faut immobiliser **120** à **140** francs pendant près d'un mois.

« Qu'eût-ce été s'il avait fallu fondre une statue de grandeur naturelle?

« Pour donner une certaine importance à cette exploitation, un capital important était nécessaire, mais en disproportion avec le résultat à produire. Il fallait, de plus, des ouvriers très-habiles pour construire ces délicates et fragiles carcasses, et leur exécution devenait très-dispendieuse.

« La question en était restée là, lorsque, il y a quelques années, ce procédé devint propriété de la société Ch. Christofle et comp. Nous eûmes l'occasion de l'expéri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

menter, nous eûmes aussi pendant quelque temps le regret de ne pouvoir lui donner tout le développement dont il était susceptible. Cependant, l'occasion étant venue de faire un travail important par ce procédé, la question fut reprise dans nos ateliers, et reçut, l'année dernière, une solution tout à fait satisfaisante.

« Des recherches entreprises par M. Planté, sur les courants secondaires, l'avaient amené à construire une pile, dite de polarisation, dans laquelle le plomb était substitué au platine, et lui avait permis de réaliser des effets secondaires d'une grande intensité.

« Le plomb se comportant donc, au point de vue électro-chimique, comme le platine, c'est-à-dire, ayant la propriété de ne point s'altérer au pôle positif d'une manière sensible, nous essayâmes, avec son concours, de le substituer au platine. Nous avons trouvé dans cette substitution tous les avantages que nous avions avec le platine, sans aucun de ses inconvénients : la modicité du prix, la malléabilité du métal qui permet de lui faire prendre toutes les formes voulues par l'expérience, et l'inaltérabilité dans nos bains.

« On comprend, en effet, combien il est facile de faire avec ce métal les noyaux intérieurs, et, lorsqu'il s'agit de reproduire plusieurs fois un même objet, qu'on peut, en sacrifiant un moule, obtenir une épreuve grossière sur laquelle on modèle autant de noyaux en plomb qu'il est nécessaire. Ces noyaux faits sont percés de trous, de manière à permettre la circulation du liquide, puis placés dans l'intérieur du moule et maintenus à distances égales et régulières par des supports isolés. Cette méthode donne une très-grande régularité dans le dépôt, car chaque point de l'épreuve est toujours à une distance constante du noyau conducteur. Les lames de plomb sont réunies au pôle positif de la même manière que le fil de platine dans le procédé Lenoir. Le plomb se couvre d'une légère couche d'oxyde puce et devient le siége du dégagement du gaz oxygène.

« Il est curieux de se rendre compte du travail qui se fait dans l'intérieur du moule ; voici une figure déposée par ce procédé, qui pèse 2,700 grammes; sa capacité est de 1 litre et demi environ ; en supposant que le bain de sulfate de cuivre contînt 60 grammes de cuivre par litre, il a fallu que le liquide se soit renouvelé complétement 30 fois pour fournir la quantité de métal nécessaire au dépôt; c'est grâce au mouvement produit par le dégagement du gaz par la partie supérieure, que ce renouvellement a lieu avec une très-grande régularité, sans lui il était impossible.

« Les statuettes que vous voyez ici ont toutes été faites par ce procédé, qui est la propriété de la société Christofle, et ces résultats permettent aujourd'hui de fonder de très-grandes espérances sur son application.

« Je ne saurais quitter ce sujet sans disculper ou plutôt défendre la galvanoplastie contre un reproche que j'ai entendu formuler bien souvent. Le cuivre galvanoplastique a-t-il toute la résistance du cuivre fondu? Des produits exécutés trop rapidement, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de mauvaises conditions, ont pu donner naissance à ces idées; mais il suffit de jeter les yeux sur un dépôt fait dans des conditions convenables, c'est-à-dire lorsqu'un juste équilibre, facile à produire du reste, existe entre l'action décomposante et la concentration de la solution, pour se rendre compte de l'inanité du reproche.

« A notre avis, le cuivre galvanoplastique tient le milieu, par ses qualités, entre le cuivre laminé et le cuivre fondu.

« En effet, la densité du cuivre laminé est généralement de. 8,95
« Celle du cuivre fondu est de. 8,78
« Et celle du cuivre galvanique, dont vous voyez ici les échantillons et qui a été prise avec très-grand soin, est de. 8,86

« C'est donc, au point de vue des densités, un intermédiaire entre le cuivre laminé et le cuivre fondu.

« Chimiquement pur, le cuivre galvanique est nécessairement moins altérable que les alliages, et il est évident que, si par la fusion du cuivre pur dans des creusets on pouvait obtenir un métal se coulant avec facilité dans des moules, ce serait le cuivre rouge que l'on emploierait de préférence; l'addition d'autres métaux n'a pour but que de lui donner plus de fluidité dans la coulée et plus de résistance au choc et à la déformation dans certaines applications.

« On a dit qu'étant le résultat d'une agglomération lente le cuivre galvanique était poreux et, par suite, plus altérable. Pour nous rendre compte de sa porosité, nous avons construit un baromètre à mercure, dont la chambre supérieure était munie d'un ajutage formé par un tube de cuivre galvanique obtenu par les procédés de la ronde bosse indiqués tout à l'heure. Ce tube avait un demi-millimètre d'épaisseur; la partie supérieure mastiquée sur un tube de verre avait été fermée à la lampe dès que le vide avait été fait dans l'intérieur.

« Cet appareil fut observé pendant six mois comparativement avec un baromètre ordinaire, on constata que les oscillations étaient les mêmes dans les deux appareils, et que la petite différence qui s'était manifestée entre eux, lors de la construction, s'était maintenue constante pendant tout ce temps.

« Nous avions opéré là sous la pression d'une seule atmosphère, il fallait faire plus encore, et chercher sous quelle pression la porosité apparaîtrait; nous avons fait construire, dans ce but, un petit appareil dans lequel on pouvait soumettre des plaques de différentes natures à des pressions de 15 à 20 atmosphères.

« Cet appareil se compose, comme vous le voyez, d'un cylindre dont les deux extrémités pouvaient se fermer par des plaques à essayer; ce cylindre est en communication avec un corps de pompe dans lequel on peut comprimer de l'eau; un manomètre indique la pression; différents robinets servent à remplir et vider l'appareil. Eh bien, nous avons reconnu que, en opérant sur des plaques de cuivre galvanique d'un demi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

millimètre d'épaisseur parfaitement calibrées, on pouvait aller jusqu'à 20 atmosphères sans voir apparaître le liquide au dehors, mais que, si on prenait une plaque de cuivre fondu de même épaisseur, la pression maximum obtenue était de 12 atmosphères.

« Il est donc naturel de penser et de dire que, dans toutes les applications auxquelles la galvanoplastie peut se substituer au cuivre fondu, le cuivre que l'on dépose avec les précautions que nous avons indiquées satisfait aux conditions de durée les plus exigeantes. J'ajouterai même que, au point de vue chimique, sa pureté offre plus de sécurité que les alliages, et il suffit de visiter nos musées où sont conservés les spécimens des civilisations antérieures, pour se convaincre que tous les objets exécutés en cuivre rouge sont arrivés jusqu'à nous dans un état de conservation plus grande que les objets similaires en bronze.

« Aujourd'hui, grâce à tous ces perfectionnements successifs que je vous ai décrits, grâce à la facilité avec laquelle on peut faire la ronde bosse, l'industrie est en mesure d'appliquer avec succès la galvanoplastie, toutes les fois que la perfection du travail, la fidélité de la reproduction, est une des conditions de réussite.

« Les arts du dessin et de la forme, du fondeur, du ciseleur et du graveur sur métaux sont profondément modifiés aujourd'hui; mais ce n'est point en les amoindrissant, comme on a prétendu quelquefois, mais, au contraire, en élevant le niveau artistique de chacun d'eux, que la galvanoplastie a pris rang parmi les procédés du travail.

« Son influence s'est étendue sur nos habitudes, en mettant à la portée du plus grand nombre les jouissances d'un luxe mieux entendu, sur notre goût, en popularisant les chefs-d'œuvre des siècles passés.

« Mieux connue, plus appréciée, son rôle ne peut que grandir encore, et il suffit de rappeler quelques applications faites, dans ces derniers temps, par des architectes soucieux du progrès de leur art, pour se rendre compte de l'avenir qui lui est réservé.

« Le revêtement du waggon du Pape, exécuté sous la direction de M. Émile Trélat en 1859; les travaux de serrurerie et de bronze des appartements de S. M. l'Impératrice, que M. Lefuel nous a fait faire pour les Tuileries en 1861; les portes de l'église de Saint-Augustin, reproduites sur les dessins de M. Victor Baltard, et dont vous voyez ici l'épreuve photographique; les chapiteaux que M. Garnier, architecte de l'Opéra, nous fait exécuter en ce moment, et dont nous mettons sous vos yeux un exemplaire, vous montrent bien que le grand art décoratif peut compter aujourd'hui sur le concours de la Galvanoplastie. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHEMINS DE FER.

DESCRIPTION DU CHEMIN DE FER DU NORD DE L'ESPAGNE, PAR M. A. BRÜLL (1).

Hendaye, qu'on rencontre sur les bords riants du golfe de Gascogne, est la dernière station française du chemin de fer du Midi; la première station du chemin espagnol est Irun, qui n'est distant d'Hendaye que de 2 kilomètres environ : c'est dans ces deux stations que sont installés les postes de douane des deux pays.

On sait que la voie des chemins de fer espagnols est plus large que la voie française; les rails ont $1^{m},736$ d'axe en axe, au lieu de $1^{m},502$. Des raisons politiques auraient, dit-on, engagé le gouvernement espagnol à adopter une cote différente de la nôtre. Il paraît difficile de trouver aucun motif raisonnable qui légitime cette différence. Le matériel roulant ne peut passer d'un chemin sur l'autre, et il viendra un jour où cette impossibilité sera un empêchement sérieux au développement des transports internationaux.

Déjà même, la question aurait été agitée, et diverses propositions ont été faites, telles que la pose d'un troisième rail, la fabrication d'essieux spéciaux, la construction de waggons à caisse amovible, qui permettraient d'échapper, dans certains cas, à cette difficulté.

Déjà des véhicules destinés à divers chemins de fer d'Espagne ont pu être transportés roulants sur les voies françaises.

Entre Hendaye et Irun, on a posé une voie française et une voie espagnole, de sorte que les trains français vont jusqu'à Irun, et les trains venant d'Espagne arrivent à Hendaye.

La ligne traverse la Bidassoa, qui marque à cet endroit la frontière des deux pays, un peu en amont de Fontarabie, et très-près de l'île fameuse des Faisans, très-petit îlot à peine émergent, dont les bords sont sans cesse rongés par le courant. Le pont de la Bidassoa est un pont en pierres à cinq arches, à l'aspect monumental et décoré de sculptures représentant les armes des deux nations. Des niches ont été ménagées dans la construction des culées, pour recevoir un chargement de poudre suffisant pour détruire le pont.

Le chemin de fer du Nord de l'Espagne réunit Irun à Madrid, en passant par Saint-Sébastien, Victoria, Burgos, Valladolid et l'Escurial. (Voir la planche 337.)

(1) La publication de cet article, composé depuis longtemps, a été retardée par des causes indépendantes de notre volonté. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette ligne a.	638	kilom. de long.
Un embranchement de.	91	—
partant de Venta de Bâgnos, se dirige sur Alar del Rey; il est continué par le chemin de fer d'Isabelle II, qui va d'Alar au port de Santander. La longueur totale du chemin du Nord de l'Espagne est ainsi de.	729	—

La région traversée par la ligne principale est divisée en quatre bassins : le bassin du golfe de Gascogne, le bassin de l'Èbre, celui du Duero et celui du Tage.

La ligne se développe dans le bassin du golfe de Gascogne, jusqu'au sommet des Pyrénées. Elle traverse d'abord le Guipuzcoa, riche province, fertile et industrielle.

Parmi les plus beaux points de vue qui se présentent sur la côte, le plus splendide est sans contredit la baie de Passages, que le rail côtoie sur toute la longueur. Passages est un port de premier ordre, spacieux, abrité, communiquant avec la pleine mer par un goulet défendu contre tous les vents : il peut présenter à toute une flotte un refuge d'une sécurité exceptionnelle. Il est peu fréquenté aujourd'hui, mais les rails qui longent la côte pourraient bien hâter l'accomplissement de projets depuis longtemps entretenus, et le voyageur qui passera là dans une dizaine d'années y verra sans doute des navires accostés à l'embarcadère du chemin de fer, apportant pour l'intérieur les marchandises de tous les pays, pour charger en échange les blés, les vins, les laines, les marbres et les minerais que les contrées voisines produisent en abondance.

Saint-Sébastien est à une vingtaine de kilomètres d'Irun. C'est une ville d'environ 8,000 âmes, bâtie dans la position la plus pittoresque, sur une presqu'île, à l'embouchure de l'Uruméa. Le port, bien abrité entre deux môles, est étroit et peu profond. Malgré ces conditions, le total de son trafic annuel dépasse 20 millions de francs.

C'est une ville assez nouvellement rebâtie, aux rues régulières, à l'aspect animé. La plage est très-fréquentée par les baigneurs; c'est un rendez-vous de plaisance pour les Espagnols du Nord et pour les Français du Midi.

En sortant de Saint-Sébastien, le tracé s'éloigne de la côte et commence à s'élever doucement. Hernani, Tolosa et Villafranca présentent de nombreux établissements métallurgiques. Ce sont ces anciennes forges, aux méthodes primitives, qui livrent des fers de qualité si estimée. On y fabrique aussi des armes à feu, des pointes, des tissus de coton, du papier, des cordes, des toiles, du ciment, des allumettes en cire.

Beasain, à 60 kilom. d'Irun, point de départ de la traversée des Pyrénées, est à la cote de 156 mètres. Le chemin, qui est à peu près au niveau de la mer, à Irun et à Saint-Sébastien, n'y parvient qu'en traversant neuf fois en souterrain, sur une longueur totale de 3,926 mètres, les contre-forts dont les brusques sinuosités accidentent les vallées de la Bidassoa, de l'Uruméa et de l'Oria.

Les ponts sont aussi très-nombreux sur cette partie de la ligne; l'Oria est en particulier tellement sinueuse, qu'il faut, à tout instant, la traverser sous tous les angles pour éviter un développement exagéré.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tous ces ponts sont à tablier en tôle; ils ont été construits et mis en place par la maison Ernest Gouin et comp. Ils ont, en général, un aspect de légèreté qui plaît à l'œil, et leur hardiesse vaut bien la sévérité monumentale des ponts en maçonnerie.

La traversée proprement dite des Pyrénées est la section comprise entre Beasain, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer est de. 156m
et Olazagutia ou Alsasua, situé au pied du versant sud à la cote. 526

Le col le plus propice qu'on ait pu trouver pour franchir le faîte est le col d'Otzaurte, situé à la cote. 614

C'est d'ailleurs le point où la route de Beasain et Alsasua traverse la ligne du faîte des Pyrénées.

La distance en ligne droite de Beasain à Otzaurte est d'environ 19 kilom.

Les conditions d'exécution imposées à la Compagnie par l'acte de concession donnent pour limites les rampes de 15 millièmes et les courbes de 300 mètres de rayon. Il suffit de parcourir la montagne pour préjuger que ces limites, surtout celles des inclinaisons, sont bien étroites, et doivent nécessairement conduire à un grand développement, à des travaux d'art importants.

Bien qu'on soit souvent porté à supposer qu'une chaîne de montagnes élevées soit d'un âge géologique fort ancien, on ne rencontre dans la traversée des Pyrénées que des terrains assez récents. C'est, en effet, le terrain crétacé qui en forme la plus grande partie; le jurassique n'apparaît que par places en crêtes qui passent à travers le terrain crétacé.

La roche des crêtes est métamorphique et se dessine en arêtes, en anfractuosités, en déchirures; aussi le paysage est-il, dans ces parties, plus ardu et plus sauvage. Le sol est nu et inculte : le terrain crétacé est plus tendre; les grès et surtout les schistes qui le composent se désagrégent à l'air, les contours extérieurs sont arrondis : il porte une couche de terre plus ou moins épaisse recouverte de végétation. La plus grande partie des tunnels et des tranchées de la section est percée dans le terrain crétacé, dont la dureté n'est pas très-grande. Ce n'est qu'en quelques points isolés, comme dans les sommités ardues de Cégama, qu'on a rencontré le terrain jurassique.

Le terrain est généralement accidenté, comme tous les sols soulevés; les tranchées ne montrent pas des couches régulièrement stratifiées ; mais bien des plissements d'une grande hauteur, sur une largeur variable, de sorte que le pendage change fréquemment de sens.

Le terrain crétacé présente des marnes assez tendres, des grès arénacés d'un blanc jaunâtre, des schistes argileux et micacés noirs. La couche supérieure, qui est une marne assez tendre, se montre surtout entre Olazagutia et Vitoria.

La seconde couche renferme un grès arénacé blanc jaunâtre, qui fournit de bonnes pierres à bâtir et des schistes argileux et micacés, noirs, qui se fendillent lentement et ne peuvent être utilisés pour les constructions. Ces schistes sont en couches feuilletées, et la tendance à la séparation et au glissement est assez grande pour qu'on soit obligé,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les tranchées, de donner à celui des deux talus qui est dans le sens du pendage une inclinaison justement égale à celle des couches.

Comme toujours, les eaux pluviales s'infiltrent entre les bancs dont la stratification apparaît au jour.

On trouve, en beaucoup d'endroits du passage, des dépôts récents, provenant de l'éboulement des terres superficielles et des parties les plus tendres et les plus décomposables des couches crayeuses.

Ces éboulis forment, dans le fond des vallées, des amas quelquefois considérables, renfermant des argiles, des marnes argileuses et des blocs de pierres perdues.

MM. Ernest Gouin et comp. ont été les entrepreneurs généraux de la traversée des Pyrénées, à l'exception d'une partie du tunnel d'Oazursa.

Ces travaux ont été exécutés sous la direction de M. Letourneur, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef de la construction.

Le tracé s'étend d'abord à partir de Beasain en rampe de 15 millièmes, sur le côté droit de la vallée supérieure de l'Oria, et se dirige vers Zumarraga.

Un viaduc à tablier métallique, à cinq travées de 280 mètres de long, supporte la voie à 31 mètres de hauteur à Ormaiztegui, et neuf tunnels successifs, dont les longueurs varient de 70 à 700 mètres, présentent sur les 12 kilomètres de cette section un développement total de 1,850 mètres, soit 16 p. 100.

Le dernier de ces tunnels, celui de Zumarraga, de 700 mètres de long, traverse le contre-fort qui sépare le bassin de l'Oria de celui de l'Urola. Le chemin remonte ce torrent sur une longueur de 10 kilomètres, et parvient à Brincola sans difficultés particulières.

Les 12 kilomètres qui séparent ce point du faîte d'Otzaurte sont, au contraire, la partie de la traversée où les ouvrages d'art sont les plus rapprochés. On y compte 14 tunnels présentant ensemble un développement de 7,600 mètres, soit 63,5 p. 100 de la longueur du parcours.

Le tunnel d'Oazursa a 2,953 mètres. C'est le plus long de toute la ligne. Cet ouvrage important a été attaqué par les deux têtes et par neuf puits, dont les deux au milieu ont 223 mètres et 239 mètres de profondeur. Sans cette grande élévation du sol naturel au-dessus du souterrain à percer, on aurait pu multiplier les points d'attaque.

Le tunnel est rectiligne et présente une pente continue de 10 millimètres par mètre.

Le tunnel de 1,158 mètres qui traverse le faîte d'Otzaurte a été attaqué par les deux têtes et par quatre puits.

Cette section présente encore plusieurs tranchées d'un cube considérable, et des remblais qui ont, à certains endroits, jusqu'à 20, 25 et même 27 mètres de hauteur. Plusieurs de ces travaux traversent ces terrains éboulés dont nous avons indiqué la nature.

D'importants travaux d'assainissement ont dû être entrepris pour éviter les ébou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lements. C'est par des systèmes complets de drainage, par de profondes pierrées pénétrant dans le roc solide et présentant plusieurs kilomètres de longueur, qu'on a détourné l'eau des bancs de glissement. Les eaux ainsi rassemblées sont rejetées dans le bas de la vallée.

Le viaduc de la Salera traverse une vallée dont le fond est recouvert d'une couche d'éboulis argileux, qui présente près du thalweg jusqu'à 22 mètres d'épaisseur. Il fallait asseoir les piles du viaduc sur la roche solide; or la nature de l'éboulis rendait difficile le maintien d'une excavation d'environ 10 mètres de long sur 4 mètres de large et de toute la profondeur de la couche.

On s'arrêta au moyen suivant : on perça, suivant le petit axe de la section de la pile, un puits vertical de 1,20 de largeur, ayant en longueur la largeur même de la pile, et partageant en deux rectangles la section de celle-ci. Des solides blindages suffirent pour prévenir tout éboulement. Ce puits étant arrivé à profondeur, soit à 2 mètres environ dans la roche solide, on excava sur 3 mètres de hauteur une chambre cubique ayant pour section horizontale l'une des moitiés de rectangle de la pile. Les boisages étaient disposés comme dans le battage des galeries en terrain ébouleux. La chambre une fois creusée, on construisit la maçonnerie définitive, jusqu'à la remplir entièrement. On en fit autant sur l'autre moitié du rectangle de la pile, en garnissant aussi la section même du puits, et l'on obtint ainsi une première assise de 3 mètres. Continuant de même à se servir du puits pour l'épuisement des eaux, pour l'enlèvement des déblais et pour la descente des matériaux, on creusa successivement, à droite et à gauche du puits, des chambres de 3 mètres de haut, occupant une moitié de la surface de la fondation, et on les remplit de maçonnerie en retirant les bois au fur et à mesure. On parvint ainsi, en s'élevant, jusqu'à la couche superficielle, qui n'avait subi aucune déformation. La dernière assise de la fondation fut posée à ciel ouvert.

Au delà du faîte, le chemin descend pendant 10 kilomètres dans la vallée de l'Alsasua, jusqu'à Olazagutia. Cette partie de la ligne présente une succession de quatre remblais cubant ensemble 300,000 mètres cubes, sur 3 kilomètres de longueur.

C'est à Alsania que s'embranche sur le chemin du Nord la ligne de Pampelune, qui se continue elle-même par les chemins de Pampelune à Saragosse, et de Saragosse à Barcelone.

Le tableau annexe n° 1 indique l'inclinaison et la longueur des rampes et des pentes comprises dans la section des Pyrénées.

Les 46 kilomètres de Beasain à Olazagutia présentent, en résumé, 27 kilomètres de parties rectilignes et 19 kilomètres de courbes, dont $6^k,1$ du rayon minimum de 300 mètres.

Il est certain que ces conditions de tracé, que nous trouvions étroites il n'y a qu'un instant au point de vue des travaux qu'elles nécessitent, ne laissent pas que d'exiger un puissant matériel de traction.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le matériel roulant du chemin de fer du Nord d'Espagne est à peu près celui en usage sur les chemins de fer français; les voitures et waggons y sont seulement un peu plus larges par suite du léger excès de largeur de la voie. Pour cette raison, et aussi en prévision des causes de détérioration venant du climat extrême du pays traversé, les véhicules sont solidement établis et, par suite, assez pesants. Les roues ont un mètre de diamètre, et l'écartement des essieux est fixé d'après les cotes généralement adoptées.

La question des freins doit prendre certainement une grande importance; il faut assurer la sécurité de la descente sur la rampe; il faut prévoir aussi le cas où pendant la montée le train viendrait à être coupé. Des freins à vis et des freins automoteurs du système Guérin sont établis sur un grand nombre de voitures et waggons.

De fortes locomotives ont été construites pour la traction dans les Pyrénées. On a cherché, dans l'établissement de ces machines, à éviter toute réduction dans la charge des trains sur cette section. Elles doivent pouvoir remorquer sur la rampe, grâce à une légère réduction de vitesse, les mêmes trains que les machines ordinaires du chemin qui sont des locomotives à trois essieux couplés du type bourbonnais, pesant en service environ 33 tonnes.

Pour satisfaire à ce programme, la Compagnie a fait construire aux usines du Creusot des machines à quatre essieux couplés, analogues à celles des chemins de fer d'Orléans et du Midi. Ces machines ont des roues de $1^{m},300$, et pèsent en service environ 44 tonnes. On a obtenu une suffisante flexibilité en donnant du jeu latéral aux essieux extrêmes.

Disons, en passant, que la voie se compose de rails Vignole, de 37 kilog. par mètre, fixés par des crampons sur des traverses en chêne ou en pin des Landes préparé au sulfate de cuivre.

L'annexe 3 donne le tableau des tunnels, et l'annexe 4 celui des principaux ponts et aqueducs. Le nombre des ouvriers employés à la fois s'est fréquemment élevé à 10,000.

La section qui descend la vallée de l'Èbre, d'Olazagutia à Miranda (75 kil.), ne présente aucune difficulté ; on n'y rencontre qu'un souterrain de 520 mètres et six ponts d'une certaine importance.

Vitoria, capitale de la province d'Alava, est à 147 kilomètres de la frontière française. C'est une jolie ville rebâtie à neuf, et qui compte environ 14,000 habitants. Cette ville paraît appelée à prendre une grande importance, surtout depuis qu'elle est réunie par le chemin de fer de Tudela à Bilbao, à la Biscaye, la troisième de ces provinces actives et prospères qui luttent depuis si longtemps et actuellement encore contre toute tentative de centralisation. Disons, en passant, que Bilbao, malgré la difficulté de son accès, est un port important, faisant pour 70 à 80 millions d'affaires par an, et que la Biscaye possède des usines à fer importantes, des minières riches et développées, et des manufactures de produits les plus variés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est à Miranda que le chemin de fer traverse l'Èbre, frontière du pays basque. Le chemin de Bilbao à Tudela s'embranche à cet endroit sur le chemin du Nord pour se diriger d'un côté sur Bilbao, et de l'autre vers Saragosse, en descendant le cours de l'Èbre.

Pour passer de l'Èbre, que la ligne traverse à la cote. 461m
dans la vallée du Duero, il faut franchir le faîte de la Brujula, dont l'altitude est de. 954

Cette section présente une longueur de 66 kilomètres; le maximum d'inclinaison des rampes est fixé à 10 millimètres par mètre. Le chemin de fer s'élève d'abord avec cette inclinaison de 1 pour 100, jusqu'au village de Pancorbo à la cote. 630

3 kilomètres avant ce village, le pittoresque viaduc des trois moulins supporte la voie à 33 mètres d'élévation et se compose de six arches de 10 mètres en maçonnerie, et d'une travée en tôle de 50 mètres. On arrive à Pancorbo dans une gorge d'un kilomètre environ de longueur, creusée entre deux masses de roches à pic, qui se rapprochent en certaines places, presque jusqu'à se toucher; ce défilé, qui livre passage à la route et au torrent d'Oroncillo, est surnommé les Thermopyles de la Vieille-Castille.

Le chemin de fer n'a pu s'y faire jour qu'au prix de travaux importants. Des murs de soutènement élevés le supportent; un élégant viaduc, dit le viaduc des Thermopyles, traverse le torrent, et deux tunnels, percés dans les rochers abrupts qui ferment le passage, donnent au chemin une issue inattendue.

De Pancorbo à Monasterio (38 kilomètres), le tracé ne présente pas de difficulté. C'est entre Monasterio et Quintanapalla (15 kilomètres) que le chemin franchit le faîte de la Brujula par quatre tunnels d'une longueur totale de 1,800 mètres environ, et dont le dernier a 1,026 mètres. Ces tunnels et quelques tranchées assez profondes ont été percés dans les marnes gypseuses qui commencent à se montrer au delà de Pancorbo. La grande quantité d'eau dont cette formation est imprégnée a été pendant longtemps un sérieux obstacle à la fixité de ces ouvrages, et a nécessité d'importants travaux d'assainissement.

C'est après le faîte de la Brujula que commence la vallée du Duero.

Tout le versant nord de cette large vallée et toute la partie qui s'étend sur l'autre versant jusqu'au pied de la chaîne du Guadarrama forment un immense plateau ne présentant que des inclinaisons très-douces. Aussi les rails ont-ils pu être posés sur 235 kilomètres presque à fleur du sol. En dehors de quatre ponts sur le Duero et ses affluents, les ouvrages d'art y sont rares et peu importants.

Il y a peu de pays où l'on trouve sur une aussi grande longueur un tracé aussi facile et aussi économique.

Cette plaine immense est d'une fertilité remarquable, qui n'a d'égale que sa monotonie. Pas un arbre, pas une colline, pas un rocher, partout la plaine dépouillée qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'étend à perte de vue; mais partout aussi de grands champs de blé, qui ne reçoivent jamais d'engrais, qui sont labourés très-superficiellement et qui n'en portent pas moins en abondance un blé de la plus belle qualité. L'exportation annuelle du plateau est estimée à 2 millions d'hectolitres, qui s'expédient par Santander, Bilbao et Saint-Sébastien, partie en Angleterre et en France, partie à l'état de farine dans les Antilles espagnoles. De nombreux moulins hydrauliques, des minoteries de premier ordre sont installés à Palencia, à Valladolid et en divers points. La récolte de vins est, dit-on, tellement abondante, qu'il s'en jette, à certaines années, de grandes quantités qu'on ne sait où loger; d'innombrables troupeaux produisent, chaque année, 4 à 5 millions de kilogrammes de laine, qui se travaillent à Avila, à Medina del Campo, à Valladolid, Palencia, Burgos et Santander.

Un canal alimenté par le Duero part de Valladolid, pénètre par des embranchements jusqu'aux centres principaux du commerce des blés, arrive au pied de la chaîne cantabrique à Alar del Rey, et se continue par une route aboutissant à Santander. Cette voie de communication, créée il y a plus d'un siècle, sous le règne de Ferdinand VI, était, jusqu'à la construction du chemin de fer, la principale issue des céréales de la Vieille-Castille.

Burgos est la première ville que l'on rencontre dans ce long parcours; elle est située à 268 kil. de la frontière, à 370 kil. de Madrid. Burgos, capitale de la province de ce nom, est construite sur une colline, près de la rivière d'Arlanzon. Cette ville, qui a eu autrefois 40,000 habitants et qui jouissait d'une très-grande prospérité, est aujourd'hui beaucoup moins peuplée.

Venta de Bagnos, dans la province de Palencia, est à 285 kilomètres de Madrid; c'est le point d'embranchement de la ligne de Santander. La première portion de cette ligne, celle comprise entre Venta de Bâgnos et Alar del Rey (91 kilomètres), appartient à la Compagnie du Nord de l'Espagne. L'autre partie, qui présentait encore, il y a deux ans, une lacune au passage de la montagne, entre Barcena et Reynosa, a été concédée à une compagnie espagnole. Le tracé suit de très-près le canal et la route de Santander, et ne présente aucune difficulté. Le chemin de fer passe à Palencia, où s'embranchent les lignes qui se dirigent vers Léon, Oviedo, la Corogne et Vigo.

Santander est le premier port de la côte du Nord de l'Espagne, en attendant que le port du Passage ait été affecté au mouvement commercial que l'exécution récente du chemin de fer l'appelle à recueillir. La rade de Santander est abritée, accessible aux bâtiments d'un fort tonnage.

Il s'y fait, chaque année, pour 80 millions de francs de trafic d'importation et d'exportation. Il n'y a en Espagne que les ports de Cadix et de Barcelone qui soient plus fréquentés. Santander voit, chaque année, augmenter sa prospérité; la sortie des vins, des grains et des farines y devient de plus en plus active. Il y a dans la ville trente à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quarante minoteries, dont plusieurs sont très-importantes. Des mines de charbon sont, depuis plusieurs années, exploitées avec une grande activité par le Crédit mobilier espagnol, à Barruelo, province de Palencia, et un chemin de fer vient d'être construit qui réunit ces mines au chemin d'Isabelle, à Quintanilla ; ces charbons, propres au chauffage des locomotives et à la fabrication du gaz, peuvent ainsi alimenter en partie le chemin de fer du Nord et l'usine à gaz de Madrid.

Un second centre d'exploitation est en ce moment en voie de développement dans la même contrée, à Valderueda.

Revenant au point d'embranchement, nous trouvons, en allant vers Madrid, la ville de Valladolid, sous Charles-Quint, la capitale de l'Espagne.

Valladolid, à 250 kilomètres de Madrid, est bâtie sur l'Esquera et la Pisuerga, affluents du Duero; cette ville, qui a compté près de 100,000 habitants, n'en a plus aujourd'hui qu'une trentaine de mille. Sa position au centre même du plateau, la fertilité de ses environs, ses fabriques, ses foires, son industrie avaient fait sa prospérité, et, comme tous ces éléments existent encore ou sont sur le point de renaître, on peut prévoir un essor nouveau, dont le chemin de fer pourrait être l'excitant le plus actif.

C'est à Valladolid que sont installés les ateliers de réparation de la ligne. Les divers services de la direction y ont d'abord été fixés, puis ont été en dernier lieu transférés à Madrid.

40 kilomètres plus loin, la ligne passe à Medina del Campo, où s'embranchent les lignes de Salamanque et de Zamora qui se dirigent vers le Portugal.

Medina, qui ne compte aujourd'hui que 4 à 5,000 âmes, est encore un exemple de cette décadence dont l'Espagne a eu tant à souffrir. Au XVI^e^ siècle, elle renfermait 70,000 habitants industrieux et riches; il s'y tenait des foires célèbres pour les draps et les lainages, les cuirs, les épices. Il se faisait, à chaque foire, des centaines de millions d'affaires. Aujourd'hui Medina ne peut plus présenter qu'un intérêt historique; entre autres ruines, celles de l'Alcazar, construit par les Maures, sont encore très-importantes.

Le chemin de fer arrive ensuite jusqu'à Avila, ville de 6,000 âmes, dont on aperçoit en waggon les anciennes fortifications; Avila est située à la cote. 1,132^m^

Au pied de la chaîne du Guadarrama, le faîte est traversé par le tunnel de la Cañada à l'altitude. . . . . 1,360^m^

Puis la voie redescend sur l'autre versant jusqu'à l'Escorial, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer est de. . . . . 925^m^

Les 71 kilomètres qui séparent Avila de l'Escorial et qui forment la traversée du Guadarrama ont présenté des difficultés aussi grandes que la section des Pyrénées. Cette œuvre importante a été menée à bonne fin par M. Lesguiller, ingénieur des ponts et chaussées, ingénieur en chef de la Compagnie. La section était partagée en lots, dont l'exécution était confiée à divers entrepreneurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les rampes et les pentes ont une inclinaison à peu près constante de 10 à 15 millimètres par mètre; les souterrains, les remblais élevés et les tranchées profondes reparaissent, mais ces ouvrages ne sont plus percés dans la marne ou dans l'argile des terrains secondaires. Nous trouvons là toutes les variétés de granits des terrains primitifs, depuis le granit à petits grains, composé de feldspath blanc, de quartz gris et de mica noir, jusqu'au granit porphyroïde, composé d'une pâte feldspathique rose agglomérant de gros cristaux de feldspath lamelleux. Les granits à gros grains sont les plus tendres; ils peuvent être travaillés pour fournir des pierres de construction, des dalles et des pavés. On rencontre des places, comme à S. Lorenzo, où jusqu'à une certaine profondeur le granit est décomposé et se désagrége facilement; on trouve des argiles et des kaolins d'assez belle qualité, mais il y a aussi des parties où la roche est d'une dureté telle que l'acier et la poudre restent presque sans action sur elle.

On aura, d'ailleurs, une idée nette de la résistance des roches du Guadarrama, quand nous aurons dit qu'avec un prix de base de 5 fr. par journée de mineur, le mètre cube extrait s'élevait souvent à 10 fr. pour les tranchées et à 30 fr. pour les souterrains.

Tout ce pays est absolument dénudé, stérile et inhabité; le paysage y est d'une sauvage grandeur, les rochers affectent les formes les plus fantastiques; ce sont tantôt des pics élevés qu'il faut traverser en tunnel, tantôt de profondes déchirures qu'il faut franchir sur des viaducs ou des remblais élevés.

Mais d'autres causes de difficultés sont venues s'ajouter à celles qui provenaient de la dureté de la roche ou de la configuration du sol. On a toujours beaucoup de peine à réunir, sans arriver à des salaires exagérés, 12 ou 13,000 travailleurs dans un pays aussi complétement désert; mais ici on avait de plus à lutter contre des fièvres dangereuses, qui sévissaient surtout sur le versant sud pendant les plus fortes chaleurs. Cette maladie, qui emportait les hommes en peu de jours, souvent même en quelques heures, menaçait de décimer et désorganiser les chantiers, et a obligé les ingénieurs à imaginer des moyens spéciaux.

Outre l'organisation d'un service sanitaire développé et l'emploi des mesures d'hygiène ordinaires, on a dû diminuer l'activité des chantiers du versant sud pendant les mois les plus chauds et remplacer le travail de jour par le travail de nuit. D'ailleurs, la rapidité imposée à l'exécution de la section rendait nécessaire, pendant une certaine période, le travail de jour et de nuit.

On eut recours à la lumière électrique, et nous trouvons là la plus grande application qui ait encore été faite de ce procédé, du moins à notre connaissance, à l'éclairage des chantiers de travaux.

Dix tranchées furent ainsi éclairées pendant un nombre total de 9,400 heures, réparties sur les deux campagnes de 1862 et de 1863.

Pour éclairer les tranchées de 15 à 30 mètres de profondeur à attaques étagées, on a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

installé, en tête des chantiers, sur les points les plus élevés du sol naturel, des pylônes de quelques mètres de hauteur.

Deux régulateurs du système de M. Serrin étaient placés sur chaque pylône, afin de n'avoir pas d'éclipses pendant le remplacement des baguettes de charbon usées ; on faisait passer le courant de l'un des appareils à l'autre à l'aide d'un commutateur. Deux piles de 50 éléments Bunsen, de 15 cent. de hauteur, produisaient successivement le courant. On les réunissait en quantité quand les acides s'étaient trop affaiblis pour qu'une seule pile suffît pour entretenir la lumière.

La lumière a toujours été belle et régulière; elle éclairait avec profusion un atelier de plus de 100 ouvriers, sans pourtant blesser la vue des travailleurs par son intensité.

Suivant la disposition du chantier, on employait un réflecteur parabolique éclairant très-bien un espace de 30 mètres de largeur à 100 mètres de distance et pouvant même lancer une lumière suffisante à 250 mètres, ou bien un réflecteur hyperbolique éclairant bien 30 mètres de large, à 100 mètres de distance et pouvant aller jusqu'à 200 mètres.

Le fonctionnement des régulateurs n'a donné lieu à aucune difficulté. Sous la direction d'un employé spécial, les ouvriers du pays sont très-aisément devenus bons surveillants des appareils.

Le prix de revient de la lumière électrique, comprenant la consommation des matières, l'entretien des appareils en construction, les pylônes, les frais de personnel et les transports, s'est élevé à 9 fr. 44 par heure.

Il n'aurait probablement pas dépassé 6 fr. par heure, dans un pays où les transports, les faux frais et l'imprévu n'auraient pas pris, comme dans le Guadarrama, une importance exceptionnelle.

Cette dépense est, d'ailleurs, de beaucoup inférieure à celle qu'occasionnaient les torches, qui donnaient bien moins de lumière dans de bien moins bonnes conditions.

En raison de la grande dureté des granits à attaquer et du peu d'effet que produisait la poudre employée à la façon ordinaire dans des trous de mine de petit diamètre, on a eu recours, dans les travaux du Guadarrama, à l'emploi d'un genre de mines dites *mines monstres*, qui avait donné de bons résultats dans divers travaux de ports.

Un puits vertical, ayant jusqu'à 22 mètres de profondeur, était percé dans l'axe de la tranchée; deux galeries horizontales de longueur variable et allant jusqu'à 16 mètres étaient ouvertes suivant cet axe, et au bout de ces galeries on creusait des chambres cubiques assez grandes pour contenir jusqu'à 1,000 ou 1,200 kilogrammes de poudre renfermée dans des caisses en zinc entourées de bois.

On maçonne soigneusement ces chambres et ces galeries, et on emplit le puits de terre ou de sable. C'est à l'aide d'appareils d'induction, système Ruhmkorff, qu'on enflamme la poudre à distance. Le cube de rocher ébranlé est considérable et s'est élevé, dans quelques cas, jusqu'à 17,000 mètres. En moyenne, chaque mètre cube de rocher ébranlé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a nécessité l'emploi de 1ᵏ,8 de poudre. Suivant que la charge était plus ou moins forte, le terrain était seulement soulevé et fissuré, ou bien il était entièrement disloqué et les fragments projetés à une grande hauteur.

Il a été fait, dans le creusement d'une de ces grandes mines, une application de la lumière électrique qui mérite d'être signalée. On travaillait à l'avancement d'une galerie horizontale; à cause du faible développement de ces travaux, aucun moyen d'aérage n'avait été organisé. L'air, vicié par la respiration des ouvriers, par la combustion des lampes et par le tirage des petites mines ou pétards, devenait de plus en plus mauvais, et les mineurs devaient se relayer d'heure en heure et ne travaillaient qu'avec peine.

M. Bukaty, l'ingénieur chargé de la direction de ces grandes mines et aussi de celle de l'éclairage électrique, eut l'idée de descendre un de ses régulateurs dans la galerie et d'y produire la lumière électrique. Le résultat fut immédiat : l'une des causes de viciation de l'atmosphère ayant disparu, l'aérage naturel devint suffisant et les ouvriers purent continuer leur travail dans de meilleures conditions de ventilation et d'éclairage. Depuis ce jour, on eut recours à ce moyen ingénieux en diverses occasions analogues.

Les annexes nᵒˢ 5 et 6 donnent la distribution des rampes et des courbes de la section d'Avila à l'Escorial.

Le profil en long peut se résumer comme suit :

Inclinaison en millièmes.	Longueur des rampes et pentes.
0.	11,846
3.	800
4.	1,300
5.	3,000
6.	750
8.	2,400
10.	24,962
11.	1,410
14.	15,749
15.	10,161
Total.	72,378

On voit que, dans cette traversée de montagnes, les rampes de 0ᵐ,015 et les courbes de 400 mètres de rayon ont été largement employées pour tourner avec le moins de travaux possible les obstacles sans nombre qu'offrait la configuration capricieuse du sol.

Voici les quantités approximatives de terrassements compris dans cette section :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	Longueur.	Cubes.
D'Avila à Val de la Via.	17 kilom.	1,104,000 mètres cubes.
De Val de la Via à Navalperal. . . .	16 —	964,000 —
De Navalperal à Paradilla.	19 —	1,916,000 —
De Paradilla à l'Escorial.	19 —	738,000 —
Ensemble.	71 —	4,722,000 —

C'est, environ, 65 mètres cubes par mètre courant.

La maçonnerie, non compris le cube des revêtements des tunnels, se répartit comme suit :

	Longueur.
D'Avila à Val de la Via.	6,300 mètres cubes.
De Val de la Via à Navalperal.	26,900 —
De Navalperal à Paradilla.	26,600 —
De Paradilla à l'Escorial.	8,800 —
Ensemble.	68,600 mètres cubes.

L'annexe n° 7 donne la liste des tunnels de la section. Elle se résume par seize souterrains d'un développement total de 4,435 mètres. Le plus long, celui de Navalgrande, a 1,000 mètres de longueur. Tous, excepté celui de Val de Juno de 140 mètres, sont percés dans le rocher.

Les viaducs principaux sont au nombre de quatre. Le viaduc en tôle de la Gartera a 22 mètres de hauteur sous poutres, et 151 mètres de longueur totale; il a 108 mètres de portée en trois travées. Comme il est placé entre deux courbes de sens contraire, cet élégant ouvrage peut être vu par les voyageurs sous tous ses aspects.

Le viaduc de Val de Espinos, tout en maçonnerie, a 32 mètres de hauteur sur 100 mètres de longueur, et se compose de trois arches de 15 mètres de portée; il est en courbe de 400 mètres de rayon.

Le viaduc de Zarzalon a 83 mètres de long, sa hauteur est de 29 mètres; il se compose de trois arches en maçonnerie de 15 mètres d'ouverture.

Enfin, le viaduc Rio Molinos supporte la voie à 41 mètres au-dessus du fond de la vallée; il a 176 mètres de long et se compose de sept arches en pierres, de 15 mètres chacune. Il présente aussi une courbure de 400 mètres de rayon.

Le poids total de poudre de mine employée dans le Guadarrama est d'environ 420,000 kilogrammes.

Le nombre d'ouvriers employés à la fois sur les chantiers a fréquemment dépassé treize mille. Les travaux ont duré quatre années.

Nous voilà parvenus à l'Escorial qui marque l'extrémité de cette difficile section. A une demi-lieue du village de ce nom, sur un plateau élevé, le palais de l'Escorial se dresse avec son aspect sombre et superbe, ses proportions régulières et colossales qui l'harmonisent avec les rochers de la montagne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous sommes à 50 kilomètres de Madrid, et l'on aperçoit quelques villas où les habitants de la capitale viennent chercher en été l'ombre et la fraîcheur de la montagne.

Le chemin de fer continue à descendre, mais avec des pentes qui ne dépassent plus l'inclinaison du centième, à travers les plaines rocheuses de la Nouvelle-Castille.

Le pays, aux approches de Madrid, est triste et dépeuplé. Rien ne ressemble moins que cette contrée déserte aux alentours d'une grande ville, comme aussi rien ne ressemble moins que le pompeux Manzanares à un fleuve digne d'arroser la capitale d'un grand pays. Le chemin de fer traverse ce fleuve sur un beau pont en pierre de cinq arches et arrive à Madrid au pied de la montagne du Principepio et dans le voisinage du palais royal.

Nous n'avons rien à dire de la gare de Madrid qui, au moment de l'inauguration du chemin de fer, n'était encore qu'un édifice provisoire en charpente, sans aucune prétention monumentale.

La gare du Nord est reliée à la gare du chemin de fer d'Alicante et Saragosse par un chemin de ceinture de $7^{k},3$ de longueur, traversant en dessous des nombreuses routes qui rayonnent la ville.

En résumé, le chemin de fer du Nord de l'Espagne composé de la ligne de Madrid à Irun de. . . . . 638 kilomètres,
et de l'embranchement de Venta de Bâgnos à Alar del Rey. . . 91 —

Ensemble. . . . . 729 kilomètres,

présente un tracé ordinaire sur une longueur de. . . . . 469 —
dont une grande partie est même remarquablement facile et économique; puis sur un développement de. . . . . 143 —
le tracé, sans être encore très-accidenté, présente cependant des travaux assez difficiles.
Enfin les. . . . . 117 —

qui complètent les. . . . . 729 kilomètres,

correspondant à la traversée de deux chaînes de montagnes qui présentent à peu près les plus grandes accumulations de travaux qui puissent se rencontrer dans la construction des chemins de fer.

L'une, de 71 kilomètres de longueur, la traversée du Guadarrama, a ses tranchées et ses tunnels ouverts dans sa couche la plus dure; l'autre, la traversée des Pyrénées, a 46 kilomètres de long; elle offre une plus grande variété de terrains et de solutions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE N° 1.

Pentes et rampes de la section des Pyrénées.

Longueurs.	Rampes.	Pentes. En millièmes.	PONTS PRINCIPAUX du parcours.	Longueurs.	Rampes.	Pentes. En millièmes.	PONTS PRINCIPAUX du parcours.
300	8	.....	Beasain.	315	13	.....	Tunnel d'Ustan.
471	11	.....	Tunnel de l'Oria.	1301	15	.....	— de Pagoeta.
			— de Molino.	104	10	.....	— d'Ersocanam.
292	2	.....	— d'Arandia.	243	 0		
			Viaduc d'Ormaiztegui.	1358	5	.....	Tunnel d'Osinéta.
9151	15	.....	Tunnel Harrazabal.				— de Salinas.
			— d'Ormaiztegui.				— de la Fontaine.
400	12	.....	— d'Olazuval.	1344	10	.....	— de Robea-Urea.
			— d'Erismende.				— de Pajitado.
1833	15	.....	— d'Olazabarran.				— Salerade.
155	 0			100	5	»	»
1549	15	.....	Tunnel de Zumarragui.	200	 0		
478	 0			892	4	.....	Tunnel d'Otzaurte.
508	10	»	»	207	 0		
200	15	»	»	8832	10	10	Pont de l'Alsania.
200	10	»	»	523	 0		
200	15	.....	Tunnel de Brincola.	266	.....	10	»
3000	10	.....	— d'Oazursa.	150	.....	6	Olazagutia.
93	 0						
664	10	.....	Tunnel d'Osina.	45.781 longueur totale.			
451	15	.....	— d'Ariz.				

ANNEXE N° 2.

Courbes de la section des Pyrénées.

RAYONS des courbes.	DÉVELOPPEMENT.	RAYONS des courbes.	DÉVELOPPEMENT.
300 mètres.	6.112 mètres.	600 mètres.	173 mètres.
315 —	777 —	800 —	1.433 —
350 —	1.322 —	900 —	1.138 —
400 —	3.548 —	1.000 —	309 —
500 —	3.422 —	2.000 —	175 —
550 —	499 —		

Développement total des courbes.....	18.908 mètres.
Alignements.....	26.873 —
Développement total de la section.....	45.781 —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE N° 3.

Tableau des tunnels de la section des Pyrénées.

DÉSIGNATIONS.	LONGUEUR.	DISTANCE de BEASAIN.	DÉSIGNATIONS.	LONGUEUR.	DISTANCE de BEASAIN.
Tunnel de l'Oria.....	102m	1k	Tunnel d'Arizundia.....	100m	24k.3
— de Molino.....	70	2	— d'Ustan.....	363	24.5
— d'Araundia.....	125	3.8	— de Pagoeta.....	185	28.5
d'Harrazabal.....	416	7	— d'Asocaran.....	160	29
— d'Ormaiztegui.....	236	7.7	— d'Osineta.....	720	29.4
— d'Olazabal.....	140	9	— de Salinas.....	340	30.5
— d'Erismendi.....	530	9.2	— de la Fontaine.....	186	31
— d'Olazabarran.....	465	10.2	— de Rosea-Area.....	225	31.5
— de Zumarraga.....	685	11.6	— de Pajitado.....	106	32.3
— de Brincola.....	282	22.3	— de Salerade.....	141	33.4
— d'Oazursa.....	2.953	23.7	— d'Otzaurte.....	1.158	34
— d'Osina.....	701	25.3			

ANNEXE N° 4.

Tableau des ponts et viaducs de la section des Pyrénées.

DÉSIGNATIONS.	LONGUEUR.	DISTANCE de BEASAIN.	DÉSIGNATIONS.	LONGUEUR.	DISTANCE de BEASAIN.
Pont sur l'Oria.....	22m	0k.5	Viaduc de la Sulera.....	118m	33k.3
Pont sur l'Oria.....	16	1	Pont sur l'Alsāna.....	15	38.8
Viaduc d'Ormaiztegui.....	284	5.5	Id.....	20	41.9
Pont sur l'Urola.....	12	14.3	Id.....	16.40	43.5
Pont sur l'Urola.....	12	15.5	Id.....	20	44.8

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE N° 5.

Tableau des pentes et rampes de la section du Guadarrama.

Pentes. Rampes. En millièmes.	Longueurs.	LIEUX DE PASSAGE.	Pentes. Rampes. En millièmes.	Longueurs.	LIEUX DE PASSAGE.
» | 10	134	Station d'Avila.	*Report*	37.419	
..... 0.....	600				
10 |	1.000		14 |	3.465	
..... 0.....	2.600		..... 0.....	300	
» | 10	1.100		14 |	6.000	
» | 15	4.900		8 |	500	
» | 11	500		14 |	2.400	
» | 15	5.856		8 |	500	
» | 11	910	Tunnel de Navalgrande.	5 |	800	Tunnel de la Paradilla.
» | 14	434		10 |	3.070	Santa-Maria.
» | 8	400		..... 0.....	2.430	
» | 10	3.300		5 |	1.800	Robledo.
» | 8	1.000	Tunnel de la Cañada.	..... 0.....	700	
» |	342		3 |	800	Tunnel de Portachuelo.
10 |	8.258		10 |	800	
6 |	750		..... 0.....	1.750	Zarzalijo.
..... 0.....	300	Station de Navalperal.	10 |	1.750	
4 |	1.100		5 |	400	
14 |	3.450		10 |	5.400	
10 |	150		4 |	200	Station de l'Escorial.
..... 0.....	335	Station de las Naves.	..... 0.....	894	
A reporter.	37.419		TOTAL...	71.378	

ANNEXE N° 6.

Tableau des courbes de la section du Guadarrama.

RAYONS des courbes.	DÉVELOPPEMENT.	RAYONS des courbes.	DÉVELOPPEMENT.
400 mètres.	4.353 mètres.	700 mètres.	1.210 mètres.
430 —	469 —	720 —	639 —
450 —	8.737 —	750 —	156 —
500 —	9.224 —	800 —	2.469 —
550 —	394 —	900 —	658 —
580 —	1.235 —	950 —	295 —
600 —	1.638 —	1.000 —	3.989 —

Développement total des courbes.....	35.466 mètres.
Alignements.....	35.912 —
Développement total de la section.....	71.378 —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Mort de M. Charles Wye Williams. — Il vient de mourir, en Angleterre, à l'âge de 87 ans, un ingénieur, Ch. Wye Williams, dont la longue carrière a été signalée par de nombreux et remarquables travaux.

Avocat dans les premières années de sa jeunesse, Wye Williams ne tarda pas à abandonner cette profession pour suivre sa vocation, qui le portait vers les travaux industriels; aussi le voit-on déjà, au commencement de ce siècle, occuper, comme associé, une position importante dans un grand établissement de blanchisserie de l'Irlande. C'est là qu'il commença à étudier la chimie et ses applications pratiques, alors que William Higgins exposait, pour la première fois, les principes de sa théorie atomique. Il assista, à Dublin, aux premières leçons de l'illustre Davy, ainsi qu'à celles du docteur Andrew Ure, avec lequel il entretint des relations de vive amitié qui n'ont cessé qu'à la mort de ce dernier (1).

De 1806 à 1807, Wye Williams construisit, en Irlande, une filature de lin considérable, et, jusqu'en 1822, il se distingua par l'invention ou le perfectionnement de différents organes mécaniques en collaboration avec son ami Oldham et M. Morgan. C'est à cette dernière époque qu'il créa la compagnie de navigation à vapeur *City of Dublin Steam Packet Company*, sous la raison Charles Wye Williams et comp. Six bateaux à vapeur furent successivement construits par ses soins, pour satisfaire au développement croissant de cette entreprise, qui existe encore aujourd'hui et dont il est resté le directeur jusque dans ces dernières années. Les lettres patentes autorisant la formation de la compagnie avaient été surtout accordées par le gouvernement en vue d'un service de navigation à établir sur la rivière Shannon, dont le cours fut, peu de temps après, considérablement amélioré. Plus tard, d'autres autorisations suivirent, parmi lesquelles celle toute récente de 1860, relative à l'augmentation du capital social, qui a permis de construire les quatre magnifiques steamers qui font aujourd'hui le service entre Holyhead et Kingstown. On pouvait voir encore à cette époque le vénérable Wye Williams, dont les quatre-vingts ans avaient à peine refroidi l'ardeur, venir jusqu'à Londres assister, dans l'usine de MM. Ravenhill, Salkeld et comp., à la construction des cylindres de la machine du *Leinster*.

(1) C'est en raison de cette amitié que, lors de la publication, en 1839, de son ouvrage bien connu sur la combustion de la houille, ce fut le docteur Ure qui en corrigea les épreuves de sa propre main.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Peu de temps après la formation de la compagnie dont nous venons de parler, Wye Williams entreprit, de concert avec son co-directeur feu Francis Carleton, un service à vapeur transatlantique. A cet effet, il fit construire le *Royal-William* et acheta un autre navire, le *Great-Liverpool;* mais ces deux bâtiments ne firent que quelques voyages à New-York, car l'entreprise ne réussit pas, et c'est alors que M. Carleton associant ses intérêts à ceux de la compagnie péninsulaire de navigation à vapeur, qui existait déjà à cette époque, fonda la compagnie péninsulaire et orientale (*Peninsular and Oriental Steam Navigation Company*), qui existe encore aujourd'hui et qui affecta le Great-Liverpool à la ligne de l'Inde.

Wye Williams appliqua de bonne heure à la carcasse des navires le système de cloisons étanches qui prévaut de nos jours, car on a de lui, sur cette question, un important mémoire qu'il présentait déjà, en 1837, à l'Association Britannique.

C'est en 1839 que parut son traité sur la combustion de la houille ; à cette époque, la compagnie de navigation dont il était directeur, voulant lui donner une marque particulière de son estime, fit tous les frais de cette première édition. Se livrant, depuis longtemps, à des expériences sur la marche des bâtiments à vapeur, il avait remarqué que, « malgré les perfectionnements apportés, tant à leur construction qu'à celle des machines motrices, il régnait encore, dans l'emploi du combustible et dans la production de la vapeur, une grande incertitude, capable souvent de compromettre la marche des navires. » Ses recherches sur cet important sujet l'amenèrent à découvrir que la cause de cette incertitude et, par conséquent, des risques qui en étaient la suite résidait « dans l'absence d'un principe bien défini pour la construction des chaudières. » En même temps, il démontra une chose toute nouvelle alors, à savoir « que le foyer constituait, dans ce problème, celle des parties qui avait été jusqu'alors le moins bien comprise, les dispositions en ayant toujours été laissées au plus ou moins d'habileté, en cette matière, des constructeurs. » Il étudia donc ce sujet avec le plus grand soin et réussit à imaginer un modèle de chaudière et de foyer, qui remporta le prix de 500 livres (12,500 francs) (1) au grand concours ouvert, à Newcastle, pour la construction du meilleur système de chaudière marine. Le jury du concours, formé des hommes les plus compétents, tels que sir William Armstrong, le docteur Richardson, etc., proclama « que le système de Wye Williams était applicable à toutes les chaudières marines et qu'il était surtout remarquable par son extrême simplicité. »

Wye Williams n'avait pas manqué de s'occuper du problème, tant étudié de nos jours, de la fumivorité; à cet égard il publia un mémoire qui lui valut, en 1856, la médaille d'or de 25 livres (625 francs) de la Société des arts de Londres, médaille qui tirait surtout sa valeur de cette circonstance qu'elle était offerte au nom du prince Albert.

(1) Wye Williams ne garda pour lui que l'honneur de cette victoire, car il offrit cette somme à une institution populaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les autres écrits de Wye Williams, on peut citer : un mémoire lu à l'*Institution of Naval Architects*, et ayant pour titre : *De la construction des chaudières à vapeur marines;* ainsi qu'une brochure traitant de la force des générateurs à vapeur affectés au service de la marine et des chemins de fer. Enfin, en 1860, il a publié un dernier travail sur la *chaleur* et la *vapeur*, dont les expériences l'occupaient encore alors qu'il n'avait pas moins de quatre-vingt-un ans.

Wye Williams était membre d'un grand nombre de sociétés savantes.

(*Journal of the Society of arts.*)

Des matières minérales contenues dans les plantes. — M. Crace-Calvert, dans une lecture faite sur les découvertes récentes de la chimie agricole, a montré, dans un tableau que nous lui empruntons, quelles sont les matières minérales que renferment les principales plantes servant à l'alimentation.

Les chiffres provenant d'analyses faites sur les cendres de ces plantes se rapportent tous à 1,000 parties.

	Blé.	Orge.	Gruau d'avoine.	Seigle.	Pommes de terre.	Navets.
Potasse.	237	136	262	220	557	419
Soude.	91	81	»	116	18	131
Chaux.	28	26	60	49	20	56
Magnésie.	120	75	100	103	52	53
Oxyde de fer.	7	15	4	13	5	13
Acide phosphorique.	500	390	438	495	125	76
Acide sulfurique. . .	3	1	105	9	136	136
Silice.	12	273	27	4	42	79
Chlore.	»	traces.	3	»	42	36
	998	997	999	1009	997	999

Citant ensuite les expériences de M. le professeur Way et de M. le docteur Voelcker sur le rôle des engrais liquides, M. Calvert a montré que :

1° Un sol argilo-calcaire traité par ces engrais absorbe environ six fois autant d'ammoniaque qu'un sol maigre sablonneux;

2° L'engrais liquide en contact avec le premier sol devient plus riche en chaux, tandis qu'il devient, au contraire, plus pauvre en passant à travers le second;

3° Le sol argilo-calcaire absorbe beaucoup plus de potasse que le sol sablonneux;

4° Le chlorure de sodium est à peu près inerte sur l'un et l'autre sol, et n'est pas absorbé;

5° Les deux espèces de sols empruntent à l'engrais la majeure partie de son acide phosphorique;

6° Enfin le liquide, en passant à travers le sol calcaire, devient plus pauvre et, à travers le sol sablonneux, plus riche en silice soluble.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le docteur Voelcker ne pense pas que les silicates d'alumine et de magnésie qui existent dans les différents sols exercent toute l'action rétentive que leur prête le professeur Way, mais il estime que la potasse et l'ammoniaque sont retenues dans les sols par le peroxyde de fer et l'alumine qui y sont renfermés et qui jouent alors, à l'égard de ces alcalis, le rôle de faibles acides. Il considère également que ce sont les mêmes oxydes qui fixent l'acide phosphorique répandu comme engrais sous la forme de superphosphate de chaux ou d'autres composés.

(*Journal of the Franklin Institute.*)

Fabrication des cols en papier en Amérique. — En Angleterre et en Amérique, où la mode a de moindres exigences qu'en France, on fait une grande consommation de cols en papier, imitation de lingerie qu'on jette après l'avoir portée une fois, et qui a l'avantage de ne pas coûter plus cher que le prix du blanchissage qu'on paye pour les cols ordinaires. Voici quelques détails intéressants sur un des établissements qui se livrent à cette fabrication :

Dans le fond d'un premier atelier, sont des piles de papier blanc spécial, provenant de deux papeteries qui, chaque semaine, n'en fournissent pas moins d'une tonne à une tonne et demie exclusivement employée à la confection des cols.

Le papier est d'abord découpé en bandes de la dimension voulue, au moyen d'une machine à **22** lames qui agissent comme le feraient de gigantesques ciseaux, sans produire aucune espèce de bavure. Les bandes passent de là dans une autre machine à découper, qui leur donne en un instant la forme convenable ; enfin une troisième machine découpe les boutonnières avec une précision et une netteté remarquables.

Jusqu'ici le col n'est encore qu'à l'état d'ébauche ; il faut qu'il reçoive l'imitation de piqûre qui va le rendre analogue, à s'y méprendre, au col en toile. On obtient ce résultat en le plaçant entre deux plaques métalliques spéciales, jouant en quelque sorte le rôle de matrices, et en le soumettant à une pression rapide et énergique. La piqûre est ainsi faite, et en même temps la marque commerciale est apposée. Vient ensuite le gaufrage qu'accomplit une nouvelle machine qui délimite sur le col l'espace réservé à la cravate, et qui forme pièce dans les cols en toile. Parvenu à cette phase, le col est près d'être terminé ; il passe alors aux mains d'une ouvrière qui lui donne sa cambrure avec une merveilleuse agilité, et le livre enfin à une dernière machine, où il reçoit par une sorte de moulage le fini parfait qui le fait rechercher par le consommateur.

Ainsi terminés, les cols sont mis en boîtes par des femmes : il y a des boîtes qui en contiennent **100** ; d'autres n'en contiennent que **10** et se vendent en grande quantité aux voyageurs, parce qu'elles se mettent facilement dans une valise, où elles n'occupent que très-peu de place. La seule fabrication de ces boîtes exige une dépense assez importante, et qui ne s'élève pas à moins de **60,000** dollars (environ **300,000** francs) par an.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La fabrique dont nous venons de donner une rapide description livre par jour 100,000 cols, soit 3 millions par mois; grâce à la perfection de ses machines, elle pourrait en livrer 5 millions. On a vu qu'il n'y avait pas moins de sept façons différentes, mais il n'en était pas ainsi dans le principe; au début de cette industrie, une seule machine faisait tout le travail, mais elle fonctionnait lentement et ne donnait que des produits imparfaits.

Les femmes sont en grande majorité dans l'établissement; on en emploie 70, qui sont presque toutes jeunes, et gagnent un dollar par jour (5f,40).

(*The Technologist.*)

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 4 avril 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Verny* remercie de sa nomination comme membre de la Société, et demande au Conseil d'administration de lui remettre des instructions pour les recherches et études concernant l'industrie nationale qu'il peut faire pendant le séjour assez prolongé qu'il va faire au Japon. (Renvoi aux divers comités.)

M. *Tellier* (*Charles*), rue Boulainvilliers, 21, à Passy-Paris, est auteur d'une note transmise par M. le sénateur *Dumas*, président de la Société, et qui est relative à la fabrication de l'éther méthylique et à son emploi pour la production du froid. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et des arts chimiques.)

M. *Royer*, rue de l'Ancienne-Comédie, 12, fait connaître les perfectionnements qu'il a faits aux compas pour le dessin linéaire. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Smetz*, chez M. *Roselli*, rue Mazarine, 46, fait une communication de son procédé pour l'extinction rapide des incendies. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Legoux*, à Bayeux (Calvados), rappelle qu'il a soumis à la Société un système de constructions en métal et béton qu'il nomme *calcéolithe-métalliconeurophore*, et demande un rapport sur son invention. (Renvoi au même comité.)

M. *Dessoye*, rue des Saints-Pères, 55, envoie deux opuscules sur la numération, accompagnés de développements nouveaux. (Renvoi au même comité.)

M. *Goux*, rue de Longchamp, 49, expose un nouveau système de vidanges et pour la production des engrais. (Même comité.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Girard*, rue de Metz, 36, à Paris, propose un nouvel appareil pour la production des hautes températures par la combustion du gaz. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. le sénateur *Dumas*, président de la Société, donne communication d'une pétition au sénat, dont copie lui a été adressée, et qui est présentée par divers industriels pour réclamer la liberté testamentaire. (Renvoi au comité de commerce.)

M. *Merle*, chemin de Saint-Just, 15, à Lyon, expose un procédé pour la fabrication industrielle et à bas prix du phosphate ammoniaco-magnésien utile dans l'industrie et pour l'agriculture. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Guilhoz*, rue de la Bascule, à Orléans, adresse des considérations sur la taille ordinaire du mûrier qui est, selon lui, la cause de la maladie des vers à soie. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Cornu* (*Marcelin*) père, à Salon (Bouches-du-Rhône), annonce qu'il a trouvé un remède pour la maladie dite *le noir* des oliviers, qui, suivant lui, serait applicable à la culture du mûrier pour prévenir la maladie des vers à soie. (Même comité.)

M. *Roy* (*Eugène*), rue de Savoie, 4, à Paris, envoie pour le concours du prix Alexandre la composition et un échantillon de l'encre solide qu'il prépare et vend pour les écoles. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Lion*, passage Lacombe, 8, chemin de la Révolte, à Clichy-la-Garenne, indique son procédé pour faire un pain-potage destiné aux marins. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Jouvin*, rue de Grammont, 1, à Paris, envoie une note et divers numéros de journaux au sujet de son procédé pour la préservation du matériel naval en fer contre l'oxydation. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Gilbert* (*Jules*), fabricant de crayons, à Givet (Ardennes), écrit pour faire connaître la mort de son père, membre de la Société, et pour demander à être nommé membre souscripteur à vie. La présentation est faite par M. le sénateur *Dumas*, président de la Société.

Le Bureau propose de nommer immédiatement M. *Gilbert* fils membre à vie de la Société. Cette nomination est faite à l'unanimité.

M. le *Président* exprime les regrets de la Société pour la perte de M. *Gilbert* père.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Machine à coudre.* — M. *Alcan* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les perfectionnements apportés à la machine à coudre par M. *Journaux-Leblond*. Il propose d'adresser des remercîments à l'auteur de cette communication faite à la Société et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Ces conclusions sont adoptées.) (Voir cahier de mars 1866, p. 133.)

Grenade explosive. — M. *Laboulaye* lit, au nom du même comité des arts mécaniques, un rapport sur une grenade explosible présentée par M. *Cheret* (*Constant*) pour la destruction des grands carnassiers. Il conclut en proposant de remercier l'auteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de cette communication et l'insertion du rapport au *Bulletin*. (Ces conclusions sont adoptées.)

Système de sûreté pour fusils de chasse. — M. *Laboulaye* lit aussi, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un appareil de sûreté inventé par M. *Valasse*, arquebusier, à Paris, membre de la Société, pour éviter les accidents de chasse. Le comité propose de remercier l'auteur de cette communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Ces conclusions sont adoptées.)

COMMUNICATIONS. — M. *Jacquelain*, membre du Conseil, lit une note complétant, au point de vue industriel et chimique, le rapport que M. *Herpin* a lu dans la dernière séance, au nom du comité des arts économiques, sur les procédés de M. *Betz-Penot* pour la mouture du sarrasin.

Le Conseil renvoie cette note à son auteur et à la commission du *Bulletin* pour être mise en relation avec le rapport lu par M. *Herpin* et insérée au *Bulletin* à la suite de ce rapport.

M. *Leroux*, membre du Conseil, présente, au nom de MM. *Urbain* et *Salleron*, un appareil pour connaître le degré d'inflammabilité de l'huile de pétrole par la tension de la vapeur, et il donne, avec l'inventeur, une exposition détaillée de cet appareil. (Renvoi au comité des arts économiques.)

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Landon-Lemercier*, négociant à Paris, est nommé membre de la Société.

Le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 18 avril 1866.

Présidence de M. le sénateur *Dumas*, Président.

CORRESPONDANCE. — M. *Valant* (*Louis*), quai des Grands-Augustins, 57, à Paris, envoie la description d'un appareil automoteur pour l'alimentation des chaudières. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Bories*, petite rue Caffarelli, à Toulouse, envoie un mémoire descriptif d'une courroie de sûreté pour maîtriser les chevaux emportés. (Renvoi au même comité.)

M. *Debour*, rue Saint-Maur, 172, à Paris, adresse des documents sur une nouvelle sorte d'essieu ou de palier, qui supprime à peu près complétement le graissage, et il demande l'examen de son invention par la Société. (Renvoi au même comité.)

M. *Lepaute* (*Henri*), rue de Rivoli, 146, à Paris, invite la Société à faire examiner, dans ses ateliers, l'horloge de l'hôtel de ville, qui est dans un état de conservation remarquable, après quatre-vingt-six ans de marche. (Renvoi au comité des arts mécaniques, avec demande d'un rapport d'urgence.)

M. *Halat*, agriculteur, à Montépreux, fait une demande de première annuité pour obtenir un brevet d'invention s'appliquant à un moyen facile pour le transport des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rouleaux employés dans l'agriculture. Cette demande est présentée par M. le marquis *de Pleurre,* rue du Bac, 86. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Herpe*, boulevard de Strasbourg, n° 51, à Paris, présente un nouveau rail propre à éviter le déraillement des waggons dans certaines circonstances. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Sacc* envoie un exemplaire de son discours sur l'industrie à Neuchâtel, et fait des observations sur l'influence négative que le désir de fabriquer à bon marché peut avoir sur les progrès de l'horlogerie.

M. *Sacc* écrit aussi, en envoyant les bulletins de l'observatoire de Neuchâtel, et fait remarquer la précision qui est obtenue dans les chronomètres construits à Neuchâtel. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Karcher*, rue Saint-Gilles, 10, à Paris, envoie un creuset en graphite, fabriqué à New-York, et qui a des avantages spéciaux, principalement pour la fonte des métaux. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Bablot-Maître,* à Jonchery-sur-Suippes (Marne), adresse à la Société une brochure intitulée : *Étude sur la Champagne agricole.* (Renvoi au comité d'agriculture.)

Tableau de la situation des établissements français dans l'Algérie adressé par S. Exc. M. le Ministre de la guerre.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Engrais et composts.* — M. *Boitel* fait, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur les engrais et composts de M. Morin, de la Ferté-Saint-Samson. Le rapporteur propose de remercier l'auteur de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin.* (Adopté.)

Compas à ellipse. — M. *Benoît* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un *compas à ellipse* perfectionné, présenté par M. *Thomas* (Albert), ingénieur civil, à Saint-Laurent-du-Var (Alpes-Maritimes).

Après une discussion, le rapporteur lit les conclusions définitives, consistant en des remercîments à faire à l'auteur de cette communication et dans l'insertion, au *Bulletin*, du rapport, avec une description du compas et de son usage. (Adopté.)

Papier tue-mouches. — M. *Herpin* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur le *papier tue-mouches* de M. *Ferrand.* Ce procédé (l'emploi du quassia, soit en infusion, soit sous forme de papiers) est connu depuis longtemps, surtout en Suisse, et la fabrique de M. *Ferrand* est de nature à en propager l'usage. Avec cette réserve, le Conseil est d'avis qu'il y a lieu de remercier l'auteur de cette communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport de M. *Herpin.*

COMMUNICATIONS. — M. *Samain,* membre de la Société, est admis à développer la construction et l'usage d'une presse, construite suivant un nouveau système, qu'il a présentée.

Après cette communication, le Conseil décide que la presse de M. *Samain* sera renvoyée à l'examen du comité des arts mécaniques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATIONS DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Giroud*, ancien notaire, à Paris;

Samain, ingénieur-mécanicien, à Blois;

Planté (*Gaston*), chimiste, à Paris.

Le Conseil se forme en comité secret.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

La Société d'encouragement a reçu, dans les séances des 7 et 21 mars, 4 et 18 avril 1866, les ouvrages dont les titres suivent :

Ouvrages offerts à la Société.

ANNALES de l'agriculture française. N° 2.
ANNALES du commerce extérieur. Février, mars.
ANNALES télégraphiques. Novembre, décembre 1865.
BULLETIN de la Société industrielle de Mulhouse. Décembre 1865, janvier, février 1866.
BULLETIN de la Société industrielle d'Amiens. N° 2.
BULLETIN de la Société de l'industrie minérale. 4e livr. 1865.
BULLETIN de la Société impériale et centrale d'agriculture de France. Nos 1, 2, 3.
BULLETIN mensuel de la Société protectrice des animaux. Février, mars.
BULLETIN du musée de l'industrie. Janvier, février.
BULLETIN de la Société française de photographie. Février.
BULLETINS du Comice agricole de l'arrondissement de Saint-Quentin. 1865, t. XIV.
COMPTES RENDUS des séances hebdomadaires de l'Académie des sciences. Nos 8 à 15.
CULTIVATEUR de la Champagne (le). Février.
CATALOGUE des brevets d'invention. N° 11.
GÉNIE industriel (le), par MM. ARMENGAUD frères. Mars.
JOURNAL des fabricants de sucre. Nos 45 à 52.
JOURNAL d'agriculture pratique, par M. BARRAL. Nos 4 à 7.
JOURNAL des fabricants de papier, fondé par M. PIETTE. Nos 3 à 7.
JOURNAL d'éducation populaire. Février, mars.
JOURNAL de la Société impériale et centrale d'horticulture. Février, mars.
LA LUMIÈRE. Nos 4 à 7.
MÉMOIRES et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils. Octobre, novembre, décembre 1865.
MONDES (les), par M. l'abbé MOIGNO. Livr. 7 à 15.
MONITEUR scientifique (le), par le docteur QUESNEVILLE. Liv. 220 à 223.
MONITEUR d'hygiène et de salubrité publique, par M. A. CHEVALLIER fils. Nos 1, 2.
MONITEUR de la papeterie française (le). Nos 9 à 13.
PRESSE scientifique et industrielle des deux mondes (la). Nos 4 à 7.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Propriété industrielle (la). Nos 426 à 433.
Propagation industrielle (la). Mars.
Revue universelle des mines, de la métallurgie, etc., sous la direction de M. Ch. de Cuyper. Novembre et décembre 1865.
Revue agricole, industrielle, etc., de Valenciennes. Janvier, février.
Société des ingénieurs civils. Séances des 16 février, 2 et 16 mars.
Société d'agriculture de la Drôme. No 7, 2e série.
Technologiste (le), par MM. Malepeyre et Vasserot. Février, mars, avril.
American Artizan Journal. Nos 14 à 22.
Journal of the Society of arts (the). Nos 692 à 699.
Journal of the Franklin institute (the). Février, mars.
Newton's London Journal. Mars, avril.
Photographic Journal (the). Nos 167, 168.
Polytechnisches Journal von Dingler. Nos 1034 à 1037.
Philosophical Transactions of the royal Society of London. Vol. 154, part. III, vol. 155, part. I.
Proceedings of the royal Society. Nos 78 à 77.
Revista de obras publicas. Nos 4 à 7.
Wocheneusschrift des Niederosterreichischen. 2e semestre 1865.
Zeitschrift des Oesterreichischen. IV à IX.
Zeitschrift des Vereines deutsscher Ingenieurs. Février.
Annuaire de l'Institut des provinces. 1866.
Introduction à l'étude de la chimie industrielle, par M. C. E. Jullien. 1 vol. in-18, Noblet et Baudry, libr.-édit.
Note sur le chemin de fer projeté de Tours à Vierzon, par M. le Dr Herpin, br.
Tableau de la situation des établissements français dans l'Algérie. 1 vol. in-4°, 1864.

Abonnements.

Annales de chimie et de physique. Mars.
Journal des économistes. Janvier à avril.
The Artizan. Mars, avril.
The chemical News. Nos 322 à 328.
The practical Mechanic's Journal. Février, mars, avril.
The Mechanic's Magazine. Février, mars.
The Technologist. Février, mars, avril.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

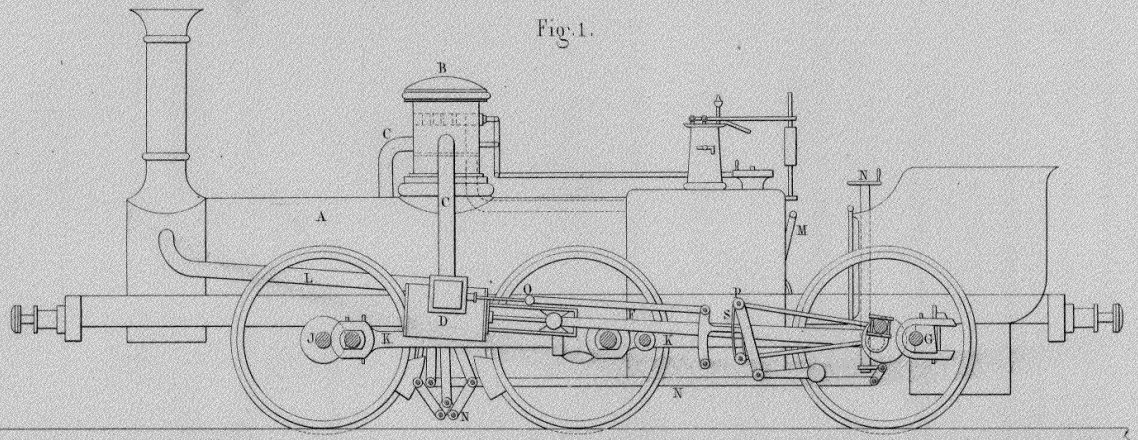
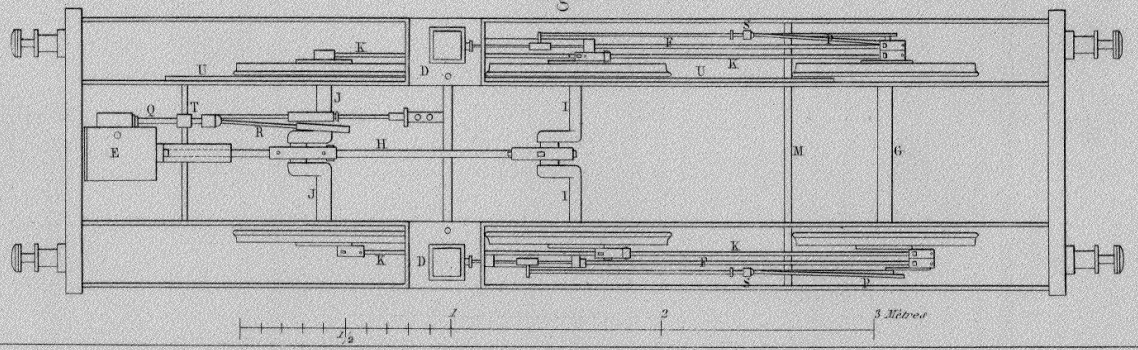


Fig. 2.

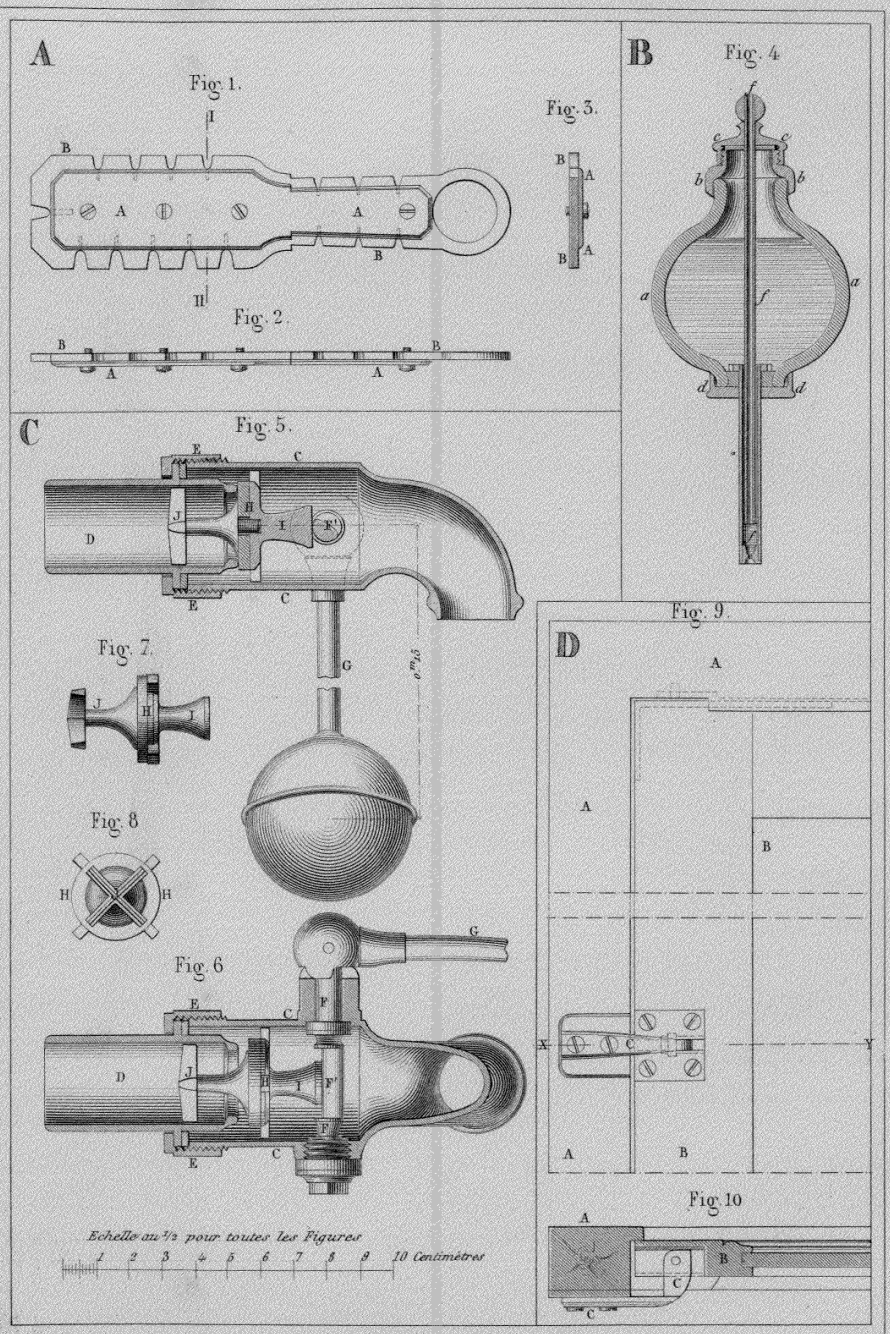


Imp. Lamoureux r. de Lacépède, 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc

MACHINE LOCOMOTIVE A TROIS CYLINDRES, PAR M. RAINCELIN.

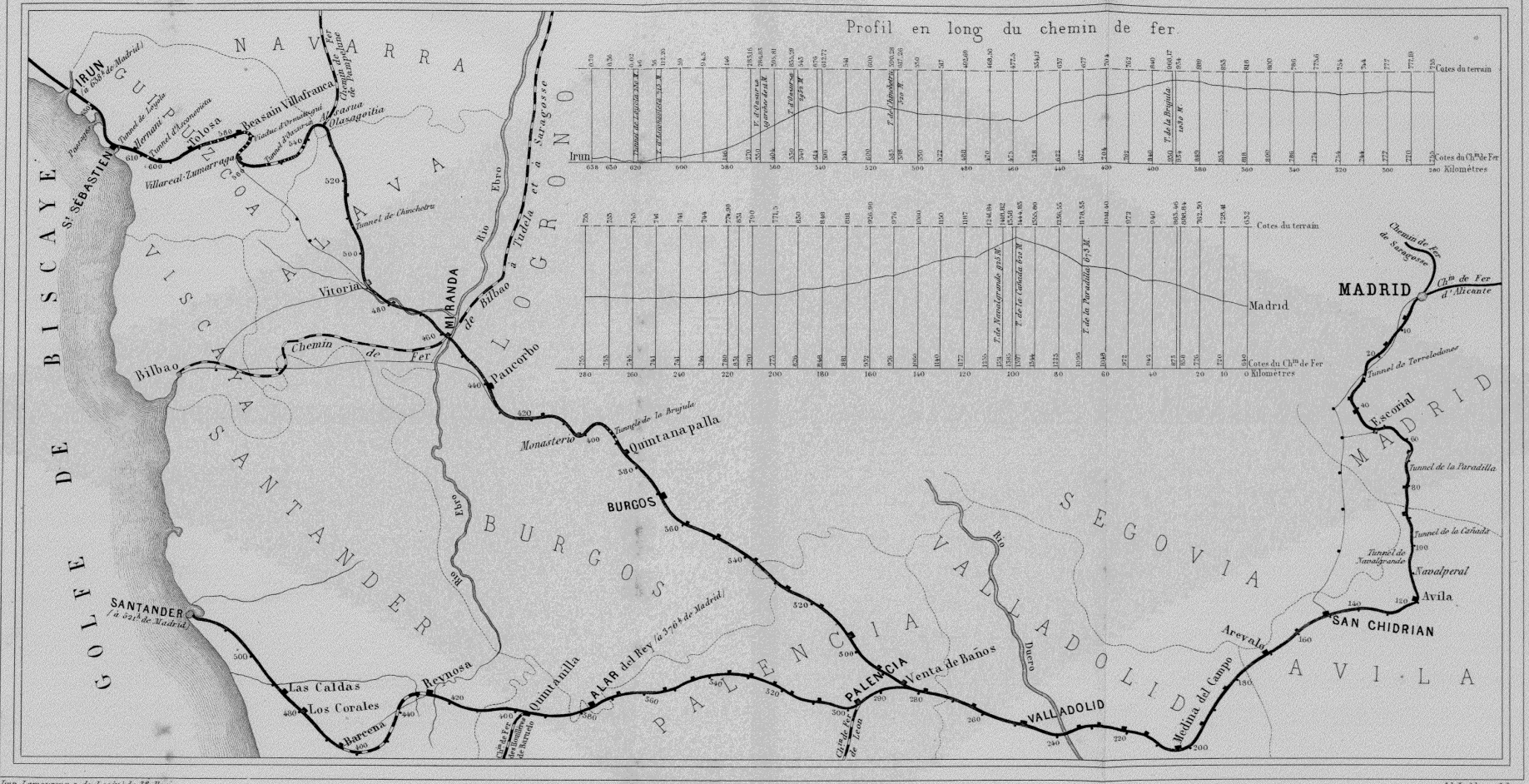
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lemoureux, r. de Lacépède 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

A TOURNE-SCIE, PAR M. PLAGNOL - **B** GRAISSEUR AUTOMATIQUE, PAR M. COURCIER - **C** ROBINET, PAR M. DEBATÈNE - **D** FERRURE PERFECTIONNÉE POUR PORTES D'ARMOIRES, PAR M. FAURE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

CARTE DES CHEMINS DE FER DU NORD DE L' ESPAGNE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Mai 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

DÉCISION RELATIVE A LA NOMINATION DE MEMBRES ADJOINTS.

Conformément à l'arrêté pris le 16 janvier 1855,

M. Huzard entendu, dans la séance du 4 avril 1866, pour le comité d'agriculture, d'une part,

Et M. Lissajous, dans celle du 30 mai 1866, pour le comité des arts économiques, d'autre part,

Le Conseil, après délibération, a décidé que chacun de ces comités était autorisé à présenter une liste de candidats pour la nomination de trois membres adjoints au premier comité et d'un membre adjoint au second.

ARMES A FEU.

RAPPORT *fait par* M. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur le* SYSTÈME DE SURETÉ *pour les fusils de chasse, présenté par* M. VALASSE, *arquebusier*, 68, *rue de Rivoli, à Paris.*

M. Valasse, armurier, à Paris, a soumis à la Société un appareil de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sûreté pour les armes de chasse, fondé sur des principes entièrement différents de la plupart de ceux qui lui ont été appliqués jusqu'ici.

Les fusils se chargeant par la culasse, presque exclusivement adoptés aujourd'hui par les chasseurs, reçoivent, comme chacun sait, des cartouches à broche, et c'est sur la partie de cette broche qui dépasse le canon, que le chien du fusil vient percuter. M. Valasse emploie des cartouches dont les broches n'atteignent pas la surface extérieure des canons, ce qui n'offre aucune difficulté de fabrication. D'ailleurs, au moyen d'une pince fort simple, il donne le moyen de ramener à la longueur convenable les broches de toute espèce de cartouches. Dans ces conditions, l'arme ne peut plus partir par la chute du chien ; il faut rapporter un petit organe accessoire pour qu'on puisse faire feu. Le déplacement de cet organe donne donc toute sécurité. Voyons en quoi il consiste.

Une petite fourche en acier, tournant dans un encastrement pratiqué dans l'intervalle des deux canons, porte à ses deux extrémités deux petites vis qui forment, quand elle est rabattue, le prolongement des broches. Le chien, percutant sur leurs têtes, percute sur les broches sur lesquelles leur extrémité repose, tandis que, quand on renverse la petite fourche, l'arme ne peut faire feu, sans qu'il y ait besoin de mettre le chien au repos, cause fréquente d'accidents.

L'exécution de ce petit appareil peut aisément se faire de manière à obtenir à la fois précision et solidité : à cet effet, on enlève sur la bande des canons une entaille qui reçoit une pièce formant contre-coussinet vers la partie correspondante de la bande dans laquelle tourne la partie ronde du milieu de la petite fourche. Cette pièce, assemblée par un tenon et une vis, se monte et démonte facilement. Un petit ressort, pressant contre le milieu de la fourche, rend son mouvement doux et assuré.

La Société d'encouragement donnera certainement, avec plaisir, l'appui de son suffrage et de la publicité de son *Bulletin* à une invention susceptible de diminuer le nombre des horribles accidents qui signalent tous les ans l'époque de la chasse. Est-elle assez sûre, assez exempte d'inconvénients dans la pratique pour être adoptée par beaucoup de chasseurs, et pour triompher d'une incurie trop générale ? Telle paraît être l'opinion de juges bien compétents, de trente-huit armuriers de Liége qui ont pris l'engagement de fabriquer ce système en payant un droit de poinçonnage assez élevé à l'inventeur. Nous espérons que la pratique ratifiera leur suffrage.

Le comité des arts mécaniques a l'honneur de vous proposer :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° De remercier M. Valasse de sa communication ;

2° D'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport, accompagné d'un croquis de l'appareil de sûreté qui y est décrit.

Signé LABOULAYE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 4 avril 1866.

LÉGENDE RELATIVE AU SYSTÈME DE SURETÉ POUR FUSILS DE CHASSE, DE M. VALASSE.

Les deux figures ci-dessous représentent l'invention de M. Valasse.

Fig. 1.

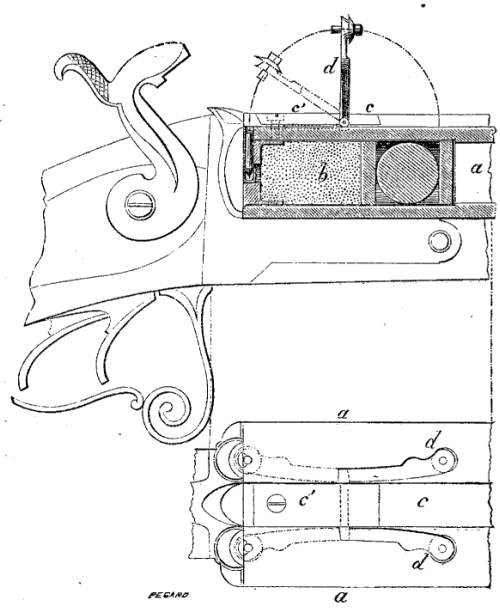


Fig. 2.

Échelle à moitié d'exécution.

Fig. 1. Élévation partielle d'un fusil à deux coups se chargeant par la culasse ; dans cette figure, l'un des canons a été coupé, ainsi que la cartouche qui y est placée.

Fig. 2. Vue en dessus correspondant à une partie de la figure 1.

a, a, canons du fusil.

b, cartouche à broche raccourcie.

c, bande de jonction des deux canons.

c', pièce assemblée par tenons et vis, et formant le prolongement de la bande *c*, en recouvrant l'entaille ou gorge dans laquelle tourne la fourche *d*.

d, petite fourche se composant de deux bras identiques réunis à leur base par une tige horizontale, laquelle est placée sous la pièce *c'*, et sert d'axe de rotation au système.

La figure 1 indique comment est construite l'extrémité supérieure de chacun de ces bras ; on voit d'un côté (à gauche de la figure) un petit tenon ou appendice qui, lors du rabattement de la fourche vers les chiens, va pénétrer dans l'ouverture où se trouve

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la broche de la cartouche et reposer sur l'extrémité de cette broche; de l'autre, on remarque une petite tête saillante qui, lors du rabattement, sert d'enclume à la percussion du chien.

Dans la figure 1, la fourche est relevée verticalement, et son image ponctuée indique la direction qu'elle prend lorsqu'on la rabat pour la mettre en fonction; dans la figure 2, elle est rabattue en sens inverse et dans la position où le fusil peut rester armé en toute sécurité.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Victor BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* MACHINE A COUDRE *présentée par* MM. GAUTHIER *et* DESCHAMPS, *boulevard de Strasbourg*, 50.

Messieurs, le développement considérable qu'a pris l'industrie des machines à coudre explique les efforts que font les mécaniciens pour perfectionner ces appareils, qui rendent tant de services aux ouvrières et qui permettent de réaliser de si merveilleuses économies.

MM. Gauthier et Deschamps ont soumis à la Société, et votre comité des arts mécaniques m'a chargé d'examiner, une machine à coudre brevetée, en leur nom, à la date du 29 juillet 1864, et j'ai l'honneur de vous rendre compte des résultats de cet examen.

Je commence par déclarer que votre comité a écarté avec soin toutes les questions de priorité, la multiplicité des brevets lui faisait un devoir d'en agir ainsi; une industrie qui, depuis 1852, a pris une extension aussi extraordinaire, et qui compte plus de 600,000 machines en activité, a donné naissance à un très-grand nombre de brevets, et il n'est pas possible que plusieurs inventeurs ne se soient rencontrés dans des dispositions dont la complication n'est qu'apparente, et qui se réduisent à des termes très-simples si l'on veut bien considérer qu'il ne s'agit que de transformer un mouvement circulaire continu en un double mouvement alternatif verticalement et horizontalement en ayant soin de donner, dans certains cas, un léger mouvement de recul à un crochet destiné à rattacher un fil ou à faire une boucle. Je ne me dissimule pas que l'énoncé aride de ces mouvements et de ces organes ne saurait être compris que de ceux qui se sont occupés de la construction de ces ingénieuses machines; mais mon dessein, en les réduisant à leur plus simple

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

expression, est de montrer que cette simplicité même prouve que le champ de l'invention n'était pas assez vaste pour que les mécaniciens qui l'ont parcouru ne se soient pas rencontrés et n'aient pas plus ou moins empiété sur les droits privatifs qu'ils ont revendiqués successivement.

MM. Gauthier et Deschamps présentent une machine pouvant exécuter, sur le même métier,

1° La piqûre à navette, dite pointe de navette à un fil;

2° La piqûre au crochet sans œil, dite chaînette à un fil;

3° La piqûre au crochet à œil, dite point de chaînette à deux fils noués.

La possibilité d'exécuter ces trois points sur la même machine est la première revendication faite par MM. Gauthier et Deschamps;

La seconde est la suppression du chariot porte-navette;

La troisième est le mouvement d'avance ou de recul qu'ils peuvent imprimer au pied-de-biche qui conduit l'étoffe pour le diriger soit en avant, soit en arrière, et alternativement dans les deux sens, pour doubler le point de couture, tout en exécutant ce point.

Bien que nous mettions la plus grande réserve dans les questions de nouveauté et de brevetabilité, il faut bien cependant rappeler à la Société que M. Journaux-Leblond, fabricant de machines à coudre, quai Napoléon, n° 21, à Paris, a soumis à son examen une machine exécutant à volonté trois espèces de coutures différentes; que cet examen a été renvoyé à votre comité des arts mécaniques à la date du 18 décembre 1861, et que cette machine a été récemment l'objet d'un rapport très-intéressant de notre collègue et confrère M. Alcan (1), dont la spécialité vous est bien connue.

Dès avant cette époque, MM. Grover et Baker revendiquaient la propriété exclusive de l'aiguille spirale dans la couture à deux fils. Après eux cet organe débitant le second fil et servant à nouer le point est devenu successivement une aiguille horizontale alternative, un crochet droit à mouvement circulaire alternatif, un crochet à mouvement alternatif oscillant et à mouvement de translation, enfin un véritable crochet indépendant se plaçant à volonté sur la machine et imitant le mouvement d'un doigt de la main qui, s'introduisant dans une boucle du fil pour l'ouvrir, s'arrondirait pour ouvrir cette boucle et se retirerait ensuite pour recommencer le même point.

C'est surtout à cause du petit nombre de pièces dans lesquelles les inventions pouvaient se mouvoir pour obtenir un même effet mécanique que sont

(1) Voir *Bulletin* de mars 1866, p. 133.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nées les contestations entre les différents inventeurs, et quel que soit le nombre des combinaisons fournies par le binôme de Newton, ces combinaisons ont été très-vite parcourues et épuisées; aussi ne peut-on aujourd'hui parvenir que difficilement à faire du nouveau absolu dans ce genre de machines. On peut simplifier les dispositions connues; on peut difficilement en créer de nouvelles.

Ainsi, il faut reconnaître que c'est de la mobilité du crochet qu'est née la possibilité de faire, sur la même machine, le point de chaînette à un fil avec le crochet sans œil et le point noué à deux fils avec le crochet à œil. Dans cet état d'avancement de la question, des inventeurs, voyant le crochet mobile et susceptible d'être momentanément enlevé, ont pensé à conserver la navette sur la même machine, et ont obtenu des machines à coudre faisant indistinctement les trois points.

L'industrie était certainement en possession de cette réunion des trois points sur une même machine avant le brevet de 1864 de MM. Gauthier et comp., et nous pensons que ceux-ci ne le contestent pas.

D'autre part, la suppression du chariot et le fonctionnement du pied-de-biche ont été, antérieurement à 1864, l'objet de nombreuses améliorations.

La course du pied-de-biche, qui fait avancer l'étoffe, a été rendue variable à la main à l'aide de bien des moyens, et notamment à l'aide d'une coulisse analogue à celle qui règle le mouvement des tiroirs de machines.

Enfin la navette a été conduite et attachée de toutes façons, chaque fabricant a adopté un système et s'est efforcé, dans cette question où le domaine public est en possession de tant d'effets et de tant d'organes, de se singulariser et de se créer un système particulier.

De cet exposé et de l'examen attentif des détails de la machine Gauthier et comp., il résultera, pour la Société, que, dans son appréciation, votre comité ne devait tenir aucun compte de la question de priorité et de brevetabilité, mais uniquement de la question de réalisation mécanique des effets très-ingénieusement et surtout très-simplement obtenus, ainsi qu'on en pourra juger par la description sommaire que nous en donnons ici.

Nous examinerons, par ordre, chaque groupe de mouvements, savoir :

L'aiguille verticale,

Le mouvement du pied-de-biche,

Le mouvement de la navette et le mouvement des crochets, qui sont indépendants l'un de l'autre dans la machine Gauthier.

Le mouvement de départ est donné, comme dans toutes les autres machines,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par un arbre horizontal enfermé dans la partie élevée de la machine à l'aide d'un petit volant à courroie commandé par une pédale.

Cet arbre porte à une extrémité, dans la cage du porte-aiguille, deux cames pour le mouvement du pied-de-biche, et un bouton excentré pour le mouvement du porte-aiguille; nous ne nous occuperons d'abord que de celui-ci. Ce bouton, enclavé dans un excentrique à cœur, conduit le porte-aiguille, auquel il donne un mouvement de va-et-vient vertical. Il n'y a dans ce mouvement rien de particulier.

Celui du pied-de-biche est donné par les deux cames précitées : l'une opère le soulèvement, l'autre le déplacement, et un ressort à boudin rappelle le pied-de-biche sur la table de couture, avec plus ou moins de violence, suivant la tension donnée au ressort à boudin.

La facilité de régler la longueur du point par le reculement du pied-de-biche est obtenue par le serrage ou le desserrage d'une vis servant de butoir.

Telle est la disposition exécutée, mais nous ne trouvons pas dans la machine qui nous est présentée le mouvement de recul de l'étoffe. Nous emprunterons cette disposition au brevet.

MM. Gauthier et comp. entendent briser le levier du pied-de-biche portant sur la came de commande du mouvement de translation pour porter ce levier à volonté sur une autre came contraire, qui fera alors revenir l'étoffe sur elle-même et effectuera le recul et le doublage des points.

A l'exception de cette disposition non exécutée, toute cette partie de mécanisme ne se recommande que par sa simplicité ; nous citerons, entre autres, le réglage de la longueur du point obtenu par l'avancement ou le reculement d'une tige taraudée qui est aussi simple que possible.

Après avoir ainsi passé en revue le mécanisme supérieur, voyons le mécanisme logé sous la table de couture ; c'est là que, dans certaines machines à coudre, se trouve la complication des organes.

Deux mouvements sont à donner :

Celui de la navette,

Celui du crochet.

Pour déterminer le mouvement de la navette, MM. Gauthier et comp. prennent un mouvement par engrenage conique sur l'arbre supérieur. A l'extrémité inférieure d'un arbre vertical, ils placent une manivelle, une bielle, et une tige (porte-navette) fonctionnant dans une glissière ; c'est la conversion la plus simple du mouvement circulaire continu en mouvement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rectiligne alternatif. La tige porte-navette se distingue des chariots à navette ordinaires en ce sens qu'elle est en même temps le mouvement et le guide de la navette, et qu'elle supprime le chariot, pièce relativement volumineuse, parce qu'elle doit contenir et renfermer la navette. Pour arriver à cette suppression, MM. Gauthier et comp. relèvent, par une partie coudée, l'extrémité de leur tige à glissière, et font avancer cette partie coudée jusque dans l'intérieur de la coulisse de glissement de la navette, qui se trouve dès lors ouverte par une rainure de passage. Ils prennent une navette de la forme ordinaire, qui se termine par un petit appendice tourné en crochet, et ils l'introduisent dans sa coulisse en faisant pénétrer la partie relevée de la tige à glissière dans le crochet de la navette; celle-ci, ainsi attachée, se trouve alternativement guidée par le mécanisme que nous venons de décrire, elle s'y trouve annexée, sans intermédiaire.

C'est encore, quant à la réalisation pratique, une marque de grande simplicité mécanique, mais il faut reconnaître qu'un ajustement très-parfait est absolument nécessaire pour que la navette, sans autre guide que son crochet, s'applique bien sur sa coulisse, et pour que sa pointe se présente bien à l'aiguille verticale en fonction.

Passons au dernier mouvement, celui donné au crochet.

Sur l'arbre vertical et au-dessous de la table, en même temps que MM. Gauthier et comp. font fonctionner la manivelle précédemment décrite, ils font tourner une came destinée à donner un mouvement oscillant-plan à un levier coudé monté vers son milieu sur un axe fixe de rotation; on comprend que ce levier, ainsi composé d'une courte branche ou queue rencontrée par la came, fera décrire à son autre branche, plus longue, une courbe de petite amplitude; c'est à l'extrémité de cette branche que se trouve monté le crochet.

Ce crochet est composé de deux pièces, le porte-crochet et le crochet proprement dit, rendues solidaires à l'aide d'une vis de serrage; cette division n'est motivée que pour la facilité de changer le crochet pour coudre à un fil ou à deux fils.

Le porte-crochet est monté fou sur l'extrémité de la grande branche du levier sus-désigné; il porte une queue sur laquelle appuie un ressort à lame destiné à le rappeler lorsqu'il aura fait un mouvement de rotation sur lui-même.

C'est, en définitive, à la réunion de ce mouvement oscillant par le levier et du mouvement de rotation du crochet sur lui-même qu'est dû le mouvement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réel du crochet, mouvement que nous pouvons appeler un *mouvement de baïonnette;* la seule difficulté consiste à bien régler ce mouvement pour qu'il s'effectue juste, pour que la boucle de fil soit prise et ouverte. Ce réglage est obtenu, dans la machine Gauthier, par la présence d'une platine fixe découpée en congé, et sur le congé de laquelle s'appuie constamment le crochet par l'action du ressort pesant sur sa queue; c'est, en un mot, le butoir fixe et conducteur qui règle le mouvement pendant toute sa durée.

Récapitulons ces diverses pièces nominativement et nous reconnaîtrons encore la très-grande simplicité des organes; nous avons :

Une came de mouvement,
Un levier-pivot,
Un porte-crochet et son crochet,
Et un butoir fixe.

Le tout bien proportionné, tenant peu de place, et sans les mouvements de brisure habituellement employés et toujours défectueux et irréguliers.

Tels sont les organes.

Une disposition accessoire, indiquée au brevet, et qui n'est pas appliquée sur la machine que nous examinons, nous paraît devoir être indiquée.

Dans la machine que nous examinons, les deux mouvements, celui s'appliquant à la navette et celui s'appliquant au crochet, marchent ensemble à l'aide de l'arbre vertical, et, soit qu'on se serve de la navette, soit qu'on se serve du crochet, un mouvement inutile fonctionne et contracte de l'usure. Aussi MM. Gauthier et comp. ont-ils projeté de débrayer à volonté un de ces mouvements (celui du crochet), quand on travaille à la navette, attendu que celui-là seul est sans liaison absolue avec le moteur; il suffira alors de relever la petite branche du levier portant le porte-crochet et de supprimer son contact avec la came de mouvement sur laquelle un ressort la fait actuellement appliquer.

En résumé, de notre examen il résulte que la machine de MM. Gauthier et comp. se recommande particulièrement par la simplicité de sa disposition, qui permet de grouper les organes mécaniques sous un très-petit volume et d'obtenir le résultat industriel à l'aide de mouvements fort simples et d'une exécution mécanique très-pratique, en sorte que les frais de construction, et particulièrement les frais de réparations, doivent être sensiblement diminués.

Tout en nous abstenant de nous prononcer sur la nouveauté de la réunion des trois points de couture, et sur celle de différents organes pris isolément,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous signalons à l'attention du Conseil, dans cette machine, la soigneuse application de dispositions mécaniques conduisant à un bon résultat.

Leur navette est d'une bonne disposition pour ne pas trop fatiguer le fil, leur crochet est solide, et l'exécution est généralement bonne. MM. Gauthier et comp. se sont aussi préoccupés du mode de fixer la machine sur sa table, et de la transmission des vibrations à celle-ci. A cet effet, ils font reposer ladite machine sur quatre rondelles en caoutchouc logées dans l'intérieur de la table; il existe alors un intervalle vide entre la machine et ladite table, et la réunion se fait par la simple tension de la courroie passant du grand volant sur le petit volant.

Par tous ces motifs, je suis chargé, par votre comité des arts mécaniques, de vous prier de remercier MM. Gauthier et comp. de leur communication et d'ordonner l'insertion de ce rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé Victor Bois, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 2 mai 1866.

GAZ D'ÉCLAIRAGE.

Rapport *fait par* **M. Henri Peligot,** *au nom du comité des arts économiques, sur le* **régulateur télégraphique** *de la pression du gaz, présenté par* **M. Henri Giroud,** *rue Hauteville,* **49.**

Messieurs, vous avez chargé votre comité des arts économiques de l'examen d'un régulateur de la pression du gaz, dit *régulateur télégraphique*, présenté par M. Henri Giroud, notaire à Grenoble. J'ai l'honneur de vous rendre compte des résultats de notre examen.

Il n'y a pas lieu d'insister ici sur les avantages que présente un bon régulateur, tant pour les usines à gaz que pour les consommateurs ; on connaît les inconvénients d'une pression trop forte et d'une pression trop faible, et on sait que les usines à gaz et les abonnés ont le même intérêt à ce que la pression soit aussi régulière que possible.

Il est, en effet, de toute impossibilité de maintenir une pression uniforme dans une canalisation de quelque longueur. Les coudes plus ou moins nombreux de la conduite, et surtout les différences d'altitudes des lieux qu'elle a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à desservir, forment un obstacle invincible à cette uniformité. Il ne s'agit donc nullement de donner une pression constante à la sortie de l'usine, mais bien de chercher à maintenir cette constance de pression sur chaque point desservi. C'est par ce moyen seulement qu'on peut éviter les graves inconvénients qui résultent d'un excès ou d'une insuffisance de pression.

Or les besoins des consommateurs font varier à chaque instant la pression, et souvent très-brusquement.

A Paris, par exemple, où le gaz est en charge toute la journée, la pression baisserait tout d'un coup à la chute du jour, lorsque l'on commence à éclairer les boutiques, si l'on ne prenait, aux usines, des mesures propres à éviter, autant que possible, cet inconvénient; elle s'élèverait, au contraire, très-rapidement, aux différentes heures de fermeture des bureaux, des magasins, des théâtres, des cafés, si l'on n'employait des moyens spéciaux pour régler la sortie du gaz aux usines aux différentes heures de la soirée, de manière à varier la pression suivant les besoins des abonnés, approximativement connus par expérience.

Ces changements, moins fréquents et moins brusques peut-être dans les autres villes, existent néanmoins partout, et il y a un grand intérêt à les annuler autant que possible.

C'est là le problème que s'est posé M. Giroud, et il paraît avoir réussi à le résoudre, sinon complétement, du moins d'une manière très-satisfaisante.

L'appareil qu'il a imaginé dans ce but, et qu'il appelle *régulateur télégraphique*, est fondé sur le principe directement contraire à celui d'après lequel ont été construits, jusqu'ici, tous les régulateurs, puisque, au lieu de rendre la pression fixe à la sortie de l'usine, il est destiné à la faire varier à chaque instant.

Ce résultat est obtenu au moyen d'un tuyau de retour branché sur la conduite principale et ramenant le gaz à l'usine, de sorte que, chaque fois que dans le parcours de la canalisation générale la pression diminue ou augmente, la variation se fait sentir sur le gaz du tuyau de retour, qui, aboutissant au régulateur, ouvre ou ferme la valve de départ du gaz. Il s'établit, en un mot, dans la canalisation ainsi disposée, un courant libre de gaz qui permet une régulation à peu près absolue.

Il suffit alors, pour satisfaire à tous les besoins, que la pression initiale soit suffisante, à la sortie de l'usine, pour alimenter utilement les points les plus bas et les plus tourmentés du réseau, et que l'égalité soit maintenue entre l'alimentation et la dépense.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les régulateurs employés aujourd'hui se composent tous essentiellement d'une cloche de gazomètre, qui reçoit le gaz et l'envoie dans la canalisation générale en le faisant passer par un tuyau, dont l'orifice est rendu variable au moyen d'un cône obturateur fixé à la cloche ; cette disposition aboutit nécessairement à donner au gaz une pression constante sous la cloche elle-même, et, comme c'est le contraire qui devrait avoir lieu, on place sur cette cloche des contre-poids que l'on augmente ou diminue à volonté, de manière à ouvrir plus ou moins l'orifice de sortie du gaz.

Il ressort évidemment de là que l'application du tuyau de retour à un régulateur quelconque serait de nature à produire une grande amélioration dans le service des usines à gaz; mais, ainsi qu'on le verra plus loin, M. Giroud emploie avec succès un régulateur d'une construction toute spéciale.

Afin de permettre l'emploi du tuyau de retour dans les différents cas qui se présentent dans la pratique, l'inventeur pose les trois hypothèses suivantes :

1° *Réservoir existant à partir du régulateur.*

Dans ce cas, qui est celui des petites consommations, la douille des compteurs sert de règle au diamètre des tuyaux; le gaz d'arrivée annule lui-même sa propre action, et c'est le gaz de sortie qui sert de moteur.

2° *Réservoir existant à une distance de moins de* 500 *mètres du régulateur.*

Le tuyau de retour est branché sur la canalisation générale, en un point quelconque, à partir de celui où le diamètre des tuyaux devient suffisant.

Il est, en effet, certain, comme le fait observer M. Giroud, que, dans le voisinage de l'usine, les tuyaux qui n'ont à livrer à la consommation qu'un volume de gaz très-faible par rapport à celui qui sera consommé plus loin, sont toujours d'un trop petit diamètre, tandis que ce diamètre devient suffisant lorsqu'on arrive à une distance plus éloignée, les tuyaux n'ayant plus à conduire le gaz déjà consommé entre ce point et l'usine.

3° *Réservoir existant à une distance de plus de* 500 *mètres du régulateur.*

Dans ce cas, si l'on se contentait de l'emploi du tuyau de retour, ce tuyau pourrait atteindre des proportions considérables et coûteuses. En outre, les variations de la pression du réservoir pourraient être transmises à l'usine avec un retard qui produirait des oscillations continuelles. M. Giroud emprunte alors le secours de l'électricité pour faire mouvoir le régulateur.

A cet effet, il place le réservoir à une distance quelconque de l'usine, et le met en communication avec la canalisation par un très-petit branchement. Le gaz de retour, se rendant sous la cloche de cet appareil, fait mouvoir l'aiguille

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un manomètre, dont le cadran porte des contacts électriques susceptibles d'inverser le courant. Le régulateur placé à l'usine est mis en mouvement au moyen des fils électriques par un rouage qui ouvre ou ferme la valve, selon le jeu du mouvement transmis par le fil de ligne.

Au lieu d'un rouage on peut employer un ouvrier qu'une sonnerie avertit, et auquel une boussole ordinaire indique le changement à opérer au poids placé sur le régulateur.

Ce dernier système est celui qu'il convient d'employer dans les villes d'une faible importance.

Ainsi le système proposé par M. Giroud est applicable dans tous les cas prévus, qu'il s'agisse de régulariser la pression chez un abonné, dans une ville de peu d'importance, dont la canalisation n'est pas considérable, ou dans une ville dont le réseau présente une grande étendue.

Ces diverses applications ont toutes été faites. Plusieurs établissements, dont la consommation varie entre 10 et 1,800 becs, sont munis du premier système. Parmi ces établissements nous remarquons le théâtre Lyrique qui est alimenté par 1,800 becs, et consomme, en moyenne, de 700 à 800 mètres de gaz par soirée ; la gare de Paris, du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, éclairée par 1,000 becs ; le Conservatoire des arts et métiers, par 150 becs ; l'hôpital Sainte-Eugénie, par 100 becs.

Le second système est appliqué à la régulation du gaz de la ville de Gap et de l'usine de Chauny.

Enfin, le troisième système a été mis en œuvre pour régulariser la pression dans les villes d'Orléans et de Saint-Étienne. Il fonctionne encore dans cette dernière ville, dont le réseau n'a pas moins de 55 kilomètres, et le directeur de l'usine a publié dernièrement dans le journal de l'éclairage au gaz un article des plus favorables, et d'autant plus intéressant qu'il n'a été écrit que lorsque le régulateur de M. Giroud fonctionnait depuis près de deux ans à l'usine de Saint-Étienne.

La sensibilité de l'appareil est telle qu'une altération de pression produite à dessein à l'usine se fait sentir en ville en quelques secondes et met le rouage en marche pour la corriger.

L'obtention de ces résultats a la plus grande importance, aussi bien pour les usines que pour les consommateurs, car, si l'abonné consomme une plus grande quantité de gaz que celle qui lui est nécessaire en cas de pression trop élevée, les usines perdent alors un volume de gaz très-considérable par les fuites si nombreuses de la canalisation ; et si, au contraire, la pression est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

insuffisante, les abonnés sont mal éclairés et les compagnies gazières sont exposées à des procès-verbaux, à des amendes, et quelquefois même à d'énormes dommages-intérêts.

Il serait trop long et d'un médiocre intérêt de donner ici la description de l'appareil imaginé par M. Giroud. Les figures et la légende explicative annexées à ce rapport en feront, d'ailleurs, parfaitement comprendre la construction et le fonctionnement. Il suffira d'en expliquer en quelques mots le principe :

Le gaz arrive par la partie supérieure d'une caisse divisée en deux compartiments par un diaphragme fixe, percé d'un orifice variable au moyen d'un cône. Il passe par cet orifice dans la partie inférieure de la caisse sur laquelle est branchée la conduite de départ.

Le gaz de retour agit sous un flotteur relié par une tige au cône modérateur, de sorte que, lorsque la pression est trop forte en ville, le flotteur est soulevé, et par conséquent le cône s'élève et diminue l'orifice de sortie ; le contraire a lieu si la pression est trop faible.

Ce résultat sera obtenu avec certitude si le flotteur est de poids suffisant pour faire équilibre à la pression normale du gaz de retour.

Des dispositions ingénieuses permettent de contre-balancer les différences de pression qui se font sentir dans les deux compartiments de la caisse inférieure, par suite du plus ou moins grand volume de gaz qui y passe, et aussi celles qui proviennent de l'immersion plus ou moins complète, dans l'eau, des divers organes de l'appareil. Ces dispositions ont pour effet de maintenir intact et invariable le poids opposé à l'action du gaz de retour.

Votre rapporteur a pu se convaincre, à diverses reprises, et notamment au théâtre Lyrique et dans un laboratoire d'essais installé à Paris, où fonctionne l'appareil télégraphique, de l'efficacité des dispositions adoptées par M. Giroud; il doit, en outre, à l'obligeance de plusieurs des personnes qui emploient le régulateur télégraphique, des renseignements précieux qui lui permettent de déclarer que l'appareil fonctionne avec régularité et produit une fixité de lumière à peu près complète, avec une économie de gaz très-appréciable.

MANOMÈTRE A CADRAN.

M. Giroud a, enfin, imaginé un manomètre spécial, dont il y a lieu de dire quelques mots :

C'est un manomètre à cadran dont le flotteur a une section telle que le poids acquis ou perdu par l'immersion correspond au volume, et, par consé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quent, au poids de l'eau déplacée par le gaz qui soulève le flotteur, et dont la paroi extérieure porte un appendice de section exactement égale à la section d'eau extérieure au flotteur, et communiquant avec la caisse principale par la partie inférieure. Le gaz est amené par un petit tube au-dessus de l'eau du tube latéral, et comme, d'un autre côté, il est amené sous le flotteur, la pression se faisant sentir en même temps sur l'eau intérieure de la cloche et sur celle du tube latéral, l'eau reste constamment au même niveau, quelle que soit la pression du gaz; le flotteur seul se meut et indique la pression sur le cadran.

Ce petit appareil fonctionne avec une précision remarquable ; il n'a d'autre inconvénient que de tenir une place beaucoup plus considérable que celle qu'occupent les manomètres généralement employés.

Tel est l'ensemble des appareils présentés par M. Giroud à l'examen de la Société d'encouragement : votre comité vous propose de le remercier de ses intéressantes communications, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec les dessins et légende des appareils.

Signé Henri PELIGOT, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 décembre 1864.

LÉGENDE DU RÉGULATEUR TÉLÉGRAPHIQUE DE M. GIROUD, REPRÉSENTÉ PLANCHE 338.

La planche 338 représente, en sections verticales, les dispositions et formes diverses qu'affecte le régulateur de M. Giroud, suivant les conditions de circulation du gaz dans les conduites sur lesquelles il est placé.

Les répétitions de lettres dans les différentes figures n'ont aucun rapport de désignation entre elles, excepté pour les figures 3 et 5.

Figure 1.

Dans le système d'appareil représenté figure 1, le tuyau de retour est intérieur.

Ce modèle se pose après le compteur; c'est celui qui s'applique aux consommations d'abonnés, sauf à agrandir ses proportions et à le munir de compensateurs d'immersion lorsqu'il s'agit de plus de 150 à 200 becs. (Il sera question de ces compensateurs à la figure 2.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est spécialement affecté aux canalisations suffisantes, c'est-à-dire à celles dont chaque conduit, proportionné aux douilles des compteurs, ne dessert pas plus de 500 à 600 becs par décimètre carré de section.

Avec ces dimensions, qui sont, en général, celles des canalisations particulières, les frottements deviennent presque nuls, parce que la vitesse du gaz est très-faible; alors le réseau se comporte comme un réservoir dans lequel le régulateur entretient l'alimentation rigoureusement égale à la dépense.

A, compartiment dans lequel arrive le gaz.

B, manomètre indiquant la pression du gaz à son entrée.

C, orifice d'écoulement du gaz.

D, cône mobile, destiné à obturer plus ou moins l'orifice d'écoulement du gaz.

E, compartiment pour la sortie du gaz.

F, manomètre indiquant la pression du gaz à sa sortie.

G, regard pour démonter et nettoyer l'appareil.

H, tuyau de retour traversant le cône D et servant à ramener, dans l'intérieur de la cloche cylindrique annulaire I, le gaz de sortie, auquel il s'agit de conserver une pression constante.

J, tuyau fixe ouvert aux deux bouts et soudé au centre du fond du bassin K.

L, tuyau soudé à la cloche mobile I, formant fermeture hydraulique et servant à annuler l'effet de la pression d'entrée sur le cône D, dont la section à la base est égale à la sienne.

M, flotteur supportant le poids de la partie mobile de l'appareil.

N, chambre de passage du gaz, pour pénétrer dans la cloche I à sa sortie du tuyau de retour H.

O, bouton de niveau du liquide.

P, bouton de vidange du bassin K.

Q, Q, poids servant à équilibrer la pression du gaz de sortie.

R, bouton de vidange des eaux de condensation.

Dans cet appareil, l'entrée du gaz doit se faire nécessairement par-dessus le cône D, dans le compartiment A.

Figure 2.

Lorsque le tuyau de départ du gazomètre n'est pas suffisant, comme cela a lieu presque toujours pour les usines à gaz, on emploie l'appareil représenté figure 2 et on ramène le tuyau de retour extérieurement, d'un point quelconque où le réseau se comporte comme un réservoir. Alors, à la sortie de l'usine, la pression se modifie d'elle-même, de manière à rester constante dans toute la partie du réseau ne desservant pas plus de 5 à 600 becs par décimètre carré de section.

Ici l'entrée du gaz peut se faire indifféremment, par-dessus ou par-dessous le cône mobile obturateur, dans l'un ou l'autre des compartiments A, A'.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A, A′, compartiments supérieur et inférieur, traversés par le gaz sortant de l'usine pour se rendre au réseau.

B, bassin annulaire fixé sur le compartiment A.

C, orifice d'écoulement du gaz mettant les compartiments A, A′ en communication.

D, cône mobile obturant plus ou moins l'orifice d'écoulement C, et supporté par une tige traversant toute la hauteur de l'appareil.

E, tuyau fixe ouvert aux deux bouts, et soudé au centre du fond du bassin B.

F, tuyau soudé par le haut à la tige du cône D, et formant fermeture hydraulique; il sert à annuler l'effet exercé sur le cône par la pression à laquelle le gaz est soumis dans le compartiment A; comme dans l'appareil précédent la section de ce tuyau est égale à celle de la base du cône.

G, bassin mobile soudé également à la tige du cône D.

H, couronne soudée au bassin G, et servant à faire la tare de la partie mobile de l'appareil.

I, tube fixe fermé par-dessus et ménageant, autour du tube J, un espace annulaire égal à l'orifice C.

K, K, K, conduits par lesquels le gaz du compartiment A′ arrive dans l'espace annulaire compris entre les tubes I et J, afin de détruire l'effet exercé sous le cône D par la pression à laquelle le gaz est soumis dans le compartiment A′.

L, flotteur supportant le poids de toute la partie mobile de l'appareil.

M, M, bassins ou compensateurs d'immersion, communiquant avec le réservoir N par les siphons O, O toujours amorcés; ce sont ces compensateurs d'immersion dont il a été parlé figure 1.

P, cloche mobile sous laquelle s'exerce la pression du gaz de retour, équilibrée par les poids Q, Q.

R, R, R, conduits servant au gaz de retour pour arriver sous la cloche P.

S, S, S, boutons de niveau du liquide.

T, T, T, boutons de vidange.

U, bouton pour enlever les eaux de condensation.

V, tige du cône D, supportant le tube F, le bassin G, la cloche P et, par conséquent, le flotteur L, les bassins M et les siphons O.

Figure 3. *Manomètre du tuyau de retour à niveau constant et contacts inverseurs.*

Lorsque le tuyau de retour doit avoir un développement de plus de 500 mètres, il faut se borner à faire arriver ce tuyau en ville sous un manomètre muni de contacts inverseurs, auxquels aboutissent les deux pôles d'une pile. C'est alors l'électricité qui, au moyen d'une sonnerie et d'une boussole placées à l'usine, indique si l'on doit augmenter ou diminuer la pression de départ donnée par le régulateur figure 2. C'est la disposition qui convient pour les petites usines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A, chambre unique, à laquelle communique le tuyau de retour A′.

B, bassin, au centre duquel est un tube C ouvert aux deux bouts, et supporté par la chambre A.

D, cloche annulaire, dont la section annulaire est égale à celle de la partie vide intérieure E.

F, tube latéral fermé par le haut, et communiquant avec le bassin B.

G, tuyau amenant, dans la partie supérieure du tube F, le gaz qui a pénétré dans la chambre A.

H, H, H, tiges ou aiguilles cylindriques destinées à réduire la section du tube F jusqu'à ce que la surface totale d'eau sur laquelle presse le gaz dans ce tube, ainsi que dans le vide intérieur E de la cloche D, étant précisément égale à la section annulaire de cette dernière cloche, le niveau de l'eau, dans le bassin B, reste constant et qu'une goutte d'eau suspendue au bouton I ne puisse ni rentrer ni sortir.

J, poids destiné à assurer l'équilibre vertical de la cloche D.

K, fil de suspension reliant les mouvements de la cloche D à une poulie L, et maintenu dans un état de tension convenable par un contre-poids.

M, M, aiguilles isolées sur la poulie L, et mises chacune en communication avec l'un des pôles d'une pile.

N, N, vis de pression servant à assurer le contact de l'extrémité des aiguilles M sur le cadran métallique O, O′. Dans la figure ces aiguilles sont au repos sur deux lames d'ivoire qui séparent, suivant un diamètre, le cadran métallique en deux demi-cercles isolés.

O, demi-cercle du cadran relié à la terre.

O′, autre demi-cercle du cadran, relié à la sonnerie de l'usine par un fil P.

Q, Q′, segments isolés du reste du cadran, mais communiquant ensemble, et reliés à l'usine par le fil R.

S, sonnerie placée à l'usine.

T, boussole placée à l'usine.

U, commutateur.

V, aiguille servant à indiquer la pression de marche.

W, poids qu'on place sur la cloche D lorsqu'on veut modifier la pression de marche.

X, bouton de vidange du bassin B.

Y, autre bouton de vidange pour les eaux de condensation.

Figure 4.

Pour les grands réseaux, le fil de ligne partant des contacts placés en ville fait marcher, à l'usine, un rouage qui ouvre ou ferme automatiquement le régulateur selon le sens du courant électrique. On complète cette disposition en isolant, sur le demi-cercle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

supérieur des contacts, un segment relié par un fil distinct à la sonnerie et à la boussole de l'usine. Alors, si un écart extraordinaire de plus de 3 millimètres, par exemple, vient à se produire brusquement en ville, le rouage s'arrête et la sonnerie avertit de corriger à la main une irrégularité, en présence de laquelle le rouage se trouve n'avoir pas une action assez promptement efficace. La correction se fait en tournant doucement, dans le sens convenable, une certaine roue, dont il va être question; dès que cette roue a été suffisamment tournée, la sonnerie s'arrête et le rouage reprend sa marche pour achever la correction.

a, corde du poids moteur du rouage (ce poids pèse de 10 à 12 kilog.).

b, *b'*, roues dentées coniques, folles sur leur arbre.

c, bague pouvant glisser à droite ou à gauche sur l'arbre des roues *b*, *b'*, et entraîner dans son mouvement de glissement l'une ou l'autre de ces roues.

d, roue d'angle commandée soit par la roue *b*, soit par la roue *b'*, suivant la position de la bague *c* et, par conséquent, pouvant tourner de droite à gauche ou de gauche à droite.

e, grande roue dentée horizontale, commandée au moyen d'un pignon monté sur l'axe vertical de la roue *d*.

f, vis verticale pouvant s'élever ou s'abaisser suivant le sens de rotation d'un écrou qui est fixé au centre de la roue *e*, et tourne avec cette roue.

g, guide de la vis *f* descendant ou montant avec elle.

h, corde de transmission reliant la tête de la vis *f* à la tige du cône D (figure 2) et, par conséquent, faisant monter le cône, c'est-à-dire fermant le passage du gaz lorsque la vis s'abaisse, et, lorsqu'elle s'élève, faisant au contraire descendre le cône, c'est-à-dire ouvrant le passage du gaz.

i, levier aimanté, à pôles fixes, mobile autour de l'axe *j*, et servant à faire glisser horizontalement la bague *c* à droite ou à gauche, selon le sens du courant électrique agissant sur les électro-aimants *k*, *k'*.

l, échelle sur laquelle le guide *g* indique la quantité dont le cône régulateur s'est élevé ou abaissé.

m, électro-aimants de la détente du rouage, agissant sur une plaque de fer doux et rendant le rouage libre toutes les fois que le courant passe.

n, fil de ligne.

o, fil de terre.

Lorsque l'on veut se contenter de faire donner au courant électrique, mis en mouvement par le tuyau de retour, de simples indications d'après lesquelles on pourra modifier la pression de départ de l'usine, il suffit de se diriger d'après les signaux donnés par la boussole T (fig. 3); on met des poids sur le régulateur quand l'aiguille incline d'un côté, tandis qu'on en ôte quand elle incline de l'autre; seulement, dans ce cas, il faut faire communiquer le robinet R (fig. 2) avec celui des deux compartiments A, A' qui renferme le gaz de sortie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si, au contraire, on veut faire ouvrir ou fermer le régulateur par le courant électrique, il faut laisser ouvert le robinet R dont nous venons de parler, pour faire communiquer la cloche P avec l'air libre, puis accrocher cette cloche à la suspension reliée à la vis du rouage, comme l'indique la figure 4, et comme il vient d'être expliqué plus haut.

Figure 5. *Manomètre à niveau constant.*

C'est le même appareil que celui qui est placé sous les contacts inverseurs (fig. 3), en sorte qu'on en retrouvera facilement toutes les parties au moyen des lettres qui sont les mêmes que celles de la figure 3. La seule différence, c'est que le fil rattaché à la cloche passe ici sur une petite poulie p portant, sur son axe, une aiguille q (indiquée en ponctué); le mouvement de cette aiguille sur un cadran donne des indications dont l'amplitude peut être exagérée à volonté.

(M.)

STATISTIQUE COMMERCIALE.

RAPPORT *fait par* M. LAVOLLÉE, *au nom du comité de commerce, sur une* NOTICE *relative à l'industrie des* COUPERIES DE POILS, *présentée par* M. DE CLERMONT, *rue Barbette,* 11, *à Paris.*

Messieurs, M. Othon de Clermont a adressé à la Société d'encouragement une notice historique (travail manuscrit) sur l'établissement, en France, des couperies de peaux de lièvre et de lapin et sur le développement de cette industrie.

Disons tout de suite que, d'après les calculs de M. de Clermont, on a récolté en France, pendant l'année 1864, 70 millions de peaux de lièvre et de lapin. Les peaux de lapin figureraient dans ce chiffre pour les neuf dixièmes environ. D'après l'honorable négociant à qui nous devons cette curieuse statistique, ce total de 70 millions de peaux n'est point un maximum; il peut et doit être dépassé, grâce à la demande toujours croissante de cet article et aux progrès du *ramassage* ou de la récolte des peaux de lapin.

Nous sommes donc en présence d'un commerce qui n'est certes point à dédaigner, et qui permet de dire que les destructeurs de lapins ne doivent plus seulement être rangés parmi les bienfaiteurs de l'agriculture, qu'ils sont également les bienfaiteurs de l'industrie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il s'agit de l'industrie des chapeaux de feutre, dont les poils forment la matière première.

Jusqu'à la fin du dernier siècle, les chapeliers achetaient et préparaient ou faisaient préparer les peaux qu'ils ouvraient dans leurs ateliers. L'extension de l'industrie amena la division du travail, et il s'établit des couperies spéciales de peaux de lièvre et de lapin pour alimenter la chapellerie ; bientôt ces couperies améliorèrent leur outillage, et empruntèrent l'aide puissante de la vapeur.

Pendant ce premier développement survint l'invention des chapeaux de soie. Les chapeaux de feutre furent momentanément écrasés sous la concurrence.

Les couperies de poil subirent le contre-coup de cette révolution, et elles n'avaient pas même la ressource de trouver un débouché à l'étranger, le tarif frappant de prohibition absolue l'exportation des poils.

L'usage des chapeaux de feutre souple rendit, vers 1840, quelque activité aux couperies. En 1842, la prohibition de sortie des poils fut remplacée par un droit de 20 pour 100. Enfin, en 1847, la sortie des poils fut affranchie de tous droits. C'est à partir de ce moment que commence la prospérité de la couperie, et que les peaux de lièvre et de lapin se montrent en quantités toujours croissantes sur le marché.

M. de Clermont fait connaître qu'en 1847 le marché de Paris, le plus important de beaucoup pour ce genre d'affaires, ne recevait guère que 2 millions et demi de peaux qui se vendaient de 20 à 22 francs les 104 peaux. En 1864, il a été vendu en France plus d'un million de kilogrammes de poils (poids net) provenant des couperies et fournis par 35 millions et demi de peaux ; il en a été exporté une quantité égale, ce qui forme le chiffre de 71 millions de peaux de lièvre et de lapin, avec lequel nous avons cherché, au début de cette note, à provoquer votre attention. Et le prix de ces peaux était de 40 francs les 104.

Aujourd'hui les couperies de poils pour chapellerie, à Paris seulement, représentent un chiffre d'affaires de près de 10 millions.

On voit combien étaient funestes les entraves mises à la sortie des poils par les tarifs antérieurs à 1847. En restreignant le marché, on étouffait l'industrie. Trop longtemps prolongée, cette fausse manœuvre de la législation a causé des pertes énormes sur un article vulgaire et presque dédaigné. L'exposé qui précède nous montre qu'il convient de réprouver les taxes de sortie (lesquelles ont aujourd'hui presque entièrement disparu) et que les produits les plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

humbles en apparence, tels que les peaux de lapin, ont droit aux égards du législateur.

La notice qui nous a été adressée contient des informations intéressantes sur les couperies françaises. Nous nous proposons d'adresser des remercîments à M. de Clermont, qui a largement contribué, comme négociant exportateur, aux progrès de l'industrie peaussière, et de renvoyer la notice au comité du *Bulletin*.

Signé C. LAVOLLÉE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 21 *mars* 1866.

STATISTIQUE COMMERCIALE.

NOTICE HISTORIQUE SUR L'ÉTABLISSEMENT, EN FRANCE, DES COUPERIES DE PEAUX DE LIÈVRE ET DE LAPIN, ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DE CETTE INDUSTRIE, PAR M. O. DE CLERMONT.

La production de la matière première pour la fabrication des chapeaux de feutre est née avec cette fabrication même. Au commencement du siècle la fabrication des chapeaux n'était encore qu'un métier et non une industrie. A cette époque seulement se créèrent les détaillants de chapeaux, et alors des coupeurs de poils se détachèrent des fabricants de chapeaux.

Vers 1825 ou 1826, des capitalistes essayèrent d'établir une couperie mécanique à la Briche près Paris. Cet établissement, créé sur une assez grande échelle, fut arrêté par la crise qu'amena la révolution de 1830. Un événement d'une autre nature vint, à la même époque, porter le coup de grâce à l'industrie naissante ; ce fut la fabrication des chapeaux de soie, qui, remplaçant subitement celle des chapeaux de feutre, parut devoir supprimer presque totalement l'emploi des poils à feutrer.

La couperie allait donc se mourant; les prix des peaux de lièvres et de lapins baissèrent d'environ 65 à 75 fr. le 100, de telle sorte que, ces prix n'étant plus rémunérateurs, le ramassage fut abandonné.

Le poil n'avait plus d'emploi que pour les chapeaux de militaires, de prêtres et de paysans; le citadin avait adopté le chapeau de soie. Les quelques coupeurs qui restaient, presque tous gens sans instruction, étaient incapables de chercher des débouchés dans l'exportation de leurs produits.

Cependant un chapeau de feutre à larges bords et qui, en France, était porté par les habitants de la campagne, était aussi très-goûté par les habitants des pays de l'Amérique et, comme la fabrication des chapeaux peut s'implanter plus facilement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que toute autre dans des pays nouveaux, les gouvernements de tous les pays d'outre-mer ont eu soin de l'entourer d'une protection douanière.

Ils frappaient d'un droit considérable à l'entrée le chapeau, et ils admettaient avec des droits faibles toutes les matières servant à sa fabrication (le pays ne produisant ni lièvres ni lapins). Sous l'empire de ces mesures les fabriques se développèrent rapidement; elles furent créées en grande partie par des Français habitués à travailler le poil qu'on préparait en France. Il y avait donc là une condition favorable pour nos coupeurs; mais, malheureusement, une législation douanière mal établie mettait obstacle à ce qu'ils en profitassent. La sortie des poils était prohibée en France; nos compatriotes établis en Amérique étaient obligés d'employer les poils anglais et allemands, et ne recevaient qu'à grand'peine les petites quantités de poils français qu'il fallait sortir en fraude et, par suite, payer fort cher.

Cette faible exportation et un débouché inespéré retrouvé dans la fabrication des galettes (fond sur lequel se collait la peluche du chapeau de soie) composaient, avec les fabrications spéciales dont nous avons parlé, toute la consommation en poils à feutrer. Aussi les couperies continuèrent-elles à végéter; c'est à peine s'il se récoltait et se coupait par les couperies un million de peaux par an. — Le prix moyen des peaux variait entre 15 et 20 francs les 104 peaux.

Si, à partir de 1830, la prohibition à la sortie des poils eût été abolie, un commerce actif aurait pu s'établir avec les pays étrangers, et on aurait conservé à la France une richesse considérable qui se perdait, faute de débouchés.

Cependant, malgré tous les obstacles que rencontrait l'industrie de la couperie, le travail parut se ranimer vers 1837. Le chapeau de feutre avait repris faveur, la consommation des poils allait en augmentant; des industriels intelligents se mettant de la partie cherchèrent, dans l'intérêt bien compris du pays, à développer les relations qu'on entretenait en fraude avec l'étranger, et à réaliser des économies de fabrication en remplaçant le coupage à la main, le seul employé alors, par des procédés mécaniques bien autrement puissants. — On organisa le ramassage des peaux et on vit la récolte s'accroître d'année en année.

Mais on venait toujours se heurter à la prohibition de sortie, contre laquelle s'élevaient des réclamations incessantes adressées par cette industrie spéciale au gouvernement pour se soustraire à cette humiliante exportation à la fraude.

Vers 1842 le gouvernement, cédant en partie à ces réclamations, transforma la prohibition en un droit de sortie de 2 francs par kilog.; ce qui représentait 20 pour 100 de la valeur. Cette mesure eut peu d'effet, un tel droit restant prohibitif, puisque la fraude se faisait payer meilleur marché.

Ce n'est qu'à la fin de l'année 1847 que le gouvernement accorda enfin la libre sortie des poils. Dès ce jour une ère nouvelle s'ouvrit pour les couperies; elles avaient déjà, vers 1845, reçu une grande impulsion par la fabrication des chapeaux de feutre sans apprêt, dits chapeaux souples, qui fut imaginée en France et prit immédiatement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un développement considérable. Des établissements spéciaux créés pour produire ces chapeaux absorbèrent des quantités énormes de poils. L'exportation, à la levée des droits, prit un rapide essor; elle vint compenser heureusement les désastreux effets de la révolution de 1848 sur la consommation intérieure.

L'organisation du ramassage des peaux était en bonne voie; les marchandises arivaient sur le marché, et les exportateurs, assurés d'être approvisionnés, n'hésitaient pas à prendre des engagements considérables avec les consommateurs étrangers, dont le nombre augmentait rapidement.

En 1847 le marché de Paris, le plus important et même le seul important pour les affaires en peaux de lapins et de lièvres, recevait environ deux millions et demi de peaux, qui se vendaient, en moyenne, de 20 à 22 francs les 104 peaux.

C'est alors que l'exportation commença à se développer. Les tableaux de la douane créés à cette époque indiquent, pour 1848, une quantité brute de 58,740 kilog. de poil exporté. Si de ce chiffre on déduit le tiers pour la tare des caisses et emballages, on obtient un poids net de 39,160 kilog., lequel, à raison de 3 kilog. par 104 peaux, représente environ 1,350,000 peaux (1).

Les relevés des tableaux de la douane pour les années postérieures présentent les résultats suivants :

Commerce d'exportation spécial (2).

Poils de lièvres et de lapins.

1848	exportation, poids brut.	58,740	kilog.
1849	—	170,607	—
1850	—	131,470	—
1851	—	176,902	—
1852	—	297,986	—
1853	—	267,001	—
1854	—	295,032	—
1855	—	321,929	—
1856	—	404,498	—
1857	—	327,641	—
1858	—	697,132	—
1859	—	345,916	—
1860	—	353,510	—
1861	—	271,675	—
1862	—	849,088	—
1863	—	1,241,210	—
1864	—	1,601,228	—

(1) Le produit moyen de 104 peaux, à 3 kilog., est compté un peu fort. Il doit tomber entre 2 1/2 et 2 3/4 kilog.

(2) Les pays étrangers qui nous demandent notre poil sont, principalement : les États-Unis, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voilà l'exportation arrivée à l'énorme quantité de 1,601,228 kilogr. en poids brut ou 1,067,000 en poids net de poil exporté; ce qui, à 3 kilog. par 104 peaux, représente le produit de plus de 35,000,000 et demi de peaux, valant en moyenne, actuellement, 40 francs les 104 peaux, soit une valeur totale de près de 14,000,000.

L'année 1862 déjà avait fourni à l'exportation une quantité double de celle demandée dans plusieurs années postérieures; et en 1864, deux années plus tard, l'exportation doublait encore cette quantité.

De là on pourrait conclure que la quantité de peaux produites par le pays est encore bien plus grande que nous ne le constatons aujourd'hui. L'expérience des années prochaines nous l'apprendra définitivement.

Et ce qui nous fait supposer qu'une quantité encore bien plus considérable que celle constatée dans ce mémoire existe et qu'il ne tient qu'au ramassage de la livrer à l'industrie, c'est que les prix des peaux depuis trois à quatre ans sont restés sensiblement les mêmes. — La plus grande facilité pour la vente n'a pas donné lieu à une augmentation, ce qui aurait été infailliblement le cas si l'article était devenu rare.

Les chiffres fournis par la douane n'admettent pas d'appréciation ; nous n'avons qu'à les accepter.

Et en en sortant pour faire l'appréciation de la quantité de poil fournie aussi actuellement, presque sans exception, par les couperies de peaux à la fabrique de chapeaux indigènes, nous nous trouvons sans base certaine et livrés à une évaluation plus ou moins douteuse.

Toutefois nous nous aidons de quelques chiffres fournis par la douane.

La France a exporté, en 1864, pour une valeur déclarée de 10,087,570 francs de chapeaux de feutre; il y a été employé, à raison de 100 grammes par chapeau, une quantité de poil de. . . . . 147,100 kilog.

En admettant ensuite une consommation, en France même, de 10 à 12 millions de chapeaux de feutre, soit en moyenne de 11 millions, on obtient, poil employé à 100 grammes par chapeau. 1,100,000 —

ce qui donne un total de. . . . . 1,247,100 kilog.

de poil employé par la fabrique de chapeaux indigènes.

Si nous en déduisons la quantité de poil importée et livrée à la consommation d'après les relevés de la douane pour 1864, par brut. . . . . 329,359 kilog.

et en comptant un tiers, pour tare. . . . . 109,785 —

soit, à déduire, au total. . . . . 219,574 kilog.,

Mexique, le Brésil, l'Italie, l'Association allemande, l'Espagne, le Portugal. L'Angleterre seule, restant immobile dans son esprit de routine, se passe absolument de notre poil français, et même de celui préparé chez elle-même, à la française, par la couperie la plus importante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous trouvons le chiffre rond de 1,027,600 kilog. de poil de production française, ce qui, à 3 kilog. les 104 peaux, représente en chiffre rond. 35,600,000 peaux, qui, jointes aux. . . . . 35,500,000 —

dont le produit a été exporté, forment un total de. . . . . 71,100,000 peaux presque toutes récoltées en France (1).

En résumé, la couperie de peaux de lièvres et de lapins a pris le développement suivant :

De 1830 à 1837, elle absorbait à peine 1,000,000 de peaux par an d'une valeur d'environ 200,000 francs. Il n'y avait que des ateliers ignorés de tout le monde.

De 1837 à 1848, la consommation annuelle de peaux dans les couperies atteignit 2,500,000 d'une valeur moyenne de 500,000 francs; elle donna naissance à plusieurs usines, munies d'un matériel industriel avec forces motrices.

Enfin, en 1864, elle est arrivée à ne plus trouver une alimentation suffisante dans une récolte qu'on peut évaluer à 70,000,000 de peaux et qui, d'après le prix du jour, valent, en moyenne, 40 francs les 104 peaux, soit près de 27,000,000 de francs (2).

Cette industrie occupe dans Paris seulement une quarantaine d'ateliers dont une quinzaine ayant des moteurs à vapeur. Il y a, en outre, en province un nombre considérable de petits établissements.

Il est à constater qu'à la suite de l'initiative de la France les mêmes faits se sont reproduits en Angleterre, en Belgique, et que l'industrie a même pénétré en Espagne et en Allemagne où le ramassage des peaux s'organise et promet une nouvelle source de richesse à ces pays.

AGRICULTURE.

SUR L'AGRICULTURE DE LA CHINE ET NOTAMMENT SUR LES ENGRAIS EMPLOYÉS DANS CE PAYS, PAR M. EUGÈNE SIMON, CONSUL A NING-PO. (*Extrait.*) (3)

Avant d'aborder la question des engrais, M. Simon rappelle que la densité absolue de la population, pour toute cette partie de l'empire chinois qui constitue la

(1) Il y a bien eu une importation de peaux de lièvres et de lapins en France, mais relativement peu importante. La douane fournit, pour 1864, pour une valeur de 1,066,205 francs; ce qui, à 40 francs, produirait plus de 2 millions et demi de peaux.

(2) En 1863, les registres de l'octroi de Paris accusent une entrée de : 193,899 lièvres et 1,914,579 lapins vendus aux halles. On admet qu'un dixième en sus est porté sous la rubrique, volailles et gibier, et n'est, par conséquent, pas compris dans le chiffre ci-dessus. Un relevé de l'octroi, pour 1864, n'a pas encore pu être présenté.

(3) Extrait de l'enquête officielle sur les engrais industriels, ouverte en 1864 et dirigée par la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chine proprement dite, comprise entre la Grande Muraille, la mer et les premières montagnes du Thibet, est de près de quatre habitants par hectare, et que dans certaines provinces, grandes comme le tiers de la France, comme la province de Kiang-nan par exemple, cette moyenne s'élève jusqu'à dix habitants. Il est même quelques grandes plaines comme celles de Pékin ou de Tchentou, tout près du Thibet, où l'on compte quinze et dix-sept habitants.

« On se demande alors, continue l'auteur, comment et par quels moyens cet extrême développement a pu se faire et se maintenir, tandis qu'en France c'est avec la plus grande peine que le sol nourrit une faible moyenne qui n'atteint même pas un habitant par hectare.

« Les causes en sont multiples. Sans doute, le climat, l'industrie des Chinois, leur sobriété même, la fertilité du sol peuvent, jusqu'à un certain point, expliquer ce phénomène; mais le principal motif en est, assurément, dans l'art avec lequel on recueille et distribue l'engrais. Il ne faut point oublier que, pour soutenir ainsi cette masse énorme de population, il a été nécessaire d'avoir recours aux récoltes capables de fournir la plus grande somme de matières alimentaires, et que ce sont précisément les plus épuisantes de toutes. Il ne peut être question, en Chine, de faire alterner les plantes, de façon à ne pas toujours exiger du sol la même quantité de produits; la jachère, comme nous l'entendons, y est impossible; la terre doit produire sans cesse, et encore n'est-ce qu'en

---

commission suivante, sous la présidence de S. Exc. M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics :

MM. Dumas, sénateur, membre de l'Institut, vice-Président;
Élie de Beaumont, sénateur, membre de l'Institut;
Josseau, député au Corps législatif;
Heurtier, conseiller d'État;
Lestiboudois, id.;
Bayle-Mouillard, conseiller à la Cour de cassation;
De Raynal, premier avocat général à la Cour de cassation;
Boussingault, membre de l'Institut;
Dailly, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture de France;
Valette, propriétaire dans l'Indre;
De Monny de Mornay, directeur de l'agriculture;
Tisserand, chef de la division des établissements agricoles de la Couronne;
Bella, directeur de l'École impériale d'agriculture de Grignon;
Hervé-Mangon, ingénieur, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers et à l'École impériale des ponts et chaussées;
Al. Simon, chef du cabinet du Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, secrétaire;
Porlier, chef de bureau au Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, secrétaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se couvrant chaque année, et souvent même deux fois par an, des plus riches récoltes, qu'elle parvient à satisfaire aux impérieux besoins de ses quatre cents millions d'habitants. Il est telles contrées où, depuis un temps immémorial, on ne cultive absolument que la même plante. Dans la plaine de Pékin, dont il a été question plus haut, le blé succède au blé, ou au millet, ou au sorgho, sans trêve ni merci. Dans la plaine de Tchentou, qui a près de 40 lieues de diamètre, chaque été amène les mêmes moissons de riz, et depuis des siècles on ne s'est pas encore aperçu qu'elles aient diminué. Aussi l'hectare rapporte jusqu'à 7, 8 et 9,000 kilogr. de riz, et vaut 30,000 francs!

« Il n'y a aucun sol, de quelque fertilité qu'on le suppose doué naturellement, que ne finissent par épuiser de pareils efforts, et, si celui de la Chine a pu, jusqu'ici, conserver sa puissance, c'est avec le secours que les cultivateurs lui fournissent et qu'ils trouvent dans l'engrais humain, le seul, presque, qui existe chez eux. Aussi non-seulement ils ne gaspillent ni ne laissent perdre la moindre matière capable de former engrais, mais ils ne dispensent cet engrais au sol qu'avec avarice et pour ainsi dire avec artifice; ce n'est que de cette manière qu'ils réussissent à amener leurs récoltes à maturité. Nos méthodes d'enfouir l'engrais plus ou moins longtemps à l'avance, ou même de donner en une fois à la récolte toute la quantité d'engrais dont elle aura besoin dans le cours de la végétation, leur paraîtraient trop dispendieuses. La perte de matières fertilisantes qui en résulte par l'évaporation, l'inertie de la trop grande saturation, constitueraient un déficit énorme dans les productions.

« Sauf le cas qui se présente de temps en temps où, pour aérer le sol des rizières autant que pour le fumer, le cultivateur chinois enfouit une coupe de trèfle ou de luzerne, il ne met pas ordinairement d'engrais à l'avance et ne donne d'aliment à sa graine, en la semant, que ce qu'elle en peut retenir avec elle par le pralinage auquel on la soumet.

« Ce n'est que quand la plante a quelques feuilles, que le cultivateur chinois commence à lui donner un peu d'engrais, et il renouvelle cette opération autant de fois, mais pas plus, que cela est nécessaire, jusqu'à la récolte. Une mère n'est pas plus attentive aux besoins de son enfant, ne les épie pas avec plus de soin, n'est pas plus prête à les prévenir, ne les satisfait pas avec plus de générosité et en même temps avec autant de sage économie que le cultivateur chinois ne le fait pour ceux de sa plante. Dès qu'elle est semée, il la veille, la suit, l'observe avec une vigilance incessante; l'indice le moins apparent est un signe auquel il obéit sur-le-champ; sarclage, arrosement, nourriture, il ne lui ménage rien, mais il ne les lui donne qu'au fur et à mesure de ses besoins.

« La forme liquide sous laquelle l'engrais se rencontre le plus souvent en Chine fait, à la vérité, qu'il se prête parfaitement à cet emploi et qu'on peut le répandre pendant la végétation aussi bien qu'avant. Cependant il en est qui ne sont pas naturellement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sous une forme aussi commode; mais les Chinois les ramènent à l'état liquide ou pulvérulent par des préparations spéciales (1).

« A l'exception de l'engrais vert auquel on consacre seulement la cornille, le trèfle, la lupuline ou la luzerne, tous les autres engrais des Chinois peuvent donc être rangés en deux catégories : les engrais liquides et les engrais pulvérulents. Cependant, dans le nord de la Chine, où l'on ne peut obtenir qu'une récolte dans l'année, on a pris l'habitude de mettre la matière fécale sous forme pulvérulente afin d'en rendre la conservation plus facile pendant la saison d'hiver, et, comme il y a un excédant d'engrais, on l'envoie dans le sud où il y a deux récoltes.

« La première catégorie d'engrais ne comprend guère que les matières fécales humaines, les excréments des animaux et surtoût du porc.

« Dans la seconde, viennent se placer les vases et boues provenant du curage des canaux, les détritus d'herbes aquatiques et autres, les tourteaux de pois oléagineux, les tourteaux de graines de coton, qui ont aussi servi à la fabrication de l'huile, les composts formés de débris de diverses provenances, varechs, poissons, chiffons, os et sang des animaux.

« Le plus important de tous est l'engrais humain. Il joue absolument, dans la culture chinoise, le même rôle que le fumier de ferme dans la nôtre; c'est lui qui en fait le fond principal. Aussi, par nécessité autant que par habitude, les Chinois en sont arrivés à ne pas l'employer avec plus de répugnance que nous n'en avons pour le fumier de ferme. Il y a même, dans l'indifférence qu'ils apportent aux manipulations qu'il exige, quelque chose de plus, et peut-être cette indifférence n'est-elle bien, en cette occasion, qu'une application du sentiment qui leur fait traiter et repousser comme autant de préjugés puérils toutes considérations contraires aux intérêts de la production.

« Du reste, cette indifférence va très-loin et ne s'arrête pas, comme en France, aux portes des villes, où les senteurs de la ferme affecteraient jusqu'à la plainte l'odorat si sensible et si délicat des habitants. Les citadins chinois n'en sont pas là. Il n'y a pas de fosses d'aisances dans leurs villes; elles sont remplacées par des vases que, tous les matins, les paysans qui ont un abonnement avec plusieurs maisons viennent enlever et nettoyer. Cette opération se fait dans la rue, sur le bord des canaux qui traversent les villes, sur les places publiques, et personne ne songe même à s'en apercevoir. Souvent, au lieu des paysans, ce sont des entrepreneurs qui viennent régulièrement chaque jour enlever les vidanges qu'ils ont achetées. Dans ce cas, ils les déposent dans des fosses qu'ils établissent où bon leur semble dans leurs quartiers, et au-dessus desquelles ils disposent des siéges, de façon à en faire des lieux d'aisances publics.

« Dans les premiers jours de mon arrivée, mes instincts d'Européen ne manquaient

---

(1) Quand on emploie l'engrais à l'état pulvérulent on gratte un peu la terre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas de s'offusquer, je l'avoue, chaque fois que je rencontrais de pareils établissements ; mais on ne tarde pas à s'y habituer, et maintenant que mon impartialité n'est plus influencée par ces premières impressions, si je continue à trouver nos méthodes inodores préférables au point de vue de la propreté, je me demande si cet avantage ne serait pas payé bien cher, si l'on ne devait jamais le réaliser qu'au prix des pertes énormes de matières fertilisantes qui en résultent.

« Il faut bien convenir que les rues des villes chinoises ne peuvent être comparées à celles des villes de France sous le rapport de la propreté, etc.; mais on ne doit pas moins s'étonner de l'état dans lequel elles se trouvent, quand on se rappelle qu'il n'y a pas, en Chine, de police chargée de la voirie. Ce qui cause la saleté n'est, en définitive, que de la terre transformée en boue par la moindre pluie et des débris de briques ou de pierres ; mais, quant aux substances capables de se décomposer, il est bien rare qu'on en laisse traîner. On peut se reposer du soin de les enlever sur les cultivateurs chinois, qui s'en acquittent beaucoup mieux, on peut le croire, que les vautours du Caire et tant d'autres agents très-vantés de la salubrité publique. Pour eux, ils n'ont aucune préférence ; les moindres débris, animaux ou végétaux, sont des proies sur lesquelles ils se jettent avec une égale âpreté. Du reste, cette économie de tout, qui recueille tout et ne laisse absolument perdre rien qui vaille, cette économie qui les rend si insouciants de ce genre de propreté, qu'ils appelleraient propreté de convention, engendre dans l'intérieur des maisons, dans les cours des fermes, des villages une propreté réelle, absolue, bien supérieure, je n'hésite pas à le déclarer malgré les réclamations dont cette assertion pourra être l'objet de la part des Européens qui ne voient que Shang-haï et Canton, à celle du plus grand nombre de nos villages. Sur les chemins, dans la campagne, il faut bien quelquefois se déranger pour laisser passer un homme chargé de deux seaux dans lesquels il porte à son champ les éléments d'une récolte ; on rencontre bien aussi, de distance en distance, des lieux d'aisances publics comme à la ville ; on est bien surpris par d'énormes jarres enfoncées au bout des champs, et contenant l'engrais dont ils doivent être nourris ; enfin, à la porte des villages et des maisons, on voit bien rangées contre les haies et les murailles un nombre plus ou moins grand de ces mêmes jarres ; le contenu en est déguisé par quelques feuilles de nénuphar qui empêchent la volatilisation des gaz ; mais les cours sont dallées, et on n'enfonce pas, comme dans la plupart de nos fermes de France, dans une boue produite par le fumier et le purin qui s'écoule et se perd.

« Je n'ai pas encore appris que les Chinois se soient jamais donné la peine de chercher quelque moyen de désinfecter leurs matières fécales, et vraiment on comprend qu'ils n'en aient pas seulement l'idée. Lors même, en effet, qu'ils auraient découvert un tel moyen, ils n'auraient pas le temps de s'en servir, car ils emploient l'engrais presque au fur et à mesure de sa production, et ils ne peuvent pas en avoir beaucoup

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus de 100 kilog. d'avance. L'engrais humain en pâte liquide coûte au cultivateur 70 à 80 sapèques (30 à 40 centimes) la charge de 60 kilogrammes (1).

« Arrivé chez lui, le cultivateur verse l'engrais dans les jarres en terre dont nous avons parlé, et qui peuvent contenir 30 à 40 kilog. Avant de l'employer il attend, s'il le peut, qu'il y ait un commencement de décomposition ; puis il prend le contenu d'une jarre et le versant dans une autre jarre à côté, il le mélange avec douze ou quinze fois son volume d'eau, suivant la force de la plante qu'il veut arroser. Si le champ est éloigné de l'habitation, le mélange se fait dans une jarre enfouie à l'une de ses extrémités et dans laquelle la pâte à délayer est apportée. Quant à l'eau, elle se trouve toujours à portée, soit que les canaux l'y mettent naturellement, soit qu'on l'y amène par des chapelets d'irrigation.

« Dès que le mélange est bien opéré, on le transporte dans le champ au moyen de seaux dans lesquels on puise avec une sorte de grande cuiller en bois emmanchée à une tige de bambou, et on le répand sur la récolte. J'ai remarqué que les cultivateurs ne délayaient jamais que la quantité d'engrais dont ils pouvaient avoir besoin immédiatement, et qu'ils se hâtaient d'en faire l'emploi dès que le mélange était à point, en sorte que la perte de gaz était presque nulle.

« L'engrais humain est appliqué à toutes les récoltes, mais surtout à l'orge, au blé, au coton, au sarrasin, à l'igname, aux fèves, aux légumes, et toujours en couverture. On choisit, autant que possible, un temps couvert pour le répandre. Quand il s'agit d'un champ de riz en végétation, qui, par exception, réclame une deuxième ou troisième fumure, on retire l'eau, si c'est possible, pendant vingt-quatre heures. Quelquefois on place l'engrais à l'entrée des rigoles, et c'est l'eau qui le délaye et l'entraîne.

« La manière dont les Chinois usent de l'engrais ne permet guère de dire, d'une manière précise, combien ils en emploient, puisque cela dépend uniquement des besoins de la récolte. Cependant, quelle que soit cette récolte, on estime généralement à 1,000 ou 1,100 sapèques (5 ou 6 francs) la fumure d'un *méou* de terre (un dixième d'hectare) ; ce qui fait à peu près dix ou douze charges de 60 kilog. en pâte par méou, ou 5,000 kilog. valant 40 à 45 francs par hectare.

« Les excréments de bœufs, chèvres, buffles, ânes, etc., sont traités absolument de la même façon que les matières fécales, avec lesquelles on les mélange très-souvent. On en retire les pailles et débris qui ne peuvent se diviser dans l'eau, et on les met en tas pour les faire pourrir. Cet engrais sert surtout pour le blé et pour le coton ; on estime qu'il en faut 900 kilog. pour remplacer parfaitement les 600 kilog. de matières fécales employées par méou. Le fumier des animaux des villes revient, tel qu'on le ramasse, avec les débris de paille qu'il contient, à 100 sapèques les 100 kilog. ; il est presque pulvérulent et ne renferme que peu de paille.

---

(1) Il ne s'agit là que du produit des fosses, car on ne fait rien des urines rendues isolément.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Les excréments de porcs sont préparés souvent d'une façon différente. A Chusan, on les mélange, par parties égales, avec des terres argileuses, et on leur donne, pour les conserver, la forme de petits cylindres du poids de 5 à 600 grammes. Quand on veut s'en servir, on les mélange avec de l'eau, de façon à pouvoir les répandre sur les plantes. Cet engrais est réservé pour les terres maigres et pierreuses des montagnes, quelles que soient les récoltes qu'elles supportent. Employé à la dose de 200 kilog. par méou, qui remplace les 150 kilog. de matières fécales, il revient à 200 ou 300 sapèques (1^{f},25 à 1^{f},50) les 100 kilog., soit de 25 à 30 francs les 2,000 kilog. Mais, ordinairement, il ne sert pas seul ; on le complète par une légère fumure de matières fécales, que l'on répand quinze jours ou trois semaines après.

« Les vases et les boues que l'on retire des canaux sont très-estimées, surtout pour le coton et le blé. Elles ne coûtent que la peine de les recueillir, et peuvent être appliquées à grandes doses, sans avoir l'inconvénient d'exagérer le développement foliacé du coton. On les répand sur le terrain, après l'ensemencement, par couches de 5 à 6 centimètres. Quelquefois, dans le cours de la végétation, on en ajoute encore au pied des blés pour les rechausser.

« Les détritus d'herbes aquatiques, de varechs, etc., sont mis en tas, mélangés avec des terres brûlées, arrosés fréquemment avec de l'eau douce, remués de temps en temps, et, quand ils sont réduits en terreau, on les emploie en couverture sur le coton, à la dose de 500 kilog. par méou. On complète la fumure avec quelques charges de matières fécales.

« Le terreau de plantes et de feuilles, mélangé de sable, sert à remplir les trous du plantoir, pour le blé, le riz, le coton, les légumes, et à les rechausser de temps en temps. On s'en sert encore avec beaucoup d'avantages pour les bambous. Souvent on met les plantes en tas, et, après y avoir mis le feu, on les couvre de terre, pour empêcher l'activité de la combustion. On a ainsi un terreau de cendres, qui n'a presque rien perdu des éléments fertilisants que contiennent les plantes.

« Parmi les engrais pulvérulents les plus estimés, le plus recherché est le tourteau de pois oléagineux. Il est en pains ronds ou carrés du poids de 2 à 2 1/2 kilog., et revient à 50 sapèques le kilogramme et demi (0^{f},25). Si on l'employait seul, il en faudrait 30 à 35 kilog. par méou, soit par hectare 450 à 525 kilog., au prix de 70 à 90 fr. Le tourteau de pois est à Chusan, comme à Shang-haï, le plus cher des engrais ; mais il est rare qu'on l'emploie seul, et, le plus souvent, il ne vient que suppléer à l'insuffisance des matières fécales, et seulement pour le riz et les légumes ; le coton et le blé ne sont pas jugés dignes d'un tel engrais. On l'applique encore sur les plantes qui paraissent souffrir dans le cours de leur végétation, par exemple quand le riz, au moment où il va fleurir, ne présente pas l'apparence vigoureuse désirable. Il produit alors l'effet d'un cordial puissant qui prépare le riz à l'émission de ses épis (1). Son action est

(1) Le tourteau de pois oléagineux est très-riche en matière caséeuse. (M. Boussingault.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

immédiate et peut être appréciée dans les trente-six heures qui suivent son application, même sur les plantes les plus grêles et les plus jaunes. Les cultivateurs chinois n'emploient le tourteau de pois qu'avec beaucoup de circonspection, et seulement au moment précis où il peut remplir le but désiré, car il a, par son énergie même, l'inconvénient de pousser à la feuille au détriment du grain. On répand le tourteau réduit en grains de la grosseur d'un pois, par un temps sec et quaud la rosée du matin commence à disparaître, de façon qu'il tombe le plus près possible de la plante.

« Le tourteau de coton est, pour ainsi dire, un succédané du précédent, et s'emploie de la même façon et dans les mêmes circonstances. Il en faut un peu plus, et il vaut un peu moins ; son action est plus lente, et par conséquent il n'offre pas pour les plantes les mêmes dangers. Quand le riz a été semé sur engrais vert, on remplace volontiers les fumures subséquentes de matières fécales par 25 kilog. de tourteau de coton, du prix de 25 centimes l'un, par méou.

« Les débris divers, comme os, plumes, crins, cheveux, cornes, chiffons, sont soumis à une torréfaction préalable, pulvérisés, puis réunis en proportions variables, et arrosés tantôt avec de l'eau pure, tantôt avec de l'urine. L'engrais ainsi obtenu est très-énergique ; on ne l'emploie guère que mélangé à une quantité égale de terre, et à très-faible dose au pied des plantes ; mais, le plus souvent, on s'en sert pour praliner les grains avant de les semer.

« Le pralinage est un procédé agricole connu et pratiqué en Chine depuis l'antiquité la plus reculée. Le *Tcheou-li* ou Rites de la dynastie des Tchéou, publié il y a plus de trois mille ans, et traduit par Ed. Biot en 1841, entre à ce sujet dans de grands détails. Ce pralinage est appliqué, d'une manière plus ou moins complète, à la plupart des espèces de grains, et la substance la plus employée à cet usage est le sang des animaux, surtout le sang de porc, qui est le plus abondant. On le coagule et on le mélange avec des cendres de paille de riz, que l'on remue jusqu'à ce que le tout soit passé à l'état de pâte consistante. On étend ensuite la matière et on la fait sécher au soleil. Une fois sèche, on la rejette dans une nouvelle quantité de sang, et l'on fait encore sécher. On recommence cette opération jusqu'à trois fois, et enfin, quand, après la dernière, le mélange est complétement sec, on le réduit en poussière très-fine, et c'est dans cet état qu'on l'emploie pour le pralinage, lequel se fait en trempant les grains dans l'eau et en les brassant dans cette poussière quelques heures seulement avant les semailles.

« De tout ce qui vient d'être dit, il résulte :

« 1° Que l'engrais est plus cher, par conséquent plus rare en Chine qu'en France ;

« 2° Qu'on en emploie moins pour une même surface ;

« 3° Que le mode d'application en est tout différent de ce qui se fait généralement en France, et que cette différence est tout à l'avantage de la Chine.

« Cependant, si rare que soit l'engrais, il le serait encore plus ; si faible que soit la quantité qu'on en emploie, elle serait encore plus faible ; si grands que soient les avantages qui résultent de son mode d'emploi, ils seraient insuffisants, eu égard à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

densité de la population, sans un agent qui apporte avec lui des éléments de fertilité considérables, qui est répandu sur une très-grande surface de territoire, et qui, partout où il passe, supprime presque tout autre engrais : je veux parler de l'irrigation.

« L'irrigation s'applique au riz et au blé, sur tout dans le midi de la Chine ; elle se fait d'une manière courante, et les Chinois utilisent toutes les eaux pour la produire. Les travaux généraux, tels que l'ouverture et le curage des grands canaux, sont faits par des corvées volontaires fournies par les hameaux ou les villages intéressés, dont les plus riches habitants ont, en outre, à supporter les fortes dépenses qui résultent de l'établissement des réservoirs, écluses et ponts.

« Les exploitations agricoles sont très-divisées ; ainsi la plus grande culture dans le midi de la Chine ne dépasse pas 8 à 10 hectares. Le personnel employé est très-nombreux ; pour une étendue de 35 à 40 ares, par exemple, on compte quelquefois jusqu'à trente personnes. Il est vrai que la main-d'œuvre est à très-bon marché ; le salaire d'un homme est à peu près de 25 centimes par jour, plus la nourriture, ou de 50 centimes quand on ne le nourrit pas ; sur ces 50 centimes, le Chinois, qui est, en général, très-sobre, n'en dépense, pour vivre, que la moitié.

« Voici quels sont, en temps ordinaire, les prix de différents objets d'un usage journalier, ainsi que quelques prix de main-d'œuvre :

	fr. c.
Une paire de souliers de paille	0,11
Chapeau de paille	0,12
Une écuellée de riz cuit avec poisson (il en faut deux ou trois pour un repas)	0,05
Un petit pain d'une livre	0,13
Riz, les 60k,50	12,00
Blé, id.	10,00
Maïs, id.	7,00
Viande de porc, les 640 grammes	0,32
Viande de bœuf, id.	de 0,11 à 0,12
Viande de mouton, id.	0,25
Une paire de souliers velours coton	2,50 à 3,00
Un bonnet de feutre à bord	0,50 à 1,00
Un bonnet de feutre simple	0,10
Une robe d'hiver ouatée coton	7,50 à 10,00
Une pèlerine	7,50
Un collet	0,50
Une paire de grands bas de feutre	0,50
Tabac à fumer, les 640 gr.	0,25 à 0,75
Une tasse de thé	0,01
Vin chinois de sorgho (eau-de-vie), les 640 gr.	0,13 à 0,14
Bière de riz	0,15
Vin de riz (eau-de-vie)	0,30

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	fr. c.	fr. c.
Chandelles..	0,35 à	0,40
Un coucher à l'auberge.		0,04
Main-d'œuvre sans nourriture, à la campagne, la journée.	0,12 à	0,15
La journée pour planter le riz.		0,20
La journée pour le battre.	0,25 à	0,30
Un ouvrier d'art.	0,45 à	0,50

A la campagne, on paye un ouvrier d'art 0f,20 et on le nourrit.
Un ouvrier maître reçoit 0f,05 de plus.

Un porteur de chaise (on le nourrit) se paye.	0,25

(M.)

COMBUSTIBLES.

SUR LA VARIÉTÉ DE HOUILLE DITE CANNEL-COAL DU FLINTSHIRE (ANGLETERRE).

Il a été question, déjà bien des fois, de ces nombreuses variétés de liquides inflammables, introduites dans le commerce sous le nom d'*huiles minérales*. De la fabrication et de l'emploi de ces huiles date une époque que l'histoire commerciale de ces dernières années doit enregistrer, car elle est remarquable à la fois et par l'impulsion qu'elle a imprimée à certaines industries, et par l'importance extraordinaire des affaires auxquelles les huiles elles-mêmes ont donné et donnent encore lieu aujourd'hui. Il n'y a pas plus de quatorze à quinze ans que ces huiles ont fait leur apparition. En 1850, M. James Young a pris, au sujet de leur traitement, une patente qu'on peut regarder comme l'une de celles qui ont peut-être donné lieu au plus grand nombre de procès, si bien qu'entre cette date et l'époque où nous sommes on peut, en quelque sorte, retrouver les documents les plus complets sur l'histoire commerciale des huiles dont nous parlons.

On sait, sans qu'il soit besoin d'entrer dans de plus longues explications, qu'on donne, en général, le nom d'huiles minérales aux différentes variétés d'huiles qu'on extrait du pétrole, du bitume ou de la houille; or ce sont les huiles de cette dernière origine qui nous occuperont plus particulièrement ici, et à cet égard notre intention est d'appeler l'attention sur une intéressante variété de houille, qu'on exploite dans le Flintshire (Angleterre), et qui est connue sous le nom de *cannel-coal* de Leeswood.

A l'époque où M. Young prit cette fameuse patente dont nous avons parlé plus haut, on commençait déjà à s'occuper activement de trouver des applications aux différents liquides obtenus par le traitement chimique de plusieurs pétroles naturels. C'est ainsi que M. Young lui-même avait fini par utiliser certain pétrole trouvé dans le Der-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

byshire, mais dont la source n'avait pas tardé à s'épuiser. A la même époque, et simultanément, dans le Dorsetshire, et à Autun, en France, on distillait des schistes dont on tirait un excellent parti (1).

Vers 1851 ou 1852, l'importation d'une assez grande quantité de pétrole de Rangoun (Empire birman) vint donner une nouvelle impulsion à ces premiers essais de l'industrie nouvelle; ce pétrole était connu et analysé depuis longtemps déjà, mais jusqu'alors il n'était venu en Europe qu'à l'état de simple échantillon. Un autre fait qui contribua également à donner de l'importance à la question fut la découverte, près de Bathgate, en Écosse, d'une nouvelle substance minérale, espèce de charbon ayant reçu le nom de *boghead*, et fournissant beaucoup plus de produits huileux que toutes les autres substances minérales connues. Le charbon de boghead et le pétrole de Rangoun furent donc, jusqu'à l'époque de la découverte du pétrole d'Amérique, les principales sources d'où le commerce de l'Angleterre tira son huile minérale. Mais le premier étant presque entièrement la propriété de MM. James Young et comp., et le second celle de l'importante maison de Londres, Charles Price et comp., la concurrence était difficile; aussi l'excellence des produits fournis par le boghead d'Écosse excita-t-elle la fièvre des recherches. Bien des essais furent tentés, qui ne donnèrent d'abord que de médiocres résultats, lorsque tout à coup, en 1858, on annonça à Leeswood-Green, dans le Flintshire, la découverte d'un rival du boghead d'Écosse.

Il existe dans ce comté un gisement de houille, dont la tradition et certains documents authentiques font remonter la découverte jusqu'au règne d'Edouard III; l'étendue en est limitée et n'a, d'après les estimations, que 60,000 acres de superficie (24,280 hectares). Les couches ne sont pas situées à une très-grande profondeur, car la plus importante, c'est-à-dire celle dont l'exploitation se faisait au niveau le plus bas avant la découverte dont nous allons parler, ne se trouve qu'à 125 yards (114^{m},25) au-dessous de la surface du sol; et en effet, jusqu'à ces derniers temps, il était rare qu'on trouvât dans ce district minier un puits dont la profondeur dépassât 150 yards (137 mètres).

On a souvent remarqué que les principales découvertes ont lieu précisement aux époques où le besoin s'en fait le plus généralement sentir. Vraie ou fausse, cette assertion trouve ici un appui incontestable, car jamais rencontre n'a été plus opportune que celle de la riche variété de houille faite à Leeswood-Green.

Comme il arrive presque toujours en pareil cas, c'est le hasard qui a joué le principal rôle dans cette découverte. En poussant une petite galerie de reconnaissance dans les vieux travaux, et sur un point où existait une dislocation des couches, on constata une véritable *faille* ou rejet de ces couches, et on découvrit à l'extrémité de

(1) Nous croyons que l'auteur commet une erreur en faisant remonter à 1850 le commencement de l'exploitation des schistes d'Autun; cette exploitation, qui n'est pas la seule en France, a une origine plus ancienne. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la galerie une espèce de schiste, que des recherches habilement dirigées firent reconnaître pour être le *toit* d'une couche de véritable houille dite *cannel*. Cette couche, qui se compose de plusieurs veines, est d'une notable épaisseur et fournit un combustible d'une richesse remarquable.

Le boghead d'Écosse est-il du charbon ou du schiste ? C'est là une question sur laquelle on est loin d'être d'accord. La justice anglaise a, il est vrai, décidé, en matière commerciale, que c'était du charbon ; mais la science est loin d'être de cet avis, car il est bon nombre de savants qui ne voient dans le boghead qu'un schiste bitumineux extrêmement riche. Avec le nouveau combustible de Leeswood, point de doute à avoir ; c'est de la vraie houille *cannel* présentant cette particularité, qu'à la distillation elle fournit des hydrocarbures liquides d'une abondance et d'une qualité au moins égales à celles du boghead d'Écosse.

Ceux qui affirment que le boghead est un schiste donnent, comme principal argument en faveur de leur opinion, que la distillation ne laisse pour résidu qu'une espèce de coke très-impur, dont les cendres chargées d'une forte proportion d'alumine le rendent tout à fait impropre à la combustion. Avec le *cannel-coal* de Leeswood, le cas est différent, et sa distillation fournit, au contraire, un coke compacte d'excellente qualité. C'est, du reste, ce qu'avaient déjà déclaré, en 1859-60, MM. Fyfe, d'Aberdeen, et Keates, de Londres, qui, dans des rapports circonstanciés basés sur de scrupuleuses analyses, ont établi que ce précieux combustible non-seulement était un charbon à gaz très-riche, mais encore était capable de fournir des huiles en grande quantité. Aussi, depuis cette époque, a-t-il acquis une réputation que chaque jour a vue grandir, et à laquelle n'a pas peu contribué l'opinion des deux habiles chimistes que nous venons de citer.

Ce qui constitue le principal caractère du combustible de Leeswood, c'est son extrême richesse en bitume. Un petit morceau jeté dans le feu s'enflamme instantanément et brûle avec une flamme blanche très-vive, en déposant en même temps une très-grande quantité de carbone ; distillé, au contraire, à une température convenable, il fournit un gaz très-abondant et dont le pouvoir lumineux est très-élevé. La couche découverte sur une épaisseur totale de 6 pieds (1^m,80) comprend quatre veines de charbon de différentes qualités, mais toutes plus ou moins riches en hydrocarbures liquides.

La première, celle du dessus, est la moins riche ; elle se compose d'un charbon schisteux qui, distillé à basse température, fournit, par tonne anglaise, de 1,015^k,32 à 35 gallons (145^l,30 à 158^l,90) d'huile brute.

La seconde, en descendant, désignée sous le nom de *smooth-cannel* (charbon doux) donne 40 à 45 gallons d'huile (181^l,60 à 204^l,30), et laisse un coke excellent, remarquable par sa ressemblance avec le charbon végétal provenant d'un bois très-dur.

La troisième est regardée comme la plus riche ; son charbon, appelé *curly-coal*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(charbon tordu) en raison des lignes tourmentées que présente sa cassure, produit, par tonne, de 75 à 80 gallons d'huile (340l,50 à 360l,20).

La quatrième enfin, dite la veine du fond (*bottom-cannel*), ressemble beaucoup à la seconde, mais elle en diffère cependant par l'infériorité de qualité de son coke.

Telle est la composition de cette importante et précieuse couche de charbon, qui se trouve à 200 yards environ (182m,80) de profondeur, et qui offre en outre l'avantage de reposer sur un banc de minerai de fer et d'argile d'excellente qualité. Sa découverte a donc été extrêmement précieuse au point de vue de la fabrication des huiles minérales, et, bien que l'extraction en soit et en doive rester, malheureusement, assez limitée, il n'en est pas moins vrai qu'elle a eu pour le commerce et les consommateurs l'avantage de faire cesser le monopole créé par le boghead d'Écosse.

Les huiles minérales qu'on extrait du boghead et du charbon de Leeswood sont des huiles de paraffine, dont, par conséquent, la composition chimique diffère essentiellement de celle des huiles provenant de la distillation de la houille bitumineuse ordinaire ou du goudron minéral. La grande quantité de paraffine qu'elles renferment trouve, comme on sait, son application dans la fabrication des bougies, où elle remplace avec avantage le sperma ceti primitivement employé. Les affaires auxquelles cet article donne lieu en Angleterre sont considérables.

Le pétrole d'Amérique, il est vrai, a bien cherché, dans ces derniers temps, à faire, en quelque sorte, la loi sur le marché; mais qu'on choisisse, parmi les houilles de l'Angleterre, celles qui sont les plus convenables pour la distillation (et certes elles ne manquent pas), et elles réussiront, comme le fait déjà dans une certaine mesure celle du Flintshire, à soutenir la concurrence, car il est prouvé qu'elles peuvent fournir des huiles de prix inférieurs à ceux de leurs rivales.

(*The Technologist.*)

(M.)

ARTS PHYSIQUES.

SUR LES PARATONNERRES ET SUR QUELQUES EXPÉRIENCES FAITES AVEC L'ÉTINCELLE D'INDUCTION ET LES BATTERIES DE LEYDE; PAR M. MELSENS, MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BRUXELLES.

Parmi les divers projets que je comptais soumettre à l'examen de la classe, relatifs à l'établissement de paratonnerres sur l'Hôtel de ville de Bruxelles, il y en a un qui diffère en quelques points essentiels de ce qui s'est fait jusqu'aujourd'hui; en effet, je pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pose, entre autres, des conducteurs multiples d'un diamètre faible, au lieu d'un conducteur unique ; mais il est bien entendu que la somme des sections des conducteurs multiples serait au moins égale à la section d'un conducteur carré de $0^m,020$ de côté, ou d'un cylindre ayant $0^m,020$ de diamètre.

Dans le cas particulier de l'Hôtel de ville, je proposais huit conducteurs en fil de fer galvanisé d'un diamètre de $0^m,007$ au *minimum*, ne pensant pas devoir dépasser le diamètre de $0^m,010$; la section correspondante au premier chiffre équivaut à 308 millimètres carrés; celle du deuxième équivaut à 608 millimètres carrés. On peut les considérer comme suffisantes, puisque celle des conducteurs uniques varie entre 314 et 400 millimètres carrés ; je reviendrai sur le métal à employer et la forme à donner aux conducteurs, quand j'aurai pu terminer la rédaction que l'Académie m'a fait l'honneur de me demander à la suite de la discussion qui a eu lieu dans la séance du 4 mars 1865.

Pour rendre ce travail plus complet, ou mieux pour bien poser vis-à-vis de la classe quelques questions qui se rattachent à l'établissement de paratonnerres que l'on croit pouvoir rendre à la fois *préventifs* et *préservatifs*, je me suis occupé d'expériences sur l'électricité des batteries de Leyde, et sur l'étincelle d'induction des grandes bobines de Ruhmkorff. Cette note n'a d'autre but que de prendre date sur deux faits principaux qui me paraissent offrir de l'intérêt, et qui ont attiré l'attention des savants qui en ont été témoins.

Le projet de paratonnerres pour l'Hôtel de ville de Bruxelles qui me paraît offrir le plus de sécurité et le plus d'avantage consiste, en dernière analyse, à envelopper cet édifice dans une cage métallique que l'on pourrait parfaitement déguiser dans les anfractuosités des maçonneries ; les pointes ou tiges sont très-multipliées et transforment la tour et l'édifice en une grande aigrette ; les communications de cette cage métallique avec le sol sont multiples ; en effet, les extrémités des conducteurs se rendent dans un puits; des bifurcations ou des conducteurs spéciaux les mettent en communication avec les conduits de la distribution de l'eau potable d'une part et des tuyaux du gaz de l'autre.

La disposition de l'ensemble permet une vérification rapide, simple, certaine et facile de la partie aérienne du paratonnerre, comme elle permet aussi de s'assurer de la conductibilité ou du bon état de la partie souterraine.

J'évite dans ce moment tous les détails, mais je ne puis que de nouveau exprimer le regret qu'il n'entre pas dans les vues de la classe de nommer une commission permanente pour l'examen de toutes les questions qui se rattachent aux paratonnerres, aux coups de foudre, etc.

Malgré ma vive répugnance à prendre seul la responsabilité d'un système quelconque de paratonnerre, je propose d'en faire placer un provisoirement, basé sur les données générales que je viens de poser. J'ai lieu de croire qu'il préservera l'édifice jusqu'à l'époque où la question aura été examinée avec le plus grand soin et que nous con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

naîtrons le supplément aux instructions anciennes promis, depuis le 11 août 1862, par M. Pouillet, le savant rapporteur de l'Institut de France.

Un premier point à étudier dans le projet de paratonnerre nouveau que j'ai proposé, et qui me paraît réunir toutes les qualités qui peuvent faire considérer cet appareil comme jouissant d'un *maximum* de propriétés préventives et préservatives, consistait à bien se rendre compte que les dérivations produites par une série de conducteurs permettent de constater parfaitement les principes que Gay-Lussac a publiés dans l'instruction de 1823.

Cet illustre savant disait :

« La matière électrique tend toujours à se répandre dans les conducteurs et à s'y « mettre en équilibre; elle se partage entre eux en raison de leur forme et princi- « palement de l'étendue de leur surface. Il en résulte que, si l'on fait communi- « quer un corps qui en soit chargé avec la surface immense de la terre, il n'en conser- « vera pas sensiblement. Il suffit donc, pour dépouiller un conducteur de sa matière « électrique, de le mettre en communication avec un sol humide.

« Si, pour conduire la matière électrique d'un corps dans la terre, on lui présente « divers conducteurs dont l'un soit beaucoup plus parfait que les autres, elle le préfé- « rera constamment; mais, s'ils ne sont pas très-différents, elle se partagera entre tous « en raison de leur capacité pour la recevoir. »

Les lois sur la propagation de l'électricité dynamique dans les conducteurs, sur la résistance au passage de l'électricité, sur les courants dérivés, les tensions, dans les conducteurs, etc..., sont-elles applicables dans les cas de décharges brusques par étincelles?

Je ne connais pas d'expérience directe faite dans cette direction; mais on sait que les lois de Ohm ont été vérifiées sur l'électricité des machines à frottement, quand cette électricité tend à s'écouler lentement dans le sol par un conducteur médiocre.

Je reviendrai sur ces expériences et sur les travaux des savants physiciens qui s'en sont occupés; en attendant, il existe peu de faits sur l'étude du partage de l'étincelle entre divers conducteurs; je me contente de citer une expérience très-élégante, faite dans cette direction, par sir W. Snow Harris, auquel on doit des travaux si remarquables et si utiles sur les paratonnerres, principalement sur leur application à la marine. J'extrais l'expérience d'un travail qui date de 1834 (1).

Un fil de fer d'une finesse extrême, terminé par deux sphères métalliques, est attaché à un fort conducteur métallique; il est traversé par la décharge d'une batterie capable de le fondre ou de le brûler (*ignite*). Si au lieu d'un fil simple on emploie deux fils pareils au conducteur, la même décharge, se partageant dans les deux fils, les laisse intacts. Il fait l'expérience dans deux conditions différentes : les fils peuvent être ter-

(1) *On the protection of ships from lightning*, by W. Snow Harris, F. R. S., etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

minés par des sphères ou par des pointes. La quantité d'électricité doit être beaucoup plus considérable pour fondre le fil, si l'on se place dans la dernière circonstance. Il conclut que, avant de parvenir à fondre un des conducteurs, l'autre doit entrer en action, et qu'on peut en déduire que tous les conducteurs fondraient à la fois ou qu'aucun ne fondrait (1).

M. Pouillet, le savant rapporteur du supplément à l'*Instruction sur les paratonnerres*, paraît se rallier du reste à cette opinion. En effet, voici ce qu'il dit après avoir discuté les causes du brisement et de la projection du câble conducteur en fil de laiton du navire *le Jupiter*. Ce câble a éte brisé par un coup de foudre, par suite de l'*insuffisance de section*, comme cause principale. (Voir *Instruction sur les paratonnerrres*, édition de 1855, page 92 (2).)

« Sans doute, si aux deux extrémités du câble, sur une longueur d'environ un dé-
« cimètre, les fils, d'abord étamés séparément, étaient ensuite soudés ensemble pour
« former en quelque sorte un cylindre métallique, jamais il n'arriverait que l'électri-
« cité naturelle ou artificielle, ayant à circuler dans la longueur entière du câble, mon-
« trât quelque préférence pour l'un ou pour l'autre de ces fils pareils : devenus soli-
« daires, ils subiraient la même loi, ils résisteraient ensemble, ils seraient fondus,
« volatilisés ensemble. »

Voici maintenant une expérience que j'ai imaginée dans le but de prouver la même chose; elle est susceptible d'être facilement montrée dans les cours : on met en contact avec la branche isolée de l'électromètre de Henley, qui sert à régler la charge d'une batterie, une petite sphère métallique creuse dans laquelle sont soudés à l'étain une douzaine de fils. Chacun de ces fils est tenu par une personne en contact avec le réservoir commun, c'est-à-dire non isolée; tenant le fil d'une main, elle appuie l'autre sur une feuille de métal qui se prolonge jusqu'à l'armature extérieure de la bouteille de Leyde de l'électromètre.

L'étincelle, unique au moment de la décharge entre les deux sphères, se partage entre les dix fils.

Peut-on en conclure que le dixième de l'étincelle environ traverse les bras de chacune des personnes qui se prêtent à l'expérience? Le phénomène est assez bien marqué pour que chacune d'elles puisse apprécier des rapports d'intensité; ainsi, avec de très-faibles charges, la commotion est très-faible, mais appréciable pour chacun des expérimentateurs; ils apprécient tous, et sans hésitation, l'effet de la commotion faible et de son intensité croissante au fur et à mesure qu'on écarte les boules entre lesquelles éclate l'étincelle unique. Les personnes qui ferment les circuits se rendent parfois compte,

(1) *We may hence infer, that previously to either of the conductors becoming fused, the other would come into action, and hence we may calculate on the fusion of the whole or none. If therefore,* etc.

(2) Voir également *Bulletin* de 1855, 2e série, t. II, p. 31.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Jusqu'à un certain point, de la conductibilité du fil métallique, la commotion se faisant mieux apprécier à travers un fil de cuivre, par exemple, qu'à travers un fil de fer de même diamètre, dans les conditions ordinaires de la bouteille de Leyde, et la perte plus forte d'électricité par suite de la résistance que les fils de fer d'un très-faible diamètre doivent offrir. Un des expérimentateurs est-il très-sensible à la commotion, il parvient, dans la plupart des cas, à apprécier la différence entre les commotions lorsqu'il tient en main un ou deux fils, c'est-à-dire qu'il distingue, même pour une faible charge, environ la 1/10e partie de l'étincelle; cependant le phénomène n'est pas toujours bien marqué.

Ce fait met hors de doute le partage de l'étincelle d'une bouteille de Leyde ou d'une batterie entre dix ou douze conducteurs métalliques, interrompus chacun par des conducteurs vivants moins parfaits et plus ou moins différents entre eux.

En employant une faible batterie, on donne à ces expériences une forme qui me semble mériter l'attention. En effet, au lieu de faire passer l'étincelle d'abord par la sphère dans laquelle tous les fils sont soudés, on la fait jaillir sur l'un des fils tenu par l'un des expérimentateurs; celui-ci reçoit une secousse, mais la commotion ne paraît pas plus forte pour lui que pour les autres; ils sont tous frappés en même temps et avec la même intensité.

Remarquons bien que l'électricité passe du fil unique d'abord vers l'un des expérimentateurs, puis vers la sphère, et qu'ici seulement elle se partage entre les neuf autres.

J'ai pu faire jaillir l'étincelle d'une faible batterie très-près de la main de la personne la plus sensible à la commotion, et choisie parmi celles qui m'assistaient; je laissais un bout de fil très-long, que l'étincelle devait parcourir avant d'atteindre la sphère dans laquelle tous les fils se réunissent; rien n'a été changé au résultat de l'expérience; toutes les personnes ressentaient la commotion; celle-ci paraissait toujours avoir la même intensité pour toutes.

Ces expériences ont été répétées à diverses reprises et ont donné des résultats identiques; on aurait pu croire que la commotion devait être beaucoup plus forte pour la personne la plus rapprochée du lieu où l'étincelle jaillit.

La constance du phénomène physiologique est donc telle qu'il semble inutile de tenir compte, dans des expériences de cette nature, de la longueur du fil et de la conductibilité plus ou moins différente de chaque expérimentateur. Quelle que soit la place occupée par l'un d'entre eux, la commotion, pour la même charge de la batterie ou de la bouteille de Leyde, lui paraît ne pas changer d'intensité.

Je me propose de reprendre ces expériences, en introduisant des moyens de mesure à l'abri des variations des phénomènes physiologiques, dont l'appréciation plus ou moins arbitraire doit laisser du doute dans l'esprit; le temps me manque actuellement pour les compléter.

Il me semble cependant qu'on peut conclure, de la dernière expérience, que la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

foudre se partagerait encore entre tous les conducteurs du système de paratonnerres que je propose, si, au lieu de frapper le point où tous les conducteurs multiples se réunissent, elle en frappait d'abord un seul dans un point quelconque de son parcours le long d'un édifice.

Je dois à l'obligeance de M. le baron Rotsart de Hertaing d'avoir pu faire une première série d'expériences avec une grande bobine de Ruhmkorff; il a non-seulement mis sa bobine à ma disposition, mais il m'a prêté un concours si actif et si éclairé que je me fais un devoir et un plaisir de le remercier publiquement; malheureusement des circonstances indépendantes de notre volonté nous empêchent momentanément de continuer les expériences.

Je dois me borner actuellement à constater deux faits principaux; ils prouveront que l'étincelle électrique est susceptible d'être divisée à l'infini et que la question du métal à employer comme conducteur des paratonnerres n'est peut-être pas aussi simple qu'elle le paraît de prime abord, si l'on croit pouvoir se baser uniquement sur la conductibilité des métaux et la température à laquelle ils fondent; ce sont là les deux conditions principales auxquelles il faut avoir égard pour déterminer les diamètres relatifs des conducteurs de paratonnerres.

Dans cette première communication, je ne parlerai que des expériences faites au moyen de l'étincelle jaillissant entre les pôles du fil induit de la grande bobine de Ruhmkorff, comptant revenir plus tard sur les phénomènes produits lorsqu'on interpose une jarre en vue d'obtenir des étincelles plus nourries et plus brillantes, mais beaucoup plus courtes; je me réserve aussi de décrire les expériences faites avec les décharges obtenues par de très-fortes batteries.

En vue des paratonnerres à conducteurs multiples, j'ai voulu constater expérimentalement que l'étincelle d'induction se partageait entre les divers conducteurs métalliques, de même diamètre et de même métal; qu'il en était encore ainsi quand la longueur, le diamètre et le métal différaient; en un mot, il fallait répondre par l'expérience à la question suivante :

L'étincelle d'induction se partage-t-elle entre les divers conducteurs métalliques qu'on lui présente?

En réponse à cette question, je pense pouvoir affirmer que toutes les expériences ont toujours donné un résultat positif et qu'on peut répondre « oui » sans aucune hésitation. Le résultat pouvait se prévoir, me dira-t-on, mais cependant les termes de Gay-Lussac peuvent être interprétés autrement, et j'ai d'abord voulu mettre le fait hors de tout doute.

J'ai commencé par faire quelques expérienees avec une vingtaine de fils en cuivre de $0^m,0002$ de diamètre; ces fils étaient soudés dans une boule et étalés sur une table

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de façon à ne pas se toucher sur un parcours de 2 mètres environ ; tous les brins, après avoir passé isolément sur la table, étaient réunis en un seul faisceau qu'on tortillait et qu'on soudait dans une deuxième boule; les expériences ont été répétées en employant des fils de fer ayant sensiblement le même diamètre que les fils de cuivre.

La première boule de cette espèce de cadre métallique communiquait directement avec une des extrémités du fil induit d'une bobine du plus grand modèle de Ruhmkorff; l'autre extrémité du fil induit terminé lui-même par une sphère métallique se trouvait à quelque distance de la seconde boule du cadre, l'étincelle jaillissant entre les deux sphères; parfois le cadre était posé à distance des deux extrémités du fil induit.

Pour constater le passage d'une partie de l'étincelle par l'un quelconque des fils, on en approchait une des branches de l'excitateur universel, l'autre branche était munie d'une chaîne en contact avec le réservoir commun; on tirait de petites étincelles sur tous les fils.

On donnait une autre forme à l'expérience. On coupait un ou plusieurs fils du cadre; des expérimentateurs prenaient une des extrémités en main, ils ressentaient des secousses plus ou moins vives avec un fil quelconque, même lorsque la commotion ne pouvait, comme dans ce cas, se produire que par l'intermédiaire de la terre; quand ils fermaient le circuit en touchant les deux bouts du fil coupé, les commotions devenaient très-vives et dépendaient du nombre de fils étalés sur le cadre ou du rapport des sections.

L'interposition d'un conducteur organique vivant ne modifie donc pas les résultats généraux.

On a constaté le passage de courants et d'étincelles au moyen d'un galvanomètre très-ordinaire : un fil du cadre étant coupé, on attachait les deux extrémités aux poupées du galvanomètre; l'aiguille déviait dans l'un ou dans l'autre sens, en changeant la marche du courant inducteur par le commutateur; souvent même, indépendamment de la déviation de l'aiguille aimantée, on voyait des étincelles partir de son extrémité, la déviation était toujours plus considérable d'un côté.

L'expérience a été modifiée en étalant, à la fois et de la même façon sur le cadre, des fils de fer et des fils de cuivre, sensiblement de même diamètre, de $0^m,0002$, et de même longueur, environ 2 mètres; les résultats n'ont pas été changés en principe; il en a été de même lorsque nous avons soudé, dans la boule qui recevait l'étincelle, des gros fils de cuivre, de fer, de laiton et de zinc; parfois on réunissait ces fils métalliquement en les soudant dans la seconde sphère du cadre, parfois aussi on laissait quelques extrémités libres sur la table. Toujours on pouvait tirer des étincelles de chacun des fils, et elles paraissaient d'autant plus fortes que la section du fil était plus considérable. On observe des différences, dans l'un ou dans l'autre sens, souvent très-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caractéristiques, car en tirant des étincelles aux fils de cuivre et aux fils de fer de même diamètre et qui se trouvaient dans les mêmes conditions, il arrivait que les étincelles tirées d'un fil de fer paraissaient plus nourries ou plus fortes que celles tirées du fil de cuivre. Ce phénomène paraissait dépendre du sens de la marche du courant inducteur.

Pour donner une idée de la division qu'on peut appeler indéfinie de l'étincelle, et de son partage à travers tous les conducteurs qu'on lui présente, j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un cadre tendu de fils de cuivre et de fer de diamètres différents; il en porte **113**; le diamètre des fils de cuivre, au nombre de **52**, varie de $0^m,0032$ à $0^m,0002$; celui des fils de fer, au nombre de **61**, varie de $0^m,0023$ à $0^m,0003$.

Si l'on fait abstraction de la longueur des fils, pour ne tenir compte que de leur section et de leur conductibilité, on trouve qu'un fil de cuivre de $0^m,0002$ ne doit laisser passer qu'environ $1/900^e$ de l'électricité totale de toute l'étincelle ; et qu'un fil de fer de $0^m,0003$ ne laisserait passer qu'environ $1/2300^e$ de l'étincelle; on suppose que le partage de l'étincelle est proportionnel à la section et à la conductibilité relatives de ces métaux. La somme des sections des fils de cuivre était de **25** millimètres carrés, celle des fils de fer de **23** millimètres carrés.

On remarquera que les fils du diamètre le plus considérable sont en même temps les plus courts, ils réalisent donc les conditions les plus favorables au libre passage de l'électricité; le fil central en cuivre rouge a $0^m,0032$ de diamètre.

Ce cadre a été préparé pour répéter, avec la bobine de l'Université de Liége, quelques-unes des expériences faites à Bruxelles où la bobine me faisait momentanément défaut.

M. le professeur L. Perard m'a prêté son concours pour les expériences faites avec l'appareil de Liége, avec un zèle et une bienveillance dont je m'empresse de le remercier.

Voici une expérience faite à Liége :

On a fait passer les étincelles dans le cadre de fils, et on a constaté son action sur le galvanomètre, en fixant les extrémités d'un fil quelconque coupé du cadre avec le galvanomètre, qui se trouve de cette façon interposé sur le trajet d'une partie de l'étincelle proportionnelle à la conductibilité et à la section du fil considéré; on a pu constater qu'il était facile de reconnaître $1/900^e$ ou $1/2300^e$ de l'étincelle, et souvent même des étincelles jaillissaient de l'extrémité de l'aiguille aimantée vers un limbe métallique gradué dont le galvanomètre était muni.

Voyons maintenant la question de tension de cette faible quantité d'électricité.

On coupe un fil de cuivre de $0^m,0002$ du cadre et on y fixe, sans soudure, par simple juxtaposition en tortillant les bouts, un deuxième fil qu'on met en contact avec une des poupées du galvanomètre; à l'autre poupée on fixe un fil descendant du premier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étage du bâtiment de l'Université au rez-de-chaussée : le fil descendant est fixé à un tuyau de gaz qui se trouve à l'extrémité du laboratoire de chimie; une fraction de l'étincelle passera donc par le fil du galvanomètre, puis par le fil de cuivre, puis enfin par les tuyaux de gaz; de telle façon que l'on aura un circuit fermé, en attachant un second fil de cuivre au bec de gaz du premier étage, si de ce bec il va rejoindre le second bout du fil coupé du cadre.

Malgré la résistance, malgré le long parcours, bien que les tuyaux du gaz soient partout en contact avec les murs, le sol, malgré de nombreux raccordements pratiqués en général au moyen d'un *mastic au minium*, etc., l'étincelle et le courant passent par le fil du galvanomètre, dont l'aiguille obéit au changement de sens du commutateur, mais en déviant toujours plus d'un côté que de l'autre.

Cette expérience prouve l'intérêt qu'il y a à mettre les conducteurs des paratonnerres en contact avec le plus de métal possible, pourvu que celui-ci soit en contact avec le sol; elle justifie jusqu'à un certain point la proposition que j'ai faite de mettre les conducteurs des paratonnerres de l'Hôtel de ville de Bruxelles en contact simultanément avec la terre : 1° par un puits; 2° par les conduits d'eau et 3° par les conduits de gaz.

L'électricité, par cette disposition si le puits pouvait ne pas fonctionner convenablement, s'écoulerait encore par trois immenses réseaux, dont deux sont métalliques et le troisième constitué par l'eau des conduits elle-même. Je me demande si, en un point quelconque de ces réseaux, elle peut encore offrir une tension qui la rendrait dangereuse.

En effet, « un paratonnerre, pourvu qu'il soit en communication avec le sol, offre, « au contraire, un abri très-sûr contre la foudre; car celle-ci ne l'abandonnera pas « pour se porter sur un homme placé au pied : cependant, dans la crainte de quelque « solution de continuité ou d'une communication imparfaite avec un sol humide, il « sera très-prudent de s'en écarter. (Gay-Lussac, *Instruction.*) »

Je m'empresse d'ajouter que cette disposition a eu l'assentiment de plusieurs savants physiciens qui me l'ont dit ou qui me l'ont écrit; mais leurs lettres étant confidentielles, il ne m'est pas permis de publier leurs opinions à ce sujet sans avoir reçu leur assentiment.

Voici une modification bien autrement curieuse de cette expérience :

Au lieu de prendre pour fermer le circuit le dernier bec de gaz du laboratoire du rez-de-chaussée, nous avons fixé notre fil descendant de l'étage à l'un des premiers; nous avons, par cette disposition, laissé en dehors du circuit tous les tubes à gaz et tous les becs du laboratoire; or, il était facile de tirer des étincelles aux becs assez éloignés et qui se trouvaient hors du circuit; lorsque les étincelles trop faibles étaient masquées par la clarté d'un beau jour, M. le professeur Perard, très-sensible aux effluves de l'électricité de tension, en appréciait parfaitement et sans le moindre doute la manifestation caractéristique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'énorme tension des étincelles de la grande bobine de Ruhmkorff, tension qui existe aussi dans les étincelles des bouteilles de Leyde, des batteries, et, sans aucun doute, dans l'étincelle de la foudre, est démontrée ainsi d'une façon saisissante.

L'expérience de Liége avait été faite d'abord dans mon laboratoire, à Bruxelles, avec un cadre moins riche en fils; l'étincelle était donc nécessairement un peu plus forte ou moins divisée que dans l'expérience de Liége.

Le fil partant du cadre était parfois posé sur le sol, parfois suspendu le long des murs et sur des portes de communication entre différentes places; il avait environ 20 mètres de long; on l'attachait à un bec de gaz placé à l'extrémité du laboratoire. Les tuyaux de gaz, fixés près du plafond, avaient un développement total de 80 mètres environ, y compris seize tuyaux verticaux, dont deux en T; ces seize tubes étaient munis de robinets pour les becs; le second fil avait 5 mètres. Le développement total du circuit était donc d'environ 100 mètres.

On pouvait prendre des étincelles aux robinets, quelle que fût la direction du courant inducteur de la bobine. Je crois devoir faire remarquer qu'il y a un nombre considérable de raccordements au mastic de minium dans les tubes à gaz; le diamètre de ceux-ci était variable : il y en a de 27, de 22 et de 17 millimètres.

En dehors du circuit fermé, il y avait environ 30 mètres de tuyaux de gaz; un robinet placé à l'extrémité de la dernière branche donnait des étincelles parfaitement visibles et parfois continues, quand, au moyen de l'excitateur, on parvenait à mettre celui-ci à la distance convenable.

Cette expérience est d'autant plus remarquable, qu'il y a une soixantaine de raccordements faits au moyen du mastic au minium dans les tuyaux formant le circuit fermé, et une vingtaine dans la partie des tuyaux en dehors du circuit; en outre, les tuyaux de conduite touchent les murs partout, ils y sont fixés au moyen de crampons de fer; parfois même ils touchaient des métaux soit par le manteau des cheminées, soit par des objets usuels en métal employés dans les laboratoires et suspendus aux robinets des becs.

Parmi les précautions que j'indiquais aux constructeurs de paratonnerres, il en est une sur laquelle l'expérience précédente m'engage à revenir.

Quand on lit les anciennes instructions sur l'établissement des paratonnerres, on s'aperçoit que les constructeurs sont souvent dans le doute pour pouvoir apprécier avec justesse dans quel cas et comment ils doivent rattacher les pièces métalliques des édifices aux conducteurs des paratonnerres; ils ne se rendent pas toujours bien compte de la manière dont ce raccordement doit se faire; aussi je ne crois pas exagérer, en disant qu'en général les raccordements des métaux des édifices avec le conducteur des paratonnerres se font assez arbitrairement.

J'en avais conclu qu'il était bon de chercher à donner une règle générale, que j'ai

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

essayé de motiver par des expériences directes, faites sur une échelle restreinte au moyen des étincelles de la machine électrique de la bouteille de Leyde ou des batteries. Quoi qu'il en soit, voici la règle générale que je comptais présenter à l'examen de la classe :

Toutes les pièces métalliques un peu considérables doivent être mises en communication avec les conducteurs des paratonnerres, de façon à former des circuits métalliques fermés, c'est-à-dire par deux points ou à deux conducteurs au moins.

Il est bien entendu qu'on parle des métaux qui ne sont pas en communication avec le réservoir commun, comme, par exemple, quand ils se trouvent près du sol. Est-il nécessaire d'ajouter que, s'il y avait impossibilité de réaliser les conditions de la règle posée, on devrait, dans ce cas, faire le raccordement aussi près que possible du sol?

Je croyais pouvoir prouver expérimentalement l'utilité du principe, mais j'ai obtenu des résultats parfois contradictoires et j'y reviendrai, tout en maintenant cependant la règle donnée ci-dessus, ne fût-ce qu'à titre d'excès de précaution.

Il me reste à constater un fait qui paraît assez extraordinaire, car il conduit à des considérations tout à fait inattendues; il mérite une étude spéciale dont je compte m'occuper, me contentant de signaler le fait apparent.

Deux fils métalliques, l'un en fer et l'autre en cuivre, sont choisis de façon à avoir exactement la même longueur et le même diamètre; on les soude dans une sphère creuse de laiton au moyen d'étain fondu et on les écarte ensuite, de façon à ce qu'ils représentent la forme d'un V, d'un U ou d'un Y.

On fixe la sphère dans laquelle les deux fils se réunissent à une des extrémités du fil induit de la bobine, et on approche un conducteur qui communique avec l'autre extrémité; l'expérience se fait très-commodément au moyen de l'excitateur universel qui est joint aux grandes bobines Ruhmkorff. Après avoir attaché la sphère qui renferme les deux fils à l'une des branches de l'excitateur, on place vis-à-vis de leurs extrémités libres le plateau métallique ou une sphère adaptée à la seconde branche de l'excitateur; on peut parfaitement employer sa pointe.

L'expérience étant disposée comme je viens de le dire, en prenant le plus grand soin de mettre les deux extrémités libres à égale distance du plateau, de la sphère ou de la pointe, on met la bobine en activité : les étincelles jaillissent entre les deux pôles.

Lorsqu'on emploie du cuivre et du fer, bien que la conductibilité de ces métaux soit dans le rapport de 5 et même 5,5 à 1, on voit les étincelles jaillir de l'un et de l'autre métal, comme s'ils conduisaient à peu près également bien tous les deux; en un mot, on ne voit pas nettement se dessiner la préférence pour le métal le plus conducteur; il semblerait que l'étincelle devrait toujours, dans ce cas, passer par le cuivre, le fer lui offrant plus de résistance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on compte le nombre d'étincelles qui passent par l'un et l'autre métal, on s'assure d'abord qu'en général l'étincelle jaillit plus souvent sur le cuivre que sur le fer, mais, en définitive, malgré la différence considérable de conductibilité, le fer en lance ou en reçoit beaucoup. Quand, dans une expérience, on a bien constaté que c'est le cuivre qui domine, on change les pôles, au moyen du commutateur du courant inducteur, et sans que rien ait été modifié à la disposition de l'appareil, on observe dans beaucoup de cas que c'est du fer que partent les étincelles, ou que ce métal est le plus souvent traversé par l'étincelle. Ainsi donc, un métal conduisant cinq fois moins bien qu'un autre livre, dans certains cas, un passage plus facile à l'étincelle, puisqu'elle préfère suivre cette voie; nous avons même observé parfois une prédilection pour le fer, alors que ce métal était très-visiblement placé dans des circonstances moins favorables que le cuivre.

Je mets quelques modèles sous les yeux de l'Académie.

Au lieu de fils, je me suis parfois servi de faisceaux composés de plusieurs brins; on tortillait les deux faisceaux de façon à les réunir par un bout, puis on les plongeait dans la sphère renfermant de l'étain fondu.

J'ai employé des aigrettes dont les pointes, exactement dans le même plan, étaient faites de différents métaux; parfois j'ai disposé une série de pointes le long d'une forte lame de cuivre sur laquelle elles étaient soudées, de façon à former une espèce de peigne.

Cette étude nous amènera sans doute à connaître les modifications que subissent, dans quelques cas, les lois générales sur la conductibilité des métaux, eu égard aux tensions que les fluides possèdent dans les conducteurs offrant plus ou moins de résistance au passage de l'électricité.

Pour me mettre à l'abri de l'objection que la nature de la terminaison cuivre ou fer peut présenter, j'ai fondu les extrémités libres des fils ou du faisceau dans des balles d'étain, ou dans des sphères semblables de laiton remplies d'étain; j'ai employé des fils ou des faisceaux de longueurs différentes; je les ai isolés dans des tubes de verre, mais, comme je l'ai dit, cette note provisoire n'a été rédigée qu'en vue de prendre date. L'étude viendra plus tard, s'il y a lieu, mais je n'ai pu m'empêcher de signaler, dès aujourd'hui, ces expériences très-incomplètes encore.

On sait que les courants induits directs et inverses sont égaux, si on les considère sous le rapport des quantités d'électricité; mais les courants directs de moindre durée possèdent une tension plus forte. Est-ce là l'unique motif de l'observation qui a été constatée avec les deux exemplaires de la grande bobine de Ruhmkorff?

Le temps m'a manqué pour analyser toutes les circonstances qui ont une influence sur le phénomène, et ces circonstances m'ont paru assez variées.

Quoi qu'il en soit, on peut, ce me semble, se demander avec raison s'il peut se présenter des cas de foudre pour lesquels les conducteurs en fer seraient préférables aux conducteurs en cuivre. (*Extrait des Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSERVATION DES VINS.

DE LA CONSERVATION DES VINS PAR L'EMPLOI DE LA CHALEUR;

PAR M. DE VERGNETTE-LAMOTTE.

« Dans un premier travail, celui que j'ai eu l'honneur de communiquer l'année dernière à l'Académie (1), j'ai examiné quels étaient les effets de la chaleur sur les vins, lorsque cette chaleur ne dépassait pas 45 degrés centigrades, et démontré que, sous l'empire de certaines conditions, les vins, soumis à l'action de cette température peu élevée, trouvaient dans ce traitement de remarquables principes de conservation.

« Je viens aujourd'hui, dans cette notice, rendre compte des essais auxquels j'ai soumis des vins de toute provenance, en examinant avec soin quelle était sur eux l'action de la chaleur, suivant que l'on opérait à haute ou à basse température, et que la durée de cette action était plus ou moins longue.

« Nous diviserons en plusieurs classes les vins sur lesquels j'ai opéré.

« La première comprendra les vins qui présentent le caractère des vins d'Espagne. S'ils sont secs comme les Xérès, Madère, etc., ils contiennent de 18 à 22 pour 100 d'alcool et donnent à l'évaporation un résidu de 4 à 5 pour 100; s'ils ont la saveur sucrée des Malaga, ils sont riches de 17 à 19 pour 100 d'alcool et ont un résidu de 15 à 18 pour 100.

« Nous mettrons dans la seconde classe tous les grands vins de table; ce sont ceux que produit surtout la France, que leur provenance soit de la Bourgogne, du Bordelais ou des bords du Rhône. Ces vins contiennent de 11 à 15 pour 100 d'alcool, et donnent à l'évaporation un résidu qui est à peine de 2 1/2 à 3 pour 100.

« Enfin une troisième classe comprendra tous les vins dont la richesse alcoolique sera au-dessous de 9 pour 100, et qui devront à leur acidité ou à leur *platitude* les caractères que l'on rencontre dans les vins communs de tous les pays.

« Les vins blancs de toute provenance se comportent d'une manière particulière lorsqu'on les traite par la chaleur. Nous examinerons à part ce que nous avons observé à leur sujet.

« Nous avons d'abord repris avec le procédé Appert les expériences dont nous avons rendu compte, il y a quinze ans, dans un Mémoire adressé à la Société centrale d'agriculture de Paris.

« Puis nous avons soumis les mêmes vins à la chaleur d'une étuve, dont la température n'a pas dépassé 45 degrés : c'est le procédé dont j'ai eu déjà l'honneur d'entretenir l'Académie, et que je distingue de la méthode Appert, qui, pour moi, consiste

(1) Voir *Bulletin* de février 1866, p. 108.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le *chauffage des vins*, en l'appelant *traitement des vins par la chaleur*. Quelques-uns des vins sur lesquels j'ai opéré sont restés cinq jours dans l'étuve, d'autres dix jours et d'autres quinze jours; d'autres vins ont été déposés pendant deux mois dans un grenier, dont la température a atteint 45 degrés pendant le mois d'août (1).

« Enfin un certain nombre de bouteilles de vin ont été pendant huit mois enfermées dans une armoire adossée à une cheminée qui est toujours en feu. La température minima a été de 21 degrés, la température maxima de 43.

« Je rappellerai que le procédé Appert est ainsi décrit par les personnes qui l'ont employé.

« Dans le mémoire que j'ai adressé en 1850 à la Société impériale d'agriculture, je disais ceci (p. 11, ligne 30 et suivantes) : « On soumet les bouteilles bouchées et ficelées à la chaleur d'un bain-marie, en ayant soin d'éteindre le feu dès que la température s'élève à 70 degrés centigrades.

« Quand l'eau est descendue au degré de la température ambiante, on les retire, on « les goudronne. J'ai soumis à mes essais de grands vins blancs de Bourgogne, qui, « après avoir subi ce traitement, ont fait deux fois le trajet des Antilles sans subir la « moindre altération. »

« Voici maintenant le procédé qu'indique M. Pasteur (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1865, n° 18, p. 899, ligne 31 et suivantes) : « Je crois être arrivé à « un procédé très-pratique qui consiste simplement à porter le vin à une température comprise entre 60 et 100 degrés, en vase clos, pendant une heure ou « deux; » et (p. 900, ligne 30 et suivantes) : « Après que le vin a été mis en bouteilles, « je ficelle le bouchon et je porte la bouteille dans une étuve à air chaud en la plaçant « debout. On peut la remplir entièrement sans y laisser de traces d'air; voici ce qui se « passe : le vin se dilate et tend à soulever le bouchon, mais la ficelle le retient, de « façon que la bouteille reste toujours parfaitement close, pas assez cependant pour « que la portion de vin chassée par la dilatation ne suinte entre les bouchons et les « parois du verre. La ficelle ne cède jamais, et je n'ai pas vu une seule bouteille « se briser, quelque peu de soin que j'aie pris dans la conduite de la température de « l'étuve; on retire la bouteille, on coupe la ficelle, on repousse le bouchon dans le « goulot pendant que le vin se refroidit et se contracte, puis le bouchon est mastiqué « et l'opération est achevée. »

« Il me semble qu'il y a un grand air de parenté entre ces deux procédés, et, si l'on n'en devait pas la priorité à Appert, il me paraîtrait difficile que cette priorité me fût refusée.

« M. Pasteur dit, p. 2 de sa lettre au *Moniteur vinicole*, « qu'il est impossible à

(1) M. Pasteur n'a pas admis que j'aie pu obtenir une température de 45 degrés dans un grenier; ma réponse se trouve dans le remarquable travail du général Morin sur la ventilation des édifices publics.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« un membre d'une Société de viticulture de produire authentiquement sur le bureau « de cette Société un litre de vin qui ait été conservé par son procédé avant le jour de « sa première communication à l'Académie, le 1er mai 1865. »

« Mes mémoires de 1850 et ma communication du 1er mai à l'Académie répondent à cette assertion.

« Dans mes expériences sur le *traitement des vins par la chaleur*, j'opère toujours sur des vins en bouteilles. M. Pasteur, dans sa lettre au *Moniteur vinicole*, p. 15, ligne 26 et suivantes, parle des expériences qu'il a faites pour se convaincre que l'on pouvait chauffer au bain-marie des tonneaux cerclés en fer. M. Pasteur ignorerait-il qu'il se produit, dans ce cas, des effets très-sensibles d'endosmose, et que le vin est altéré? Comme je l'ai expliqué dans mon premier mémoire, avec mon procédé les bouteilles ne sont pas bouchées à l'aiguille, et il reste 0m,03 de vide entre le vin et le bouchon. On maintient dans l'étuve une température de 45 degrés; lorsqu'on a éteint le feu et que les bouteilles ont pris la température ambiante, on frappe le bouchon, on coupe la ficelle, on goudronne la bouteille et on descend le vin dans la cave. Il n'y a nul inconvénient; si les vins doivent être bus dans l'année, à ce qu'ils restent enfermés dans des meubles de salle à manger.

« Voyons maintenant d'abord ce que deviennent les vins qui ont été soumis au procédé Appert.

« S'il s'agit des vins de la première catégorie, les vins alcooliques et sucrés, la réussite est complète. Il en est de même pour tous les vins blancs, comme je l'avais d'ailleurs déjà observé en 1840.

« La plupart des vins de table, ceux de la deuxième classe, ne résistent pas, au point de vue œnologique, à ce traitement; ils deviennent secs, *vieillardent*, et ne tardent pas à se décolorer. On m'a reproché de n'avoir pas compris la portée des essais faits en 1840. Je répéterai ce que je disais alors, c'est qu'avec le procédé Appert, le seul que j'eusse en ce moment employé, si les vins sont conservés, chimiquement parlant, ce que j'avais constaté, ils ne le sont pas le plus souvent au point de vue œnologique, ce qui est très à considérer lorsqu'il s'agit de produits aussi délicats que le sont les grands vins; et la plupart du temps il y a, entre ces vins chauffés à haute température et ceux qui se sont conservés sans l'avoir été, toute la différence qui existe entre des légumes frais et les légumes des conserves d'Appert.

« De tous les vins de table, ceux qui résistent le mieux au procédé Appert sont les vins de l'Hermitage, et ceux qui perdent le plus sont ceux du Bordelais. Le peu de succès que nous avons obtenu en opérant sur les grands vins de Bourgogne nous engage à ne point recommander ce procédé dans notre vignoble.

« Mais des vins qui sans exception perdent leur valeur, si faible qu'elle soit, lorsqu'on les traite par le procédé Appert, sont les vins communs de la troisième catégorie, tant ils se décolorent et deviennent secs et acides.

« Le procédé que j'ai proposé pour le traitement des vins réussit dans le plus grand

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de cas, et cependant encore ne le conseillerais-je qu'avec beaucoup de réserve pour les vins de la troisième catégorie.

« Il réussit sans exception pour tous les grands vins de table (ceux de la deuxième classe) comme pour ceux qui ont le caractère des vins d'Espagne. J'ai surtout remarqué que plus les vins avaient de parties sapides, plus ils avaient été mis jeunes en bouteilles, et mieux ils conservaient leur caractère. Lorsque les vins sont peu alcooliques, donnent peu de résidus à l'évaporation et ont été mis vieux en bouteilles, ils se dessèchent toujours un peu, se décolorent et sont plus vieux qu'avant le traitement.

« Pendant les deux mois que les vins sont restés au grenier, la température y est souvent descendue au-dessous de 20 degrés; ils résistent parfaitement à cette épreuve.

« Les vins qui ont passé huit mois dans l'armoire chaude sont bien conservés et très-remarquables. Il faut dire qu'il étaient très-corsés, très-riches en parties sapides, et ont pu prendre impunément un léger goût de vieux et une odeur de vin d'Espagne qui est très-appréciée des connaisseurs.

« La manière de procéder qui a le plus le caractère industriel consistera dans l'emploi de l'étuve à 45 degrés; on y laissera les vins de cinq à quinze jours. Les divers essais que j'ai faits pour me fixer sur la durée de l'opération m'ont donné à peu près les mêmes résultats.

« Les vins blancs gagnent tous beaucoup au traitement par la chaleur. J'avais eu l'honneur, il y a un an, d'entretenir plusieurs membres de l'Académie de mes recherches pour conserver à quelques-uns de nos grands vins blancs cette saveur sucrée que l'on apprécie tant dans les produits du château d'Iquem. J'ai déjà obtenu quelques résultats assez curieux. Ainsi il suffit que le résidu de l'évaporation soit de 4,5 pour 100 pour que le vin reste suffisamment doux, et ce que je puis encore dire dès aujourd'hui, c'est qu'une chaleur de 45 degrés prolongée peut, dans certaines conditions, arrêter les fermentations alcooliques. Ce fait devra amener de grands changements dans la préparation des vins muscats et en général des vins qui ont une saveur sucrée. J'ajouterai que j'ai même réussi à préparer à cette température certaines conserves alimentaires qui, traitées de cette manière, se rapprochaient davantage des produits frais que dans la méthode d'Appert.

« On a avancé que les vins chauffés ou traités par la chaleur ne faisaient point de dépôt : le fait n'est pas exact. Je viens d'examiner des vins de Pomard 1847 chauffés en 1850 par le procédé d'Appert, et voici dans quel état ils se trouvent : ils sont conservés, chimiquement parlant, en ce sens qu'ils ne sont ni amers ni gâtés; au point de vue œnologique, ils sont peu agréables, ils sont secs, plus vieux et plus acides que ne le comportent leur âge et leur origine, enfin très-décolorés. Mais ce que je voulais surtout signaler, c'est qu'ils ont fait dans la bouteille un dépôt très-abondant; seulement le caractère physique que présente ce dépôt est de se séparer mécaniquement avec facilité du vin auquel il est mélangé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Les vins traités par la chaleur suivant mon procédé forment aussi des dépôts, malgré leur remarquable état de conservation. Comme dans le cas précédent, ces dépôts se séparent facilement du vin. Je comprends que M. Pasteur n'ait point encore trouvé de résidus dans les vins chauffés : il y a trop peu de temps qu'il s'occupe de cette question, pour avoir pu observer les faits que je signale ici.

« Pour tous ces vins, qu'ils aient été préparés par le procédé Appert ou par le mien, les dépôts présentent toujours, sans que pour cela ils soient altérés, les filaments plus ou moins organisés que M. Pasteur a considérés comme des végétations parasites, causes premières des maladies des vins. La théorie du savant académicien est donc ici en défaut; comme nous avons eu encore à constater d'autres faits qui jusqu'à présent sont aussi en contradiction avec cette théorie, nous en ferons bientôt l'objet d'une autre communication à l'Académie.

« Les droits de priorité ont été, dans cette question, souvent débattus devant le public. Je demanderai à l'Académie la permission de lui en dire un seul mot. Dans mes recherches qui datent de 1840, dans mes communications à la Société centrale d'agriculture, j'ai toujours cité le nom d'Appert à propos du chauffage des vins et ne me suis jamais permis de prendre un brevet d'invention pour l'exploitation, dans ce cas particulier, des procédés de conservation qu'on lui doit.

« Quant au traitement des vins par la chaleur, j'ai le premier expérimenté, sur les vins dits de table, l'action plus ou moins prolongée qu'une température de 40 à 45 degrés exerce sur eux, et cela toujours en opérant en vase clos (1).

« Ainsi donc, tout juge impartial qui, les pièces à la main, voudra étudier cette question, y reconnaîtra deux initiatives : celle d'Appert, à laquelle on doit le *chauffage des vins*, et la mienne, qui aura donné à l'œnologie ce que j'appelle le *traitement à basse température des vins par la chaleur*.

« En résumé, deux moyens ont été proposés relativement à l'emploi de la chaleur pour la conservation des vins. Dans l'un, le chauffage des vins, on les expose pendant quelques minutes à peine à une température de 75 à 80 degrés centigrades; c'est le procédé d'Appert remis en lumière par M. Pasteur dans la séance du 1er mai 1865. Les vins de la Bourgogne qui ont subi ce traitement se dessèchent souvent, vieillissent et se décolorent; cette méthode ne réussit que pour les vins de table qui laissent à l'évaporation un résidu abondant et sont riches en alcool.

« Le procédé d'Appert donne de bons résultats avec tous les vins blancs, et avec les vins sucrés et alcooliques présentant les caractères des vins d'Espagne, de Portugal, de Sicile, etc.

« De longues et consciencieuses recherches m'ont conduit à recommander une autre

(1) J'ai vu avec plaisir que, dans les publications qu'il a faites depuis le 1er mai 1865, M. Pasteur se rapproche de mon procédé; la température qu'il emploie n'est plus que de 50 degrés, et il espère même pouvoir opérer à une température moins élevée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

manière d'employer la chaleur pour l'élevage et la conservation des vins. Mon procédé consiste dans l'action plus ou moins prolongée que la chaleur exerce sur eux, la température ne dépassant pas 45 degrés centigrades. Ce procédé, que, pour le distinguer du premier, *le chauffage des vins*, j'appellerai *traitement des vins par la chaleur*, réussit d'une manière remarquable pour tous les vins de table. Il est spécialement applicable aux produits des grands crus de la Bourgogne. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur l'emploi de la nitroglycérine en remplacement de la poudre de mine.—Nous empruntons au *Mechanic's Magazine* quelques nouveaux renseignements sur l'emploi de la nitroglycérine dans les travaux de mine, emploi dont nous avons déjà parlé dans le *Bulletin* de l'année dernière (1) et qu'un ingénieur suédois, M. Nobel, a essayé de substituer à la poudre de mine ordinaire.

La nitroglycérine ou *huile explosive*, ainsi que M. Nobel l'appelle, a été expérimentée dans le Cornouailles et a donné des résultats remarquables. C'est un liquide huileux d'une légère couleur jaune, et dont la pesanteur spécifique est 1,6. Il se compose de trois atomes d'acide nitrique ($3\,N\,O^5$) et d'un atome de glycérine ($C^6\,H^5\,O^3$), de telle sorte que sa composition peut être représentée par $C^6\,H^5\,O^{18}\,N^3$. Il supporte la température de l'eau bouillante sans détoner ni sans s'altérer; mais il fait explosion à 360° Fahr. (environ 183° C.). Par suite des changements qui s'opèrent pendant l'explosion, chaque volume du liquide produit 469 volumes d'acide carbonique, 554 volumes de vapeur d'eau, 39 volumes d'oxygène et 236 volumes d'azote, en tout 1298 volumes de gaz.

D'un autre côté, les gaz produits par l'explosion de la poudre de mine représentent à froid 250 fois seulement le volume de la poudre qui les a engendrés, si bien que, en comparant à ces résultats ceux qu'on obtient avec la nitroglycérine et en supposant la même température aux gaz produits dans les deux cas, la nitroglycérine aurait, à volume égal, une activité cinq fois plus considérable que celle de la poudre. Mais, ainsi faite, cette appréciation ne saurait être exacte. En effet, l'explosion de la nitroglycérine développe beaucoup plus de chaleur que celle de la poudre de mine; par conséquent, la tension des gaz produits dans le premier cas est tellement considérable, qu'on peut attribuer réellement au nouvel agent une activité 13 fois supérieure, à volume

(1) 2e série, t. XII, p. 114.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

égal, à celle de l'ancien, et 8 fois seulement à poids égal ; par conséquent aussi, avec un trou de mine de dimensions données, on agira sur la roche avec une force de dislocation bien supérieure, si l'on emploie de préférence la nitroglycérine, ce qui permettra de réaliser une économie notable sur la main-d'œuvre.

En outre, l'existence de fissures dans la roche ne nuit en rien à la force explosive de la nitroglycérine, ce qui n'a pas lieu, comme on sait, lorsqu'on emploie la poudre de mine. Il résulte de cet avantage précieux, qui tient à la plus grande rapidité d'explosion de la substance, qu'on n'a plus besoin de *bourrer*, comme on le fait ordinairement, lorsqu'on charge le trou avec de la poudre, ce qui diminue les chances d'accident et économise du temps.

Entre autres avantages qu'on lui attribue, la nitroglycérine permet, en raison de son insolubilité, de tirer des coups de mines dans des roches humides, ou même sous l'eau, sans avoir besoin de recourir à l'emploi des cartouches. Comme on ne peut l'enflammer que dans certaines conditions et avec des mèches spéciales, son emmagasinage et son transport ne présentent aucun danger (1). Ce qu'il y a de curieux, c'est qu'à la température ordinaire on peut la mettre impunément en contact avec le feu, fut-ce même celui du phosphore ou du potassium. Cependant on ne saurait omettre d'indiquer qu'elle constitue un poison d'une grande énergie ; heureusement que les précautions ne sont pas difficiles à prendre pour se garantir du danger.

Jusqu'ici il n'y a avantage à donner la préférence à la nitroglycérine que sous le rapport de l'économie de temps et de main-d'œuvre, car elle est fort chère, et à dépense égale on ne saurait encore faire plus d'ouvrage avec elle qu'avec la poudre de mine. (*Mechanic's Magazine.*)

Des caractères qui distinguent la viande saine de la viande malade. —Dans son rapport sur la peste bovine qui décime les régions agricoles de l'Angleterre, voici comment le docteur Letheby définit les caractères extérieurs de la viande saine et de la viande malade :

Pour être saine, la viande ne doit avoir une couleur ni d'un rose pâle, ni d'un rouge trop foncé : dans le premier cas, elle provient d'un animal mort de maladie ; dans le second, d'un animal mort naturellement. La viande saine a un aspect marbré produit par des ramifications de petites veines de graisse intercellulaire, et la graisse, surtout celle qui appartient aux organes internes, est dure et toujours sèche, tandis que la graisse de la viande malade est molle et aqueuse, ayant souvent l'aspect d'une gelée ou du parchemin bouilli.

(1) Depuis la rédaction de cette notice, il s'est produit à notre connaissance plusieurs explosions de nitroglycérine, qui tendraient à prouver que ce nouveau liquide n'est pas aussi facile à emmagasiner qu'on le prétend. Ému de ces accidents, M. Nobel aurait, dit-on, trouvé le moyen de les prévenir au moyen d'un procédé de conservation que nous indiquerons dans le prochain *Bulletin*. (M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La viande saine est ferme et élastique au toucher, et c'est à peine si elle mouille les doigts; il n'en est pas de même de la viande malade, qui est molle et humide, si humide souvent que le sérum s'en écoule. La première n'a qu'une odeur faible et non désagréable; la seconde exhale une odeur de médecine et souvent sent le cadavre. Cette différence s'observe mieux lorsqu'on coupe la viande et qu'on sent le couteau immédiatement après, ou bien lorsqu'on verse simplement dessus un peu d'eau chaude.

La bonne viande supporte la cuisson sans diminuer beaucoup de volume et de poids; la mauvaise viande, au contraire, se rétrécit dans les mêmes circonstances et se désagrége souvent en morceaux, phénomène qui est dû à la présence d'une grande quantité de sérum et à la proportion relativement considérable du tissu intercellulaire ou gélatineux, car la vraie matière musculaire fait, dans ce cas, plus ou moins défaut. Cela étant, si l'on détache d'une viande saine une certaine quantité de chair maigre ou musculaire et qu'on la fasse dessécher dans de l'eau salée à la température de 224° Fahr. (un peu plus de 107° C.), elle ne perdra que 69 à 74 p. 100 de son poids, tandis que, pour la mauvaise viande, la perte, dans les mêmes circonstances, sera de 75 à 80 p. 100. Des expériences précises démontrent que le bon bœuf perd, en moyenne, 72,3 p. 100 de son poids, et le mouton, 71,5; dans le cas d'insanité, au contraire, les mêmes viandes perdent, la première 76,1, et la seconde 78,2 p. 100. A une plus haute température, à 266° Fahr. (131° C.), par exemple, les différences de perte ne sont pas moins grandes.

Mais il est d'autres caractères, d'une nature plus spéciale, qui peuvent servir à l'étude de cette intéressante question. Ainsi, dans la bonne viande, le jus ou sérosité est légèrement acide et contient un excès de sels potassiques, principalement du phosphate; dans la mauvaise, au contraire, en raison des infiltrations du sérum du sang, le jus est souvent alcalin, et il y a prédominance des sels de soude, principalement du chlorure et du phosphate. Enfin, examinée au microscope, la viande, lorsqu'elle est saine, a la fibre nette, bien caractérisée et entièrement dépourvue de toute espèce d'infusoires; tandis que, lorsqu'elle est malade, cette fibre apparaît tuméfiée, comme si elle avait séjourné dans l'eau; les lignes du tissu sont confuses et souvent trahissent la présence de petits corps organiques comme des infusoires. Ce dernier caractère est très-sensible dans la viande des bestiaux atteints du fléau actuel, et le docteur Beale, qui a eu l'occasion de les examiner, a assimilé ces petits corps organiques à des entozoaires n'ayant, du reste, rien de commun avec les trichines, cet autre fléau de la race porcine.

Quelle est l'étendue de l'action qu'exerce sur la constitution de l'homme l'absorption d'une viande malsaine? C'est ce qu'on ne sait pas encore bien. Dans le cas où cette viande provient d'animaux atteints d'une maladie produite par la présence d'animalcules parasites, sa nature dangereuse ne fait pas doute; en effet, le ténia, la trichinose et certaines tumeurs enkystées connues sous le nom d'*hydatides* sont incontestablement engendrées par elle. L'expérience démontre également que le charbon et autres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éruptions d'un ordre moins dangereux peuvent être dus, jusqu'à un certain point, à l'usage de la viande d'animaux ayant succombé à une péripneumonie. Enfin il est constant que l'absorption d'une viande malsaine peut amener des accidents diarrhéiques et des phénomènes de prostration très-graves.

En conséquence, la viande provenant d'animaux malades doit être proscrite; mais, en général et pour éviter autant que possible le danger, on ne doit manger que de la viande toujours bien cuite. Le mieux devrait être de la faire assez cuire pour que la partie centrale du morceau fût, pour quelques instants du moins, soumise à une température de 212 degrés Fahr. (un peu plus de 100° C.). M. Letheby ajoute qu'à cet égard les instructions données par Liebig sont à peine suffisantes, car, si une température inférieure à celle de l'eau bouillante suffit pour coaguler l'albumine et pour conserver à la viande tout son fumet, elle n'est pas assez grande pour détruire les germes dangereux de parasites qui peuvent s'y trouver. Par conséquent, il est toujours plus prudent de manger la viande un peu trop cuite que pas assez.

(*The Chemical News.*)

Sur le moyen de reconnaître l'huile de graine de coton lorsqu'elle est mélangée à d'autres huiles, par M. R. Reynolds. — L'auteur a constaté que, depuis quelque temps, on donne une autre destination à la graine de coton qu'on avait autrefois l'habitude d'employer comme engrais ou même quelquefois de jeter, et qu'on l'utilise aujourd'hui pour faire de l'huile. Le poids de la graine fournie par la plante étant d'ordinaire triple du poids du coton produit, on doit donc toujours compter sur un rendement important et, par conséquent, le prix peu élevé de l'huile obtenue ne peut que se maintenir.

L'épuration de cette huile, par une liqueur alcaline, a présenté à l'auteur quelques phénomènes singuliers et lui ont fait espérer un moment avoir découvert quelque importante couleur; mais jusqu'ici ces espérances ne se sont pas réalisées. En attendant, il a dirigé ses recherches dans une autre voie, et il a trouvé qu'une solution de nitrate de mercure convenablement employée pouvait servir à déceler la présence de l'huile en question lorsqu'elle est mélangée à l'huile d'olive; avec cette dernière seule, la liqueur révélatrice produit une masse dure et friable, tandis qu'avec les deux huiles mélangées elle ne donne lieu qu'à une substance plus ou moins pâteuse.

(*The Technologist.*)

(M.)

Moyen de rendre très-siccatifs les vernis et les couleurs à l'huile, par M. le docteur Jünemann. — On prend 100 parties d'eau, 12 parties de laque en écailles et 4 parties de borax; on les fait fondre, à une douce chaleur, dans un vase en cuivre en les agitant continuellement; on couvre le vase et on laisse ensuite refroidir le liquide que l'on conserve dans des bouteilles qui doivent être bien

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bouchées. Selon que l'on a employé de la laque blanchie ou non, la solution est blanche ou brune, et, employée seule, constitue un très-bon vernis donnant à tous les objets qui en sont enduits un éclat beau, durable et complétement à l'abri de l'humidité et des injures de l'air.

Si l'on veut rendre les couleurs à l'huile promptement siccatives, on prend, selon leur nuance claire ou foncée, du même vernis blanc ou coloré; on mêle parties égales de ce vernis et de la couleur broyée avec peu d'huile; on y ajoute en même temps un peu d'essence de térébenthine, et l'on remue jusqu'à ce que le tout forme une masse liquide homogène; on doit cependant éviter d'employer plus de couleur à l'huile que n'en réclame le travail projeté, parce que le surplus se solidifierait très-promptement.

Tous les objets que l'on couvre des couleurs ainsi préparées sèchent complétement en dix ou quinze minutes, selon la saison et l'état de l'atmosphère.

L'odeur de l'huile de lin et de l'essence de térébenthine est, sans contredit, nuisible à la santé et en tout cas très-désagréable; la longue durée de la dessiccation est aussi un inconvénient bien connu; enfin le moindre frottement accidentel des peintures fraîches est non-seulement nuisible à ces peintures, mais encore aux habits.

Or la mauvaise odeur et la lenteur de la dessiccation peuvent être évitées par l'emploi des couleurs précitées, combinées avec le vernis en question, avant leur mélange avec l'huile de lin.

Les peintures exécutées de cette manière sèchent complétement en quelques minutes, ont beaucoup d'éclat, résistent aux intempéries aussi bien que les couleurs à l'huile et sont tout à fait dépourvues d'odeur.

Ce vernis, broyé avec l'ocre jaune, donne une bonne couleur de fond pour les parquets.

Pour rehausser l'éclat, on peut, après avoir peint la pièce à la nuance désirée, donner encore une couche de vernis pur.

Les laques connues, que la longueur de leur dessiccation expose à devenir poudreuses, peuvent être rendues beaucoup plus siccatives par leur mélange avec ce vernis. Cependant il est encore important de ne préparer à la fois que de petites quantités, susceptibles d'être employées immédiatement, et d'agiter toujours soigneusement la masse, parce que la plupart des laques n'admettent que très-difficilement le mélange avec le vernis, dont elles se séparent promptement.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur divers emplois du magnésium, par M. W. White. — *Lampes à magnésium.* — Dès que l'on eut reconnu que la forme la plus convenable pour la combustion du magnésium était celle d'un fil ou, mieux encore, d'une bande, on n'eut plus à s'occuper que d'imaginer un appareil capable de dérouler constamment autant de magnésium que la combustion en faisait disparaître. L'Américain Grant y pourvut par un mouvement d'horlogerie, et ce fut déjà un progrès important. On reconnut ensuite,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par l'usage, que le magnésium est sujet à s'éteindre tout à coup, ce qui provient vraisemblablement de petites pailles, de petites soufflures ou de matières étrangères qui se trouvent dans le fil. Une fabrication perfectionnée a permis depuis d'obtenir une ductilité que l'on n'aurait osé espérer un an auparavant, et les cas d'extinction sont devenus beaucoup plus rares, surtout lorsque l'on se sert de magnésium en bande. L'auteur, dans ce cas, en a vu brûler sans interruption pendant une demi-heure. On peut, même sans lampe à alcool, compter sur une combustion tranquille, lorsque l'on emploie une bande double, car il est tout à fait improbable que les deux bandes s'éteignent à la fois, et il suffit qu'il en reste une allumée pour entretenir la combustion de l'autre. Ainsi une lampe de Grant, munie d'une double bande, a brûlé pendant deux heures entières sans aucune interruption. En réglant convenablement le diamètre de la bobine et la marche du mouvement d'horlogerie, on peut obtenir, aussi longtemps qu'on le veut, une lumière calme et uniforme.

Influence de la lumière du magnésium sur les couleurs. — Cette lumière a la propriété particulière de faire paraître les couleurs absolument telles qu'on les voit au jour. Le vert, le bleu, le jaune, le blanc, le rouge, le violet, le pourpre, etc., se montrent tels qu'ils sont et sans altération. Cette propriété de la lumière du magnésium peut devenir fort utile dans les teintureries, les magasins de détail et les autres établissements semblables, pour juger sans erreur, le soir ou par les temps sombres, la couleur réelle des étoffes.

Alliages de magnésium. — On a combiné le magnésium avec plusieurs métaux, sans obtenir d'avantages remarquables. On a même éprouvé de la difficulté à former ces alliages par fusion, sans brûler le magnésium. Cependant on peut éviter cet inconvénient en faisant fondre d'abord l'autre métal, puis en y ajoutant le magnésium, que l'on introduit avec une pince dont les extrémités sont creuses.

Un alliage de plomb et de magnésium donne une bonne lumière en brûlant, mais celui de zinc et de magnésium est encore préférable sous ce rapport. Les alliages où il entre de 5 à 20 pour 100 de zinc se tirent très-bien à la filière, et brûlent avec calme, mais avec moins de lumière et plus de fumée.

Pour les feux d'artifice, les alliages de zinc et de magnésium méritent surtout d'être recommandés. Ajoutés en poudre à la matière dont on emplit les fusées, ces alliages donnent une belle lumière; on peut même les employer utilement, sous forme de fils, dans les feux d'artifice.

(*Photographisches Archiv* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Laque pour la fabrication des chapeaux. — Les chapeliers se servent d'une solution alcoolique de laque en écailles pour donner de la solidité à leur ébauche en feutre. Ils trempent cette ébauche dans la solution de laque, la pressent sur la forme faiblement chauffée, et enfin plongent dans l'eau le chapeau dégrossi. Cette dernière opération peut également bien se faire avant que le chapeau ait été mis sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la forme. L'immersion dans l'eau rend la laque pulvérulente, la précipite dans toute la masse du feutre, et l'affermit sans la rendre dure et cassante comme la laque fondue. La solution alcoolique est d'un très-bon service, mais elle est un peu dispendieuse, parce que l'alcool s'évapore complétement. Il est plus économique et tout aussi bon de dissoudre la laque dans l'ammoniaque liquide, et la solution que l'on obtient ainsi agit absolument comme celle qui a pour base l'alcool, car la laque se précipite aussi sous forme pulvérulente lorsque l'on plonge dans l'eau le feutre qui en est pénétré. Il est vrai que l'ammoniaque est encore perdue, mais elle coûte moins cher que l'alcool et produit le même effet. Pour les chapeaux noirs, on peut l'employer sans autre précaution, mais pour ceux de couleur, qui ont été teints avant l'application de la laque, on doit, par des expériences préalables, essayer si l'ammoniaque ne peut exercer une influence nuisible sur leur couleur.

La solution de la laque dans l'ammoniaque s'opère très-facilement à froid, et l'on fait bien de la saturer de laque. On étend ensuite la solution concentrée ainsi obtenue, en y ajoutant, avec précaution, de l'eau jusqu'à ce que l'on voie commencer un peu la précipitation. Cette solution paraît d'un rouge foncé, mais il ne faut pas s'y laisser tromper. Lorsque la laque se sépare, elle perd sa couleur rouge et se précipite avec la nuance d'un blanc jaunâtre qui lui est particulière. Il va sans dire que la solution ammoniacale doit être aussi colorée que l'alcoolique quand elle est destinée à la fabrication des chapeaux noirs. On emploie pour cela du noir de fumée ou préférablement du noir d'aniline.

(*Illustriste Gewerbzeitung*, et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Préparation de l'huile pour l'horlogerie. — On doit choisir de l'huile de la meilleure qualité, provenant de la première pression et d'olives parfaitement mûres. Après l'avoir laissée bien reposer, on la soumet à une température de quelques degrés au-dessous de zéro pour en séparer le mucilage et quelques autres matières étrangères. On la décante ensuite avec précaution, ou plutôt on la filtre à travers du bois de tilleul ou de la pâte à papier. On obtient ainsi une huile qui reste fluide pendant plusieurs années et qui n'attaque pas les pivots.

L'huile de pied de bœuf, traitée de cette manière, ne donne pas un aussi bon produit, parce que le froid lui enlève une trop grande quantité de matière grasse.

Une autre méthode pour purifier l'huile d'olive d'horlogerie consiste à la mettre dans un vase de verre blanc, à y plonger un morceau de plomb dont le haut surpasse le niveau de l'huile et à exposer le tout aux rayons du soleil. Au bout de quelque temps, on décante l'huile claire; cette huile reste ensuite liquide, sans se figer, mais elle n'est jamais aussi exempte d'acidité que l'huile préparée par la méthode précédente.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 2 mai 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — La famille de M. *Jean-Baptiste Tailfer*, constructeur-mécanicien, membre de la Société d'encouragement, fait part de la mort de cet industriel.

M. *Abadie*, rue Saint-Martin, 257, à Paris, présente une machine pour le bronzage mécanique des impressions. (Renvoi au comité des arts économiques.)

MM. *Plaz* et *Rexroth*, rue Grange-aux-Belles, 21, demandent l'examen de leurs machines à coudre, ainsi que des ateliers dans lesquels on les construit. Cette demande est appuyée par M. *Duvivier*, mécanicien pour les machines à coudre, membre de la Société. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Haffner* aîné, rue des Vinaigriers, 50, demande que la Société fasse examiner les perfectionnements qu'il a faits dans la construction des coffres-forts. (Renvoi au même comité.)

M. *Chaudun*, à Asnières, fait connaître à la Société les perfectionnements nouveaux qu'il a faits à ses amorces et cartouches. (Renvoi au même comité.)

M. *Rode*, rue du Temple, 217, modifications au métier Jacquart pour tissus. (Renvoi au même comité.)

M. *Ponceau*, professeur de musique à Juilly, demande un secours pour l'aider à terminer l'exécution d'un cheval mécanique de son invention. (Renvoi au même comité.)

M. *Lequien*, directeur de l'École municipale de dessin et de sculpture, rue des Petits-Hôtels, 19, à Paris, invite les membres de la Société d'encouragement à visiter l'exposition des travaux des élèves de cette école.

M. *Mauban*, rue Saint-Severin, 4, présente une sonde-thermomètre pour les couches des jardins et autres emplois semblables. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Rosentiehl* envoie une note imprimée sur le rôle que le cuivre a dans la production du noir d'aniline. Il insiste dans sa lettre sur sa priorité sur M. *Lauth* à ce point de vue.

M. *Masson*, libraire-éditeur, membre de la Société, fait hommage à la Société du traité d'optique photographique de M. *Monckhoven*. (Remercîments et dépôt à la bibliothèque.)

M. *Perrault*, membre de la Société, adresse une brochure qu'il vient de publier sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'*écorçage du chêne, la production et la consommation des écorces à tan en France.* (Renvoi au comité des arts économiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. *Machines à coudre.* — M. *Victor Bois* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les machines à coudre de MM. *Gauthier* et *Deschamps*. Il conclut en proposant de remercier MM. *Gauthier* et *Deschamps* de leur communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Voir plus haut, p. 260.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Bella*, directeur de l'École d'agriculture de Grignon;
Heuzé, professeur à l'École de Grignon;
Tisserant, chef de division au ministère de la Maison de l'Empereur;
Castelhaz, fabricant de produits chimiques, à Paris;
De Clermont, négociant, à Paris.

Le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 16 mai 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Brachet* (Achille), rue Mouton-Duvernet, 11 (Petit-Montrouge), à Paris. — Nouveau microscope vertical dioptrique, dit *isophotène*, à maxima et minima. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Gely* (Théophile), passage de la Reculette, 1, rue de Gentilly, 34, à Paris. — Machine pour le travail des peaux. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Cochot* (Auguste), membre de la Société, — soumet un modèle au 50e du dernier bateau à vapeur qu'il a construit pour le service de Paris à Londres. (Renvoi au même comité.)

M. *Vidart*, rue Nollet, 54. — Système de voitures à deux étages pour chemins de fer. (Renvoi au même comité.)

M. *Mignerat* (Louis), rue Neuve-des-Petits-Champs, 43. — 1° Instrument pour faciliter le tracé de la perspective, dit *perspectomètre;* 2° machine pour élever l'eau, dite *balancier hydraulique*. (Ces deux affaires sont renvoyées au même comité.)

M. *Julien*, montée Saint-Sébastien, 12, à Lyon. — Avertisseur mécanique pour éviter les collisions sur les chemins de fer. (Renvoi au même comité.)

M. *Robert de Massy*, à Rocourt, près Saint-Quentin.—Procédés et appareil nouveau pour la fabrication du sucre. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *d'Hamelincourt*, rue Salneuve, 29, à Paris,—écrit pour demander que la Société fasse des démarches dans le but de faire créer une décoration industrielle correspondant à la médaille militaire. (Renvoi au Bureau.)

M. *Hottin*, rue Bleue, 6. — Procédé pour rendre incombustibles les étoffes légères. (Renvoi aux comités des arts chimiques et économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Galvanoplastie.* — M. *Barreswil* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur les procédés de galvanoplastie en ronde bosse de MM. *Bouilhet* et *Christofle*. Le rapporteur conclut en proposant de remercier MM. *Bouilhet* et *Christofle* de leur communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

Potasse du suint. — M. *Balard* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur la potasse extraite du suint par MM. *Maumené* et *Rogelet*, dans lequel il constate que cette potasse, telle qu'elle se trouve dans le commerce, contient 4 p. 100 de carbonate de soude. Le rapporteur propose de remercier les auteurs de leur communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

COMMUNICATIONS.—M. *Lissajous*, membre du Conseil, présente, au nom de M. *Castelnau*, un ouvrage intitulé : *Cours de mathématiques appliquées, à l'usage des candidats aux emplois d'agents secondaires et de conducteurs des ponts et chaussées*. Il attire plus particulièrement l'attention du Conseil sur les moyens employés par l'auteur pour faire saisir promptement les démonstrations et pour faciliter l'exposition des applications pratiques. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et des arts économiques.)

M. *Barral*, membre du Conseil, expose les procédés remarquables employés par MM. *Maréchal* et comp., fabricants, à Metz, pour la fabrication des verrières et des peintures sur verre, soit à bon marché, soit par des procédés perfectionnés. Il signale, en particulier, à l'attention du Conseil l'emploi de la photographie à cette peinture et les procédés qu'ils emploient pour la gravure sur verre par les fluorhydrates.

MM. *Maréchal* (Raphaël) et *Tessié du Motay*, inventeurs, ont ensuite la parole pour développer leurs procédés et les applications qu'ils en ont faites, et pour expliquer les nombreux spécimens de leur industrie qu'ils ont apportés sur le bureau. (Renvoi au comité des arts chimiques et à la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie.)

NOMINATION DE MEMBRES.— Sont nommés membres de la Société :

MM. *Gantillon*, apprêteur sur étoffes, à Lyon;

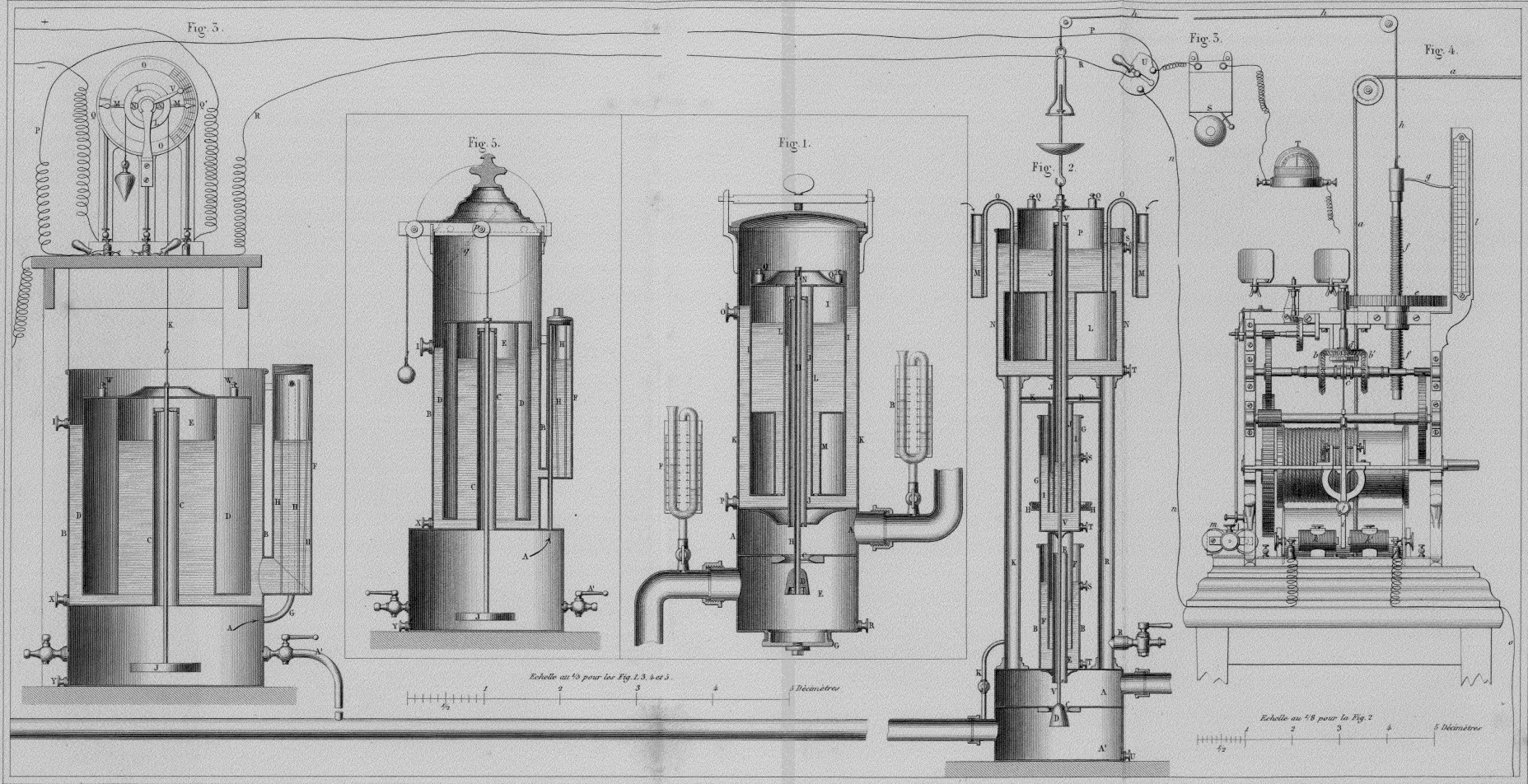
Maréchal (Raphaël), fabricant de peintures sur verre;

Tessié du Motay, *id.* *id.*

NOMINATION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES. — Un scrutin secret est ensuite ouvert pour la nomination de ce membre adjoint, et M. *Breguet*, artiste au Bureau des longitudes, est nommé à l'unanimité des suffrages.

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.

RÉGULATEUR TÉLÉGRAPHIQUE DE LA PRESSION DU GAZ D'ÉCLAIRAGE, PAR M. H. GIROUD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Juin 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

DÉCISION RELATIVE A LA NOMINATION DE MEMBRES ADJOINTS.

Conformément à l'arrêté pris le 16 janvier 1855,

M. Lissajous entendu, dans la séance du 30 mai 1866, pour le comité des arts économiques,

Le Conseil, après délibération, a décidé que ce comité était autorisé à présenter une liste de candidats pour la nomination d'un membre adjoint.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. V. DE LUYNES, *au nom du comité des arts économiques, sur des* BALANCES DE PRÉCISION, *présentées et construites par* M. DELEUIL, *rue du Pont-de-Lodi, 6, à Paris.*

Messieurs, M. Deleuil a présenté à la Société plusieurs balances construites dans ses ateliers.

La balance est un instrument indispensable au physicien, au chimiste et à l'industriel. Le rôle important qu'elle joue dans la science et l'industrie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

explique suffisamment l'intérêt qui s'attache à tout ce qui concerne sa construction.

La balance de précision est un instrument tout moderne, et l'on peut dire qu'elle n'existait pas avant Fortin et Berzélius. Ce fut Fortin qui construisit la première balance permettant de peser de 500 à 1 kilogramme au moins avec l'approximation du milligramme. Il est inutile de rappeler ici les détails de la construction de cet instrument, qui est décrit dans tous les traités de physique. Nous ferons seulement remarquer que, si la balance de Fortin est éminemment propre aux opérations dans lesquelles il est nécessaire de déterminer avec une grande précision des poids assez considérables, si elle est encore employée aujourd'hui dans les cabinets de physique, elle est, au contraire, d'un emploi presque impossible dans les laboratoires de chimie à cause de la lenteur des pesées. Cette lenteur, en effet, à part la perte de temps qu'elle entraîne, détruit, dans les expériences de chimie, l'avantage de la sensibilité de la balance; car la plupart des substances chimiques doivent être pesées vite pour éviter l'action qu'elles éprouvent au contact de l'air et de l'humidité qu'il renferme. La balance de Fortin constitue donc un excellent instrument pour le physicien; mais elle ne peut servir d'une manière avantageuse au chimiste.

Nous avons déjà cité la balance de Berzélius, qui introduisit dans son instrument plusieurs perfectionnements importants. Mais cette balance se prêtait mal aux habitudes de travail de notre pays et ne fut pas adoptée en France.

Il n'existait donc pas, à cette époque, de balance pouvant servir aux analyses courantes et permettant de peser avec rapidité et précision des poids s'élevant à 100 gr. à peu près. C'est à cette cause que notre illustre Président, M. Dumas, attribue surtout le petit nombre d'analyses chimiques publiées de 1790 à 1825 environ.

Cependant les découvertes accomplies en chimie, et surtout en chimie organique, rendaient indispensable la création d'une balance pouvant servir dans les circonstances que nous venons d'indiquer. C'est alors que M. Dumas conçut le type d'une balance de laboratoire, dont l'exécution fut confiée à M. Lecomte.

La balance de M. Dumas, que représente la figure 1 ci-contre, se compose d'un fléau évidé de même forme, mais plus long que celui de Berzélius. L'arête du fléau repose sur deux plans séparés (fig. 2). Les plateaux sont suspendus à l'aide de crochets qui reposent sur deux couteaux (fig. 3 et 4),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'un est mobile à l'aide d'une vis, ce qui permet de faire varier à volonté la longueur du bras correspondant.

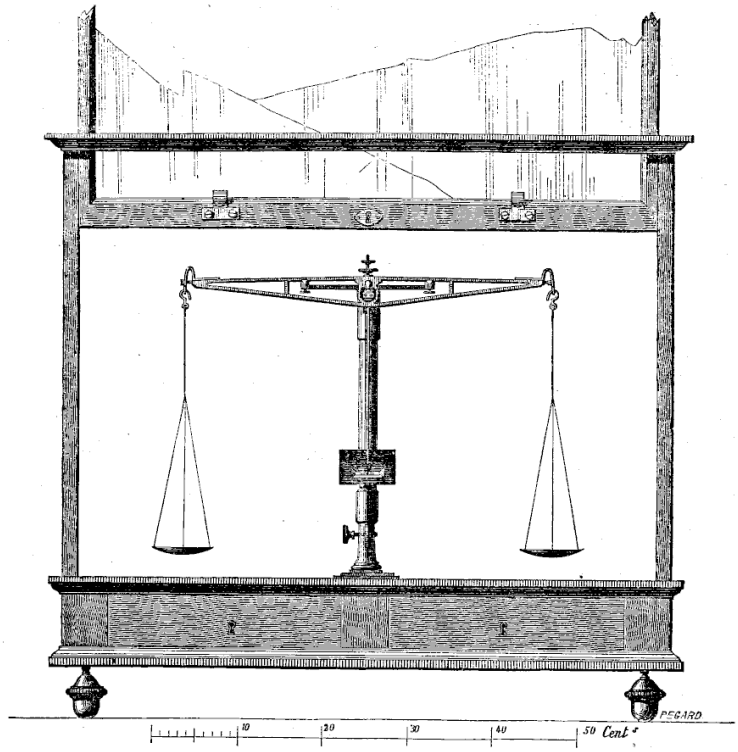


Fig. 1.

L'aiguille est fixée au-dessous de l'arête, et son extrémité se meut sur un cadran divisé placé à la partie inférieure du pied de la balance. C'est sur le



Fig. 3.

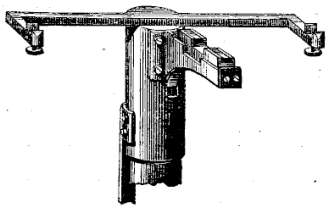


Fig. 2.



Fig. 4.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

modèle de M. Dumas que fut réglée la construction de toutes les balances qui ont paru depuis cette époque. Cependant le temps devait nécessairement apporter des perfectionnements dans leur fabrication.

Vers 1833, M. Deleuil père remplaça les deux plans qui recevaient l'arête du fléau par un plan unique supportant une arête unique. Le couteau traverse le fléau et s'appuie dans toute sa longueur sur le plan unique.

Cette disposition, en conservant à l'appareil une mobilité suffisante, lui donne plus de stabilité. Les fourchettes qui soutiennent le fléau se meuvent par l'intermédiaire d'un plan incliné facile à manœuvrer sans grand effort, même pour des charges considérables. Enfin, l'aiguille est située au-dessous du fléau et sous son centre de gravité, comme dans la balance de M. Dumas.

Cet ensemble de dispositions se trouve réalisé dans le modèle construit, en 1839, par M. Deleuil père, modèle qui permet de peser 10 kil. au milligramme et qui appartient à la collection du Conservatoire des arts et métiers. Elles se retrouvent également dans la balance de laboratoire que M. Deleuil a présentée à la Société comme type de comparaison.

Au point de vue de leurs applications, les balances peuvent être ramenées à quatre types distincts, qui sont les suivants :

1° La balance d'essai, dont les essayeurs sont les juges compétents, et qui, aujourd'hui, satisfait aux nécessités qu'exige ce genre de travail;

2° La balance courante de laboratoire pouvant peser rapidement de 100 à 150 grammes dans chaque plateau avec une approximation d'un milligramme au moins;

3° La balance de Fortin pesant de 500 grammes à 1 kilogramme au milligramme, et s'appliquant aux opérations ordinaires de la physique;

4° Les balances exceptionnelles pouvant peser des poids supérieurs au kilogramme avec une grande approximation, servant à des opérations spéciales de physique ou à la détermination des étalons de la science. C'est aux second et quatrième types que se rapportent les balances présentées par M. Deleuil.

La première est une petite balance montée sur un socle en fonte de fer verni, et recouverte d'une cage. Toute la partie de la monture de la balance est donc d'une grande stabilité.

Le fléau a une longueur de $0^m,365$. Chaque bras est divisé en cinquante traits, représentant chacun 1/10 de milligramme. Ces divisions, tracées profondément sur le fléau, peuvent recevoir des cavaliers en fils de cuivre dorés, et qu'on peut promener sur le fléau, au moyen de tiges se manœuvrant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'extérieur, de sorte qu'on peut faire varier le poids de 4 milligrammes sans ouvrir ou fermer les portes de la cage.

Cette balance, chargée dans chaque plateau de 250 grammes, accuse le 1/10 de milligramme.

Le second instrument présenté par M. Deleuil est une grande balance, à socle de fonte, pouvant peser 5 kilogrammes dans chaque plateau et sensible au demi-milligramme. Toute la monture de cette balance est en fonte. Le fléau est en fonte brute dure dont la croûte n'a pas été enlevée; sa longueur est de $0^{m},815$. Les trois couteaux reposent sur trois plans d'agate. La cage n'étant qu'une simple couverture, toutes les parties de l'instrument, qui sont en fonte, lui assurent une grande stabilité.

Le premier modèle de cet instrument a été construit par MM. Deleuil père et fils, associés, pour M. Regnault; mais la fonte du fléau n'étant pas suffisamment rigide, MM. Deleuil ont assigné au bouton différentes positions pour corriger la variation de sensibilité due à la flexion du fléau. Dans le modèle qui a été mis sous les yeux de la Société, M. Deleuil fils a évité cet inconvénient par le choix d'une meilleure fonte, de sorte que le bouton peut conserver sa position, quelle que soit la charge.

Enfin M. Deleuil a présenté une balance à lingots. Dans cette balance, il est arrivé, au moyen d'un outillage spécial, à réaliser autant que possible les avantages du plan et de l'arête unique; ce qui assure une grande sensibilité et régularité dans les pesées. Cette balance pèse 20 kilog. dans chaque plateau, et oscille sur tout le cadran pour un excès de $0^{g},2$.

Votre rapporteur a travaillé avec les balances de M. Deleuil; il les a éprouvées sous des charges différentes, et il a pu constater la parfaite exactitude des résultats annoncés par M. Deleuil.

Votre comité est d'avis que les balances présentées par M. Deleuil fils sont de beaux et bons instruments qui, par les perfectionnements nouveaux qu'il a apportés dans leur construction, réalisent toutes les conditions de précision et de solidité qu'on peut exiger de ce genre d'instruments.

Il vous propose, en conséquence, de remercier M. Deleuil de sa communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec les dessins.

Signé V. DE LUYNES, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 17 mai 1865.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 339 REPRÉSENTANT L'UNE DES BALANCES DE PRÉCISION CONSTRUITES PAR M. DELEUIL.

Fig. 1. Élévation de la balance avec section de la cage qui la renferme.

Fig. 2. Autre vue dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 1.

A, socle en fonte de fer.

B, support également en fonte, avec bras à jour, supportant le plan d'agate sur lequel repose le couteau.

C, fléau en fonte de fer dure.

D, D, bras mobiles dans le sens vertical, servant à supporter le fléau et les étriers à l'état de repos.

E, tige directrice du mouvement des bras.

F, levier faisant monter et descendre la tige.

G, G, étriers armés chacun d'un plan d'agate.

H, H, plateaux de pesage.

I, I, tiges placées sous les plateaux pour suspendre les objets dont on veut déterminer la densité.

J, petite roue à l'aide de laquelle on commande la manœuvre du levier F.

Les figures de détail 3 et 4 indiquent le mode d'emmanchement des couteaux.

(M.)

BAROMÈTRES.

RAPPORT *fait par* M. LE ROUX, *au nom du comité des arts économiques, sur le* BAROMÈTRE THERMOSCOPIQUE *de* M. GUIOT, *rue Racine, 2, à Paris.*

Messieurs, M. Guiot, docteur ès sciences, ancien professeur agrégé de l'Université, a présenté à l'examen de la Société un instrument, dit *Baromètre thermoscopique*, qu'il a imaginé dans le but de remplacer le baromètre ordinaire à mercure ou même le baromètre métallique par un appareil aussi précis que chacun de ces deux instruments, au moins aussi transportable que le second, et d'un prix très-modique.

Concevons une enveloppe thermométrique renfermant, au lieu de liquide, un gaz quelconque, de l'air par exemple, séparé de l'air atmosphérique par un index de liquide. Si la pression extérieure augmente, le volume de l'air intérieur diminue, l'index marche vers le réservoir; si, au contraire, la pres-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion diminue, le volume de l'air augmente, l'index s'éloigne du réservoir : dans tous les cas, le mouvement de l'index ne s'arrête que lorsqu'il y a équilibre entre la tension du gaz confiné et la pression extérieure. Les pressions correspondantes aux diverses positions de l'index peuvent, d'ailleurs, se déterminer par comparaison avec un baromètre à mercure, ou se calculer au moyen d'une loi bien connue des physiciens sous le nom de *loi de Mariotte*. Mais ce ne sont pas seulement les changements de la pression atmosphérique qui font varier la position de l'index, ce sont aussi ceux de la température ; de telle sorte que, pour pouvoir en déduire, à un moment donné, la valeur de la pression, il faut consulter un thermomètre et faire un calcul.

Cependant on a si bien senti, de tous temps, le besoin d'avoir des instruments barométriques portatifs, qu'il y a longtemps qu'on a proposé l'emploi du thermomètre à air comme baromètre. Différentes tentatives ont été faites dans cette direction ; nous citerons seulement l'appareil que notre regretté collègue, M. Silbermann, avait imaginé en collaboration avec M. Bunten, et auquel il avait donné le nom de *sympiézomètre*. Quand M. Vidi, puis M. Bourdon eurent réussi à fabriquer des baromètres métalliques, dont la perfection égale presque celle du baromètre à mercure de Fortin, on oublia les baromètres fondés sur le mouvement de l'index du thermomètre à air. Ces instruments, tels qu'on les avait proposés jusqu'ici, offraient d'ailleurs des inconvénients sérieux.

Le principe même de l'instrument que M. Guiot présente à votre examen est donc depuis longtemps dans le domaine public, mais on peut dire qu'il a fait entrer la question dans une voie pratique par des perfectionnements que nous allons exposer et au point de vue desquels son *baromètre thermoscopique* est un instrument réellement nouveau.

L'une des difficultés à vaincre dans la réalisation des instruments de ce genre, c'est l'index. Le mercure s'oxyde, crasse le tube, se rompt, laisse communiquer le gaz extérieur avec l'intérieur ; une secousse un peu violente peut mettre l'instrument hors de service, il y sera certainement de lui-même au bout de quelques années. Un liquide volatil, tel que l'alcool ou l'eau, a l'inconvénient de fournir des vapeurs qui font changer les indications de l'instrument ; une faible différence de température suffit pour faire passer ces liquides, par distillation, d'une partie à une autre du tube; l'index se trouve détruit, et l'appareil avec lui. Les corps huileux s'épaississent en s'oxydant. L'acide sulfurique monohydraté, qui ne donne pas de vapeurs aux températures ordinaires, qui jouit d'une viscosité favorable à la conservation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'index, qui se colore facilement avec l'indigo, remplit les conditions désirables ; c'est lui que M. Guiot emploie.

Mais il ne faut pas oublier que l'index doit toujours être en contact, par une de ses extrémités, avec l'air libre, et, si l'acide sulfurique est inaltérable en présence de l'air sec, il ne l'est pas en présence de l'air humide ; il fixe l'humidité de cet air, augmente de volume, ce qui commence à rendre fautives les indications de l'instrument, d'une manière qui est loin d'être négligeable, car l'acide sulfurique monohydraté peut absorber jusqu'à quinze fois son poids d'eau hygrométrique ; de plus, lorsqu'il est saturé d'humidité à une certaine température, si celle-ci vient à s'élever, il peut restituer une partie de cette humidité à l'air du réservoir ; on a alors une partie des inconvénients d'un index volatil. Pour empêcher son index de s'hydrater au contact de l'air extérieur, M. Guiot ne laisse arriver celui-ci à l'extrémité ouverte du tube de son thermoscope que par l'intermédiaire d'une série de chambres communiquant entre elles et avec l'atmosphère par des tronçons de tubes capillaires ; ces chambres renferment des matières hygroscopiques, telles que de la chaux vive si les chambres sont en métal, ou bien du chlorure de calcium fondu, de la ponce imbibée d'acide sulfurique, etc., si elles sont en verre. C'est, comme on le voit, le principe des *lavages systématiques* appliqué à la dessiccation de l'air. Il résulte de cette disposition que l'index ne se trouve jamais en contact qu'avec de l'air parfaitement dépouillé d'humidité. D'ailleurs, l'orifice de communication avec l'air extérieur étant unique, le conduit étant capillaire, il ne peut s'établir de courants entre la première chambre et l'extérieur ; la vapeur d'eau atmosphérique ne peut donc pénétrer dans la première chambre que par diffusion, ou bien amenée en très-petite quantité avec l'air lui-même, dans les rentrées provenant des variations de la température et de la pression. Les expériences et les calculs faits par l'auteur sur des données très-plausibles montrent que, dans ces conditions, il faudrait sans doute plus d'un siècle pour saturer les 50 à 60 grammes de chaux ou autre matière dessiccative qu'il place dans les compartiments dont nous venons de parler.

Telles sont les dispositions qui assurent le fonctionnement presque indéfini de l'appareil ; voyons maintenant comment on s'en sert : ici se trouve une disposition ingénieuse des échelles, qui appartient tout entière à M. Guiot. A côté du tube baroscopique où se meut l'index du thermoscope à air, se trouve le tube d'un thermomètre à alcool divisé comme à l'ordinaire. La division sur laquelle se meut l'index du tube baroscopique est tellement faite, que les extrémités de la colonne thermométrique (qui est rouge) et de l'index

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(qui est bleu) marquent à toute température le même nombre lorsque la pression est précisément de 760 millimètres de mercure. Supposons maintenant qu'à une température t, et à une pression $760 \pm n$ millimètres de mercure, l'index baroscopique marque t', on conclut de la convention précédente que le volume serait le même à la pression 760 et à la température t' ; en appliquant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on trouve :

$$\frac{760}{1+\alpha t'} = \frac{760 \pm n}{1+\alpha t},$$

d'où,

$$\pm n = 760\,\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'} - 760 = (t-t')\,\frac{760}{\frac{1}{\alpha}+t'}.$$

Et, comme α est égal à environ $\frac{1}{273}$, on a :

$$\pm n = (t-t')\,\frac{760}{273+t'}.$$

Les variations de la quantité t' étant toujours assez petites relativement à 273, et ne dépassant guère 10 degrés en plus ou en moins, on voit que l'erreur que l'on commettra, en donnant à t' une valeur moyenne telle que 12, ira au maximum à $\frac{1}{27}$ environ en plus ou en moins du nombre de millimètres contenu dans n, c'est-à-dire 1 millimètre sur 27 millimètres, différence qui se présentera assez rarement. L'approximation sera donc généralement suffisante en supposant le facteur $\frac{760}{273+t'}$ constant et égal à $\frac{760}{273+12} = 2{,}6$. On voit alors qu'autant il y aura d'unités dans la différence $t-t'$, autant de fois il y aura $2^{mm},6$ de différence entre 760 millimètres et la pression actuelle, différence qui sera en plus ou en moins, suivant qu'on aura t' plus grand ou plus petit que t.

Pour observer le baromètre thermoscopique de M. Guiot, on voit donc qu'il faut faire les lectures des deux échelles et prendre la différence (opération immédiate, puisque cette différence dépasse rarement 10 unités), puis multiplier cette différence par 2,6 pour avoir le nombre de millimètres de la pression en plus ou en moins de 760 millimètres. Dans un grand nombre de cas, par exemple, quand on veut apprécier seulement les chances de beau ou de vilain

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps, on peut se dispenser de convertir la différence $t - t'$ en millimètres, et se contenter de dire qu'il y a tant de degrés de *beau* ou de *vilain temps*.

On conçoit, d'ailleurs, que la division de l'échelle thermométrique étant arbitraire, on peut (si l'on veut sacrifier l'indication de la température) disposer de cette échelle de manière qu'une division représente soit 1, soit 2 millimètres de pression. On peut même faire en sorte que les deux échelles soient égales, alors une seule suffirait, et la différence serait immédiatement apparente. Dans ce cas, un petit tableau mobile pourrait mettre en regard des index les formules usitées de *pluie, variable, beau temps*.

Il est certain que le baromètre thermoscopique de M. Guiot ne sera que bien rarement appelé à contribuer à l'ornement de nos appartements, et que les dames trouveront sa lecture un peu compliquée. Mais si l'on songe que, pour 4 ou 5 francs, l'agriculteur, le marin pourront se procurer un instrument rustique, qu'on ne peut déranger qu'en le brisant, qui ne craint l'humidité que s'il est plongé dans l'eau, donnant des indications aussi précises que tous les baromètres ordinaires, on conclura avec nous que M. Guiot a bien mérité de la Météorologie pratique. Nous pensons aussi que son instrument, en raison de sa sûreté et de son bas prix, sera une ressource précieuse pour les observatoires ruraux que nous voyons se multiplier chaque jour, grâce à l'énergique impulsion que l'Observatoire, l'Académie des sciences, l'Association météorologique de France, l'Association scientifique ont donnée, dans ces derniers temps, à l'étude des perturbations atmosphériques.

En conséquence, Messieurs, votre comité des arts économiques vous propose :

1° De remercier M. Guiot de son intéressante communication en l'engageant à continuer une œuvre d'un intérêt général, le *baromètre portatif à très-bon marché;*

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec la figure de l'instrument de M. Guiot et la note très-courte qui l'accompagne, et de lui en donner 200 exemplaires.

Signé Le Roux, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 janvier 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE AU BAROMÈTRE THERMOSCOPIQUE DE M. GUIOT, REPRÉSENTÉ PLANCHE 340.

Fig. 1. Vue en dessus de l'instrument, que deux anneaux permettent de suspendre.

Fig. 2. Section longitudinale perpendiculaire à la figure 1.

Fig. 3. Vue de l'intérieur de la boîte de l'instrument.

A, boîte en tôle de l'instrument, sur laquelle sont disposés parallèlement les deux tubes thermométrique et baroscopique. Elle se compose de cinq compartiments hermétiquement cloisonnés et remplis de chaux vive, dont le premier de gauche seul communique avec l'extérieur par une ouverture très-petite placée en dessous.

B, tube thermométrique ordinaire, dont la boule est enfermée dans l'intérieur de la boîte; son échelle est celle de tous les thermomètres.

C, tube baroscopique, muni de son index coloré en bleu d'acide sulfurique et pourvu d'une échelle spéciale. Il est terminé à son extrémité de gauche par une boule enfermée, comme celle du tube B, dans la boîte; mais son extrémité de droite est ouverte et pénètre dans le dernier compartiment, au moyen d'un coude qui traverse le dessus de la boîte par un orifice mastiqué avec soin.

D, D, D, D, tubes capillaires pénétrant à frottement d'une cloison dans l'autre par des orifices mastiqués; l'air extérieur qui entre par le premier compartiment de gauche ne peut arriver dans le dernier où débouche l'extrémité ouverte du tube C qu'en se desséchant et en passant successivement par chacun de ces tubes.

Note additionnelle de M. Guiot.

Dans les appréciations un peu superficielles que quelques personnes ont faites jusqu'ici de son ingénieux instrument, deux objections ont souvent été présentées à M. Guiot; voici la réponse qu'il y fait :

« Les usages des baromètres sont, comme on sait, de deux ordres, c'est-à-dire scientifiques ou vulgaires.

« Au point de vue des usages scientifiques, on reproche au nouvel instrument de ne donner la valeur exacte de la pression atmosphérique qu'au moyen d'un calcul. L'objection est, en effet, fondée, mais ne peut-elle être faite aussi bien à l'instrument de Toricelli? Ne sait-on pas que ce prototype des baromètres, qui est le baromètre fondamental des physiciens, exige lui-même la *correction de la température* relativement aux indications qu'il fournit? Or le calcul, s'il est permis de donner ce nom à des opérations aussi simples, n'est pas plus long pour le premier instrument que pour le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

second, lors même que l'on ferait usage de la formule algébrique contenue dans le rapport précédent.

« En ce qui concerne les usages vulgaires, on regrette de ne pas voir figurer sur la tablette de l'instrument l'indication usuelle des pronostics, ou des probabilités relatives à l'état de l'atmosphère. Sans doute, au premier abord, l'aspect des deux tubes et de leurs échelles différentes présente à l'œil quelque chose d'inusité et peut-être d'énigmatique. Mais l'énigme n'est pas difficile à comprendre et, avec l'usage, l'habitude ne peut manquer de venir. Quoi de plus facile et de plus simple, en effet, que de considérer le tube thermométrique comme l'indicateur du *beau temps*, et le tube baroscopique comme celui du *mauvais temps*, puis de voir quel est celui qui l'emporte sur l'autre d'après le nombre de degrés qu'ils accusent sur leurs échelles respectives. Lorsque le chiffre du premier tube est supérieur, par exemple, de 4 divisions ou inférieur de 3 au chiffre du second tube, ne pourrait-on s'habituer à dire, dans un langage convenu, qu'il y a 4 degrés de beau temps ou 3 degrés de mauvais temps? Il suffit donc, comme dans les baromètres vulgaires, d'une simple inspection de l'instrument pour avoir l'indication que l'on cherche.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* INSTRUMENT A L'USAGE DE LA TONNELLERIE, *inventé par* M. RAVINET, *ancien tonnelier, rue de Boulogne*, 36 *bis*.

L'invention d'un outil propre à faciliter le travail d'une classe d'artisans est un des plus grands services que l'on puisse rendre à l'industrie, le petit avantage qu'il procure dans chaque application étant répété à l'infini par la multitude d'ouvriers qui en font usage. C'est un progrès de ce genre que nous paraît avoir réalisé, à la fin d'une carrière laborieuse, l'inventeur de l'espèce de calibre qui vous a été soumis et qui a tous les caractères d'utilité, de simplicité qui doivent en faire un outil usuel.

Lorsqu'un tonnelier a à construire une cuve, il peut déterminer, par un dessin préalable, le tracé des douves, les inclinaisons des faces de joint, le *couché*, et c'est ainsi qu'il opère pour les travaux importants; mais, dans les travaux usuels et toujours les mêmes, il se fie à l'expérience acquise pour donner à chaque morceau de bois de dimensions variables la forme et les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proportions convenables. Outre que rien, sauf quelques calibres fixes pour les ouvrages les plus usuels, ne le guide pour abréger un long apprentissage, qui lui permet d'acquérir une habileté suffisante pour opérer passablement, il résulte bien des imperfections d'un semblable mode de faire ; c'est par des retouches, des pertes de bois, par l'exagération de l'action des cercles et du feu, ce qui compromet la solidité, qu'il arrive au but.

L'espèce de compas de proportion auquel l'auteur espère qu'on donnera son nom, le *Ravinet*, évite ces inconvénients, et permet de déduire de la connaissance du plus grand diamètre la dimension de la douve correspondant au plus petit diamètre. Les branches du compas étant divisées, on reconnaîtra de suite la place où devra être présentée, dans l'ouverture du compas, la partie la plus large de la douve pour un diamètre voulu. Ainsi, une douve faisant partie d'un seau qui doit avoir, au grand diamètre, $0^m,30$, et au petit $0^m,25$, sera présentée par le gros bout dans le compas au rayon $0^m,15$. On fixera la branche mobile au moyen d'une vis par exemple, et le petit bout sera dressé pour entrer dans les branches de manière à arriver à la division $0^m,125$.

Les branches du compas, représentant les plans diamétraux, donneront également le *couché*, l'inclinaison des faces, pour les ouvrages de tonnellerie essentiellement formés de corps de révolution.

Le remplacement de tout tracé par un calibre simple, peu coûteux, d'un usage excellent, est évidemment désirable, et le succès nous en paraît assuré ; les services qu'il rendra aux 15 ou 20,000 ouvriers tonneliers de notre pays sont incontestables.

Il serait juste, sans doute, que l'inventeur, aujourd'hui aveugle, reçût quelque chose en échange de son invention, dont il veut faire jouir gratuitement ses anciens confrères. Peut-être M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics jugera-t-il qu'il lui appartient, au nom de l'industrie, de reconnaître l'utilité des travaux de M. Ravinet.

Mais, indépendamment de ce que sa position offre de particulièrement intéressant, l'invention de M. Ravinet mérite, par sa simplicité et son utilité, les suffrages de la Société d'encouragement.

Nous vous proposons, en conséquence,

1° De remercier M. Ravinet de sa communication ;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec le dessin de son compas ;

3° De donner à l'auteur 300 exemplaires du présent rapport ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° Enfin d'envoyer copie du présent rapport à M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics.

Signé LABOULAYE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 7 février 1866.

LÉGENDE RELATIVE AU COMPAS POUR LA TONNELLERIE DE M. RAVINET (PLANCHE 340).

La figure 4 est une vue de l'instrument, qui est tout en bois.

A, planchette pentagonale.

B, secteur fixé à la planchette.

C, branche fixe du compas, représentant l'un des rayons du secteur et portant des divisions.

D, seconde branche du compas, pouvant se mouvoir à volonté autour du point O, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées, et se fixer en un point quelconque de l'arc du secteur au moyen d'une vis de pression; elle porte les mêmes divisions que la branche C.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HERPIN, *au nom du comité des arts économiques, sur les procédés de* MOUTURE DU SARRASIN, *présentés par* M. BETZ-PENOT, *ancien meunier, à Ulai* (*Seine-et-Marne*).

Messieurs, le sarrasin ou *blé noir* est l'une des plantes les plus utiles et les plus précieuses de notre agriculture; il croît dans des sols maigres; il occupe la terre pendant deux ou trois mois seulement.

Sa tige et ses feuilles fournissent un excellent fourrage vert et un bon engrais, lorsqu'on les enfouit.

La graine de sarrasin contient une farine blanche, de bon goût et très-propre à la nourriture de l'homme. Cette farine, bien qu'elle ne contienne pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de gluten proprement dit, contient cependant des matières azotées en proportions notables, c'est-à-dire presque autant que le froment.

L'enveloppe corticale de la graine de sarrasin est épaisse, dure et ligneuse; elle forme 19,1 à 22 pour 100 du poids total de la graine.

La difficulté de séparer convenablement l'écorce ligneuse du sarrasin, de la farine que contient cette graine, est probablement la cause pour laquelle on l'emploie moins, pour l'alimentation de l'homme, qu'elle ne mérite de l'être.

Dans les procédés ordinaires de mouture, qui consistent à écraser la graine de sarrasin entre deux meules, une partie de l'écorce est écrasée et pulvérisée; elle se mélange à la farine, lui donne une teinte grise-noirâtre, un aspect et une saveur peu agréables.

On a cherché à remédier à ces inconvénients en faisant passer la graine entre des meules suffisamment écartées l'une de l'autre pour que l'enveloppe seule fût détachée par une première opération; alors le périsperme ou le noyau farineux reste intact; on sépare ensuite l'écorce de la farine par une espèce de vannage; enfin, dans une opération subséquente, on fait remoudre la farine seule; mais ce procédé est long, dispendieux, et donne lieu à un fort grand déchet; en un mot, il laisse beaucoup à désirer.

M. Betz-Penot, ancien meunier, à Ulai, près de Nemours, auquel vous avez décerné, en 1852, sur le rapport de notre respectable collègue, M. Benoît, une médaille d'or pour les perfectionnements qu'il a introduits dans la mouture du maïs, M. Betz-Penot a fait à la mouture du sarrasin une heureuse application des procédés qu'il a employés pour la mouture du maïs.

Ces procédés ayant déjà été décrits en détail dans le *Bulletin* de la Société (1), nous nous bornerons à les rappeler en quelques mots.

Ils consistent à monder, décortiquer et concasser la graine du sarrasin, préalablement imbibée d'eau et desséchée ensuite à l'étuve, ce qui facilite considérablement la séparation de l'écorce et de la farine, ainsi que le triage des issues.

Le grain est moulu entre des meules de pierre, taillées et rhabillées spécialement pour ce genre de travail. Par cette disposition des meules, analogue à celle dont il fait usage pour le maïs, M. Betz-Penot est parvenu « à exécuter une véritable dissection de la graine, et cela avec une telle précision, qu'il

(1) Voir *Bulletin* de 1852, 1re série, t. LI, p. 384 et 530.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sépare complétement l'embryon, le tissu vasculaire, la matière résinoïde d'avec la fécule et la substance essentiellement nutritive.

« De plus, celles-ci sont subdivisées au gré du consommateur en semoules de plusieurs numéros et en farines de différentes finesses complétement exemptes de corps étrangers (1). »

Voici, d'après M. Betz-Penot, le compte de la mouture du sarrasin, suivant ses procédés :

100 kilogrammes de graine, immergés dans de l'eau pendant une heure, et qu'ensuite on a laissés égoutter pendant le même espace de temps, absorbent 14 kilogrammes d'eau et donnent un poids total de 120 kilogrammes, en y comprenant 6 kilogrammes de graine légère ou de mauvaise qualité, qui surnagent à la surface de l'eau et que l'on retire comme n'étant pas susceptibles de donner une bonne farine.

Après avoir été desséchés lentement et convenablement à l'étuve, et ensuite soumis aux opérations de la mouture, les 100 kilog. de graine ont donné les produits et les résultats suivants :

	Produit en farine.		
Pour l'homme.	Farine de gruau.	17	kilogrammes.
	Farine ordinaire.	23	—
	Partie grasse, recoupes et son.		
Pour les bestiaux.	Recoupe.	6	—
	Partie grasse.	12	—
	Gros son.	30	—
	Grains avariés restés sur l'eau.	6	—
	Perte au lavage du grain, évaporation de la mouture, déchet à l'étuve, etc.	6	—
	Total égal.	100	kilogrammes.

Ainsi, d'après le compte de mouture de M. Betz-Penot, le rendement en farines de gruau et ordinaires, susceptibles d'être employées utilement à l'alimentation de l'homme, ne serait que de 40 pour 100 du poids du grain.

Ce chiffre est loin de représenter la totalité de la substance nutritive que l'analyse chimique a trouvée dans la graine du sarrasin.

---

(1) Voir à la suite de ce rapport la note de M. Jacquelain, auquel cette citation est empruntée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais ne sait-on pas que, même à l'aide de nos meilleurs procédés de mouture, on ne parvient encore aujourd'hui à retirer du blé que 80 à 82 p. 100 de farine, que le surplus passe dans le son et les issues, tandis que l'analyse chimique nous apprend que l'écorce ou la cellulose, le *son* enfin, ne forment guère que de 2 à 3 pour 100 du poids du grain?

Suivant M. Betz-Penot, il y a 60 centièmes de la graine du sarrasin qui ne sont pas susceptibles de donner une farine propre à l'alimentation de l'homme, bien que contenant une proportion notable de matières azotées nutritives, parce que la matière azotée se trouve associée, dans cette graine, à une substance grasse d'une saveur âcre et peu agréable.

Mais ces issues sont très-utiles pour la nourriture et surtout pour l'engraissement des bestiaux qui en sont très-friands.

Peut-être serait-il possible d'enlever cette matière grasse, comme on est parvenu à le faire pour la matière huileuse, âcre et amère du marron d'Inde ?

Au surplus, les farines de sarrasin privées de leur matière grasse sont moins sujettes à rancir ; elles se conservent beaucoup mieux que celles qui n'en ont pas été débarrassées.

Sur la demande que nous lui en avons faite, M. Jacquelain a bien voulu faire l'analyse des diverses farines et des produits issus du sarrasin, qui lui ont été remis par M. Betz-Penot; vous connaissez tous, Messieurs, la précision, l'exactitude qu'apporte à ces sortes d'opérations notre honorable et consciencieux collègue.

On trouvera les résultats de ces analyses dans la note qui suit ce rapport, et que M. Jacquelain a rédigée lui-même.

« Les échantillons de farines de sarrasin qui nous ont été remis par M. Betz-Penot, ajouterons-nous avec M. Jacquelain, sont remarquables par leur blancheur, leur finesse, leur bon goût et leur saveur agréable.

« Employées sous forme de potage, ces farines ont beaucoup d'analogie avec celles que fournissent le tapioca, le sagou, etc.; sous forme de pâtisserie, elles sont légères, nourrissantes et d'une digestion facile. »

En indiquant des moyens simples et faciles d'utiliser la graine du sarrasin pour la nourriture de l'homme, M. Betz-Penot a rendu un service réel à l'agriculture et aux arts alimentaires. Ses travaux auront pour résultat d'accroître la consommation du sarrasin et d'étendre la culture de cette plante éminemment précieuse, puisqu'elle fournit tout à la fois un excellent aliment pour l'homme et les animaux, un bon fourrage et un engrais fertilisant pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le sol; elles augmenteront ainsi la richesse et les ressources alimentaires du pays.

J'ai, en conséquence, Messieurs, l'honneur de vous proposer, au nom du comité des arts économiques :

1° De remercier M. Betz-Penot de sa communication;

2° D'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*.

Signé HERPIN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 21 mars 1866.

ARTS CHIMIQUES.

ÉTUDE CHIMIQUE DES PRODUITS EXTRAITS DU SARRASIN PAR LE PROCÉDÉ DE MOUTURE DE M. BETZ-PENOT, PAR M. JACQUELAIN.

Membre du Conseil (1).

L'agronomie et la chimie s'accordent généralement aujourd'hui à considérer la graine du sarrasin comme une céréale d'un très-grand intérêt, au point de vue de l'alimentation économique.

En effet, le sarrasin ne réclame aucun soin pendant sa végétation, car il se défend suffisamment des plantes nuisibles par les feuilles nombreuses qu'il étale, et il n'exige, au minimum, qu'une demi-fumure et des engrais alcalins.

Cette semence parcourt toutes les phases de sa végétation dans l'espace, au plus, de trois mois, et, comme toutes les plantes, elle puise dans le sol ses principes minéraux; elle emprunte à l'atmosphère ses autres éléments, l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote.

La rapide évolution de cette céréale en fait une récolte intercalaire dérobée ou sarclée entre celles plus précoces du seigle, de l'orge, du colza, et les ensemencements d'automne ou d'hiver.

Son rendement moyen, de 15 hectolitres à l'hectare en Bretagne, peut s'élever, comme en Flandre, si l'on n'économise pas l'engrais, jusqu'à 50 hecto-

(1) Communication faite dans la séance du 4 avril 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

litres, en employant 1 hectolitre de semence pour avoir de la graine, et $1^{hectol},40$ lorsqu'on veut le donner en fourrage, ou le convertir en engrais vert.

Si l'on consulte maintenant la statistique générale de 1835 sur la culture du sarrasin, et dont les chiffres, qui méritent toute confiance, ont été consignés par M. Isidore Pierre dans un excellent travail sur la valeur nutritive de cette céréale, on observe que, sur 82 départements situés tant au nord qu'au midi oriental et occidental, 65.1236 hectares produisent 8.469.643 hectolitres de sarrasin.

Enfin, si l'on compare les oscillations des prix de vente du sarrasin et du froment durant vingt années, comprises de 1835 à 1855, on trouve, d'après M. Isidore Pierre, que le prix moyen de l'hectolitre du sarrasin s'est maintenu à 11 fr. 24, et celui du froment à 21 fr. 04, c'est-à-dire à la moitié sensiblement du prix du froment. A poids égal de 100 kilogrammes, les prix du sarrasin et du froment, pendant la même période, s'expriment par les nombres 16 fr. 53 et 26 fr. 51. Ainsi tous les faits que nous venons de rapporter sont favorables à cette hypothèse que la culture du sarrasin doit se répandre et s'accroître.

Le département du Calvados nous offre cependant un résultat un peu contraire à cette conclusion ; car, malgré les modifications apportées à cette culture, le sarrasin est resté dans la limite du succès possible, puisque, en 1835, le département, sur 15.808 hectares, a produit 222.770 hectolitres de sarrasin, puisque, 20 années plus tard, ce même département affectait 16.325 hectares à la production de 274.011 hectolitres, environ un excédant de 50.000 hectolitres. (Isidore Pierre.)

Cette faible progression dans la culture du sarrasin, pour le département du Calvados en particulier, semble se rattacher à plusieurs causes, dont les effets vont se généralisant pour tous les départements qui produisent assez régulièrement du sarrasin.

Tout d'abord nous signalerons la nécessité de s'alimenter d'un pain plus grossier, mais plus économique, pour les populations pauvres, et le plus grand bénéfice entrevu par la petite culture, en consommant le sarrasin pour vendre la majeure partie de son froment.

A côté de cette stabilité dans les mœurs, les goûts, les vues d'économie des populations agricoles sédentaires, viennent contraster celles nouvellement acquises par les habitants des campagnes, qui, de toutes parts, émigrent vers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les grands centres de construction et d'industrie, dans l'espoir d'un salaire plus rémunérateur.

Spéculation suivie d'une modeste épargne pour quelques-uns, ceux qui ont progressé en économie et en modération ; mirage trompeur pour d'autres, ceux dont le goût de la dissipation s'est développé au détriment de leur morale.

Nous devons encore rappeler que, de nos jours, la boulangerie s'est répandue jusque dans les bourgs, les hameaux, tandis que, il y a soixante ans, les boulangers, même des petites villes, vendaient plus de pain bis que de pain blanc ; que, dans toutes les campagnes, chaque ménagère avait son pétrin, y préparait du pain pour quinze jours et plus, ce qui n'existe aujourd'hui que dans les fermes isolées, à de grandes distances des centres d'habitation ; que l'on revient difficilement à l'usage du sarrasin lorsqu'on a pris l'habitude de se nourrir au froment. Enfin, il demeure non moins évident aussi que les départements de la France qui ont toujours consommé du blé continueront à trouver plus agréables les produits du blé consommés à l'état de pain, de pâtisserie, de pâtes et de farines, et que, à moins d'une extrême nécessité, cette préférence devient un obstacle à la substitution même partielle du sarrasin au froment.

Enfin il ne faut pas oublier qu'une chaleur solaire moyenne de 1600 degrés est nécessaire à la maturité du sarrasin ; que sa culture est subordonnée à une douce température, même en été, ainsi qu'à l'existence d'un air toujours humide, et que les gelées précoces, les vents desséchants, aussi bien que les chaleurs excessives, compromettent toujours le succès de sa récolte.

Par toutes ces considérations, nous ne saurions voir, dans le peu de soins et d'engrais exigés par la culture du sarrasin, dans la rapidité de sa végétation, dans ses avantages de bonne culture intercalaire, dans l'infériorité même de 50 pour 100 de son prix comparé à celui du froment, des motifs suffisants pour admettre ou prédire, au sujet de cette culture, un développement de quelque importance, du moins tant que, sur les lieux de production, les applications du sarrasin seront limitées à la préparation du pain et de la galette.

Cette dernière proposition, conséquence nécessaire de la courte discussion à laquelle nous venons de nous livrer, ne doit pourtant pas être prise trop à l'absolu.

En effet, si les perfectionnements nouveaux réalisés par M. Betz-Penot avec un succès remarquable, et qu'il propose d'introduire dans la mouture du sar-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rasin, étaient généralement acceptés; si les produits de choix qu'il en retire peuvent atteindre un prix de vente modéré pour la consommation, et, en même temps, rémunérateur pour le travail de meunerie, nous croyons que, sans changer les habitudes des populations se nourrissant encore avec du sarrasin, sans imposer cette céréale aux consommateurs de froment, il pourrait naître des besoins tendant à répandre davantage l'emploi des belles farines du sarrasin, par les personnes qui en auraient constamment repoussé l'usage à l'état de pain et de galette.

J'ajouterai que non-seulement en cas de disette, mais encore dans les temps ordinaires, il y aurait un avantage très-sérieux, au point de vue de l'hygiène générale et de l'économie domestique, à préparer du pain contenant une certaine proportion de farine de sarrasin, suffisante pour abaisser la taxe du pain sans changer trop brusquement nos habitudes, et insuffisante pour qu'il en résulte des modifications trop intimes dans les propriétés physiques de cette base de notre nourriture.

Mais attendons quelques instants pour aborder cette question, et faisons d'abord connaître, en quelques mots, le procédé de mouture de M. Betz-Penot.

Ce procédé nécessite une opération préliminaire d'une exécution fort simple, et, cependant, d'une certaine importance, quand le travail est conduit avec prudence. Elle consiste à immerger dans l'eau la graine de sarrasin pendant une demi-heure, à l'égoutter promptement avant de la faire passer sous une meule présentant un taille particulière, puis à dessécher, dans une étuve à 50 degrés, les différents produits qui en résultent.

On conçoit que, durant cette demi-heure d'immersion, l'enveloppe ligneuse se détrempe beaucoup plus que les autres parties de la graine; que la portion embryonnaire, moins humectée, absorbe cependant assez d'humidité pour se détacher de l'albumen farineux sans se pulvériser, surtout lorsqu'on fait agir la meule avec légèreté; et qu'enfin la matière féculente, à peine imbibée, peut supporter ensuite un travail plus serré, qui lui donne alors des finesses et des blancheurs correspondantes aux divers numéros de farine que l'on se propose d'obtenir. Tout ce travail de séparation n'est plus possible si la durée d'immersion n'est pas surveillée, et la graine, en outre, cédant à l'eau une trop grande quantité de principes solubles, la composition des principes utiles serait notablement modifiée et leur conservation compromise.

Nous allons donner maintenant la répartition des produits et le rendement d'une opération de mouture, tels que M. Betz-Penot nous les a transmis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

100 kilog. de sarrasin fournissent :

54 { 30 kilog. issues ligneuses et gros son,
12 kilog. embryon et matière grasse,
6 kilog. recoupe,
6 kilog. grains avariés,
6 kilog. perte après immersion et dessiccation,

40 { 23 kilog. farines nos 2 et 3,
17 kilog. farine no 1.

Les 54 kilog. vendus à 0f,05 pour l'engraissement des animaux et des oiseaux de basse-cour, soit.	2f,70
Les 40 kilog. vendus à 0f,50 pour les potages au gras ou bien au lait sucré. . . .	20, 00
Total.	22, 70
A déduire pour les 100 kilog. de sarrasin.	16, 00
Bénéfice probable.	6, 70

Passons maintenant à l'analyse de ces différents produits afin d'en discuter leur valeur nutritive.

Les produits extraits du sarrasin par la mouture Betz-Penot sont au nombre de quatre et se représentent par :

		Gr.
Téguments ligneux et gros son, séchés à 110 degrés centigrades. . .		280,00
Embryon et matière grasse	— . . .	301,60
Farines nos 2 et 3 réunies	— . . .	313,00
Farine gruau n° 1	— . . .	206,73
Total.		1101,33

Nous nous sommes attaché à faire, pour chaque produit, l'analyse des cendres, le dosage de l'azote, de la matière grasse, et, sous le titre de matières organiques, nous avons groupé le glucose, la dextrine, la fécule et d'autres principes exempts de matière grasse et d'azote.

Il importe de signaler, dès à présent, que 100 parties de téguments renferment 1,9 d'azote, que 100 parties d'embryons en renferment 4,8, tandis que les farines n'en contiennent plus que 8 à 4 millièmes. Les téguments et l'embryon sont riches à 3 pour 100 de potasse et de soude, lorsque les farines ne le sont plus qu'à 1 millième. En compensation, ces derniers renferment 1 millième d'acide phosphorique, lorsque les téguments et l'embryon en sont dépourvus.

Ces données suffiraient sans doute pour faire comprendre que les téguments associés aux embryons sont avantageux pour l'engraissement des animaux,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tandis que les farines, ainsi débarrassées des premiers, deviennent des aliments d'une saveur plus agréable, mieux appropriés à l'alimentation de l'homme.

Quoique ces conclusions se déduisent naturellement de l'ensemble des analyses rapportées dans le tableau ci-joint, nous croyons utile d'appeler l'attention du lecteur sur quelques faits généraux qui feront mieux connaître toute la portée de ces conclusions.

Les travaux nombreux et très-importants entrepris, pour la première fois, par M. Payen ont eu pour objet, soit de démontrer la présence et la dissémination des substances azotées dans les tissus et les organes de tous les végétaux, soit d'établir que tous les jeunes organes d'une plante sont formés d'abord d'une matière azotée analogue à la fibrine, laquelle, plus tard, se trouve, pour ainsi dire, injectée de substance celluleuse, ligneuse et amylacée ; la détermination de l'azote dans les fourrages d'une part, et d'autre part dans les substances destinées à l'alimentation de l'homme, résultats dont nous sommes redevables aux plus habiles agronomes d'Allemagne, d'Angleterre et de France (1); les recherches, bien plus délicates et plus difficiles, exécutées par MM. Dumas et Cahours, Dumas et Boussingault, ayant pour effet d'isoler les principes immédiats ou matières animales neutres tirées des aliments généraux consommés par l'homme, et celles, identiques ou analogues, préexistantes dans les fourrages, ont mis hors de doute un certain nombre de propositions devenues, en agronomie comme en hygiène, des vérités fondamentales.

Nous allons les rappeler pour les personnes peu familiarisées à ces questions :

1° Tous les végétaux renferment de l'azote.

2° Tous les animaux renferment de l'azote.

Mais, à poids égal de matières séchées à 100 degrés, les végétaux sont moins riches en azote que les animaux.

3° Toutes les plantes fourragères sont formées, en proportions très-variables, de trois substances azotées et organisées; l'albumine, la caséine, la glutine : ces plantes renferment, en outre, des matières grasses, une ou plusieurs substances ternaires, telles que la fécule, la gomme, le sucre, et, enfin, quelques principes salins, comme les chlorures, les phosphates, les carbonates à bases alcalines ou terreuses.

---

(1) André Block, Boussingault, Crud, Dombasle, Flotton, Meyer, Middelton, Murré, Rieder, Schwertz, Thaër, Weber, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque l'analyse découvre dans une plante cet ensemble de composés, cette plante est alors considérée comme un aliment type pour les ruminants.

4° Les céréales et, en particulier, les blés, sont des aliments aussi parfaits pour l'homme adulte que le lait pour les jeunes mammifères.

Toutes ces données bien établies ont fait naître la pensée d'estimer la valeur nutritive d'un aliment d'après la proportion d'azote qu'il renferme. Mais, comme cette quantité d'azote, dans un végétal, n'appartient pas exclusivement à des matières azotées également assimilables et nutritives pour les divers animaux ; comme ces dernières sont souvent accompagnées d'autres substances azotées, dans le même produit, qui ne sont pas des aliments, il s'ensuit que la valeur d'un aliment, déterminée d'après la proportion d'azote, se trouve presque toujours estimée trop bas ; car, ne l'oublions pas, plus un aliment contient d'azote assimilable, et moins il en faut donner pour représenter la ration d'entretien, même en tenant compte, non pas de la substance ligneuse, mais bien de la fécule, de ses congénères et des matières grasses, lesquelles concourent à l'alimentation, en développant de la chaleur animale par leur combustion.

Analyse des différents produits extraits du sarrasin et obtenus par le procédé de mouture de M. Betz-Penot.

	280 grammes. — Téguments ligneux et gros son séchés à 110° C.	301gr,6. — Embryon et matière grasse séchés à 110° C.	313 grammes. — Farines nos 2 et 3 séchées à 110° C.	206gr,730. — Gruau no 1 séché à 110° C.	Composition moyenne des quatre produits précédents séchés à 110° C.	Composition moyenne en centièmes.
Potasse et soude	8,876	9,201	0,486	0,354	18,917	1,717
Chaux	0,382	0,559	0,431	0,288	1,660	0,150
Magnésie	0,497	2,385	0,251	0,004	3,137	0,289
Acide phosphorique	0,000	0,000	0,380	0,400	0,780	0,070
Silice	0,191	0,894	1,421	0,794	3,300	0,299
Azote	5,356	14,539	2,515	0,961	23,371	2,122
Matière grasse	3,825	5,592	2,875	0,721	13,013	1,181
Matières organiques, glucose, dextrine, fécule, etc.	260,873	268,430	304,641	203,208	1037,152	94,172
	280,000	301,600	313,000	206,730	1101,330	100,000
	Pour 100 parties.	Pour 100 parties.	Pour 100 parties.	Pour 100 parties.		
Azote	1,91	4,83	0,80	0,46	»	2,122
Matière grasse	1,36	1,85	0,91	0,34	»	1,181
Acide phosphorique	0	0	0,12	0,19	»	0,070
Potasse	3,17	3,05	0,15	0,17	»	1,717
	93,16 Téguments	89,16 Embryon.	97,32 Aliment féculent.	98,26 Aliment féculent.		94,172 Aliment féculent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Guidé par ces considérations, essayons de comparer maintenant la valeur de quelques céréales, rapportée à la proportion d'azote qu'elles renferment.

			Parties d'azote.	Parties de matières grasses.
Isidore Pierre.	1 kilog.	d'avoine renferme.	17	50
	1 —	maïs.	22	81
	1 —	orge.	22	31
	1 —	sarrasin.	23	32
Boussingault.	1 —	froment tendre de Foix.	28,5	»
	1 —	blé dur d'Afrique.	32	»
Jacquelain. .	1 —	sarrasin.	21,22	11,8

D'un autre côté :

Jacquelain. .	1 kilog.	farine de sarrasin n° 1.	4,6	3,4
	1 —	— n° 2.	8,0	9,1
Boussingault.	1 —	farine privée de son, du blé tendre, pays de Foix.	35	»
	1 —	farine de blé dur d'Afrique.	42,5	»

Ainsi donc, tandis que le sarrasin en grain représenterait, par son azote, les 10/13 du pouvoir alimentaire du blé tendre en grain, la farine de sarrasin (mouture Betz-Penot) ne représente plus que les 10/76 du pouvoir alimentaire de la farine de ce même blé tendre, toujours dans l'hypothèse que tout l'azote des belles farines est assimilable.

Quant aux téguments mêlés de gros son, lesquels renferment par kilog. 1 partie d'azote, plus 13 parties de matières grasses, ce sont, évidemment, des produits à texture ligneuse tout à fait impropres à l'estomac de l'homme et préjudiciables, même à l'aspect, comme à la saveur de la farine de sarrasin.

Nous serons moins sévère pour la partie embryonnaire associée à la matière grasse, puisque ce mélange renferme par kilog. 48 parties d'azote et 18 parties de matière grasse. Cependant nous ferons remarquer, en passant, que les farines riches en matière grasse sont sujettes à rancir et acquièrent par là une saveur désagréable; si l'on veut bien se rappeler, en outre, que l'embryon n'est autre chose qu'un végétal en miniature et, par cette raison, d'une assimilation moins facile pour l'homme que pour les ruminants, on approuvera sans peine, avec nous, l'élimination de ces deux produits dans la farine de sarrasin, bien que nous nous bornions à reconnaître, en ce moment, leur bonté pour l'engrais des animaux, faute de documents qui nous seront communiqués plus tard.

Quoi qu'il en soit, nous croyons avoir parfaitement mis en évidence que les belles farines de sarrasin, de M. Betz-Penot, doivent être considérées comme des aliments respiratoires de beaucoup préférables aux tapiocas, produits arti-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ficiels dérivés de la fécule, mais exempts d'azote et de matière grasse assimilables.

Qu'il nous soit permis, en terminant, d'ajouter que la mouture actuelle du sarrasin est une application de la méthode rationnelle déjà imaginée, puis employée, en 1851, avec un plein succès, par M. Betz-Penot, pour le maïs;

Que, de plus, le résultat fort remarquable de ce mode de mouture a été de pouvoir opérer par la meule une véritable dissection physiologique de ces deux graines et de beaucoup d'autres; de séparer très-distinctement le tégument, l'embryon, des parties cornées ou féculentes, ou grasses.

Il suit de là que le botaniste et l'agriculteur, à l'aide des analyses exécutées sur de tels produits, acquerront des notions plus vraies sur la localisation des différents principes minéraux et organiques répandus dans une graine, et qu'ils pourront peut-être en déduire de précieux enseignements pour étudier et mieux définir les conditions les plus favorables à la germination, à la végétation et au rendement d'une graine.

ARTS MÉCANIQUES.

SUR LA TRACTION A VAPEUR SUR LES ROUTES ORDINAIRES, PAR M. TRESCA,

Membre du comité des arts mécaniques (1).

« Messieurs, M. le Président de la Société d'encouragement, ayant su qu'il avait été fait des expériences sur la machine que M. Lotz a apportée à Paris et qu'il a fait voyager publiquement, pendant plusieurs jours, sur le quai, du corps législatif au Champ de Mars, a cru que je pourrais en entretenir la Société avec quelque avantage. M. le président m'a fait trop d'honneur; je ne sais rien, ou, du moins, fort peu de chose, et je crains bien de vous faire perdre votre temps. Tout au plus me sera-t-il possible de vous donner quelques notions sur l'historique de ces machines de traction, en passant en revue, devant vous, les diverses inventions qui ont précédé la machine de M. Lotz. Sous ce rapport, un entretien peut être utile, attendu que la question me semble arrivée au moment où elle doit aboutir. Permettez-moi de compter sur votre indulgence.

« En 1851, à l'Exposition de Londres, nous fûmes frappés à la vue d'un grand

(1) Conférence faite à la Société le 28 février 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombre de locomobiles. Ces machines nous étaient presque inconnues. Cependant la locomobile était déjà très-employée en Angleterre; elle était déjà devenue un instrument universel.

« En 1862, le même fait s'est reproduit, ou, du moins, un fait analogue. A ce moment nous connaissions à peine de nom ce qui, déjà, en Angleterre, était très-commun sous le nom de machines de traction. A Kensington il y avait 10 à 12 de ces machines de traction de divers modèles ; comme application réellement utile, ces machines étaient aussi nouvelles pour nous en 1862 que la locomobile en 1851.

« Nous nous demandâmes si le temps n'était pas venu où elles devaient prendre place dans l'industrie.

« Les machines de traction étaient employées dans les pays de montagnes pour des transports de matières et de grands fardeaux. Nous avons vu, dans les rues de Londres, transporter de nuit, par une machine de traction, une chaudière de 20 000 kilogrammes. Les machines de traction, sur route de terre, étaient employées déjà à Londres à cette époque ; il n'est donc pas étonnant que la machine de M. Lotz ait appelé notre attention à Paris.

« L'histoire de la machine locomotive à vapeur, en France, dans ses applications aux routes ordinaires, n'est pas sans intérêt : nous sommes les premiers qui nous en soyons occupés.

« En Angleterre, la machine de traction n'a pas été acceptée, dès l'abord, avec enthousiasme par l'opinion publique. L'autorité même semblait vouloir entraver ses progrès. Elles ne furent d'abord employées à Londres que pendant la nuit, pour le transport de lourds fardeaux. Bientôt elles passèrent dans les campagnes pour les opérations de l'agriculture. Une ou plusieurs personnes devaient les précéder à pied et déployer un drapeau rouge, pour mettre en garde les piétons et les cavaliers. Elles devaient se tenir à une distance d'au moins 50 mètres, pour donner ordre d'arrêter la machine aussitôt que les chevaux seraient effrayés.

« Il n'était permis de parcourir les rues qu'après déclaration, et en prenant des précautions convenables. Cependant les machines agricoles fonctionnaient de jour, mais une réglementation les forçait à se tenir à plus de 40 yards (1) de la route.

« Ainsi, s'il n'était pas défendu alors de construire des machines de traction, la difficulté était d'obtenir de les faire circuler, et encore ne circulaient-elles qu'avec de grandes restrictions.

(1) 1 yard = 0m,914.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Il est curieux de rappeler qu'il en a été de même à Paris pour les voitures suspendues, pour les carrosses. En 1540, il n'existait que deux carrosses suspendus sur courroies, inventés et fabriqués en France ; ils appartenaient l'un à la reine, l'autre à Diane, fille de Henri II. Leur nombre augmenta si rapidement, que vingt-trois ans plus tard, en 1563, ils causèrent de fréquents embarras dans les rues de Paris ; si bien que le Parlement décida que l'on supplierait le roi Charles IX d'en défendre l'usage dans la capitale.

« Depuis lors, bien des voitures à chevaux ont circulé dans Paris sans difficulté.

« L'accoutumance ainsi nous rend tout familier.

« Quand les locomotives seront en usage sur les routes ordinaires, personne ne sera étonné ni effrayé de leur fonctionnement.

« Cette observation était nécessaire pour bien faire comprendre les véritables difficultés de la question.

« Ces difficultés ne sont pas dans la construction ; elles sont uniquement dans l'application.

« L'idée des machines de traction est une idée française. Les Anglais nous montrèrent, en 1851, un petit modèle de locomobile construit vers 1775 par Watt. Mais notre Conservatoire possède une machine véritable, ayant fonctionné, et qui a été construite par Cugnot en 1769.

« Nous avons ainsi la certitude d'avoir devancé nos voisins.

« L'histoire de la machine Cugnot présente certaines particularités.

« Elle a été longtemps inactive. Un jour elle fut officiellement essayée. On fit du feu avec du charbon de bois, on souffla ce feu avec un soufflet de cuisine, et, au moment où on s'y attendait le moins, la machine se mit à marcher ; elle alla se heurter contre un mur qu'elle démolit.

« Elle a été construite par Brezin, et rappelle ainsi le nom du fondateur de l'hospice spécialement destiné à abriter la vieillesse des ouvriers mécaniciens et de tous les ouvriers de marteau.

« L'expérience faite, on en rendit compte à l'Académie des sciences.

« Cette voiture à vapeur est formée d'une chaudière sphéroïdale chauffée par un très-petit foyer, dont la porte est placée à l'avant ; elle fournit la vapeur à deux cylindres à simple effet, dans lesquels se meuvent les pistons disposés pour recevoir la pression en dessous seulement ; ils transmettent leur mouvement, par l'intermédiaire de leur tige, à des chapes à cliquets qui se cramponnent aux encoches du cercle de la roue motrice pour la faire tourner d'une quantité proportionnelle à leur course. Cette voiture est à trois roues, et c'est celle de devant qui détermine le mouvement. La forme des chapes à cliquets, ainsi que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celle des crans des cercles, permet de faire agir les cliquets, tantôt pour marcher en avant, tantôt pour marcher en arrière. Le conducteur peut faire pivoter tout le système au moyen d'un gouvernail placé entre ses jambes. Dans le but, sans doute, d'obtenir une forte adhérence sur sol, le bandage de la roue motrice est strié, comme une roue d'engrenage, de fortes cannelures sur tout son pourtour.

« Un rapport de M. L. N. Rolland, commissaire général de l'artillerie et ordonnateur des guerres, en date du 4 pluviôse an VIII (24 janvier 1801), contient les faits les plus importants concernant cette machine.

« Il en résulte qu'en 1769 le système Cugnot fut mis en expérience en présence du ministre Choiseul ; la voiture était chargée de quatre personnes, parcourait 1 800 à 2 000 toises à l'heure, mais avec interruptions. Elle ne pouvait marcher que douze à quinze minutes de suite, pour se reposer pendant le même temps.

« Cette épreuve valut à Cugnot l'ordre de construire une autre machine devant être chargée d'un poids de 8 à 10 milliers. Elle fut exécutée vers la fin de 1770 et payée à peu près 20 000 livres. Par suite des circonstances qui suivirent, cette machine ne fut peut-être jamais essayée. Ce même rapport constate que le général Bonaparte pensait qu'on pouvait tirer un grand profit de cette machine, mais qu'étant parti pour l'Égypte, l'expérience n'eut pas lieu.

« D'autres renseignements, provenant de pièces authentiques, confirment les indications précédentes. Il en résulte 1° (*Comptes rendus de l'Académie des sciences du 14 avril* 1851;—comm. de M. Morin) que les premiers essais connus de locomotion par la vapeur ont été faits, en 1769, par M. Cugnot, ingénieur français, né à Void, en Lorraine, le 26 février 1725, et mort à Paris le 10 octobre 1804; qu'ils ont été exécutés sur une machine qui portait quatre personnes, et marchait à raison de 1 800 à 2 000 toises par heure sur une route ordinaire.

« 2° Que ces essais faits en présence du duc de Choiseul, alors ministre de la guerre, et d'un grand nombre d'autres personnes, ont paru assez satisfaisants pour engager le gouvernement à faire exécuter, aux frais de l'État, à la fonderie de Strasbourg et à l'arsenal d'artillerie de Paris, une nouvelle machine capable de porter huit à dix milliers.

« 3° Que cette machine fut effectivement exécutée et terminée vers le milieu de l'année 1771, et que c'est celle qui est disposée au Conservatoire.

« La seule consolation que l'auteur ait pu obtenir s'est réduite à une modique pension de 1 000 francs, qui lui fut accordée par le premier consul, sur la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

recommandation de l'Institut, formulée dans un rapport de MM. Lalande, Messier et de Prony.

« Voici ce document :

« Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques certifie que ce qui suit est extrait « du procès-verbal de la séance du 21 thermidor an VIII (9 août 1800).

« Les citoyens Messier, Lalande et Prony font, par l'organe du premier, le rapport suivant sur « les ouvrages et le mérite du citoyen Cugnot :

« Le Ministre de l'intérieur, par sa lettre du 13 thermidor, demande, d'après le désir du liqui- « dateur général de la dette publique, l'avis de l'Institut sur le mérite des ouvrages du citoyen « Cugnot. En conséquence, nous avons examiné.....

« Sa machine à feu pour le service de l'artillerie, et qui fut éprouvée avec succès à l'Arsenal..., « était connue du général de Gribeauval.

« Le général Bonaparte communiqua le 11 pluviôse de l'an VI, à l'Institut, un mémoire relatif « à sa machine à feu. On nomma pour commissaires les citoyens Bonaparte, Pairier, Coulomb et « Prony, et, quoique le voyage d'Égypte ait empêché le rapport d'être fait par écrit, nous avons eu « connaissance du mérite de cette voiture à feu.....

« En conséquence, nous croyons que l'Institut doit opiner pour la conservation de la petite pen- « sion sur laquelle il est consulté par le Ministre.

« Signé LALANDE, MESSIER et PRONY.

« Le rapport est approuvé et les conclusions adoptées.

« Certifié conforme :

« *Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques,*

« Signé F. ARAGO. »

« La tentative de Cugnot fut suivie d'une foule d'autres.

« En 1803, Dallery mettait le mécanisme dans un bateau porté par quatre roues.

« En 1813, Brunton fabrique un engin dont l'appareil de propulsion imite la marche d'un quadrupède, le reste était porté sur des roues.

« M. le baron Séguier me rappelait, il n'y a pas longtemps, le tricycle de Rivaut. Lui-même, M. Séguier, a construit, avec Pecqueur, une machine dont les dispositions sont des plus ingénieuses, peut-être même surabondantes. La puissance motrice exerçait son action sur les roues de l'avant. Le conducteur de l'appareil avait à la disposition immédiate des pieds et des mains les organes destinés à changer la direction du mouvement. La machine évoluait, au milieu de tous les obstacles, avec une extrême facilité, sans doute parce que la roue motrice était à l'avant; mais la chaudière, comme celle de Cugnot, était insuffisante pour un service courant et régulier.

« Le problème entrevu par Cugnot a été réalisé dans l'appareil de M. Séguier mieux que dans tout autre appareil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« D'autres tentatives ont encore eu lieu ; mais c'est en 1834 seulement qu'on est arrivé à une véritable application. On se rappelle la machine de Dietz. Elle partit du milieu de la place du Carrousel, du point où était l'hôtel de Nantes, cette haute maison isolée qui rappela longtemps le moulin de Sans-Souci. Elle fit plusieurs fois le trajet de Versailles ; mais la tentative n'eut pas de suites.

« Toutes ces machines avaient le même défaut. Il y avait là une question délicate ; c'était d'obtenir la grande quantité de vapeur qui est nécessaire pour produire un effet utile avec une légèreté suffisante de tous les organes ; ce qui veut dire que la solution était liée à l'invention et à l'emploi des chaudières tubulaires.

« Dès 1826, cependant, on avait vu circuler, en Angleterre, un gracieux landau, locomobile, léger, brûlant sa fumée, marchant sans bruit et sans secousse, et portant douze voyageurs. Cette voiture à vapeur fit, pendant quelque temps, le service de Londres à Paddington. On en trouvera le dessin dans l'*Industrie*, Exposition de 1834, par Stéphane Flachat. Dans cette même année 1834, la machine Dietz reparut avec quelques perfectionnements ; elle remorquait à sa suite quelques voitures chargées de voyageurs. Mais la machine était lourde, bruyante, et jetait des nuages de fumée fort incommodes pour les voyageurs.

« Ce sont les machines agricoles qui ont le plus approché de la solution du problème. La difficulté la plus grande pour leur emploi consistait à obtenir la stabilité et l'adhérence nécessaires.

« En Angleterre, on a inventé mille dispositions pour obtenir l'adhérence. On a fait des roues avec saillies ; on a fait même des routes factices, les machines portant un certain nombre de parties plates qui tournaient avec les roues et se posaient à plat sur le sol, de manière que le roulement s'opérait sur ce sol improvisé ; c'étaient comme des tangentes à la roue, articulées l'une avec l'autre.

« Mais parlons maintenant de la machine de M. Lotz, et disons les résultats qu'elle a réalisés et les conséquences qu'on peut déduire des expériences auxquelles elle a donné lieu.

« La machine de M. Lotz se compose d'une chaudière à vapeur, tubulaire, ayant 12 mètres carrés de surface de chauffe pouvant développer, ensemble, jusqu'à 25 chevaux de puissance ; elle porte deux cylindres de 20 centimètres de diamètre et de 20 centimètres de course de piston ; elle fonctionne à une pression de 7 atmosphères, fait 200 tours par minute, et peut développer jusqu'à 30 chevaux dans un moment déterminé, quand il faut un coup de collier pour surmonter un obstacle inattendu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Les cylindres sont horizontaux; un arbre intermédiaire, au moyen d'une chaîne, transmet le mouvement à la roue motrice, qui est à l'arrière et dont l'essieu porte une autre roue semblable, qu'on peut, à volonté, rendre folle ou fixe avec l'essieu. L'une de ces roues est commandée par la chaîne. Les roues directrices, plus petites, sont à l'avant.

« Nous avons fait des expériences spéciales; des voyages de jour et de nuit, dans Paris et dans la banlieue.

« A l'aide du frein de Prony, nous avons reconnu, par des expériences préalables, que le travail disponible sur l'essieu-moteur s'élève à 75 pour 100 de celui qui est développé par la vapeur.

« Mais voici la grosse difficulté de la question : la machine est lourde, elle dépense un travail considérable pour se transporter elle-même; à 1 mètre de vitesse ce travail représente le tiers du travail disponible total. A 3 mètres de vitesse, le travail tout entier de la vapeur serait dépensé par la traction de la locomotive seule.

« Nous avons fait un premier voyage de nuit. Au sortir du Conservatoire, une fausse manœuvre nous fit heurter le trottoir, et, pendant le temps nécessaire pour remettre les machines dans la bonne voie, nous fûmes entourés d'une population de nuit tout à fait singulière et peu sympathique aux idées nouvelles. Cette population aurait fini peut-être par être fort incommode; elle nous suivit pendant quelque temps; mais, la machine ayant pu marcher à toute vapeur, nous la perdimes bientôt de vue, malgré les efforts faits pour nous suivre.

« Nous suivîmes les quais jusqu'au pont de la place de la Concorde, l'avenue des Champs-Élysées dans toute sa longueur, le boulevard et le pont de l'Alma, puis le quai jusqu'au Champ de Mars, où nous allâmes remiser dans les magasins de la ville de Paris.

« Dans cette expérience, la machine réalisa, par instants, une puissance de 25 chevaux, dont 20 employés à la traîner elle-même. Le poids utile était de 6 000 kilog.; la vitesse fut de 12 kilomètres à l'heure : elle brûla $7^{k},50$ de charbon par cheval et par heure, tandis que, au Conservatoire et avec un travail suivi, elle n'avait consommé que $3^{k},50$ seulement.

« Quelque temps après cette expérience, une commission nommée par l'Administration municipale voulut faire un voyage aux environs de Paris. Une première fois, nous allâmes avec succès jusqu'au puits de Grenelle, en revenant par l'avenue des Champs-Élysées. Une seconde fois, nous sortimes du Champ de Mars, traversâmes le bois de Boulogne, Saint-Cloud, et arrivâmes sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

difficulté jusqu'à Montretout. Au pied de la rampe de Montretout, la machine patina sur le pavé, mais, après bien des efforts, M. Lotz parvint à gravir la partie pavée. Arrivée sur le macadam, la machine fonctionna de nouveau avec sa facilité première; nous traversâmes Ville-d'Avray, nous descendîmes à Sèvres et nous rentrâmes à Paris.

« La vitesse avait été de 15 à 16 kilomètres par heure; le travail moyen avait été de 16 chevaux, le poids utile consistait seulement en 7 voyageurs.

« Après cette course, nous fîmes des expériences régulières sur le boulevard Rapp et sur les quais. Là le poids utile transporté fut de 3 750 kilog., et le travail de 28 chevaux de vapeur; la consommation fut de 10 kilog. par kilomètre.

« La machine est douée, dans sa production, d'une élasticité suffisante pour vaincre des obstacles qu'on pourrait croire insurmontables.

« Du reste, la machine de M. Lotz ne se recommande par aucune invention bien précise. Elle est, d'une manière générale, douée d'une extrême rusticité, et c'est seulement en comparant sa construction générale avec celle des machines employées antérieurement que l'on peut se rendre compte des efforts de persévérance qu'il a fallu dépenser pour vaincre, sous ce rapport, toutes les difficultés de la question. Il n'y a pas à craindre d'accidents en route de ce côté. Les roues sont larges, elles n'endommagent point le sol; au contraire, en certains points elle a fonctionné comme un rouleau à vapeur en l'affermissant. De petites difficultés se sont cependant produites :

« Elle ne tourne pas toujours avec la précision désirable; il faut perdre quelquefois du temps pour la manœuvrer dans les courbes.

« Elle fait un bruit incommode par l'échappement de la vapeur. M. Lotz a essayé d'y remédier en entourant la cheminée d'une double enveloppe remplie de sable; mais le résultat a été presque nul.

« Hors des tournants, la manœuvre est facile; elle arrête, elle dévie sans difficulté.

« L'arrêt et le démarrage se font certainement avec plus de facilité que pour les voitures chargées, traînées par des chevaux. Il n'est pas impossible qu'on s'en serve bientôt, sans accidents, sur toutes les routes, sinon dans les rues plus fréquentées.

« La terreur causée aux chevaux, et qui a motivé la réglementation anglaise, n'a pas été aussi grande qu'on aurait pu le penser.

« Nous avons pris note de tous les chevaux rencontrés. Un sur cent s'est effrayé ; et encore, il faut bien le remarquer, c'étaient toujours des chevaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mal conduits ou qui n'étaient pas conduits du tout. Ce n'est pas là une difficulté sérieuse, et ce n'est pas ce qui arrêtera l'application des machines de traction.

« Les cavaliers que nous avons rencontrés, et qui savaient manier leur cheval, n'ont eu aucune peine à surmonter la surprise de leur monture; beaucoup d'entre eux nous ont suivis pour habituer leurs chevaux au bruit, et ils y ont toujours réussi. Il y a bien quelque bête qui s'est effrayée au premier abord, qui a regimbé, s'est jetée dans des écarts, mais, sous la main d'un écuyer habile, expérimenté, la frayeur du cheval a été bien vite domptée.

« Il faudra dire de la machine à traction employée sur les routes ce qu'on a dit des carrosses; on s'en est effrayé d'abord, et, au bout de peu de temps, ils sont devenus de l'usage le plus ordinaire.

« Il s'agit de savoir maintenant quel peut être l'emploi de la machine de traction sur les routes ordinaires, au point de vue économique.

« Le domaine des machines de traction ne peut s'établir que par comparaison avec les chemins de fer et avec le service des attelages.

« Sur le chemin de fer, la traction est réduite à 1/250^{e} du poids à transporter, au lieu de 1/20^{e} sur route ordinaire; par conséquent, la voie de fer est dix fois plus économique que la route ordinaire, sous ce rapport.

« Pour le matériel roulant, l'entretien est le même dans les machines employées sur les routes ordinaires que dans celles qui roulent sur les chemins de fer.

« Mais voici où est le grand avantage. Les frais d'établissement de la voie sont réduits à zéro pour les machines de traction, tandis que c'est la dépense capitale pour un chemin de fer. Il en résulte que les chemins de fer ne peuvent s'établir qu'en vue des grands trafics, dont les bénéfices qu'on a droit d'en attendre sont nécessaires pour payer les intérêts du capital considérable employé à l'établissement de la voie.

« C'est le contraire qui a lieu pour les machines de traction. Ici on peut avoir en vue le service de trafics peu considérables ou intermittents, et c'est même là qu'est l'avenir de ces nouvelles machines. Cependant voici qu'une compagnie se propose de traverser le mont Cénis sur des rails posés sur le bord de la route de terre et qu'elle compte sur la diminution, ainsi obtenue dans les frais de traction, pour se rembourser utilement de toutes ses avances, avant même que le grand tunnel ne soit terminé (1).

(1) Voir à ce sujet l'article publié au *Bulletin* de mars 1866, p. 165.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Si nous comparons maintenant la machine avec le cheval de roulage, voici ce que nous trouvons :

« Il faut dire d'abord que le plus fort cheval de roulage n'a pas la force d'un cheval de vapeur. Quand Watt eut à fixer l'unité de comparaison nécessaire pour déterminer la puissance de sa machine, il choisit dans l'écurie de Boulton le meilleur cheval, et il mesura sa puissance; il la trouva de 75 kilogrammètres, et c'est le chiffre qu'il adopta ; mais le cheval de Boulton est une exception, et il se rencontre peu de chevaux qui développent une pareille puissance.

« La machine de M. Lotz pèse 9 000 kilog., et elle peut développer 25 chevaux de 75 kilogrammètres. Chaque cheval produit a donc à se traîner lui-même à raison de 360 kilogrammes, ce qui donne lieu à un effort de traction de 18 à 20 kilogrammes; le poids utile vient après.

« Mais le cheval de chair mange et consomme, lors même qu'il ne travaille pas. La machine de traction ne consomme qu'en raison du travail qu'on lui demande, et c'est là un grand avantage, on en doit convenir.

« Un autre avantage est celui-ci :

« Les routes ordinaires ne sont pas de niveau; il y a des côtes fréquentes. Quand on les rencontre, il faut des chevaux de renfort; cette dépense n'a pas lieu pour la machine de traction, qui donne des coups de collier à volonté, sans fatigue disproportionnée pour ses organes.

« Les machines de traction ont ainsi une place intermédiaire, marquée entre la voie de fer et le roulage ; elle s'adresse aux cas dans lesquels elle peut mieux satisfaire, sous le rapport de la moindre installation ou du moindre prix de revient. Cette place sera mieux définie par les résultats mêmes d'une expérience suivie.

« Je termine par une réflexion :

« Il ne faut pas s'effrayer de voir tant de charbon se consommer, et craindre que les mines ne s'épuisent; car, en définitive, comme rien ne se perd dans la nature, l'acide carbonique, qui est le résultat de la consommation de la houille par la combustion, se reconstitue certainement d'une manière permanente et va contribuer au développement de la végétation. A ce point de vue, la machine à vapeur, qui transforme, sans rien consommer ni détruire, aide seulement notre globe à vivre un peu plus vite qu'il ne le ferait sans elle. Les machines de traction, en se multipliant, aideront, pour leur part, au développement de cette activité. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS PAR M. VOIRIN AUX PRESSES MÉCANIQUES POUR LA TYPOGRAPHIE (PLANCHE 341).

On se rappelle que le *Bulletin* de janvier 1866 (p. 9) contenait un rapport de M. Laboulaye sur les travaux de M. H. Voirin, constructeur de presses mécaniques, et que ce rapport rendait compte de trois dispositions nouvelles appliquées, par cet habile mécanicien, les deux premières aux presses à journaux et la troisième aux presses lithographiques.

A cette époque, nous n'avons, à la suite de ce rapport, donné que la description de la presse mécanique pour la lithographie (voir les planches 330 et 331); aujourd'hui nous allons décrire les deux autres perfectionnements relatifs à la typographie, et que représente la planche 341.

Premier perfectionnement.

La figure 1 (section verticale partielle, perpendiculaire à l'axe des cylindres imprimeurs) représente une machine employée à l'impression rapide des journaux, machine dite *à réaction*, à deux cylindres imprimeurs, à laquelle sont appliqués le distributeur de feuilles et deux receveurs mécaniques à raquette, du système américain de Hoe, qui rangent les feuilles imprimées; grâce à ce perfectionnement, un seul margeur suffit pour alimenter les deux cylindres, en sorte que le personnel, composé, dans les presses ordinaires, de deux margeurs et de deux receveurs de feuilles, se trouve réduit ici à un seul ouvrier.

A, table sur laquelle se place le papier blanc à imprimer.

B, marchepied sur lequel se tient l'ouvrier chargé de pousser les feuilles une à une sous les galets C.

C, galets, au nombre de deux, s'élevant pour laisser passer chaque feuille et s'abaissant pour la maintenir en décrivant un petit arc de cercle; ils tournent librement sur leur axe.

D, centre autour duquel les galets C décrivent un petit arc de cercle lorsqu'ils s'élèvent ou s'abaissent; il est relié à ces galets par des leviers courbes.

E, levier rectiligne faisant un angle invariable avec les leviers courbes des galets C, et muni d'un galet à son extrémité inférieure.

F, came sur laquelle roule le galet du levier E et commandant, par conséquent, l'ascension et la descente des galets C.

G, cylindre de marge, dont le sens de rotation est indiqué par une flèche. Lorsque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les feuilles sont avancées sur ce cylindre, au moment voulu, les galets C s'abaissent successivement sur chacune d'elles et l'appuient légèrement sur le cylindre, qui les entraîne dans son mouvement de rotation et les livre alternativement à deux systèmes de cordons.

H, I, J, K, M, rouleaux sur lesquels s'enroule l'un des systèmes de cordons ci-dessus indiqués, lesquels passent également sur le cylindre G.

N, O, P, autres rouleaux disposés symétriquement aux précédents, et sur lesquels s'enroule le second système de cordons.

Q, cylindre d'impression de gauche, tournant tantôt de gauche à droite et tantôt de droite à gauche.

Q′, cylindre d'impression de droite, tournant alternativement aussi dans les deux sens.

R, cylindre de registre de gauche.

R′, cylindre de registre de droite.

S, T, U, rouleaux sur lesquels passent des cordons conduisant au cylindre imprimeur Q, lequel est également relié par des cordons au cylindre R.

S, T′, U′, rouleaux et cordons symétriques des précédents et conduisant au cylindre imprimeur Q′, relié comme son symétrique par des cordons au cylindre R′.

V, W, X, Y, autres rouleaux et cordons emmenant la feuille après qu'elle a été imprimée des deux côtés par le cylindre de gauche Q, et la préparant à être conduite sur la table à recevoir placée à gauche.

V′, W′, X′, Y′, rouleaux et cordons symétriques de droite, emmenant la feuille imprimée par le cylindre de droite et destinée à la table à recevoir placée du même côté.

Z, table recevant les feuilles imprimées à gauche; elle est coupée en grande partie par le cadre du dessin qui n'en laisse voir que l'extrémité.

Z′, table recevant les feuilles imprimées à droite.

a, *a′*, receveurs mécaniques à raquette, du système de Hoe, placés symétriquement à gauche et à droite, tournant autour de leurs axes respectifs *b*, *b′*, et s'abaissant pour recevoir les feuilles imprimées qu'ils entraînent sur les tables Z, Z′; formés de lames de bois flexibles, ils passent l'un et l'autre respectivement entre les cordons et dans des gorges pratiquées dans les rouleaux Y, Y′.

c, double levier, appelé *distributeur de feuilles*, ayant son axe de rotation en *c′* et portant, à son extrémité inférieure, les rouleaux V, N, J, V′.

d, *d*, galets fixés à la partie supérieure du levier *c*.

e, came sur laquelle roulent les galets *d*, *d*, et mettant en mouvement le levier *c*.

Nous n'avons indiqué là que les organes essentiels pour faire comprendre le perfectionnement dont il s'agit. Voici maintenant comment l'appareil fonctionne :

Supposons une première feuille quittant la table A, et poussée par l'ouvrier sur le cylindre de marge G; aussitôt les galets C, qui viennent de se relever, s'abaissent et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

font que, par suite de la légère pression qu'ils exercent sur cette feuille, elle est entraînée par le cylindre et s'engage entre le premier système de cordons. Dans ce premier trajet, elle va de H en J, sort ensuite entre les rouleaux J et N, et passe entre ceux S, T, U, dans les cordons du cylindre d'impression Q qui, en ce moment, tourne de gauche à droite et sous lequel elle est amenée pour être imprimée d'un côté. Bientôt elle quitte ce cylindre, passe aussitôt après sur le cylindre de registre R, revient s'imprimer du second côté sous le cylindre Q, qui tourne alors en sens inverse de son premier mouvement, c'est-à-dire de droite à gauche, et remonte entre les rouleaux S, T.

Pendant que la feuille s'est imprimée des deux côtés, le double levier *c* (distributeur de feuilles) a décrit un petit arc de cercle, de telle sorte que le petit espace compris entre les rouleaux V et N que porte ce levier est venu se placer en face de l'espace qui existe entre les rouleaux T et S. Il suit de là que la feuille imprimée, qui remonte comme on vient de le voir entre les rouleaux T et S, passe immédiatement entre ceux V et N, et continue à remonter entre les cordons jusqu'au rouleau supérieur W du côté opposé à celui où elle est partie en quittant le cylindre de marge. De ce point, elle redescend sur les cordons qui passent sur les rouleaux W, X, Y, jusqu'à ce qu'elle se trouve étendue sur ces cordons dans presque toute sa longueur.

A ce moment, le receveur à raquette *a* s'abaisse, en tournant autour de son axe *b*, et entraîne la feuille jusque sur la table Z.

Par une série de mouvements analogues à ceux que nous venons de décrire, la feuille suivante, qui descend de la table A jusqu'aux rouleaux J, N, conduite par la première série de cordons, s'engage entre les rouleaux S et T′ par suite du mouvement d'oscillation du levier *c*, qui amène en face d'eux les rouleaux J, N; elle est alors amenée sous le cylindre imprimeur Q′, passe ensuite sur e cylindre de registre R′, qui la retourne, revient s'imprimer de l'autre côté sous le cylindre Q′ et sort entre les rouleaux S, T′; de là, elle pénètre entre ceux J et V′, toujours par suite du mouvement d'oscillation du levier *c*, monte alors jusqu'au rouleau supérieur W′, et redescend s'étendre sur les cordons qui vont de ce rouleau au rouleau Y′, d'où le receveur à raquette *a′* la prend enfin pour la déposer sur la table Z′.

On remarquera qu'il y a en tout cinq systèmes de cordons, dont le premier, qui part du cylindre de marge, sert alternativement aux feuilles qui s'impriment à droite et à gauche.

Second perfectionnement.

Le second perfectionnement apporté aux presses typographiques par M. Voirin, et que représentent les fig. 2 et 3 de la même planche, consiste, ainsi que l'a dit le rapport de M. Laboulaye, « dans un système propre à éviter les irrégularités de « mouvement du marbre conduit par une crémaillère actionnée par un pignon réuni « à l'arbre moteur par un joint de Cardan. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On sait que ce sont ces irrégularités qui donnent souvent lieu au *doublage* des impressions.

Fig. 2. Élévation longitudinale du marbre et de ses organes moteurs.

Fig. 3. Section verticale partielle suivant la ligne I, II de la figure 2.

Les lettres de ces deux figures n'ont aucun rapport de désignation avec celles de la figure 1 de la même planche.

A, marbre recevant les formes typographiques.

B, pièce fixée très-solidement au marbre, et appelée porte-crémaillère.

C, crémaillère à fuseaux conductrice du marbre.

D, D, leviers en forme d'équerre, supportant la crémaillère.

E, tige horizontale reliant les petits bras des équerres.

F, F, axes de rotation des leviers; ils sont fixés au porte-crémaillère B.

G, double ressort sollicitant l'un des leviers D, et dont l'action tend à soulever la crémaillère.

H, pignon calé sur un arbre horizontal, recevant le mouvement du moteur; il tourne constamment dans le sens indiqué par la flèche, c'est-à-dire de gauche à droite, et commande le mouvement horizontal de la crémaillère qui tantôt est en dessous et tantôt en dessus de lui.

J, petit galet fixé au pignon près de son centre de rotation et provoquant, comme on va le voir, au moyen des croissants K, K′ fixés aux extrémités de la crémaillère, le transport de celle-ci au-dessus du pignon pour la translation horizontale du marbre dans un sens, et son rappel au-dessous du même pignon pour la translation du marbre en sens contraire.

Il résulte de cette combinaison d'organes que la crémaillère et les leviers forment un véritable parallélogramme articulé, dans lequel le côté horizontal, qui est la crémaillère, est tantôt au-dessous et tantôt au-dessus des centres de rotation F, F, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées de la figure 2.

Supposons, en effet, la crémaillère dans la position de la figure 2, c'est à-dire au bout de la course qu'elle vient d'accomplir de droite à gauche. Au moment où la dernière dent est en prise avec le pignon, le galet J, passant dans le croissant K, rend la crémaillère solidaire du pignon, en sorte que celui-ci, continuant à tourner, soulève la crémaillère qui, par le jeu du parallélogramme et en vertu de la traction des ressorts G, passe immédiatement au-dessus du pignon. Là, elle redevient libre et, sous l'action du pignon, elle retourne nécessairement à son point de départ avec le marbre en se mouvant horizontalement de gauche à droite; puis, lorsqu'elle en est à sa dernière dent, le même galet J fonctionne comme tout à l'heure et l'oblige, au moyen du second croissant K′, à redescendre au-dessous du pignon pour recommencer son trajet horizontal en sens inverse, et ainsi de suite. Dans ce mouvement de descente, le poids de la crémaillère contre-balance l'action des ressorts G.

On voit que le mouvement rectiligne alternatif transmis au marbre par la crémaillère

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est uniforme, si ce n'est pendant l'action des croissants K, K′; mais, pendant cette action, les cylindres imprimeurs ne sont jamais en contact avec le caractère, en sorte que l'impression n'a pas à en souffrir.

(M.)

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1862.

RAPPORT SUR LES PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS (CLASSE II, SECTION A), PAR M. A. W. HOFMANN, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES. (*Suite de l'extrait.*) (1)

Couleurs dérivées du goudron de houille.

Dans un préambule très-développé, M. Hofmann montre la puissance de la chimie moderne, parvenant à tirer du même baril de goudron une centaine de couleurs diverses des plus éclatantes. Mais il croit qu'on n'en est encore qu'au début des découvertes, dans ce nouveau champ ouvert par la science au génie et à l'activité de l'homme; les résultats déjà acquis doivent permettre d'espérer que le développement et les perfectionnements futurs de l'industrie naissante conduiront à trouver exactement, dans un dérivé de goudron de houille, chacune des nuances de couleur qu'on produisait jusqu'ici au moyen de matières végétales ou animales coûteuses, telles que cochenille, kermès, bois, écorces et racines colorantes, fleurs, etc. Il y a là, dit le rapporteur, une tendance bien caractérisée de transformation de l'industrie moderne, demandant aujourd'hui au règne minéral ou fossile les matières premières que lui fournissait auparavant le règne animal ou végétal. Et ce n'est pas seulement à l'égard des couleurs que cette tendance se manifeste; plusieurs exemples démontrent qu'elle se produit également dans d'autres voies.

C'est ainsi que la soude caustique ou carbonatée ne provient plus des plantes marines, mais est extraite aujourd'hui du sel marin.

A l'égard de la potasse caustique, l'industrie commence de même à détourner ses yeux des forêts pour les diriger vers le feldspath minéral.

Pour les sulfates et chlorures, on peut même déjà remonter à leur source originaire (l'eau de mer), au lieu de s'adresser à la source dérivée, c'est-à-dire aux varechs et aux fucus maritimes.

Si l'on considère l'azote des prussiates, on voit que les chimistes font de constants

(1) Voir 2ᵉ série, t. X (1863), p. 478, 546, 672; t. XI (1864), p. 163, 550, 670; t. XII (1865), p. 281; et février 1866, p. 89.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

efforts pour le demander à sa source première, l'air atmosphérique, au lieu de l'extraire, par des procédés coûteux, de ses combinaisons secondaires, les corps organiques azotés.

Les matières grasses qu'on retirait autrefois presque uniquement des organismes animaux et, plus récemment, des végétaux commencent à être recherchées dans les produits de la distillation de l'asphalte minéral, du bitume, etc.

Enfin il n'est pas jusqu'aux parfums mêmes qu'on ne soit parvenu, dans ces derniers temps, à extraire du règne minéral.

De ces remarquables résultats découlent des conséquences économiques que le rapporteur ne saurait se dispenser de signaler. Si la houille, par exemple, dans un temps donné, est destinée à remplacer, comme source première des matières colorantes, toutes les autres couleurs employées jusqu'ici dans la teinture des fils et tissus, ne doit-on pas alors reconnaître qu'on est à la veille de modifications profondes dans les relations commerciales entre ces régions du globe, dont les unes ont été jusqu'ici les grands producteurs et les autres les grands consommateurs des matières colorantes? N'est-il pas permis d'espérer que, dans un temps peu éloigné, l'Angleterre (et on pourrait dire tous les pays producteurs de la houille) produira elle-même ces matières colorantes qu'elle ne tirait des contrées éloignées qu'au prix d'une dépense annuelle de plusieurs millions, et que, dès lors, par la plus étrange des révolutions, elle finira peut-être par envoyer ses bleus dérivés du goudron à l'Inde, la patrie de l'indigo, ses rouges d'aniline au Mexique, producteur de la cochenille, et d'autres matières colorantes d'origine fossile, substituts du quercitron et du carthame, à la Chine, au Japon et aux autres pays d'où ces matières colorantes naturelles sont actuellement tirées? Quelque hardies que puissent paraître ces prédictions, elles sont justifiées par les nombreux exemples du même genre que fournissent d'autres branches d'industrie.

Depuis longtemps l'Orient n'a-t-il pas cessé de fournir à l'Europe les sels ammoniacaux qu'elle consomme; et, chose curieuse, ne sont-ce pas les usines à gaz de l'Angleterre et du continent qui en fournissent maintenant à l'Égypte et à l'Asie Mineure?

Le commerce des soudes de varechs, anciennement si florissant sur les côtes du midi de l'Espagne, n'a-t-il pas cessé d'exister? Aujourd'hui le fabricant de savon d'Alicante fait sa lessive caustique avec le sel de soude préparé dans le Lancashire ou à Glascow.

Avant que la production de la soude factice ne fût arrivée à son complet développement et lorsque la saponification potassique était encore généralement pratiquée en Allemagne, le chlorure de potassium obtenu comme produit secondaire de la fabrication du savon suffisait aux fabricants d'alun, tant d'Allemagne que d'Angleterre, et constituait, pour le premier de ces deux pays, un article d'exportation régulière. La substitution générale de la soude à la potasse dans la savonnerie changea bientôt les positions réciproques du producteur et du consommateur, et les fabricants d'alun se virent obligés de s'adresser à l'Angleterre pour leur approvisionnement en chlorure de potassium. En effet, dans l'intervalle on était parvenu à obtenir ce sel comme produit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

secondaire de l'extraction de l'iode, et la production en était devenue chaque année plus considérable. Aujourd'hui l'exportation des sels de potassium d'Écosse en Allemagne a toujours lieu, quoique la fabrication de l'alun potassique y ait presque complétement cessé; on les emploie à d'autres préparations.

Sans pousser plus loin les citations, on peut cependant ajouter qu'une fraction importante du commerce du sucre a été enlevée aux pays tropicaux par la création de l'industrie du sucre de betteraves; que les *soffioni* de la Toscane fournissent, de nos jours, presque exclusivement, le borax, qu'on importait précédemment des Indes orientales sous forme de *Tincal;* qu'enfin on est parvenu à substituer, dans bien des cas, au soufre de la Sicile celui qu'on extrait des pyrites, substitution qui n'a pas été sans influence sur la prospérité commerciale de cette contrée.

En présence de pareils faits, M. Hofmann ne craint pas d'être taxé d'exagération en assignant aux dérivés de la houille un avenir capable de réaliser les plus brillantes promesses (1).

Cela posé, le rapporteur, prenant pour point de départ la distillation sèche de la houille, énumère tous les produits fournis par cette distillation; puis il explique l'un de ces produits, le benzol, découvert par Faraday en 1825, ses transformations successives en nitrobenzol et en aniline, grâce aux travaux de Mitscherlich, Zinin, Gerhard, Laurent, Charles Mansfield (2), etc., et enfin la production des couleurs tirées

---

(1) Pour montrer la révolution produite, dès leur début, par les couleurs tirées de l'aniline, le rapporteur cite le passage suivant d'un article publié, en 1862, par M. Menier, dans l'*Avenir commercial :*

« Malgré les prix énormes auxquels se vendent encore ces couleurs, le commerce de la cochenille en a été ébranlé. Du prix de 13f,50 la cochenille est descendue à 8 fr. le kilogr. Le Guatemala, encombré de son produit principal, délibère sur les moyens de remplacer cette source de revenu qui va lui manquer. Il a donc suffi d'une expérience du chimiste Hofmann, habilement développée par Verguin, pour mettre en désarroi les peuples chez lesquels la cochenille est un élément de richesse. Le safranum est aussi maltraité que la cochenille; sa vente est aujourd'hui difficile, à tel point qu'on ne trouve pas à placer la préparation connue sous le nom de *carmin de safranum* au prix de 35 fr. le kilogr. Il y a deux ans, elle se vendait 45 fr.

« L'acide picrique a réduit l'importation des bois jaunes. Malgré le premier rang qu'il occupe comme couleur grand teint, l'indigo lui-même a été atteint par l'apparition du bleu de Renard et Franck, de l'azuline Guinon et des violets Perkin qui lui sont supérieurs par l'éclat et le brillant des nuances. Il est déjà écarté de la teinture pour les articles de soie. Ainsi, sur trois produits agricoles considérés comme les éléments indestructibles de la prospérité des contrées chaudes, voilà l'indigo amoindri, puis la cochenille et le safranum (carthame) sous le coup d'une dépréciation très-notable par le seul fait du travail des chimistes. »

(2) En 1845, le rapporteur (*Ann. Chem. Pharm.*, LV, 200) démontra expérimentalement la présence du benzol; mais ce ne fut qu'en 1848 que Charles Mansfield (*Ann. Pogg.*, XXIX, 231), à la suite d'un travail expérimental exécuté dans le laboratoire du rapporteur, fit voir que le goudron de houille pouvait fournir des quantités pour ainsi dire inépuisables de benzol.

Ce fut lui qui, le premier, isola des quantités considérables de cette substance dans un état de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'aniline entrevue déjà en 1835 par le professeur Runge, affirmée plus tard et successivement par MM. Fritzche et Beissenhirtz (1), et créée définitivement par M. W. H. Perkin (2), ancien élève de M. Hofmann. Tous ces détails ont déjà été publiés au *Bulletin* dans un article ayant pour titre : *Des couleurs connues sous les noms de mauve et de magenta* (2e série, t. X, 1863, p. 207); nous ne croyons donc pas devoir y revenir, et, passant en conséquence toute cette partie du rapport, nous arrivons directement à la préparation des différentes matières colorantes.

Pour tout ce qui va suivre, M. Hofmann a soin d'indiquer qu'il s'est beaucoup aidé d'un mémoire publié, sur ce sujet, par M. E. Kopp (3).

A. — *Violets d'aniline.*

Fabrication du violet d'aniline au moyen de l'acide sulfurique et du bichromate de potasse. — « Le violet d'aniline, auquel on a donné une grande variété de noms (*anilëine, indisine, mauve, phénaméine, violine, rosolane, tyraline*, etc.), date du 26 août 1856, époque de la prise de la patente de M. Perkin (4). Voici son mode de préparation :

« Une solution froide et étendue de sulfate (ou de tout autre sel) d'aniline du commerce est mélangée avec une solution, également froide et étendue, de bichromate de potasse; on remue avec soin le mélange et on l'abandonne pendant dix à douze heures. Il se produit un précipité noir qu'on rassemble sur un filtre, qu'on lave à l'eau froide et qu'on sèche. Ce résidu noir est ensuite mis en digestion dans de l'huile légère de houille, qui en extrait une matière goudronneuse brune et ne dissout point la matière colorante contenue dans le précipité. Le résidu insoluble est séché de nouveau et traité par l'alcool, l'esprit-de-bois ou tout autre liquide possédant la propriété de dissoudre le principe colorant. La solution limpide est séparée par filtration ou par décantation du résidu insoluble, et soumise à la distillation dans le but de reprendre l'alcool ou

---

pureté absolue (patente n° 11960, 11 nov. 1847); c'est à lui surtout que revient l'honneur d'avoir trouvé une source *pratique* de cet hydrocarbure, et à qui nous sommes redevables des avantages industriels qui en ont été la conséquence. Malheureusement, ajoute M. Hofmann, ces avantages sont en quelque sorte un legs que nous a laissé Mansfield, car il est mort victime de son dévouement à la science. C'est pendant la préparation d'une quantité de benzol plus considérable qu'à l'ordinaire, et faite en vue d'une purification plus parfaite, que ce jeune chimiste, doué d'une intelligence peu commune et d'un noble cœur, fut victime du terrible accident qui lui coûta la vie.

(1) Beissenhirtz, *Ann. Chem. Pharm.*, LXXXVII, p. 376.

(2) On sait qu'en France cette priorité d'invention au sujet de la coloration pourpre est loin d'être reconnue. (R.)

(3) *Examen des matières colorantes artificielles dérivées du goudron de houille*, par M. E. Kopp, Saverne, 1861. (Ce mémoire a été publié dans le *Moniteur scientifique* du docteur Quesneville.)

(4) Perkin (W. H.), patente n° 1984, 26 août 1856.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'esprit-de-bois. Le résidu contenu dans l'alambic constitue le violet d'aniline de M. Perkin. »

Ce procédé a reçu, chez les divers manufacturiers qui l'ont employé, des modifications nombreuses portant, les unes sur la durée de la réaction, les autres sur la nature des solutions employées plutôt à l'état chaud et concentré; d'autres enfin sur le choix du sel d'aniline qui est tantôt l'hydrochlorate et tantôt le sulfate à l'état de pâte, obtenue en traitant l'aniline par de l'acide sulfurique concentré avec addition d'une très-faible quantité d'eau. M. Scheurer-Kestner recommande comme proportions : 1 kilogr. d'aniline, une solution saturée à froid de 800 à 1,200 gr. de bichromate de potasse, 500 gr. d'acide sulfurique concentré d'une pesanteur spécifique de 1,840 (66 degrés Baumé).

« La purification du produit brut se fait également de plusieurs manières, en vue surtout d'éviter l'emploi de dissolvants trop coûteux.

« Le précipité noir, après avoir été lavé à l'eau froide, est épuisé par des ébullitions prolongées avec de grandes quantités d'eau (souvent acidulées avec 1 ou 2 pour 100 d'acide acétique) pour dissoudre la matière colorante. Les solutions, filtrées et concentrées aussi loin que possible, sont précipitées bouillantes par l'addition de soude caustique. Le précipité obtenu est filtré et lavé pendant quelque temps avec de l'eau alcaline, qui non-seulement facilite l'extraction de l'excès de bichromate, mais dissout encore une matière colorante rougeâtre qui ternit l'éclat brillant du violet. Le précipité est ensuite lavé à l'eau pure, jusqu'à ce que tout l'alcali ait été enlevé et que les eaux de lavage commencent à se colorer. On laisse égoutter le précipité, qui constitue alors le violet d'aniline en pâte.

« Très-souvent, on répète l'épuisement par l'eau bouillante et la précipitation par la soude caustique, afin d'obtenir la matière colorante dans un plus grand état de pureté. La solution de la pâte dans l'alcool, l'esprit-de-bois, l'alcool méthylé fournit, par l'évaporation au bain-marie, un résidu d'apparence résineuse, présentant un reflet métallique particulier, rappelant à la fois ceux de l'or et du cuivre. Ce résidu est soluble dans l'eau, plus soluble encore dans l'acide acétique ainsi que dans les alcools, et possède une puissance tinctoriale extraordinaire. »

Autres procédés pour la production du violet d'aniline. — Oxydation d'une solution froide et étendue d'hydrochlorate d'aniline par une solution *étendue* de chlorure ou hypochlorite de chaux (1).

Oxydation d'un sel d'aniline en solution aqueuse par le peroxyde de manganèse (2) ou par le peroxyde de plomb sous l'influence d'un acide (3).

---

(1) Bolley, *Schweiz Polyt. Zeitschr.*, 1858, III, p. 124.—Beale (J. T.) et Kirkham (T. N.), patene n° 1205, 15 mai 1859 (*Lond. Journ. Arts*, décembre 1859, p. 357).

(2) Kay (R. D.), patente n° 1155, 7 mai 1859 (*London Journ. Arts*, 1860, 29 janvier).

(3) Price (D. S.), patente n° 1238, 25 mai 1859 (*Dingl. Journ.*, CLV, p. 306).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Oxydation d'un sel d'aniline par une solution de permanganate de potassium (1) ou de ferricyanure de potassium (2).

Oxydation d'une solution aqueuse d'un sel d'aniline, soit par le chlore libre ou l'acide hypochloreux libre (3), soit par le chlorure double de cuivre et de sodium (4).

De tous ces procédés, ceux au bichromate de potasse, au chlorure de chaux et au chlorure de cuivre sont les seuls qui aient eu de l'importance pratique. Dans ces différents cas, les méthodes de purification du produit brut sont à peu près les mêmes.

« Une réaction caractéristique du violet d'aniline est celle-ci : en y ajoutant de l'acide chlorhydrique très-concentré ou de l'acide sulfurique, la nuance passe d'abord au bleu, puis, en y ajoutant plus d'acide, elle devient verte. L'addition d'eau ramène d'abord la teinte au bleu, et finalement au violet primitif.

« Le violet d'aniline a été obtenu cristallisé, pour la première fois, en 1860, par M. Scheurer-Kestner, qui avait employé l'acide acétique monohydraté comme dissolvant. La substance cristalline a depuis été produite à différentes reprises. Bien qu'analysée par MM. Willm (5) et Scheurer-Kestner (6), la constitution chimique de cette substance intéressante n'a pas encore été établie d'une manière bien définie. »

Manière d'opérer pour teindre et imprimer en violet d'aniline. — « Pour teindre la soie, on étend la solution alcoolique de la matière colorante avec huit fois son volume d'eau chaude légèrement acidulée par de l'acide tartrique. Cette solution est versée dans le bain de teinture, qui consiste simplement en eau froide légèrement acidulée. On y passe la soie jusqu'à ce qu'elle présente la nuance désirée. Quelquefois on rend la teinte un peu plus bleuâtre en ajoutant du carmin d'indigo, ou en teignant préalablement la soie en bleu de Prusse. En ajoutant de l'acide sulfurique au bain de teinture, le violet prend une teinte grisâtre qui, par l'augmentation de la proportion d'acide, peut même être convertie en une nuance gris-perle d'une grande beauté.

« La teinture de la laine se fait généralement à une température de 50 à 60 degrés centigrades, et le bain consiste simplement en une solution aqueuse étendue de la matière colorante. On doit éviter, avec grand soin, l'intervention des acides.

« Pour l'impression sur soie ou laine, on dissout la pâte de violet d'aniline dans cinq fois environ son poids d'acide acétique (pesant. spécif., 1,060 — 8 degrés Baumé), et l'on épaissit convenablement la couleur avec de la gomme. Après l'impression, les tissus sont vaporisés, puis lavés.

« Le coton ne présente aucune affinité pour le violet d'aniline. Pour fixer la cou-

---

(1) Williams (C. H. Greville), patente n° 1000, 30 avril 1859 (*Rep. pat. inv.*, janv. 1860, p. 70).
(2) Smith (R.), patente n° 1945, 11 août 1860 (*Lond. Journ. Arts*, avril 1861, p. 224).
(3) Smith (R.), patente n° 1599, 5 mars 1860 et n° 1990, 17 août 1860.
(4) Dale (J.) et Caro (H.), patente n° 1307, 26 mai 1860 (*Chem. News*, 1861, février, p. 79).
(5) Willm, *Bulletin de la Soc. chim. de Paris*, séance du 27 juin 1860.
(6) Scheurer-Kestner, *Bullet. de la Soc. ind. de Mulhouse*, juin 1860.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur, les imprimeurs font usage, de préférence, soit d'albumine, soit d'un des succédanés, tels que la glutine (gluten soluble), soit encore de tanin, quelquefois pur et d'autres fois associé à des oxydes métalliques (ceux d'aluminium, de plomb, d'antimoine ou d'étain). La présence de l'acide sulfurique favorise également la fixation du violet d'aniline sur coton.

« Les mordants d'origine animale ou à base de tanin sont imprimés sur le tissu de coton, puis celui-ci est vaporisé de manière à fixer le mordant, et enfin on teint dans une solution acidulée de violet d'aniline. Quelquefois aussi une solution acétique et légèrement alcoolique de violet est épaissie à l'albumine; le tissu est alors imprimé avec le mélange, puis vaporisé, et l'albumine, en se coagulant, fixe complétement la couleur. »

Le violet d'aniline est, de toutes les couleurs tirées du goudron, celle qui résiste le mieux à l'action de la lumière; mais, comme l'a dit M. Chevreul (1), la garance, la cochenille et l'indigo lui sont supérieurs sous ce rapport. Lorsque l'on considère qu'avec 100 parties d'aniline on n'obtient pas plus de 4 à 5 parties de violet, et que tout le reste est converti en matières résineuses à peu près sans valeur, lorsqu'on réfléchit que le procédé de préparation actuel ne peut s'exécuter avantageusement que sur une échelle comparativement assez restreinte, on ne peut s'empêcher de penser que la méthode réellement rationnelle et convenable pour la transformation de l'aniline en violet est encore à trouver.

Violet impérial. — En chauffant des quantités égales en poids d'hydrochlorate de rosaniline sec et d'aniline à la température de 180 degrés centigrades, on obtient un autre violet dit *violet impérial*, patenté par MM. Girard et de Laire, et employé également pour la teinture et l'impression. La composition de cette matière colorante, qui rivalise en beauté avec le mauve, sans être pourtant aussi solide, est complétement inconnue.

Il est encore un autre violet que M. Nicholson (2) produit en chauffant le rouge d'aniline à 200 ou 215 degrés centigrades; en épuisant ensuite la masse obtenue, par l'acide acétique, on a une solution d'un violet très-riche.

B. — *Rouge d'aniline.*

Découverte du rouge d'aniline; sa formation au moyen du tétrachlorure de carbone. — La découverte du rouge d'aniline (appelé aussi *fuchsine*, *azaléine*, *solferino*, *magenta*, *roséine* et *rosaniline*) est considérée par l'auteur sous deux aspects, celui de la science et celui de l'industrie.

---

(1) Chevreul, *Comptes rendus*, 1861, LII, p. 942, et *Bulletin Soc. Encour.*, 2e série, t. VII, 1860, p. 427.

(2) Nicholson (E. C.), patente n° 147, 20 janvier 1862.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le premier cas, il cite ses observations personnelles en 1843 (1), ainsi que celles de Natanson en 1856 (2), puis ses recherches plus récentes l'amenant, en 1858 (3), à découvrir la formation d'un principe colorant rouge cramoisi, dû à l'action du tétrachlorure ou du perchlorure de carbone sur l'aniline.

Dans le second cas, il reconnaît que c'est bien réellement MM. Verguin et Renard frères, de Lyon, qui ont fait connaître industriellement, au commencement de 1859 (4), un procédé pour obtenir, par l'action du tétrachlorure d'étain sur l'aniline, une magnifique couleur rouge applicable à la teinture et à l'impression.

Fabrication du rouge d'aniline au moyen du tétrachlorure ou perchlorure d'étain; procédé de MM. Renard frères. — « Un mélange de 10 pour 100 d'aniline et de 6 à 7 de perchlorure d'étain, anhydre ou hydraté, est porté à l'ébullition pendant quinze à vingt minutes. Le mélange devient d'abord jaune, puis peu à peu de plus en plus rouge, jusqu'à ce que la coloration soit parvenue à un tel degré d'intensité que toute la masse paraît noire. On la laisse refroidir, puis on la traite par une grande quantité d'eau bouillante qui se colore en rouge magnifique et constitue, sans autre préparation, un splendide bain de teinture pour soie et laine.

« On a cependant trouvé qu'il était plus avantageux de soumettre la matière colorante rouge à une purification préalable, et pour cela on utilise sa propriété d'être insoluble dans des solutions salines. Ainsi, en saturant partiellement la solution rouge concentrée avec du carbonate de soude et en ajoutant ensuite une certaine quantité de sel marin ordinaire, le rouge d'aniline est précipité à l'état solide. Ce précipité constitue la *fuchsine*, qu'on n'a plus qu'à dissoudre dans l'eau, l'alcool ou l'acide acétique pour obtenir le bain de teinture voulu. »

En même temps qu'ils faisaient connaître le procédé précédent, MM. Renard et Franc annonçaient qu'en place du perchlorure on pouvait, pour arriver au même résultat, employer les chlorures anhydres de mercure, de fer et de cuivre.

Après avoir dit quelques mots de l'émotion extraordinaire produite dans le monde industriel par cette découverte, des recherches nombreuses dont l'aniline fut bientôt l'objet et des fortunes extraordinaires auxquelles certaines d'entre elles conduisirent, M. Hofmann passe en revue les autres principaux procédés de fabrication du rouge d'aniline, qui sont :

Le procédé Gerber-Keller (*Alb. Schlumberger*) (5); traitement de l'aniline par

(1) Hofmann, *Ann. Chem. Pharm.*, XLVII, p. 73.

(2) Natanson, *Ann. Chem. Pharm.*, XLVIII, p. 297.

(3) Hofmann, *Proceedings of the Roy. Soc.*, vol. IX, p. 284 (*Comptes rend.*, t. XLVII, p. 492, 20 sept. 1858).

(4) Renard (F. et J.). Date du brevet français, 8 avril 1859; date de la patente anglaise, n° 921, 12 avril 1859.

(5) Gerber-Keller. Date du brevet français, 29 octobre 1859; patente anglaise Smith (C. L.), n° 2746.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les nitrates de mercure secs; procédé pratique donnant l'*azaléine* du commerce.

Le procédé Lauth et Depoully (1); traitement de l'aniline par l'acide nitrique, ou plutôt traitement du nitrate d'aniline par l'aniline; procédé réussissant bien, surtout sur petite échelle.

Le procédé Medlock (2) *suivi de ceux de Nicholson, et de Girard et de Laire;* traitement de l'aniline par l'acide arsénique.

« Ce procédé, qu'il faut classer parmi les meilleurs et les plus avantageux, consiste à combiner l'acide arsénique (3) avec un léger excès d'aniline et à chauffer la masse cristalline à 120 ou 140 degrés centigrades environ au moyen d'un feu modéré ou mieux encore au bain d'huile, ainsi que l'indique M. E. Kopp, en ayant soin toutefois de ne pas dépasser 160 degrés centigrades. Les proportions recommandées sont : 12 parties d'acide arsénique sec du commerce (constitué principalement par l'acide

---

(1) Lauth (Ch.) et Depoully (P.), brevet n° 176, 24 janvier 1860. (Patente au nom de E. J. Hughes.)

(2) Medlock, patente provisoire, 18 janvier 1860. — Nicholson, patente provisoire, 26 janvier 1860. — Brevet français, Girard et de Laire, 26 mai 1860.

(3) L'acide arsénique, actuellement presque exclusivement employé pour la fabrication de la rosaniline, est devenu subitement un article de grande consommation. Cet acide a été préparé pour la première fois sur une large échelle par M. E. Kopp (*Ann. Chim. Phys.* (3), XLVIII, p. 106). L'acide tartrique ayant atteint des prix très-élevés pendant 1853 et 1854, M. Kopp eut l'idée de lui substituer l'acide arsénique pour opérer les enlevages blancs sur rouge d'Andrinople. Cette application s'est maintenue à un certain point jusqu'aujourd'hui, quoique les prix de l'acide tartrique aient de nouveau baissé. M. Kopp emploie l'acide nitrique pour convertir l'acide arsénieux par oxydation en acide arsénique. En faisant passer les vapeurs nitreuses dégagées, mélangées à de l'air, sur du coke humecté d'eau, il recouvre les 2/3 ou les 3/4 de l'acide nitrique employé. Les proportions qu'il adopte sont 303 kilog. d'acide nitrique (pes. spéc., 1,35) pour 400 kilog. d'acide arsénieux en poudre. En ajoutant l'acide nitrique graduellement, il trouve que l'action oxydante peut s'accomplir sans l'application de chaleur extérieure.

Ce procédé est employé avec avantage par les manufacturiers qui fabriquent l'acide arsénique pour la production de la rosaniline.

Le rapporteur a pu voir fonctionner l'opération dans l'usine célèbre de M. Ch. Kestner, à Thann. Là, 100,000 kilog. d'acide arsénique, commandés par un seul fabricant de rouge d'aniline (MM. J. J. Muller et comp., de Bâle), étaient en cours de fabrication. L'oxydation avait lieu dans de grandes bombonnes en verre communiquant avec un tuyau en plomb, au moyen duquel les vapeurs nitreuses dégagées en grande quantité étaient conduites dans l'une des chambres de plomb de l'usine.

M. E. Kopp, pendant qu'il manipulait l'acide arsénique, fit l'observation curieuse qu'il avait une tendance considérable à prendre de l'embonpoint, sans que, du reste, sa santé générale en fût affectée. En dix semaines, le poids de son corps avait augmenté de 10 kilog. qu'il reperdit dès qu'il eut discontinué ses expériences avec l'acide arsénique.

Le rapporteur a été informé que le même fait s'observe chez les ouvriers employés à la fabrication de la rosaniline.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bihydraté du commerce renfermant 13,5 pour 100 d'eau), et 10 parties d'aniline, avec ou sans addition d'un peu d'eau (1).

« L'opération, suivant les quantités sur lesquelles on opère, exige de quatre à neuf heures. On obtient une masse parfaitement homogène, liquide au-dessus de 100 degrés centigrades, et qui, par le refroidissement, se solidifie en une masse dure à reflets métalliques bronzés. Dissoute dans l'eau bouillante, elle fournit une solution d'une grande richesse et d'une nuance très-pure. On peut précipiter la matière colorante presque exempte d'acide arsénique, en ajoutant à cette solution un léger excès de soude. Le précipité est filtré, lavé avec une petite quantité d'eau froide et redissous dans l'acide acétique. »

Le rapporteur donne ici les détails de l'opération tels qu'ils sont exécutés chez MM. Renard et Franc, de Lyon. Comme ils sont extraits des rapports de la section française du Jury sur l'Exposition de 1862, nous y renvoyons le lecteur (2); nous le renvoyons également à un article du *Bulletin* de la Société d'encouragement (2e série, t. VII, p. 729), où il trouvera indiquées les précautions à prendre dans le procédé de fabrication par l'acide arsénique.

Lorsque, dans le traitement de l'aniline par l'acide arsénique, on augmente la proportion de ce dernier bien au delà des proportions indiquées, on obtient des matières colorantes violettes et même bleues, qui ont été brevetées par MM. Girard et de Laire (3).

Le procédé de MM. Laurent et Casthelaz (4); production directe du rouge d'aniline au moyen du nitrobenzol. On traite le nitrobenzol par un mélange de fer et d'acide chlorhydrique, ou par du chlorure ferreux. Le nitrobenzol se convertit en aniline, en même temps qu'il se forme du chlorure ferrique. En chauffant le tout, le chlorure ferrique réagit sur l'aniline du mélange et la transforme en rouge d'aniline, auquel les inventeurs donnent le nom d'*érythrobenzol*. Ce procédé est ingénieux et économique; mais reste à savoir si le produit obtenu est égal en qualité et en quantité à celui que fournit le traitement de l'aniline.

Les procédés qui viennent d'être cités sont les meilleurs pour obtenir le produit brut, mais le brevet et les additions pris par MM. Renard (5) mentionnent encore d'autres

---

(1) Voir également le procédé de préparation de M. Habedank, *Bullet. Soc. d'encour.*, 2e série, t. XII, p. 446. (R.)

(2) *Matières colorantes dérivées du goudron de houille*, par M. Ad. Wurtz. — *Rapports des membres de la section française du Jury international sur l'ensemble de l'Exposition de* 1862, publiés sous la direction de M. Michel Chevalier, président de la section française du Jury international, vol. I, p. 295.

(3) Girard et de Laire, brevet français du 6 juillet 1860.

(4) Laurent et Casthelaz, Quesneville, *Moniteur scientifique*, 1862, IV, p. 717.

(5) Renard (F. et J.), brevet n° 2461, 27 octobre 1859, et n° 2694, 20 novembre 1859.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réactions produisant le rouge d'aniline, telles que l'ébullition de l'aniline avec les sulfates stanneux, stannique, mercureux et mercurique, avec les nitrates ferrique, uranique et argentique, avec les bromures stannique et mercurique, avec les chlorate, bromate et iodate mercurique, avec l'iode, l'iodure stannique et l'iodoforme (l'iode seul n'est pas désigné par MM. Renard).

MM. John Dale et Caro (1) ont, en outre, fait patenter l'action du nitrate de plomb sur l'aniline ou l'hydrochlorate d'aniline.

M. Smith (2) revendique l'ébullition de l'aniline avec le perchlorure d'antimoine ou l'action de l'acide antimonique, du peroxyde de bismuth, des oxydes stannique, ferrique, mercurique et cuivrique sur l'hydrochlorate ou le sulfate d'aniline à une température de 180 degrés centigrades.

M. Gerber-Keller (3) (Heilmann, en Angleterre) a décrit, dans son brevet, comme pouvant engendrer le rouge d'aniline, une foule d'agents qu'il semble désigner comme au hasard et dont l'énumération, qui embrasse un vaste champ tout en donnant souvent de fausses indications, ne semble avoir eu d'autre but, suivant le rapporteur, que de rendre les recherches sérieuses plus difficiles. M. Hofmann n'hésite pas à flétrir de semblables manœuvres, et voudrait que la justice prononçât la nullité de pareils brevets.

Purification du rouge d'aniline brut. — A mesure que la concurrence entre les fabricants de rouge d'aniline est devenue plus grande, les teinturiers et les imprimeurs se sont montrés plus difficiles; de là des efforts nombreux pour fournir le produit dans un état de pureté plus grand, c'est-à-dire cristallisé ou à peu près; c'est là la seconde phase de l'opération.

Parmi les fabricants qui ont le mieux réussi dans cette phase nouvelle, il faut citer, pour la France, MM. Renard et Franc ainsi que MM. Fayolle et comp., cessionnaires des brevets Renard; pour l'Allemagne, M. R. Knops, de Stuttgard; pour la Suisse, MM. J. J. Muller et comp., de Bâle. Mais c'est en Angleterre que les plus beaux produits ont été obtenus par MM. Simpson, Maule et Nicholson.

Le procédé de purification applicable à presque tous les rouges bruts d'aniline est le suivant :

« Les couleurs brutes contiennent encore de l'aniline non décomposée, surtout sous la forme de sels; elles renferment, en outre, des matières résineuses ou goudronneuses, les unes insolubles dans l'eau et dans les acides étendus, les autres solubles dans le bisulfure de carbone, le naphte, ou dans les solutions alcalines caustiques ou carbonatées. En faisant bouillir le rouge brut avec un excès d'alcali, on chasse l'aniline non

(1) Dale (J.) et Caro (H.), patente n° 1307, 26 mai 1860.
(2) Smith, patente n° 1945, 11 août 1860. (*Lond. Journ. arts*, avril 1861, p. 224.)
(3) Keller (J. Gerber), patente n° 2800, 10 décembre 1869.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

décomposée, l'acide existant dans le produit se trouvant fixé par l'alcali. Une très-petite quantité seulement de matière colorante rouge est dissoute dans cette période de l'opération. En traitant le résidu, légèrement lavé à l'eau froide, par de l'eau bouillante acidulée avec un acide minéral, le rouge est dissous, tandis que les matières goudronneuses restent insolubles. En filtrant la solution bouillante et en saturant l'acide par de l'alcali, la matière colorante est précipitée dans un état de pureté déjà assez convenable. Cette précipitation peut être favorisée en dissolvant du sel marin dans la solution saturée. En dissolvant de nouveau le précipité rouge (cette fois beaucoup plus pur) dans un acide non en excès, on obtient une solution qui cristallise très-souvent, et dont on peut précipiter le rouge pur par une nouvelle addition de chlorure de sodium ou d'un autre sel alcalin.

« En France c'est l'hydrochlorate, et en Angleterre l'acétate de rouge d'aniline ou de rosaniline, qui est généralement employé en teinture. »

Recherches sur la nature du rouge d'aniline. — La nature du rouge d'aniline a été, dans le principe, l'objet des recherches de nombreux chimistes, tels que MM. Guignet (1), Bechamp (2), Willm (3), Schneider (4), Persoz, de Luynes et Salvetat (5), Bolley (6), Jacquemin (7), E. Kopp (8), Jacquelain et autres; mais les opinions ont été des plus divergentes, ainsi qu'on peut s'en convaincre en consultant les notes se rapportant à chacun des noms qui viennent d'être cités.

M. Hofmann explique, jusqu'à un certain point, ces divergences par la difficulté extraordinaire que présente la purification complète de la nouvelle matière colorante; mais il les attribue aussi à l'opinion préconçue et non justifiée d'une analogie, quant aux relations chimiques, entre le rouge d'aniline et d'autres matières colorantes, telles que la carthamine et le carmin de cochenille. Quant à lui, tout en reconnaissant qu'aujourd'hui, grâce aux travaux de MM. Nicholson, Charles Dollfus-Galine (9), Monnet et Dury (10), Lauth (11), Depouilly (12), on est arrivé à fabriquer le rouge d'aniline dans un état de pureté parfait, tout en s'estimant heureux d'avoir pu contri-

---

(1) Guignet, *Bulletin de la Soc. chim.*, séance du 23 décembre 1859.
(2) Bechamp, *Ann. de Chim. et Phys.* (3), t. LIX, p. 396.
(3) Willm, *Bullet. Soc. Chim.*, séance du 27 juillet 1861.
(4) Schneider, *Comptes rendus*, LI, p. 1807.
(5) Persoz, de Luynes et Salvetat, *Comptes rendus*, LI, p. 538.
(6) Bolley, *Ding. Polytech. Journ.*, CLX, p. 57.
(7) Jacquemin, *Sur les rouges d'aniline*, Paris, 1861.
(8) E. Kopp, *Mémoire sur le rouge d'aniline*, Paris, 1861. — *Ann. Chim. et Phys.*, XII, p. 222.
(9) Dollfus-Galine, *Rép. de Chim. appl.*, 1861, p. 11.
(10) Monnet et Dury, *ibid.*, p. 12.
(11) Lauth, *Bullet. Soc. Chim.*, séance du 23 décembre 1859.
(12) Depouilly, *Rép. Chim. appl.*, 1862, p. 278.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

buer à élucider la question (1) dans une certaine mesure, il croit cependant que le mode de formation et la constitution du rouge d'aniline dont il sera question plus loin restent encore à être établis, bien que la nature chimique et la composition de cette substance ne puissent plus être l'objet d'un doute.

Rosaniline et ses sels. — « On peut maintenant considérer comme parfaitement démontré que les rouges d'aniline sont les sels d'un composé particulier extrêmement remarquable, qui joue le rôle d'une base parfaitement définie, et pour laquelle le rapporteur a proposé le nom de *rosaniline*. A l'état anhydre, la rosaniline est représentée par la formule $C^{20}H^{19}N^3$; à l'état hydraté et telle qu'on l'obtient en l'isolant de ses combinaisons, la formule devient $C^{20}H^{21}N^3O = C^{20}H^{19}N^3 + H^2O$.

« La rosaniline est une *triamine* capable de se combiner avec un, deux et trois équivalents d'acides. Les rouges d'aniline purs sont des sels de rosaniline à un équivalent d'acide.

« Un fait très-intéressant, c'est que la rosaniline isolée, récemment préparée, est par elle-même tout à fait incolore. Elle est presque insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'ammoniaque liquide, plus soluble dans l'alcool, avec une couleur rouge intense, et insoluble dans l'éther. Exposée au contact de l'air, elle prend rapidement une teinte rose qui, finalement, devient rouge foncé, probablement par suite de la formation d'un carbonate.

« Elle donne naissance à des sels remarquables par leur beauté et par la facilité avec laquelle ils cristallisent. Ceux à un équivalent d'acide présentent, pour la plupart, à la lumière réfléchie, l'éclat métallique vert doré des élytres du scarabée d'or; examinés par transmission, les cristaux sont rouges et deviennent opaques en augmentant de dimension. D'après M. Chevreul (2), la couleur verte réfléchie par les sels de rosaniline est exactement complémentaire de la coloration que ces sels communiquent à la laine et à la soie.

« Les sels que la rosaniline forme avec trois équivalents des acides énergiques présentent, au contraire, une teinte brun-jaunâtre tant à l'état sec qu'en dissolution. Ils sont beaucoup plus solubles dans l'eau et dans l'alcool que les sels monacides qui, en général, sont comparativement très-peu solubles. Les deux catégories de sels monacides et triacides, mais surtout les premiers, cristallisent facilement. »

Hydrochlorates de rosaniline. — « Préparé, soit par la combinaison directe de la base avec l'acide chlorhydrique, soit par décomposition du chlorure ammonique au moyen de la rosaniline, le monohydrochlorate de rosaniline se dépose de sa solution bouillante en lames rhomboédriques bien définies, affectant souvent la forme d'étoiles. Il est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther.

---

(1) Hofmann, *Proceedings Roy. Soc.*, vol. XII, p. 2.

(2) Chevreul, *Comptes rendus*, 1861, LIII, p. 98.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ce sel retient une petite quantité d'eau à 100 degrés centigrades, mais devient anhydre à 130 degrés; à cette dernière température, il est représenté par la formule $C^{20}H^{19}N^3$, HCl. Il est très-hygroscopique, comme le sont d'ailleurs la plupart des sels de rosaniline.

« Il se dissout plus facilement dans l'acide chlorhydrique de concentration moyenne que dans l'eau pure. Chauffée doucement, cette solution, étant mélangée avec de l'acide hydrochlorique fumant très-concentré, se solidifie par refroidissement en une masse cristalline, formée de belles aiguilles d'un rouge brun. On lave ces aiguilles avec le même acide hydrochlorique très-concentré, et on les fait sécher dans le vide au-dessus d'acide sulfurique et de chaux vive. L'eau les décompose en reproduisant le sel monacide.

« Le sel précipité par l'acide chlorhydrique concentré est le trihydrochlorate de rosaniline, dont la formule est $C^{20}H^{19}N^3$, $3HCl$. Exposé à la température de 100 degrés, il perd graduellement de l'acide et les cristaux bruns prennent la teinte du bleu indigo; si l'on continue l'exposition dans ces conditions jusqu'à ce que le poids reste constant, le sel monacide primitif à coloration verte reparaît.

Sulfate de rosaniline. — « Ce sel s'obtient facilement en dissolvant la rosaniline libre dans de l'acide sulfurique étendu. Par le refroidissement, il se dépose des cristaux à reflet vert métallique, qui deviennent parfaitement purs par une simple recristallisation. A 140 degrés le sel a un poids constant et sa formule est :

$$\left.\begin{matrix} C^{20}H^{19}N^3, H \\ C^{20}H^{19}N^3, H \end{matrix}\right\} SO^4.$$

« Le sulfate acide cristallise difficilement. »

Acétate de rosaniline. — « Ce sel est probablement le plus beau de toute la série. M. Nicholson l'a obtenu en cristaux de plus de 1 pouce ($0^m,03$) de diamètre, qui ont été reconnus par l'analyse pour être l'acétate monacide ayant pour formule $C^{20}H^{19}N^3$, $C^2H^3O^2$.

« Les cristaux de ce sel, récemment préparés, présentent, de la manière la plus remarquable, ce magnifique reflet métallique vert doré dont il a été déjà question; mais, lorsqu'on les laisse longtemps exposés à la lumière, le reflet disparaît et la teinte devient rouge brun foncé.

« L'acétate de rosaniline est un des sels les plus solubles, tant dans l'eau que dans l'alcool; en opérant sur petite échelle, il est assez difficile d'en obtenir la recristallisation. »

Nitrate de rosaniline. — « On prépare facilement ce sel en dissolvant la base dans de l'acide nitrique étendu et chaud. Par le refroidissement, il cristallise en petits cristaux ayant l'apparence des autres sels de rosaniline. Sa formule est $C^{20}H^{20}N^4O^3 = C^{20}H^{19}N^3$, HNO^3. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les autres sels de rosaniline, le rapporteur cite encore :

Le *chromate* ;

Le *trinitrophénate*, qui cristallise en belles aiguilles rougeâtres ;

Les *tannates*, qui sont de véritables laques carminées (1), et qui jouent un rôle important dans la teinture et l'impression.

Leucaniline. — « Une solution de rosaniline dans l'acide chlorhydrique, lorsqu'on la laisse en contact avec du zinc métallique ou lorsqu'on la traite par l'hydrosulfate d'ammoniaque, est rapidement décolorée. La rosaniline disparaît et est transformée en une nouvelle base remarquable appelée *leucaniline*, et qui peut être obtenue en aiguilles complétement incolores, à peine solubles dans l'eau, très-peu solubles dans l'alcool.

« Les sels de leucaniline sont également incolores, facilement cristallisables et très-solubles dans l'eau, mais pouvant être précipités de cette solution par un excès d'acide. Il existe une relation remarquable entre la composition de la leucaniline ($C^{20}H^{21}N^3$ et celle de la rosaniline ($C^{20}H^{19}N^3$). On voit que la différence ne consiste que dans deux équivalents d'hydrogène que la leucaniline renferme en plus. Ces deux bases présentent, l'une à l'égard de l'autre, les mêmes relations que celles qui existent entre l'indigo bleu et l'indigo blanc. Comme on devait s'y attendre, d'après ces relations intéressantes, la leucaniline peut être reconvertie en rosaniline sous l'influence d'agents oxydants. »

Formation du rouge d'aniline. — Le rapporteur avoue que, malgré les nombreuses expériences auxquelles il s'est livré relativement à cette question, la lumière n'est pas encore complétement faite. Cependant ces expériences ont mis en évidence ce fait remarquable, que *l'aniline, chimiquement pure, quelle que fût sa source, était incapable de produire du rouge d'aniline.* Or, la toluidine étant toujours présente dans l'aniline du commerce, on devait se demander si ce n'était pas elle qui était la source réelle de la matière colorante. De nouvelles expériences, faites alors avec la toluidine pure, prouvèrent à leur tour que cette base n'était pas plus apte que l'aniline pure à se transformer en rosaniline. *Au contraire, la matière colorante rouge est formée instantanément lorsqu'on fait réagir, sur un mélange d'aniline pure et de toluidine pure, soit les chlorures mercurique et stannique, soit l'acide arsénique.* Ce résultat, dans l'opinion du rapporteur, doit amener à expliquer la génération non-seulement du rouge d'aniline, mais de toutes les ammoniaques tinctoriales en général. Il indique, en outre, la nécessité de constater jusqu'à quel point la formation du violet et des autres principes colorants, qu'on admettait jusqu'ici comme dérivés exclusivement de l'aniline, exige le concours simultané de la toluidine. Quant aux diverses matières colorantes rouges dérivées de l'aniline, dont il a été question plus haut, M. Hofmann déclare, en thèse

(1) Ils ont été décrits par M. E. Kopp, *Répert. de Chim. appl.*, juillet 1862, p. 257.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

générale, qu'elles sont toutes essentiellement constituées par des sels de rosaniline.

Remarques sur les phénomènes observés dans les applications du rouge d'aniline. — D'après tout ce qui précède, on peut se rendre compte maintenant de ce qui a lieu lorsqu'une étoffe teinte en rouge d'aniline est soumise à l'action d'un acide énergique ou d'un alcali.

« En imprimant avec un acide puissant, l'étoffe est décolorée, et il se produit une tache jaunâtre par suite de la formation d'un sel de rosaniline à trois équivalents d'acide. En effet, tous les sels triacides de cette base sont jaunes et ne possèdent qu'une faible intensité colorante. En lavant le tissu dans l'eau, l'excès d'acide est enlevé et, le sel monacide se reproduisant, la coloration rouge reparaît.

« En imprimant avec une base puissante, la soude caustique par exemple, la couleur rouge disparaît également, parce que le sel rouge de rosaniline est décomposé et la rosaniline mise en liberté à l'état incolore. En enlevant la soude caustique par des lavages à l'eau, une coloration rouge reparaît, parce que probablement la rosaniline passe à l'état de carbonate.

« Si l'on emploie un alcali volatil puissant, tel que l'ammoniaque, la coloration rouge disparaît aussi, par suite de la mise en liberté de la rosaniline incolore ; mais, à mesure que l'ammoniaque s'évapore, le rouge se reproduit, surtout en chauffant légèrement, parce que la rosaniline, qui est une base fixe, chasse l'ammoniaque et reconstitue le sel primitif de rosaniline avec sa coloration caractéristique. En abandonnant un tissu teint en rouge d'aniline pendant un temps prolongé (douze à vingt heures) dans une eau ammoniacale, la coloration, ainsi que l'a fait observer M. W. Crum, se rétablit très-incomplétement lorsqu'on lave ensuite dans l'eau pure. Ce phénomène tient évidemment à la solubilité plus grande de la rosaniline dans de l'eau renfermant de l'ammoniaque, qui enlève la matière colorante même à ses mordants.

« Les sels de rosaniline, employés presque exclusivement pour la teinture de la soie et de la laine, sont l'acétate, l'hydrochlorate et le nitrate ; le mode d'application en est extrêmement simple. La soie est teinte en la passant dans une solution aqueuse froide du sel ; pour la teinture de la laine, la solution est chauffée à une température variant entre 50 et 60 degrés centigrades.

« L'énergie et la rapidité avec lesquelles la rosaniline est attirée et fixée par la soie et la laine constituent la seule difficulté qu'on rencontre dans cette branche de la teinture. En effet, cette magnifique couleur est précipitée et fixée par la soie et la laine avec une avidité et une rapidité telles qu'il devient nécessaire de prendre des précautions particulières ; ainsi l'on n'opère qu'avec des bains comparativement faibles et dont on n'augmente la force que graduellement, pour empêcher une teinture inégale par suite de la coloration plus intense des portions de tissus immergées les premières. »

Le coton présente également des difficultés pour être teint en sels de rosaniline,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais par une raison entièrement opposée, c'est-à-dire qu'il ne possède aucune affinité pour la matière colorante. La fixation du rouge d'aniline ne peut donc s'effectuer qu'en combinant la fibre du coton préalablement avec un mordant animal ou avec le tanin. C'est à M. Perkin (1) qu'on est redevable des premières applications du tanin dans cette voie. MM. Kuhlmann et Lightfoot ont appelé l'attention sur les avantages présentés par le tannate de gélatine, et M. Walter Crum (2) a indiqué en détail le procédé au moyen duquel la glutine, le substitut le moins cher de l'albumine, peut être rendue utilisable pour l'impression et la teinture avec les couleurs d'aniline.

C. — *Jaune d'aniline.*

Chrysaniline. — Cette matière jaune, extrêmement riche et brillante, est une base bien définie, ainsi que l'a constaté le rapporteur (3). Sa préparation est extrêmement simple :

Le résidu dont la rosaniline a été extraite est soumis, pendant quelque temps, à un courant de vapeur qui provoque la dissolution d'une certaine quantité de chrysaniline. Celle-ci est précipitée de cette solution par l'addition d'acide nitrique, sous forme de nitrate de chrysaniline très-peu soluble dans l'eau.

La chrysaniline a pour formule $C^{20} H^{17} N^3$, ce qui indique qu'il existe une relation très-intime entre elle, la rosaniline et la leucaniline. Elle forme, avec les acides chlorhydrique et nitrique, deux séries de sels (d'une part, l'hydrochlorate monacide et l'hydrochlorate biacide, et, d'autre part, le nitrate de chrysaniline), dont la plupart sont très-bien cristallisés. C'est le nitrate qui est le plus intéressant; il est si peu soluble dans l'eau, qu'on peut précipiter de l'acide nitrique, même d'une solution aqueuse assez étendue, au moyen de l'hydrochlorate ou de l'acétate plus solubles de chrysaniline; ceux-ci, lorsqu'on les verse dans la solution nitrique, produisent rapidement un précipité cristallin rouge-orange de nitrate de chrysaniline.

La chrysaniline et ses sels teignent la soie et la laine en jaune d'or splendide.

D. — *Vert d'aniline.*

Éméraldine. — « L'aniline, dans plusieurs circonstances, donne naissance à des matières colorantes bleues qui, sous l'influence de divers agents, peuvent présenter une teinte verte. Il est difficile de manipuler des sels d'aniline sans les voir se couvrir d'efflorescences bleues ou verdâtres. L'aniline prend une belle teinte bleu indigo sous

(1) Perkin, *Chem. Soc. Quat. Journ.*, XIV, p. 251.

(2) Crum (W.), patentes n° 1263, 23 mai 1859, et n° 1319, 28 mai 1859; *Rep. of pat. inv.*, février 1860, p. 159.

(3) Hofmann, *Comptes rendus*, LV, p. 817.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'action du chlorate de potasse, auquel on a ajouté une certaine quantité d'acide chlorhydrique, de même que sous l'influence d'une solution d'acide chloreux. Les recherches, déjà anciennes, sur l'aniline, de M. Fritzsche (1) et du rapporteur lui-même (2), mentionnent fréquemment cette coloration bleue. Elle est également produite par l'action du peroxyde d'hydrogène (Ch. Lauth) (3), du chlorure ferrique et du ferrocyanure de potassium (E. Kopp) (4), de l'acide hydrochlorique et du peroxyde de manganèse, du nitrate ferrique et de l'acide hydrochlorique (Scheurer-Kestner) (5).

« Les produits de cette nature ont été étudiés plus spécialement par MM. Crace-Calvert, Lowe et Clift (6), qui les décrivent sous le nom d'*azurine*. Presque toutes ces substances possèdent la propriété d'acquérir, sous l'influence des acides, une teinte verte nommée *éméraldine*, et de repasser au bleu par l'action des alcalis. Le docteur Calvert (7) obtient l'éméraldine directement sur tissus en y imprimant un mélange d'un sel d'aniline et de chlorate de potassium, puis laissant sécher. Au bout de douze heures environ, la couleur verte est développée et, si l'on veut la convertir en bleu, on n'a qu'à faire passer le tissu à travers une solution alcaline très-étendue et chaude, ou à travers un bain de savon bouillant (8).

« Les teintes vertes ainsi produites peuvent être rendues assez foncées pour paraître noires, en ajoutant au chlorate de potassium un sel métallique. MM. Wood et Wright (9) font usage, dans ce but, de sels ferriques. Du noir d'aniline peut encore être produit en traitant la couleur sur le tissu par des solutions faibles de bichromate de potassium et de chlorure de chaux. Enfin on peut aussi imprimer un mélange de nitrate de cuivre et d'hydrochlorate d'aniline sans l'addition de chlorate de potassium sur le tissu, et il s'y produit ensuite graduellement une coloration vert foncé ou noire (10). »

E. — *Bleu d'aniline.*

La réaction qui donne naissance aux matières colorantes bleues extraites de l'ani-

---

(1) Fritzsche, *Journ. prakt. Chem.*, XXVIII, p. 202.

(2) Hofmann, *Ann. Chem. Pharm.*, XLIII, p. 66.

(3) Ch. Lauth, *Examen des matières colorantes artificielles*, par M. E. Kopp, p. 68.

(4) E. Kopp, *ibid.*, p. 66.

(5) Scheurer-Kestner, *Bull. Soc. ind. de Mulhouse*, 27 juin 1860.

(6) Calvert, Lowe et Clift, patente n° 1426, 11 juin 1860.

(7) Calvert, *Rep. of pat. inv.*, novembre 1861, p. 384.

(8) Un autre procédé de préparation d'un vert d'aniline est indiqué par le *Bulletin de la Soc. d'encouragement*, 2e série, t. XII, p. 746. (R.)

(9) *Leçons faites sur les couleurs tirées du goudron de houille*, etc., par le docteur Crace-Calvert. Manchester, 1861, p. 63.

(10) Aujourd'hui M. Ch. Lauth prépare un noir d'aniline décrit par M. Balard. Voy. *Bulletin de la Société d'encouragement*, 2e série, t. XIII, 1866, p. 75. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

line a été découverte par MM. Girard et de Laire (1); plus tard, des résultats analogues ont été publiés par MM. Persoz, de Luynes et Salvetat (2). Cette réaction consiste à chauffer pendant plusieurs heures avec un excès d'aniline un sel de rosaniline ou un mélange de substances capables de l'engendrer. La matière colorante bleue, ainsi produite, est le *bleu de Paris* ou *bleu de Lyon ;* on en fait aujourd'hui l'application la plus large dans la teinture et l'impression des tissus.

Fabrication du bleu de Paris ou bleu de Lyon.— Purification du bleu d'aniline.— Le procédé de fabrication, en grand, du bleu de Paris ou bleu de Lyon est celui-ci : on fait digérer un sel de rosaniline avec un excès d'aniline, pendant un temps assez prolongé, à la température de 150 à 160 degrés centigrades. En employant un mélange de 2 kilogrammes d'hydrochlorate d'aniline sec et 4 kilogrammes d'aniline commerciale, l'opération est achevée en quatre heures. Outre le bleu d'aniline, qui constitue le produit principal de la réaction, plusieurs autres matières colorantes violettes et vertes, et quelques autres substances, sont formées; il se dégage toujours en même temps une quantité considérable d'ammoniaque. Le bleu brut est ensuite repris ; on l'épuise d'abord, à plusieurs reprises, par de l'eau bouillante acidulée d'acide hydrochlorique, puis par de l'eau ordinaire jusqu'à ce que la teinte soit devenue aussi pure que possible.

Quant à la purification, nous mentionnerons le procédé breveté de M. Nicholson (3), qui consiste à dissoudre le bleu (après l'avoir bien desséché) dans de l'acide sulfurique concentré, et à faire digérer la solution, pendant une demi-heure, à 150 degrés centigrades. En ajoutant de l'eau à cette solution, la matière colorante bleue est précipitée, mais alors elle est modifiée, puisqu'elle est devenue soluble dans l'eau pure.

Recherches sur la nature du bleu d'aniline. — Grâce au procédé de purification du bleu d'aniline, M. Hofmann a pu étudier la nature de cette couleur et en déterminer la composition. Il a reconnu qu'en général les matières colorantes bleues, tirées de l'aniline, sont les sels d'une base incolore qui peut être obtenue parfaitement pure en dissolvant l'un des sels, l'hydrochlorate, par exemple, dans l'alcool, puis filtrant et laissant couler la liqueur filtrée dans de l'alcool ammoniacal. La teinte bleu foncé disparaît immédiatement, et la solution légèrement rougeâtre fournit, par l'addition d'une certaine quantité d'eau, la base libre sous forme d'un précipité blanc cailloteux qui, peu à peu, acquiert une légère apparence cristalline. Desséchée dans le vide, cette matière reste incolore ou n'acquiert qu'une faible teinte bleuâtre ; à 100 degrés, elle s'agglutine et devient brune.

---

(1) Girard et de Laire, brevet français du 2 janvier 1861; patente anglaise n° 97, du 12 janvier 1861.

(2) Persoz, de Luynes et Salvetat, *Comptes rendus*, LII, 1861, mars, p. 450, et 8 avril, p. 700. Voy aussi *Bulletin de la Société d'encouragement*, 2e série, t. VIII, p. 558.

(3) Nicholson (E. C.), patente n° 1857, 24 juin 1862.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La formation du bleu d'aniline est représentée par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{20}H^{19}N^3, HCl}_{\text{Hydrochlorate de rosaniline.}} + 3\underbrace{\left(\begin{matrix}C^6H^5\\H^2\end{matrix}\right\}N\right)}_{\text{Aniline.}} = \underbrace{C^{20}\left[\begin{matrix}H^{16}\\(C^6H^5)\,3\end{matrix}\right]N^3, HCl}_{\text{Hydrochlorate de rosaniline triphénilique.}} + \underbrace{3\,(H^3N)}_{\text{Ammoniaque.}}$$

Le bleu d'aniline soumis à l'action d'agents réducteurs, tels que l'hydrogène naissant, le sulfure ammonique, est converti en une substance incolore difficilement cristallisable, dont la composition correspond à la leucaniline.

Autres procédés pour la production du bleu d'aniline. — Entre autres procédés de production du bleu d'aniline, le rapporteur cite :

Celui de M. Ch. Lauth (1) ; faire bouillir les sels de rosaniline avec des solutions d'aldéhyde ;

Celui de M. E. Kopp (2) ; faire bouillir les sels de rosaniline avec de l'esprit-de-bois brut ;

Celui de M. Gros-Renaud et Schaeffer (3), donnant le bleu dit *bleu de Mulhouse ;* faire bouillir une solution d'un sel de rosaniline (généralement le nitrate) avec une solution de gomme laque dans le carbonate de sodium.

Mais M. Hofmann fait observer que ces différents principes colorants bleus appellent un examen chimique approfondi.

Applications variées et usages divers des couleurs d'aniline.

Outre leur application à la teinture et à l'impression, les couleurs d'aniline trouvent, chaque jour, de nouveaux emplois, tels que la coloration de certains cuirs vernis, des bougies de paraffine, du vinaigre d'Italie, etc. De plus, les produits secondaires de la fabrication du violet d'aniline fournissent une encre qui a été l'objet de l'examen de M. Warren de la Rue. Enfin la médecine elle-même a recommandé l'usage des sels d'aniline dans plusieurs maladies, et plus spécialement contre la danse de Saint-Guy (4). L'auteur ajoute que, sans entrer dans de longs détails à l'égard de ces applications, il ne saurait cependant se dispenser de parler du *bleu de chinoline.*

Bleu de chinoline. — Recherches sur sa nature. — « Dans l'une de ses recherches, déjà anciennes, sur les substances contenues dans le goudron de houille, M. Hofmann (5) avait prouvé que le *leucol* ou la *leucoline*, une huile basique dont l'existence,

(1) Ch. Lauth, *Monit. scientif. Quesneville*, 1861, IV, p. 338.

(2) E. Kopp, *ibid.*, IV, p. 332.

(3) Gros-Renaud et Schaeffer, *ibid.*, 1861, III, p. 292.

(4) Le rapporteur a pu constater par expérience personnelle (voy. Hofmann, *Chem. Pharm.*, XLVII, p. 53) que l'action de l'aniline sur l'organisme animal est très-énergique.

(5) Hofmann, *Ann. Chem. Pharm.*, XLVIII, p. 37.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le goudron, avait été signalée par Runge (1), était identique, quant à sa composition, son point d'ébullition et ses principales propriétés physiques et chimiques, avec une base huileuse, la *chinoléine* ou *chinoline*, découverte peu de temps auparavant par Ch. Gerhardt (2), parmi les produits résultant de l'action de la potasse caustique sur la cinchonine. Cependant, malgré cette identité de composition, ces deux substances diffèrent sous le rapport de leur aptitude à donner naissance à des dérivés colorés, aptitude qui est surtout prononcée pour l'huile obtenue au moyen de la cinchonine. Ce qu'on appelle le *bleu de chinoline* a été produit, jusqu'ici, exclusivement avec la base dérivée de la cinchonine ; ce bleu n'est donc pas, rigoureusement parlant, une couleur dérivée du goudron de houille.

« C'est aux recherches de M. Greville-Williams (3) qu'on est redevable du procédé au moyen duquel la chinoline (la variété obtenue par la cinchonine) peut être convertie en une matière colorante bleue d'un éclat, d'une richesse et d'une pureté admirables. Malheureusement cette couleur, peut-être la plus belle de toutes celles connues jusqu'à ce jour, est d'un caractère tellement fugace et si impressionnable à la lumière, qu'elle passe en très-peu de temps, ce qui l'a fait abandonner jusqu'au moment où on trouvera à lui donner plus de fixité (4). Voici son mode de préparation :

« Une partie de chinoline rectifiée et une partie et demie d'iodure d'amyle sont mélangées ensemble, et le tout soumis à l'ébullition pendant dix minutes. La liqueur présente alors une coloration rouge-brun foncé et se solidifie, par le refroidissement, en une masse cristalline. Cette masse est dissoute dans l'eau, puis on filtre la solution, et, après y avoir ajouté de l'ammoniaque liquide, on fait bouillir jusqu'à ce que la matière colorante soit précipitée à l'état résineux. La matière résineuse, dissoute dans l'alcool, donne une solution de couleur bleu violacé très-riche. Si au lieu d'ammoniaque on emploie une solution de potasse caustique, on peut obtenir, par précipitation partielle, une substance d'une couleur bleue plus pure, la matière colorante rouge n'étant précipitée que plus tard par un excès de potasse caustique. »

Rien de plus simple que la teinture de la laine et de la soie en bleu de chinoline (ou en *cyanine*, comme on dit aussi) ; il suffit de plonger les tissus dans un bain de la matière colorante dissoute. Pour l'impression, on dissout le bleu dans l'acide acétique, on épaissit la solution incolore et l'on imprime; à mesure que l'acide acétique se volatilise, la coloration bleue apparaît.

Recherches sur la nature du bleu de chinoline. — Bien que le bleu de chinoline ait été déjà découvert en 1856, la formule qui établit sa composition n'avait pu être encore

(1) Runge, *Pogg. Ann. Phys.*, XXXI, 68.

(2) Ch. Gerhardt, *Revue scientif.*, X, p. 186.

(3) Greville-Williams, *Chem. News*, 11 octobre 1860, p. 219.

(4) La *Société industrielle de Mulhouse* a proposé une médaille et un prix de 10,000 francs à celui qui résoudra ce problème.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

établie jusqu'au moment où, grâce à M. Ménier, qui en avait préparé, pour l'Exposition, des spécimens magnifiques à l'état cristallisé, M. Hofmann a pu se livrer à des recherches sérieuses et définir les caractères de cette remarquable substance. Les cristaux de cyanine exposés par M. Ménier étaient des prismes bien définis, assez volumineux, à reflet vert métallique et d'une teinte dorée. Ils sont difficilement solubles dans l'eau et presque insolubles dans l'éther anhydre, mais facilement solubles dans l'alcool. L'analyse a démontré que ces cristaux sont un mélange mécanique de deux iodures, représentés respectivement par les formules $C^{28}H^{35}N^{2}I$ et $C^{30}H^{39}N^{2}I$.

Matières colorantes dérivées du phénol.

Le phénol (acide phénique, acide carbolique, hydrate de phényl, etc.), découvert par Runge, a surtout été étudié par Laurent. Il a une grande analogie avec l'aniline, en raison de la nature du radical *phényl* ($C^{6}H^{5}$) qui est le même dans les deux substances, le phénol étant de l'eau phénylée et l'aniline de l'ammoniaque phénylée.

Le phénol qu'on rencontre en quantité considérable dans le goudron de houille, et qui sert à diverses préparations parmi lesquelles celle de l'acide picrique, a été obtenu pour la première fois sur une échelle industrielle par feu le docteur Ernest Sell, de l'Allemagne. Ce chimiste distingué substitua à l'usage de la créosote, dont la composition est si variable, celui du phénol, dont la nature bien définie permet de l'obtenir toujours avec des caractères uniformes.

Le phénol se prépare en traitant les huiles lourdes du goudron, dont le point d'ébullition est situé entre 150 et 250 degrés, par une solution de soude caustique ou par un lait de chaux. Le bas prix auquel on l'obtient semble devoir augmenter le nombre de ses applications futures. On a réussi à transformer l'aniline en phénol; mais la transformation inverse du phénol en aniline, qui constituerait une découverte bien plus précieuse, n'a pu être encore être réalisée, du moins industriellement.

Bleu de phénol. — On emploie en assez grande quantité, pour la teinture, une matière colorante bleue, à la formation de laquelle le phénol concourt, et à laquelle on a donné le nom d'***azuline***. Sa nature est restée jusqu'ici inconnue, et le procédé de préparation, qui est dû à MM. Guinon, Marnas et Bonnet, est encore tenu secret (1).

---

(1) M. Hofmann explique que, pendant qu'il s'occupait de rédiger son rapport, une patente prise par les inventeurs est venue éclaircir le mystère qui avait entouré jusqu'ici le mode de préparation de l'azuline. Il paraîtrait, du reste, que c'est M. Persoz qui a indiqué le premier un procédé pour transformer le phénol en une matière colorante utilisable (Ad. Wurtz, *Rapports des membres de la section française du Jury international*, I, 303).

Voici les détails du procédé patenté par MM. Guinon, Marnas et Bonnet :

Première opération. Matière colorante rouge; préparation de la matière colorante instable. 10 kilog. de phénol sont chauffés avec 4 à 8 kilog. d'acide oxalique et avec 3 à 4 kilog. d'acide sulfurique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'azuline est généralement livrée au commerce sous forme de solution alcoolique ; elle est insoluble dans l'eau ; à l'état sec, elle ressemble au violet et au bleu d'aniline par son reflet métallique cuivré. Pour teindre la soie on acidule le bain d'azuline avec un peu d'acide sulfurique. Lorsque la nuance est devenue assez intense, on chauffe le bain jusqu'à ébullition, puis l'on y passe la soie qu'on lave ensuite à l'eau jusqu'à disparition des dernières traces d'acide. Enfin on passe la soie dans un bain de savon, on la lave de nouveau et on termine par un passage dans une eau très-légèrement acidulée.

Acide picrique et ses dérivés. — L'acide picrique (*acide trinitrophénilique, acide carbazotique ou trinitrophénol*) est le produit de l'action de l'acide nitrique sur le phénol, mais on l'obtient également d'un nombre considérable de produits organiques, parmi lesquels nous citerons une résine australienne provenant du *Xanthorea Hastilis* (Stenhouse), la salicine, l'indigo, etc. ; mais la source la plus avantageuse est sans contredit le phénol impur et même les huiles de goudron qui distillent entre 180 et 200 degrés centigrades (Laurent) (1).

La réaction entre l'acide nitrique et le phénol est très-violente. Il faut donc prendre

---

jusqu'à ce que la consistance et la couleur du mélange indiquent la fin de l'opération. Le produit est lavé à l'eau pour enlever l'excès d'acide, tandis que la matière colorante reste sous forme de pâte, présentant cet éclat métallique verdâtre qui distingue cette classe de composés. Par une longue exposition à l'air ou dans une étuve, la pâte se dessèche et la matière colorante peut alors être obtenue sous forme pulvérulente.

Seconde opération. Transformation de la matière colorante instable en matière colorante stable. 1 kilog. de la matière colorante instable est chauffé, pendant trois heures, dans un digesteur avec 1,5 kilog. d'ammoniaque liquide ordinaire du commerce; la température doit être poussée jusqu'à 150 degrés. Après refroidissement, toute la matière colorante s'est dissoute dans l'ammoniaque en produisant un liquide dense, doué d'un pouvoir tinctorial considérable. Ce liquide, que les inventeurs appellent *peonine*, peut servir à teindre la soie et la laine en rouge.

Matière colorante bleue. La matière colorante rouge soit stable, soit même instable est soumise par mélange à l'action de l'aniline (5 parties de peonine avec 6 ou 8 d'aniline) et le tout chauffé jusqu'à ébullition. Le produit est maintenant une matière colorante bleue, l'azuline, qu'on purifie en la lavant avec du naphte de goudron chaud et avec des alcalis caustiques. Après avoir été soumise ensuite à un nouveau traitement par de l'eau acidulée bouillante, l'azuline est séchée et se présente alors sous la forme d'une poudre d'un lustre doré particulier. Elle est soluble dans les alcools méthylique et éthylique, et fournit des solutions qui peuvent être employées directement pour la teinture et l'impression.

M. Hofmann fait remarquer que la première phase du procédé de MM. Guinon, Marnas et Bonnet, c'est-à-dire le traitement du phénol par un mélange d'acides sulfurique et oxalique, coïncide exactement avec la méthode par laquelle MM. Kolbe et Schmitt (*Ann. Chem. Pharm.*, CXIX, p. 169), en essayant de transformer le phénol en acide salycilique, ont obtenu, avec la créosote, une substance particulière, soluble dans l'ammoniaque et dans les alcalis fixes, avec une magnifique couleur cramoisie, mais qui ne présentait, comparativement, qu'un faible pouvoir tinctorial.

(1) *Ann. Chem. Pharm.*, CXIX, p. 169.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

beaucoup de précautions, surtout lorsqu'on opère sur une grande quantité de matières. Lorsque la première action violente a cessé, on ajoute de nouvelles quantités d'acide nitrique et l'on chauffe le mélange pour faciliter la réaction. On laisse ensuite refroidir et, après avoir ajouté de l'eau, on obtient une masse jaune, très-amère, qu'on lave à l'eau froide pour enlever l'excès d'acide nitrique. Cette masse constitue l'acide picrique impur; traitée par l'eau froide ou bouillante, elle fournit des solutions jaunes qui, après filtration, peuvent être employées en teinture. Nous renvoyons, pour tout ce qui concerne l'histoire et la préparation de l'acide picrique, au rapport fait par M. Balard dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* (2e série, t. IX, p. 265) (1).

L'emploi de l'acide picrique dans la teinture a été proposé, pour la première fois, par M. Guinon de Lyon, en 1845. Son pouvoir colorant, sur la soie et la laine, est très-considérable, et il possède une grande affinité pour les substances renfermant de l'azote dans leur composition. La couleur résiste parfaitement à la lumière; mais elle est un peu affectée par les lavages et surtout par les lessivages au savon; on lui donne un peu plus de stabilité en soumettant la laine et la soie à un mordançage préalable.

En revanche, le coton, le chanvre et le lin n'ont aucune affinité pour l'acide picrique; par conséquent, on peut employer cet acide à découvrir la présence de ces matières dans les tissus mélangés. A cet effet, on n'a qu'à plonger le tissu à examiner dans une solution chaude d'acide picrique et à le soumettre ensuite à un lavage à l'eau. Dans cette opération, les fils de soie et de laine se teindront en jaune intense, tandis que ceux de coton et de lin resteront parfaitement incolores.

L'acide picrique, sous l'influence d'agents réducteurs, donne naissance à d'autres matières colorantes signalées par MM. Wœhler (2), Hlasiwetz (3), Roussin (4), mais qui n'ont pas encore été suffisamment étudiées.

Progrès et avenir des couleurs dérivées du goudron de houille.

Il y a quelques années, M. Griffin, dans sa *Théorie des radicaux* (Londres, 1858, p. 274), s'exprimait ainsi à l'égard de l'aniline et de ses dérivés : « Les combinaisons « de l'aniline se comptent par centaines, mais elles ne sont point des sujets de fabri- « cation industrielle; elles ne constituent pas des articles de commerce; elles ne sont « d'aucune utilité pour les arts; elles n'ont reçu aucune application dans l'économie « domestique, etc. » En rappelant cette opinion le rapporteur fait remarquer combien elle a été démentie par le temps. M. Hofmann résume tous les progrès accomplis dans

(1) Voir également 1re série, t. I, p. 768, et t. VII, p. 314 du *Bulletin* de la même Société.
(2) Wœhler, *Pogg. Ann. Pharm.*, XIII, p. 448.
(3) Hlasiwetz, *Ann. Chem. Pharm.*, CV, p. 289.
(4) Roussin, *Bull. Soc. Chim.*, 1861 (3), p. 60.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette voie, et il estime que ce ne sont pas encore les derniers. Ainsi ce ne sont pas seulement l'aniline, la toluidine, la chinoline, le phénol et la naphtaline qui ont produit des matières colorantes entre les mains des chimistes; mais la *xylidine*, la *cumidine*, ainsi que d'autres substances dérivées du goudron de houille, ont également fourni des indications indubitables de couleurs qui tôt ou tard trouveront leur application.

(M.)

(*La suite au cahier de juillet et la fin prochainement.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Moyen simple de conserver la nitroglycérine sans danger d'explosion. — Il s'est produit, dans ces derniers temps, de formidables explosions à bord de navires où on avait emmagasiné de la nitroglycérine, cette nouvelle matière explosive due aux recherches de M. Nobel, et dont nous avons déjà eu l'occasion de parler plusieurs fois dans le *Bulletin* (1). Or aujourd'hui le *mining Journal* annonce qu'il est possible d'ôter ou de rendre à volonté à la nitroglycérine ses propriétés explosives; la chose n'est pas plus difficile que pour la poudre; seulement, comme on le pense bien, le moyen n'est pas le même.

Ce moyen consiste, d'après M. Nobel, à mélanger la nitroglycérine avec de l'alcool méthylique, désigné plus communément sous le nom d'*esprit-de-bois;* ainsi mélangée, elle ne peut plus faire explosion, soit par l'action de la chaleur, soit par celle du choc. Lorsqu'on veut s'en servir, on n'a qu'à ajouter de l'eau au mélange; cette eau absorbe l'alcool, et la nitroglycérine se précipite au fond du vase, d'où elle peut être retirée à l'aide d'un siphon. En Amérique, où on a déjà expérimenté ce procédé, on trouve qu'il remplit parfaitement son but, et que la nitroglycérine, après sa séparation de l'alcool, n'a rien perdu de ses qualités explosives.

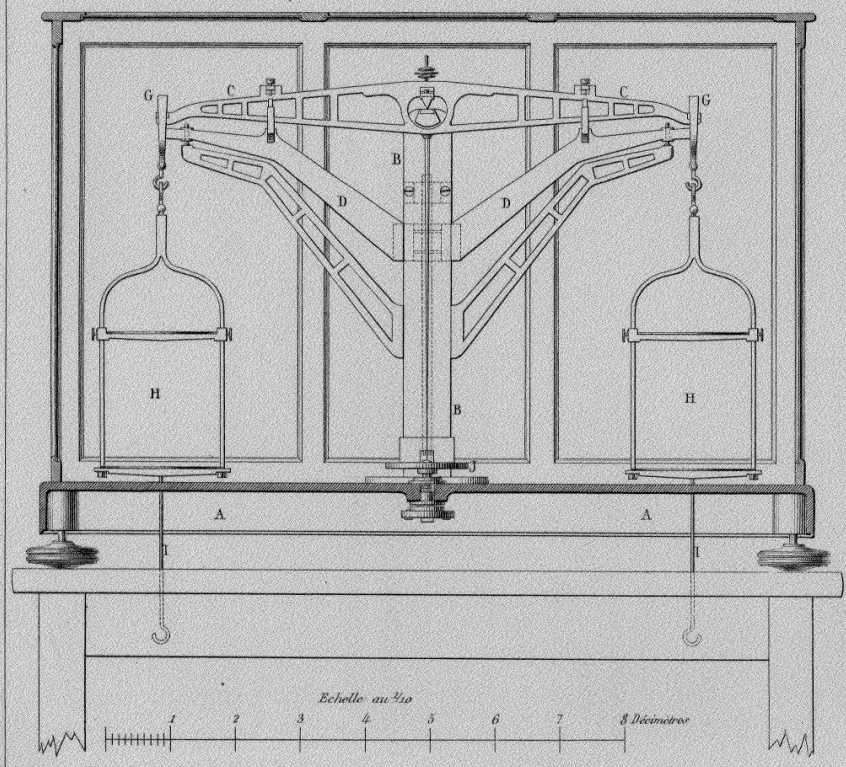
(M.)

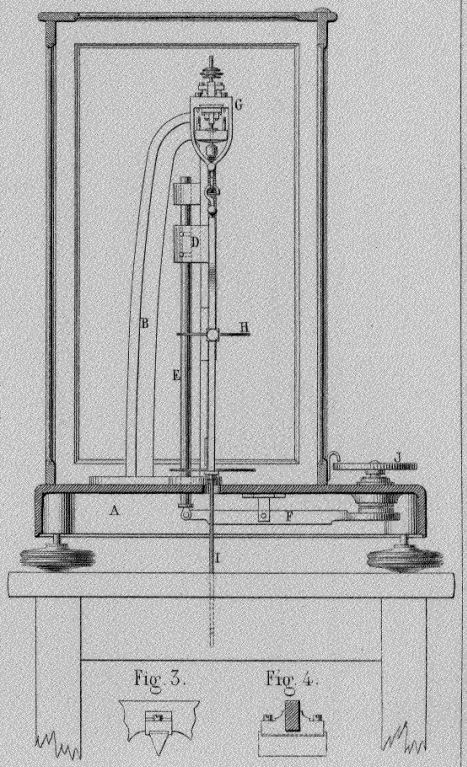
(*Journal of the Society of arts.*)

(1) Voir 2e série, t. XII, p. 114, et *Bulletin* de mai 1866, p. 311.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires





Imp. Lamoureux r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

BALANCE DE PRÉCISION, PAR M. DELEUIL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A

Fig. 1

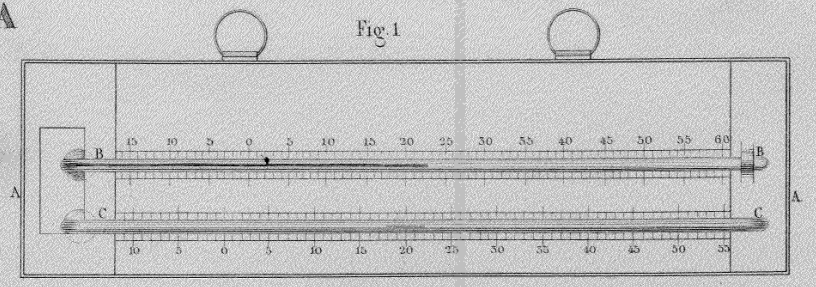


Fig. 2.

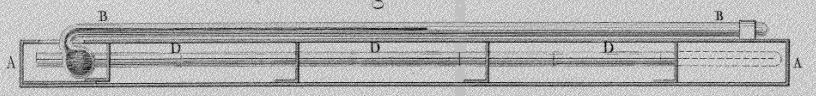
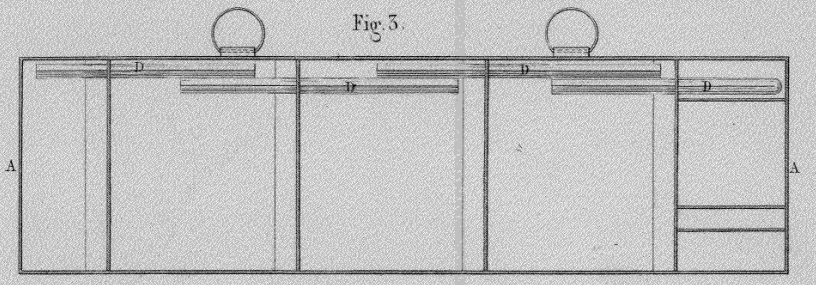


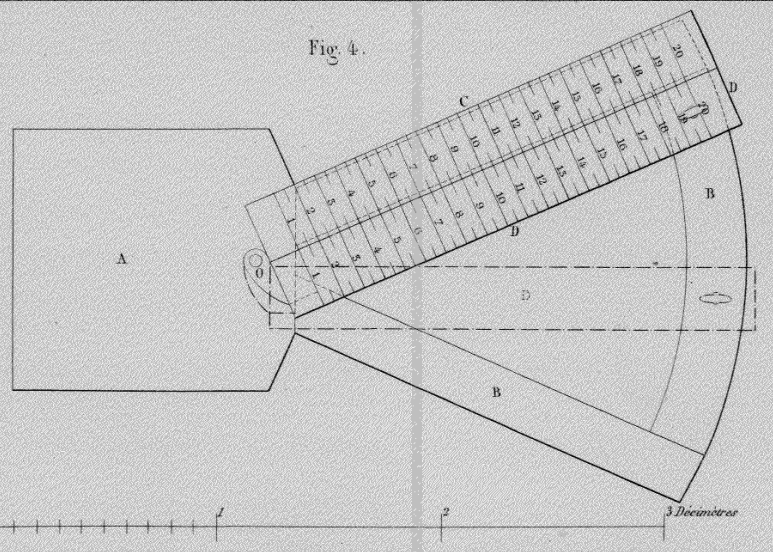
Fig. 3.





B

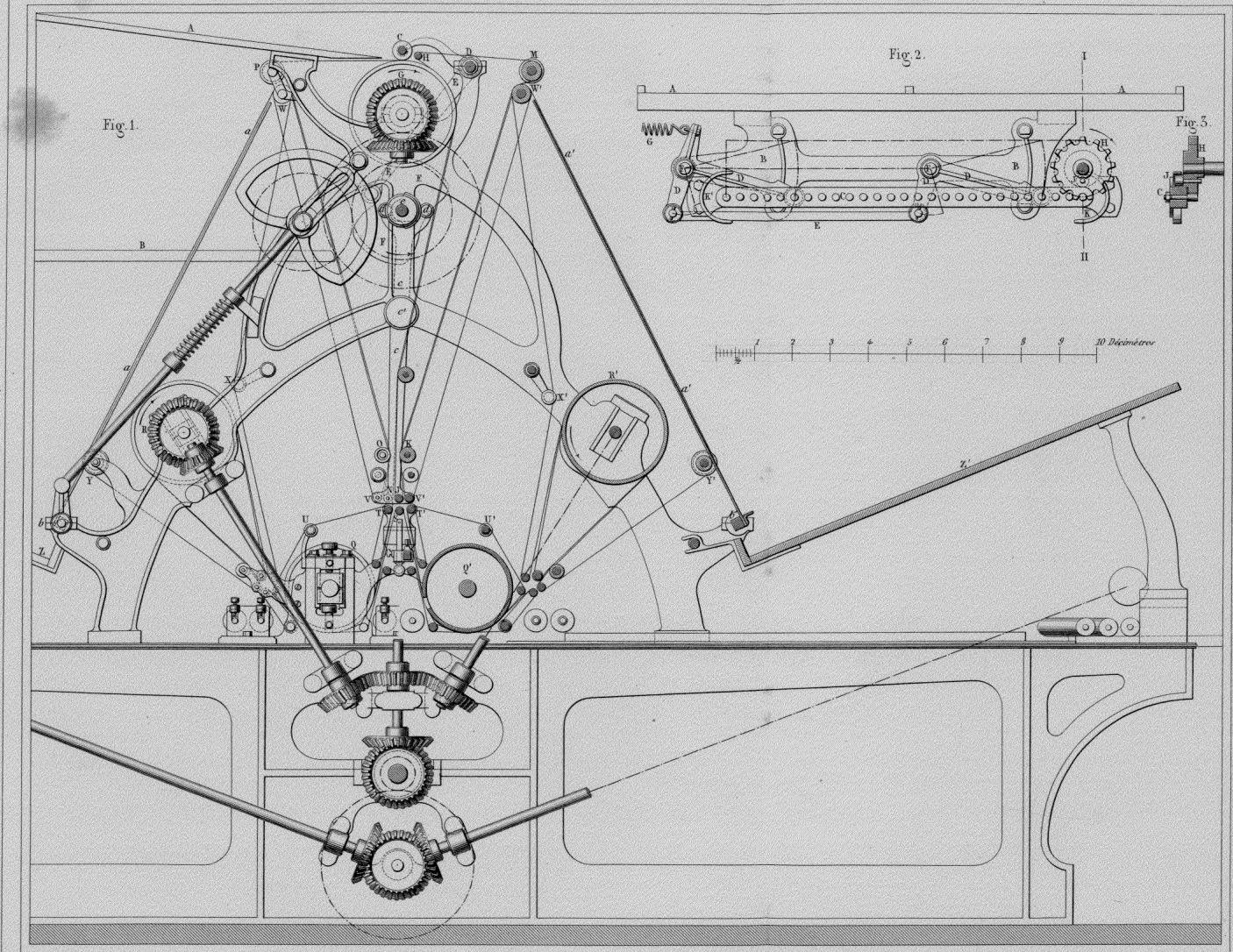
Fig. 4.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

A BAROMÈTRE THERMOSCOPIQUE, PAR M. GUIOT - **B** COMPAS POUR LA TONNELLERIE, PAR M. RAVINET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

PERFECTIONNEMENTS AUX PRESSES MÉCANIQUES POUR LA TYPOGRAPHIE, PAR M. VOIRIN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Juillet 1866.

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 la* MACHINE PNEUMATIQUE *de* M. DELEUIL, 5, *rue du Pont-de-Lodi.*

Messieurs, la machine pneumatique que M. Deleuil a présentée à la Société d'encouragement diffère, quant au mode de construction, de celles qui sont généralement adoptées, par plusieurs conditions :

1° Les crémaillères ordinaires sont remplacées par une transmission à engrenage de Lahire permettant de déterminer le mouvement alternatif du piston, sans guide spécial, et de commander ce mouvement par une manivelle tournant constamment dans le même sens.

2° Les deux corps de pompe à simple effet sont remplacés par un seul corps de pompe à double effet, dont les deux chambres communiquent, par un même tuyau bifurqué, avec le récipient dans lequel on veut faire le vide.

Cette disposition comporte, comme toute autre, l'emploi du robinet de M. Babinet.

3° Les pistons en cuir sont remplacés par un piston unique, sans frottement, qui constitue la nouveauté principale du système. Ce piston, d'une assez grande longueur, est sillonné de nombreuses cannelures transversales,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

destinées à s'opposer, par les remous qu'elles occasionnent, à la communication de l'air entre les deux chambres.

La disposition d'un cylindre unique à double effet était par elle-même un progrès notable en ce que le piston n'est plus soumis sur ses deux faces qu'à des pressions très-peu différentes l'une de l'autre, tandis que, dans le mode ordinaire de construction, les rentrées d'air tendent à se produire en vertu de la différence entre la pression extérieure et la pression du récipient. C'est ainsi que les machines à double effet et à mouvement de rotation continu, déjà livrées par divers constructeurs soit pour les laboratoires, soit pour l'industrie, ont donné généralement des résultats excellents.

Dès lors que la différence de pression est très-faible, on comprend que l'exactitude de la garniture du piston ne soit plus aussi nécessaire, mais le constructeur a besoin de porter plus d'attention sur le *stuffing-box* de la tige du piston, qui doit être absolument étanche. Chez M. Deleuil, cette tige est prolongée de l'autre côté du piston, et ce prolongement sert utilement à maintenir le piston dans une situation parfaitement concentrique en tous les points du parcours.

Le principe des pistons sans frottement et à rainures a été, dès longtemps, appliqué aux machines soufflantes. Une petite forge de ce genre a paru à l'exposition de 1849 ; des pistons de 1.00 de diamètre ont été construits sur le même principe, que M. Cavé et M. Isoard ont plus tard appliqué aux pistons des machines à vapeur. Enfin la même application a été plus récemment faite à des machines de bateaux, pour les pistons moteurs et pour les pistons des pompes à air.

M. Deleuil a néanmoins le mérite d'avoir, le premier, appliqué cette disposition, d'une manière parfaitement rationnelle, à une machine pneumatique à double effet, et les résultats que nous avons pu constater donnent à sa nouvelle disposition une réelle importance.

La machine qui a fonctionné à l'une de vos dernières séances a un cylindre de $0^m,060$ de diamètre, avec une course de piston de $0^m,220$.

Le piston a $0^m,130$ de long, et son diamètre est de 1/20 de millimètre inférieur à celui du cylindre. D'après ces chiffres, le volume développé à chaque course est de $0^l,62$; le volume développé par tour s'élève à $1^l,24$.

Le *stuffing-box* de la tige du piston est fait d'une manière particulière au moyen d'une petite corde roulée en hélice autour de la tige ; cette corde est graissée sur suif et maintenue sous un très-fort serrage, dans la boîte, au moyen d'un bouchon à écrou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Deleuil n'a peut-être pas donné à cette partie de la machine la hauteur la plus convenable, et il aurait pu éviter, certainement, un second *stuffing-box*, en tout semblable, à la partie inférieure, en enfermant le prolongement de la tige dans une boîte entièrement close.

Pour constater l'excellent fonctionnement de la nouvelle machine, on a mis l'appareil en communication avec une cloche de 6l,5 de capacité, et l'on a fait le vide dans les conditions suivantes:

Temps.	Nombre de tours.	Pression.
»	11	160 millim.
»	15	140 —
»	18	100 —
»	21	80 —
»	25	60 —
»	30	20 —
»	32	On se sert du robinet supplémentaire.
1′	36	15 —
2′	70	10 —
3′	100	7,5 —
4′	150	5,5 —
5′	200	5 —

Ce résultat a été obtenu sans échauffement du cylindre et sans arrêt.

Nous avions préalablement fait la même opération sur la même cloche avec la machine pneumatique à deux corps, construite par M. Deleuil père et que possède le Conservatoire impérial des arts et métiers.

Les cylindres ont un diamètre de 0m,076 ; la course est de 0m,17.

Le volume, par coup de piston, est de 0l,32 pour chacun des cylindres, et, par conséquent, de 0l,64 pour les deux, ce qui revient à dire que deux coups de piston de cette machine correspondent, au point de vue du volume, à un tour de la machine à piston libre.

Le vide s'est produit dans les conditions suivantes :

Temps.	Nombre de coups de piston doubles.	Pression.
1′ 5″	25	36
»	38	15
2′ 24	50	7,5
On met le robinet supplémentaire en fonction.		
3′ 25	125	6
4′ 45	150	6

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces résultats indiquent une sorte de parité, quant aux effets obtenus pour le même volume développé; mais l'avantage principal de la nouvelle machine consiste dans la facilité de la manœuvre et dans la diminution de l'effort à exercer. A raison de 40 à 45 tours par minute, l'opérateur peut soutenir seul ce travail sans en être aucunement surchargé. Il faudrait deux hommes pour obtenir le même résultat avec une machine à deux corps.

Le premier spécimen du nouveau système amène très-finalement à un vide convenable pour la plupart des expériences de laboratoire, mais il ne faut pas oublier que ce bon résultat ne peut être obtenu qu'à la condition que le *stuffing-box* de la tige sera entretenu en très-bon état. Là est la difficulté, et il semble que l'huile dont on couvre les pistons répond plus sûrement à cette difficulté dans la disposition ordinaire.

Tout fait croire que, par suite même de la diminution des frottements, la nouvelle disposition de M. Deleuil pourra rendre des services dans les opérations industrielles pour lesquelles un vide partiel doit être entretenu. L'absence de frottement se traduira sans doute, dans ce cas comme dans celui que nous avons examiné, par une économie notable de travail moteur, et une plus grande régularité d'action.

En remerciant M. Deleuil de sa communication, nous vous proposons, Messieurs, d'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport avec les dessins de la nouvelle machine.

Signé TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 31 *mai* 1865.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 342 REPRÉSENTANT LA MACHINE PNEUMATIQUE DE M. DELEUIL.

Fig. 1. Vue de la machine dans un plan vertical perpendiculaire au volant de la manivelle.

Fig. 2. Section verticale par un plan parallèle au volant et passant par l'axe du corps de pompe.

A, châssis en fonte supportant tous les organes de la machine ; il est boulonné sur une table de chêne et consolidé par derrière par des arcs-boutants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B, corps de pompe unique, à double effet, maintenu entre les deux platines C, C, et muni à chacune de ses deux bases d'une soupape aspirante et d'une soupape foulante.

C, C, platines faisant corps avec le bâti, et reliées par trois colonnettes, entre lesquelles se trouve le corps de pompe.

D, piston à cannelures, dont la tige se prolonge au-dessous du corps de pompe, et est garnie à la partie supérieure et inférieure d'un *stuffing-box*.

E, tube mettant en communication les deux soupapes aspirantes, et muni à son milieu d'un robinet à double épuisement.

F, autre tube placé symétriquement au précédent, et mettant en communication les deux soupapes foulantes.

G, transmission de Lahire déterminant le mouvement alternatif du piston, et se composant d'un engrenage fixe, à dents intérieures, dans lequel tourne un pignon auquel est reliée la tige du piston D.

H, volant et manivelle motrice.

I, éprouvette à dessécher, interposée entre le récipient et la machine, et ne laissant, par conséquent, entrer dans celle-ci que de l'air sec.

J, tuyau en caoutchouc mettant en communication le récipient et l'éprouvette I.

K, autre tuyau en caoutchouc faisant communiquer l'éprouvette avec le tube aspirateur E.

L, éprouvette indicatrice du vide.

La figure 3 est une coupe du piston montrant ses cannelures, ainsi que la tige des soupapes aspirantes qu'il conduit.

Fig. 4. Coupe d'une des soupapes foulantes.

Fig. 5. Coupe d'une des soupapes aspirantes.

(M.)

ÉLECTRO-MÉTALLURGIE.

RAPPORT *fait par* M. BARRESWIL, *au nom du comité des arts chimiques, sur les procédés de* GALVANOPLASTIE *en ronde bosse de* MM. HENRI BOUILHET *et* CHRISTOFLE FILS, *rue de Bondy*, 56.

Messieurs, la soirée du 7 mars dernier a été pour la Société l'une des plus intéressantes de l'année. M. Bouilhet, qui s'était proposé de faire connaître les résultats obtenus en ronde bosse par la galvanoplastie dans les ateliers de la maison Christofle, dont le fils de notre regretté collègue et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lui-même sont les deux chefs ; M. Bouilhet, dis-je, à la demande de notre Président, toujours si attentif à profiter de toutes les occasions d'augmenter le relief de nos séances, avait bien voulu remplacer sa communication par un tableau d'ensemble sur l'état actuel et les progrès récents de la galvanoplastie. Chacun de nous se souvient de l'éclat de cette conférence. La maison Christofle avait fourni un matériel considérable spécialement approprié, et préparé une exposition aussi riche que variée ; M. Bouilhet avait organisé un choix des expériences les mieux coordonnées qui ont parfaitement réussi.

Les applaudissements les plus sympathiques ont accueilli le jeune industriel démonstrateur. M. le Président a adressé, à M. Bouilhet et à la maison Christofle représentée par ses deux chefs, des remercîments chaleureux au nom de la Société. Il a, en outre, invité M. Bouilhet à rédiger le résumé de sa conférence pour notre *Bulletin* (1). Enfin il a renvoyé à votre comité des arts chimiques l'examen des faits sur lesquels M. Bouilhet appelle principalement l'attention du Conseil.

C'est de ces faits intéressants, formant pour ainsi dire trois communications, que je dois vous rendre compte aujourd'hui dans un seul rapport.

1° *Sur le dépôt galvanique d'argent brillant, par M. Bouilhet.*

Le dépôt que l'on obtient des bains d'argent dans les procédés d'argenture épaisse et de galvanoplastie est généralement mat ; mais, il y a une dizaine d'années, M. Elkington a appris à M. Christofle que, en ajoutant à ces bains une très-petite quantité de sulfure de carbone, ceux-ci acquièrent la singulière propriété de donner un dépôt brillant. Comment a-t-on été amené à cette découverte, c'est ce que je n'ai pu savoir ; je pense que c'est en étudiant quelque modification qui se sera produite dans le travail alors qu'on avait employé le sulfure de carbone comme dissolvant du caoutchouc ou de la gutta-percha servant pour confectionner les moules ou pour couvrir les crochets.

M. Bouilhet a cherché à se rendre compte de cette curieuse réaction, et, s'il n'a pas encore trouvé le pourquoi absolu, il a avancé la question en démontrant qu'une très-petite quantité de *sulfure alcalin* ajoutée au bain produit le même effet, remplit le même but que le sulfure de carbone.

(1) Voir le cahier d'avril 1866, p. 207.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Cuivre de galvanoplastie tenace.*

On reproche au cuivre de galvanoplastie un manque de ténacité; il n'a, en effet, que la ténacité du cuivre fondu, même quand il est obtenu dans les meilleures conditions. M. Bouilhet a constaté que, si l'on ajoute à un bain de sulfate de cuivre une trace de gélatine, le cuivre obtenu est infiniment plus dur que lorsque le bain est pur. Je ne saurais dire à quoi tient ce fait. Le bain est-il modifié sous le rapport de sa conductibilité, ou s'interpose-t-il, ce qui est moins probable, un peu de la matière elle-même entre les molécules du métal, cette matière jouant un rôle spécial comme fait le carbone dans l'acier.

Quoi qu'il en soit, il y a entre le cuivre déposé dans un bain contenant de la gélatine, et celui que l'on a obtenu dans un bain pur, une différence extrême. Tandis que celui-ci rappelle le cuivre *fondu*, celui-là équivaut au cuivre *laminé* le plus pur; il est dur, homogène, non poreux et très-malléable.

M. Bouilhet a comparé les deux *métaux* en employant deux disques, identiques comme épaisseur, de l'un et de l'autre métal, dont il a fermé les deux extrémités d'un cylindre de bronze; puis de l'eau a été injectée dans ce cylindre. Dès que le liquide s'est trouvé soumis à la pression de 12 atmosphères, on a vu la lame de cuivre fondu se renfler, présenter une surface convexe, puis enfin se fendre, tandis que l'autre a résisté même à une pression de 20 atmosphères.

Cette singulière propriété de la gélatine est inexpliquée, mais elle est très-positive et très-constante.

L'emploi de ce moyen est d'une extrême délicatesse; s'il y a trop de gélatine le métal devient cassant. Toutefois la marge est assez large pour que l'on puisse, à coup sûr, obtenir le métal devenu dur, mais encore parfaitement malléable.

J'aime à dire que cette découverte inattendue témoigne de la sagacité de M. Bouilhet; l'habile industriel avait été frappé de la différence que présentent parfois les cuivres électro-chimiques obtenus dans sa fabrication, et il a démontré, en procédant par voie d'élimination, qu'il fallait s'en prendre à la présence de la gélatine de l'action que subissait le cuivre. De nombreux essais directs ont prouvé la réalité de la conclusion de M. Bouilhet. Aujourd'hui cette observation intéressante est consacrée par une longue application pratique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je dois ajouter que la gélatine se trouvait l'une des substances mises en cause dans la recherche du phénomène, parce qu'il en est fait emploi dans le moulage des pièces par la galvanoplastie.

A cette occasion, je rappellerai que M. Bouilhet a produit à sa conférence divers exemplaires d'une même coupe sous divers formats ; ces exemplaires provenaient d'un même modèle. Ce type avait été obtenu par la gélatine; il avait été amplifié et réduit par les procédés de M. Martin.

Ces procédés sont tenus secrets, leur point de départ est dans ce fait connu du retrait que prend la gélatine molle lorsqu'on l'immerge dans l'alcool. Déjà plusieurs applications intéressantes ont été faites, et notre collègue M. Gaultier de Claubry s'occupe de les recueillir.

Il paraît que divers réactifs agissent sur la gélatine; les uns ont la propriété de la gonfler, d'autres ont, au contraire, celle de la resserrer, comme fait l'esprit-de-vin. A un tout autre point de vue qu'à celui qui occupe M. Martin, je m'occupe de l'action des liquides salés sur la gélatine ; je peux dire que les divers sels se comportent d'une manière différente envers cette substance. Le *nitrate de strontiane,* par exemple, *gonfle la gélatine*, tandis que le sulfate de soude lui fait *prendre du retrait ;* le bichromate de potasse en provoque la liquéfaction; j'aurai bientôt l'occasion de produire ces résultats.

3° *Reproduction de la ronde bosse en galvanoplastie.*

L'inventeur de la machine motrice à gaz, M. Lenoir, a fait breveter, il y a quelques années, une très-jolie idée pour l'obtention des rondes bosses en galvanoplastie. Il faisait un treillis de fils de platine reproduisant une sorte de maquette de la pièce à exécuter. Ce faisceau de fils était introduit dans le moule et en mettait chaque partie pour ainsi dire à une égale distance de la source électrique.

Il y avait un seul reproche à adresser à l'invention très-ingénieuse de M. Lenoir, tenant au prix élevé du platine et à la dépense relativement considérable de main-d'œuvre nécessaire pour confectionner et défaire les maquettes; aussi le procédé Lenoir, excellent d'ailleurs, était-il lettre morte pour l'application industrielle. M. Bouilhet a donné à l'idée de M. Lenoir toute l'importance qu'elle peut avoir industriellement en remplaçant le platine par un autre métal à vil prix, qui se manipule sans efforts et revient sans frais à l'état de lame sous lequel on l'emploie. Ce métal est le plomb, il agit à la manière du platine; ce qui tient à ce que, dès que le courant est établi,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le plomb se recouvre d'une couche d'oxyde, formée à ses dépens, sans lui faire rien perdre de sa conductibilité électrique.

Le point de départ de ce procédé de M. Bouilhet est dans l'emploi que M. Planté, chimiste habile, attaché au laboratoire de ces messieurs, avait fait du plomb pour la construction d'une pile électrique.

L'application nouvelle faite par M. Bouilhet a une grande importance au point de vue de la galvanoplastie. La Société a remarqué, lors de sa conférence, des statues d'une seule pièce, des groupes admirablement venus et sans soudure, d'égale épaisseur dans toutes leurs parties, qui avaient été obtenus dans les conditions indiquées. Ce nouveau procédé, ajouté à l'invention dont M. Bouilhet a fait connaître les spécimens à la Société il y a dix ans sous le nom de *galvanoplastie renforcée*, complète un système industriel. On peut dire aujourd'hui que la galvanoplastie sait produire tout ce que peuvent donner la fonte et le repoussé, avec ce double avantage qu'elle évite en grande partie le travail de la retouche et la main-d'œuvre si coûteuse de la ciselure; en donnant des produits tout aussi résistants et même plus résistants que ceux obtenus par fusion, et capables d'une durée aussi grande que ceux obtenus par le repoussé. Tels sont les points nouveaux de la communication de M. Bouilhet, se résumant ainsi :

L'obtention d'un dépôt d'argent directement brillant est due à la présence d'un sulfure dans le bain;

La gélatine, ajoutée au bain de galvanoplastie en très-petite proportion, a la curieuse propriété d'augmenter la densité du cuivre qui acquiert une grande dureté, tout en le laissant parfaitement malléable.

En substituant le plomb au platine pour l'obtention de la ronde bosse, on réalise l'économie du platine et on rend possible et pratique une opération qui était seulement intéressante avant l'intervention de M. Bouilhet.

Ces progrès incessants ont conservé à la maison Christofle la prééminence que lui avait assurée l'intelligence de son fondateur. Grâce à l'habile direction de M. Paul Christofle et de son cousin M. Henri Bouilhet, cette manufacture sans rivale se maintient au plus haut point de la prospérité.

Comme conclusions à ce rapport, votre comité des arts chimiques a l'honneur de vous proposer

De remercier M. Bouilhet de sa communication, d'approuver le présent rapport et de le renvoyer à la commission du *Bulletin*.

Signé BARRESWIL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 16 *mai* 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. Albert BARRE, *au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, sur les* TERRES CUITES MODELÉES *par* M. Eugène BLOT, *statuaire, à Boulogne-sur-Mer.*

Messieurs, M. Eugène Blot, de Boulogne-sur-Mer, soumet à votre appréciation des groupes de petite proportion et des statuettes en terre cuite, dont les types sont empruntés à la population maritime des côtes de la Manche.

Ces figurines, qu'une destination purement commerciale et des prix de vente fort modiques permettent de classer parmi les applications industrielles de la sculpture, se distinguent par un mérite artistique que nous devons signaler à votre bienveillant intérêt.

Sans se laisser tenter par des sujets d'un ordre plus élevé, M. Blot se borne à traiter ceux que lui offrent ces marins et ces pêcheurs avec lesquels il se trouve journellement en contact, et qu'il peut, à loisir, observer dans tous les incidents de leur rude profession ; mais, tout en se soumettant à une tâche aussi modeste, cet artiste est arrivé à rendre, avec un accent de vérité, avec une finesse et une fermeté de touche très-remarquables, les traits caractéristiques, les allures et le costume des gens de mer d'une partie de notre littoral.

Nous vous proposons, Messieurs, de remercier M. Blot de sa communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé Albert BARRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1866.

HORTICULTURE.

COMPTE RENDU DE LA VISITE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ DANS LES CULTURES DU FLEURISTE DE LA VILLE DE PARIS, A LA MUETTE-PASSY, PAR M. A. BRONGNIART,

Membre du Conseil (1).

L'extension qu'ont prise, depuis une dizaine d'années, les jardins publics et

(1) Lu dans la séance du 30 mai 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les plantations dans la Ville de Paris exigeait une production, toujours croissante, d'arbres, d'arbustes et de fleurs destinés à les orner ou à donner l'ombrage nécessaire dans ces squares ou jardins de plus en plus vastes.

La Ville de Paris aurait pu, sans doute, s'adresser, pour obtenir les fournitures considérables qui lui étaient nécessaires, à l'industrie particulière, mais elle a pensé qu'elle serait plus assurée d'obtenir tout ce qui conviendrait à des plantations si variées, qu'elle pourrait donner à leur embellissement la direction la meilleure, et qu'elle obtiendrait ces résultats avec moins de dépense en créant un grand établissement de production horticole qui s'accroîtrait avec les besoins de ses diverses plantations. Elle pourrait lui donner la direction qu'elle jugerait la plus convenable pour introduire dans ses jardins publics les améliorations que les perfectionnements de l'horticulture amènent chaque jour, et qui lui permettraient ainsi de les offrir comme modèles.

Le jardin de la Muette, près Passy, établi en 1855 dans les terrains du *clos Georges*, appartenant à la Ville de Paris, a eu ce but, et sous l'habile direction de M. Alphand, ingénieur en chef des plantations de la Ville, et de M. Barillet-Deschamps, jardinier en chef, il a pu, avec les succursales qu'on y a successivement adjointes, fournir un nombre, toujours croissant, de plantes d'ornement, d'arbustes et de grands arbres à toutes les plantations qui se sont développées avec tant de rapidité dans la vaste enceinte du Paris actuel.

La visite que les membres du Conseil de la Société d'encouragement ont faite à cet établissement central, et dont on m'a prié de constater les principaux résultats, leur a montré comment on était parvenu à satisfaire à cette immense production, à introduire, dans les cultures ornementales, des plantes jusqu'alors reléguées dans les jardins botaniques et dont le bel effet varie les massifs de fleurs ou d'arbustes de nos jardins, et comment on était arrivé à ces beaux résultats avec des dépenses relativement faibles, grâce à l'économie introduite dans les constructions et dans l'entretien.

Pour bien apprécier ces résultats, il faut suivre ces établissements horticoles dans leurs développements successifs, et, grâce aux renseignements et aux plans que M. Alphand a bien voulu m'adresser, je pourrai présenter à la Société un tableau plus complet de ces cultures que notre visite seule ne m'aurait permis de le faire.

En 1855, à la suite des transformations que venait de subir le bois de Boulogne mis dans les attributions de la Ville, on essaya d'y introduire, pour former des massifs d'un caractère plus particulier, quelques plantes à larges feuilles des régions tropicales, telles que bananier, caladium ou colocases,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

balisier ou canna, etc. Ces plantes, mises en pleine terre pendant la belle saison, arrosées abondamment, végétèrent admirablement, firent un grand effet par leurs formes grandioses et remarquables, et déterminèrent l'introduction des plantes à feuillage ornemental dans les massifs des grands jardins, plantes qui ont l'avantage de les décorer pendant une longue période, et de pouvoir former ainsi la base de la décoration d'un grand jardin dont les plantes et les arbustes à fleurs sont l'ornement temporaire.

Il fallait un établissement de culture pour préparer ces plantes et des serres pour les rentrer pendant l'hiver. Le clos Georges, à Passy, fut destiné à cet usage ; il comprend une surface de 25,788 mètres.

Dans cette première année (1855), il ne fournit au bois de Boulogne et au premier square créé à Paris, celui de la tour Saint-Jacques, que 600 plantes. La véritable installation commença en 1856 ; trois serres, d'une surface de sol de 182 mètres, avaient été construites en 1855 ; deux autres, d'une surface de 166 mètres, furent ajoutées en 1856 ; trois ouvriers avaient suffi aux cultures en 1855 ; six furent nécessaires en 1856.

Les dépenses de construction de ces cinq serres s'élèvent seulement à 45,000 francs.

Nous ne suivrons pas, année par année, le développement graduel de cet établissement. A la fin de 1865 il comprenait vingt et une serres de dimensions diverses, soit en étendue superficielle, soit en hauteur, occupant sur le sol une surface d'environ 4,500 mètres, et offrant 6,300 mètres de surface vitrée, plus 5,000 mètres de châssis sur couches.

La dépense de la construction des serres terminées en 1865, y compris leurs appareils de chauffage, s'est élevée à 311,000 francs. Huit petites serres sont en construction en ce moment ; elles occuperont 800 mètres de terrain : ce sont des serres hollandaises basses, destinées à remplacer une partie des couches avec châssis, dont elles utiliseront les vitrages.

La surface de terrain couverte de vitrage, soit en serres, soit en châssis, atteindra ainsi environ 1 hectare.

Plusieurs de ces serres atteignent une grande élévation pour la conservation de plantes déjà très-développées, telles sont les serres à *camellia*, à palmiers, etc.

Chacune de ces diverses serres a son chauffage particulier, mais toutes sont chauffées par une circulation d'eau chaude dont la disposition varie et a permis d'établir des comparaisons très-instructives.

Nous avons surtout apprécié la bonne disposition du chauffage des huit serres réunies par un couloir vitré donnant entrée à quatre serres de chaque côté,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sous lequel se trouve un passage souterrain dans lequel sont placés les foyers et les chaudières des huit systèmes de chauffage d'une disposition très-simple, chauffés au coke et desservis par un seul chauffeur. Deux de ces serres, destinées aux boutures et à leur sevrage, nous semblent surtout offrir un excellent exemple d'une construction parfaite pour ces opérations et pour les soins à donner à des plantes délicates.

Elles offrent 4 à 5 bâches fermées, chauffées à l'intérieur par les tuyaux du thermosiphon, et recouvertes d'une couche de tannée dans laquelle plongent les terrines qui reçoivent les boutures recouvertes par des cloches de verre.

La serre à bouture n'est chauffée que par cette circulation d'eau chaude sous les bâches, et cette chaleur, portant spécialement sur le sol des boutures, paraît très-favorable à leur reprise et à leur développement.

Les petites serres en construction doivent être chauffées par des appareils de circulation d'eau chaude, dont les chaudières, d'une très-petite dimension, sont échauffées par des becs de gaz. Ce mode de chauffage, déjà expérimenté sur deux de ces serres, a donné d'excellents résultats ; il permet de régler à volonté la température et de ne plus s'occuper de l'entretien du foyer tant qu'on ne veut rien y changer ; il permet ainsi de simplifier le service du chauffage, et, au prix auquel le gaz est fourni à la Ville (15 centimes le mètre cube), il paraît procurer une économie de 30 % sur les autres modes de chauffage déjà usités.

Une grande surface de châssis sur couches de feuilles et fumier, et des cultures de pleine terre, complètent l'ensemble du fleuriste de la Ville de Paris et concourent à la production des nombreuses plantes distribuées dans tous les jardins publics dépendants de cette administration.

Ces produits du fleuriste ont été en s'accroissant dans une énorme proportion nécessitée par l'extension de ces squares ou jardins actuellement distribués dans tous les quartiers de Paris, et dont quelques-uns ont une grande surface ; le bois de Boulogne et ses abords, les Champs-Élysées en exigent beaucoup.

En 1865, on sentit la nécessité de consacrer une plus grande surface à l'élève des plantes de pleine terre vivaces et annuelles ; dans ce but, on créa dans le bois de Vincennes une succursale occupant 54,560 mètres, qui pourra encore s'accroître jusqu'à 80,000 mètres, en y ajoutant une partie des fossés des fortifications. Dès la première année, la succursale de Vincennes livrait 431,430 plantes pour l'ornement des jardins de la Ville; le fleuriste de la Muette en a fourni 1,143,995, formant ainsi un total de 1,575,425 pour les plantes distribuées par ces deux établissements en 1865.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut, en outre, adjoindre, à ces deux jardins destinés essentiellement à la culture des plantes herbacées et des plantes de serre, deux pépinières qui en sont les annexes et qui sont placées sous la même direction. Ces pépinières, créées en 1859 dans le bois de Boulogne, l'une près de la mare d'Auteuil, destinée principalement aux arbres résineux ; l'autre à Longchamp, pour les arbres et arbustes ordinaires, doivent fournir les arbres et arbustes des jardins publics de la Ville de Paris.

Enfin la Ville de Paris a établi aussi, en 1859, une grande pépinière, à Petit-Bry-sur-Marne, sur un terrain de 160,000 mètres de surface, dans le but d'élever des arbres de haute tige pour les plantations d'alignement.

Par sa destination même, cette pépinière n'a pu, jusqu'à ce jour, fournir que peu de produits ; mais elle renferme plus de 100,000 pieds d'arbres qui formeront de belles tiges propres à être transplantées, déjà toutes formées, pour la plantation des boulevards, avenues et places de la Ville.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les données qui nous sont fournies par les documents très-complets que nous a remis l'habile directeur des plantations de Paris, relativement à l'accroissemeut, aux dépenses et aux produits du fleuriste de la Ville de Paris, et des pépinières du bois de Boulogne qui en dépendent directement.

TABLEAU des accroissements du Fleuriste depuis 1855 *jusqu'à* 1865.

	CRÉDITS extraordinaires pour construction de serres.	NOMBRE d'ouvriers et jardiniers-chefs.	CRÉDITS annuels, compris les pépinières.	PLANTES DISTRIBUÉES		
				Fleuriste.	Pépinière de conifères.	Pépinière de Longchamp.
1855	23.000	3	»	600	»	»
1856	22.000	6	»	4.200	»	»
1857	»	8	»	50.000	»	»
1858	30.000	12	35.000	125.000	»	»
1859	36.000	20	65.000	361.500	5	25.719
1860	»	28	85.000	475.000	»	26.354
1861	»	33	100.000	671.200	1.448	37.830
1862	»	40	150.000	750.000	1.119	47.266
1863	200.000	50	175.000	842.000	2.795	34.169
1864	»	60	220.000	870.200	4.670	27.786
1865	»	101*	220.000	1.575.500	3.187	23.379

* Compris 45 élèves et les jardiniers de la succursale de Vincennes, mais non compris les jardiniers des deux pépinières, au nombre de 14.

Si, d'après ces données, on cherche à se rendre compte du prix auquel reviennent les plantes de toute nature, rares ou communes, grandes ou petites,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui sortent du fleuriste de la Ville de Paris pour faire l'ornement de ces admirables jardins répartis dans tous les quartiers par l'Administration municipale, on voit que, en moyenne, chaque pied revient à 0f,13.

13 centimes, c'est à peine plus que la valeur de la plante annuelle de pleine terre la plus commune, et la direction du fleuriste évalue le prix moyen des plantes sorties de ses cultures à 60 centimes, prix qui n'a rien d'exagéré quand on réfléchit que la plupart d'entre elles sont encore rares, élevées avec soin dans des serres et toujours choisies parmi les plus belles variétés.

Jusqu'à présent nous n'avons examiné le fleuriste de la Ville de Paris qu'au point de vue de son organisation générale, de ses serres, de ses dépenses, de la masse et de la valeur de ses produits sans apprécier la nature de ses produits, leur intérêt pour l'embellissement des jardins ou pour la science elle-même et les progrès qu'ils introduisent dans l'horticulture.

Les jardins modernes, et surtout les jardins qui occupent une grande surface, doivent en grande partie leur beauté à la variété des végétaux, arbres, arbustes et plantes herbacées qui entrent dans leur composition.

Si on se reporte à une époque un peu reculée, on voit combien étaient peu nombreuses les plantes qui entraient dans l'ornement d'un parterre.

Les explorations des naturalistes et des horticulteurs voyageurs ont introduit dans nos jardins une immense quantité de plantes de toutes les régions.

Le règne végétal, dont on ne connaissait, il y a un siècle, que huit mille espèces, en comprend actuellement plus de cent vingt mille introduites dans nos collections et dans nos livres. Un jardin botanique qui comprenait mille à mille deux cents espèces de plantes était bien rare du temps de Linné. Nos jardins botaniques actuels en renferment douze à quinze mille; il y a là une ample moisson à faire pour l'horticulture qui peut sortir avec avantage de ses anciennes habitudes pour varier les aspects de nos jardins d'agrément.

Les régions tempérées, surtout celles de l'hémisphère boréal, ont ainsi beaucoup fourni à nos cultures de pleine terre; à la fin du siècle dernier, l'Amérique septentrionale orientale nous a donné ces nombreuses plantes de terre de bruyère qui constituent de si beaux massifs; plus récemment la Californie, la Chine septentrionale, le Japon ont été mis à contribution très-largement, et en admirant de charmants massifs d'arbustes ou de fleurs on ne se rend pas assez compte de tout ce qu'il y a de nouveau, d'inconnu, il y a seulement vingt ou trente ans, dans l'horticulture actuelle.

Mais, il y a bien peu d'années, les plantes des pays chauds étaient exclues de nos cultures de plein air; on supposait que les climats auxquels elles étaient ha-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bituées exigeaient de les conserver constamment dans la serre, ou bien, maintenues dans des pots étroits, elles souffraient plus exposées à l'air en été que pendant l'hiver dans l'intérieur des serres.

Les plantes à souche charnue, les dahlia et canna, faisaient seules exception; les jardins de la Ville de Paris sont-ils les premiers dans lesquels, en 1855, on a aventuré en pleine terre quelques grandes plantes des pays chauds, bananier, colocasia, etc.? Je n'oserais l'affirmer, mais il est certain que l'emploi des végétaux des pays chauds à beau feuillage, introduit sur un grand nombre de points de nos jardins publics, a transformé le mode d'ornementation de ces jardins. Des plantes multipliées et élevées en serre ou sous châssis jusqu'à la belle saison, mises en pleine terre dans un sol bien préparé et convenablement arrosées, prennent en peu de temps un développement remarquable: les unes par la beauté de leur ample feuillage, la variété de ses teintes, la diversité de leur port, pourront même, sans fleurir, constituer, pendant toute la saison, soit des massifs riches de teinte et d'aspect, soit des individus isolés d'un aspect tout particulier. Relevées à l'automne et rentrées dans une serre, ces plantes pourront quelquefois, pendant les années suivantes, former des individus presque arborescents d'un port très-remarquable: c'est ainsi qu'on a pu admirer, il y a quelques années, auprès de la tour Saint-Jacques, un pied de ricin qui formait un arbre semblable à un jeune marronnier du feuillage le plus riche. Dans d'autres cas, ces plantes, élevées en serre et mises en pleine terre, y prennent une vigueur étonnante, et, bien dirigées, elles se couvrent de fleurs. Enfin d'autres, remarquables par la couleur pourprée ou panachée de leur feuillage, forment un contraste agréable avec la verdure de celles qui les environnent ou constituent des bordures semblables à du velours autour des corbeilles et des massifs.

Cette introduction des plantes des pays chauds, habituellement cultivées en serre, dans nos cultures de plein air, a donc produit une grande variété dans l'aspect de nos jardins et largement contribué à leur embellissement.

Le fleuriste de la Muette est entré avec ardeur dans cette voie; depuis plusieurs années il recherche et expérimente toutes les plantes qui peuvent, à ce point de vue, servir à la décoration des grands jardins.

Quelques-unes, avec de légères couvertures, peuvent même affronter nos hivers; tels sont certains bambous du nord de la Chine, les *gynerium*, ces belles graminées à panache argenté, quelques palmiers du nord de la Chine et de l'Inde, certains *aralia* du Japon.

Les genres les plus riches en espèces qui exigent l'abri d'une serre en hiver, mais qui peuvent prendre un grand développement à l'air libre pendant l'été et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont plus particulièrement expérimentés dans les jardins de la Ville de Paris, sont les *solanum* à larges feuilles, des formes les plus variées, et qui souvent se couvrent de belles fleurs lilas ; les *figuiers*, dont la croissance est rapide et dont le feuillage brillant offre la plus grande diversité ; les aroïdées, *colocasia*, et autres genres à larges feuilles ; les *begonia* et les *aralia*, dont les formes et les teintes variées sont si remarquables ; plusieurs grandes composées du Mexique ; les labiées à feuillage pourpre et velouté et bien d'autres qu'il serait trop long d'énumérer.

Les collections de ces groupes nombreux occupent des serres entières et permettront bientôt de choisir les espèces les plus ornementales et les plus rustiques ; nos jardins botaniques peuvent encore offrir de nombreux sujets d'essai qui viendront, sans aucun doute, ajouter à la beauté de nos jardins.

Le fleuriste de la Ville de Paris a adopté, depuis peu de temps, un système d'échange qui lui permettra, sans nouvelles dépenses d'acquisition, d'augmenter ses richesses et, d'un autre côté, de répandre, dans l'horticulture générale, des produits rares et nouveaux résultant de ses multiplications. Mais il est bien établi que ce sont de vrais échanges de plantes pour plantes, dont les valeurs ne sont établies que pour servir de base à ces échanges, et qui ne peuvent pas devenir des ventes faisant concurrence au commerce de l'horticulture, commerce si important à Paris et dans ses environs et que la Ville de Paris ne peut que chercher à encourager, bien loin de penser à lui faire concurrence.

Par la bonne direction donnée au fleuriste de la Ville de Paris, par les nouveautés qu'elle y introduit chaque année, par l'économie apportée à ses constructions et à ses cultures, l'administration de cet établissement a pu répandre avec profusion dans tous les jardins publics les plantes les plus variées, exciter ainsi, dans la population, le goût des fleurs et chez les amateurs le désir d'embellir leurs jardins ; elle a rendu par là un vrai service au commerce de l'horticulture, et, par les élèves qu'elle forme, elle prépare un personnel instruit et possédant les meilleurs principes de cette science, et le fleuriste de la Ville devient ainsi une véritable école pratique d'horticulture.

Nous signalerons, en terminant, une collection pleine d'intérêt formée dans cet établissement.

Profitant d'une heureuse circonstance, l'ingénieur en chef qui dirige avec tant de talent les cultures et plantations de la Ville de Paris a fait exécuter des peintures d'une grande beauté des plantes les plus remarquables qui fleurissent dans ce jardin.

Un jardinier belge, entré, en 1864, comme simple ouvrier, au fleuriste de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Muette, M. Philippe Lambotte, s'est trouvé un artiste habile en même temps qu'un géologue instruit, ancien élève de l'École des mines de Namur. Ruiné par deux incendies successives qui ont détruit l'établissement d'horticulture qu'il avait établi à Namur, il avait dû chercher des ressources dans son travail de simple jardinier. Au bout d'un an de ce pénible labeur, dans lequel il s'était montré habile horticulteur, M. Alphand eut occasion de reconnaître son talent comme aquarelliste. On le chargea de peindre les plantes les plus intéressantes de l'établissement.

Les membres de la Société ont pu apprécier, comme nous, la collection, déjà très-nombreuse, des peintures de M. Lambotte : elles sont remarquables à tous les égards par la précision des détails, la vérité des formes et du coloris, la facilité avec laquelle on voit qu'elles ont été exécutées ; elles forment une collection de peintures à l'aquarelle également intéressantes par les objets qu'elles représentent et par le talent artistique avec lequel elles sont exécutées. Déjà honoré d'une récompense à une des dernières expositions de la Société impériale et centrale d'horticulture, nous serions heureux que la Société d'encouragement pût donner un témoignage de son estime à M. Lambotte, pour son talent comme artiste, aussi bien que pour le courage avec lequel il a lutté contre l'adversité.

En vous exposant les progrès si rapides des établissements d'horticulture de la Ville de Paris, créés il y a dix ans seulement, et pouvant suffire à l'immense extension des jardins publics de la capitale, vous avez pu reconnaître la direction si intelligente qui leur a été donnée par l'ingénieur en chef des plantations de la Ville, M. Alphand, et le zèle, ainsi que le talent comme horticulteur, du jardinier en chef, M. Barillet-Deschamps : nous ne pouvons, en terminant, que les remercier de nous avoir mis à même de si bien apprécier leurs travaux, et féliciter l'Administration municipale d'avoir trouvé des hommes si dignes de sa confiance, si habiles et si actifs, pour remplir ses intentions relativement aux embellissements de la Ville de Paris.

TRAVAUX PUBLICS.

NOTE SUR UNE VISITE FAITE AU GRAND ÉGOUT DE CEINTURE DE LA RIVE DROITE, PAR M. BAUDE,

Membre du comité des arts mécaniques.

Messieurs, l'intervention de notre honorable Président vous a permis de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire la visite d'un travail remarquable exécuté dans la partie souterraine de Paris : nous voulons parler du grand égout de ceinture, qui, recueillant les eaux pluviales et ménagères du versant nord de la vallée de la Seine, depuis l'embouchure du canal Saint-Denis, sur le boulevard Bourdon, les porte à Asnières, à l'aval de Paris, en évitant ainsi l'infection des eaux du fleuve dans la traversée de la ville.

La construction des égouts se rattache aux questions les plus compliquées de l'hygiène publique, des engrais agricoles : nous aurions désiré que, parmi nos éminents collègues, quelqu'un de plus autorisé que nous eût bien voulu se charger du compte rendu de cette visite, qui a intéressé au plus haut degré tous ceux qui y ont pris part; nous nous rassurons cependant en songeant qu'il est inutile de louer ces grands travaux d'utilité publique, et que la meilleure manière de les faire apprécier est de raconter simplement ce qu'on a vu.

Ainsi que nous l'avons dit, l'égout collecteur général de la rive droite prend son origine à la jonction du quai de Henri IV et du boulevard Bourdon. Il suit les quais, traverse la place du Châtelet, rebrousse au nord, en face du pont de la Concorde, passe sous la rue Royale, occupe la partie inférieure du boulevard Malesherbes, laisse Monceaux sur la gauche et va déboucher immédiatement à l'aval du pont d'Asnières, qui continue la route départementale d'Argenteuil. Son développement est de 9,000 mètres; ses pentes, de $0^{m},40$ par kilomètre depuis le boulevard Bourdon à la rue de la Pépinière, et de $0^{m},50$ jusqu'à la Seine. Dans sa coupe en travers, il y a une hauteur de $4^{m},60$ entre la cunette et le sommet de la voûte elliptique; sa largeur est de $5^{m},60$ aux naissances. Le canal, au niveau des deux banquettes qui l'accompagnent, a $3^{m},50$; sa profondeur, en contre-bas, est de $1^{m},35$. Le débit de l'égout est extrêmement variable, on le conçoit; quand nous l'avons visité, la vitesse du courant paraissait être de 1 mètre environ par seconde, en dehors de l'action du bateau-vanne, ce qui donnerait 4 mètres cubes d'eau par seconde.

Les sections de l'égout sont les mêmes en apparence, soit qu'il ait été ouvert en tranchée ou qu'il ait été creusé en souterrain ; elles ne diffèrent que par les épaisseurs des maçonneries; celles-ci sont en meulière, avec chaux hydraulique et avec enduits en ciment de Vassy; il n'y a de pierre de taille nulle part.

Ainsi qu'on le voit sur le plan d'ensemble que nous mettons sous les yeux de nos lecteurs (pl. 343), le grand égout collecteur reçoit, à la hauteur du boulevard Haussmann, ce qu'on appelle l'égout collecteur des coteaux. Longeant paral-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lèlement le chemin de fer de ceinture de la rive droite, il se détache de la route impériale n° 34, ou avenue de Vincennes, pour se retourner et traverser la rue du Faubourg-Saint-Antoine à l'origine de la rue de Montreuil ; après avoir touché le boulevard du Prince-Eugène, la rue du Faubourg-Poissonnière, à 400 mètres du boulevard, la place du Havre, il gagne le débouché indiqué dans le voisinage de la rue de la Pépinière. Grâce à la différence de niveau de 2 mètres qui existe entre la place du Châtelet et Asnières, le plan du radier nouveau a pu être abaissé de 2 mètres environ par rapport aux anciens égouts, et l'on a pu ainsi assainir et sécher les caves des quartiers de Paris qui se trouvent en deçà du pli du sol naturel que dessine le collecteur dit des coteaux.

Nous avons également visité l'égout de Sébastopol, qui établit une jonction, sous le boulevard du même nom, entre le grand collecteur de la rive droite et le collecteur des coteaux. En dehors de son utilité propre et du passage qu'il donne à deux conduites d'eau, il permet de rejeter en Seine, par déversement, le surcroît que peuvent donner, dans les averses, une grande partie des quartiers de la rive droite. Enfin on voit figurer, sur le plan d'ensemble, l'égout de Rivoli, autre affluent du grand égout collecteur, qui peut déboucher, par déversement dans la Seine, au quai de la Conférence, et, dans le cas de ces pluies torrentielles qui convertissaient autrefois certaines rues en rivières, soulager l'égout collecteur dans la partie en aval de la place de la Concorde.

Pour compléter nos explications sur le plan de la rive droite de la Seine, nous rappellerons que l'annexion de la banlieue jusqu'aux fortifications a créé de nouveaux devoirs à la ville de Paris. On s'occupe donc de construire un nouvel égout collecteur, faisant suite à l'égout qui va de la rue de Montreuil, sur l'ancien boulevard extérieur, à la rue de Ménilmontant ; il occuperait le boulevard jusqu'au bassin de la Villette, passerait sous le canal Saint-Denis à son origine, gagnerait la barrière Saint-Denis à la Chapelle, pour suivre ensuite la route impériale n° 1 et déboucher dans la Seine, à côté de l'embouchure du canal Saint-Denis.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt de rappeler ce que sont aujourd'hui, et ce que doivent devenir les égouts collecteurs de la rive gauche de la Seine.

Le grand égout est, à son origine, perpendiculaire à la rue Saint-Jacques ; il suit le boulevard Saint-Michel, jusqu'au pont du même nom. Il longe ensuite les quais jusqu'au pont de l'Alma. Aujourd'hui il se déverse dans la Seine, heureusement du côté opposé à la prise d'eau de Chaillot.

Plus tard, ce grand collecteur sera doublé par un égout, en prolongement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de celui de la rue Saint-Jacques, et allant directement au pont de l'Alma, en touchant la place de Sainte-Clotilde. Il s'étendra, en amont, vers le pli que forme la vallée de la Bièvre, au delà de la Glacière. C'est également au pont de l'Alma que viendront converger le collecteur de Grenelle et le collecteur du boulevard du Mont-Parnasse, qui touche l'École militaire. Les eaux réunies des trois directions traverseront la Seine au moyen d'un double siphon ; elles y seront précipitées sous une charge de $1^{m},87$ de hauteur. Le collecteur, en prolongement du siphon, suivra le boulevard d'Eylau, passera sous la place de l'Arc-de-Triomphe de l'Étoile, pour venir déboucher à Asnières, dans la partie inférieure du grand collecteur de la rive droite.

Vous voyez, par cet ensemble, que, si on a beaucoup fait pour les égouts collecteurs, il reste encore beaucoup à faire.

Il eût été superflu de placer, sur une carte à aussi petite échelle que celle que comporte l'étendue des planches du *Bulletin*, autre chose que les égouts dits collecteurs. En effet, le développement de l'ensemble des égouts de Paris est de 490,000 mètres.

Le tableau ci-dessous, qui donne les longueurs des égouts à différentes époques, fera voir le prodigieux développement que l'Édilité parisienne a donné, dans ces dernières années, à ces exutoires souterrains :

Avant 1806, il existait une longueur d'égout de 23,530 mètres, mais on n'a conservé aujourd'hui que	15,836	mètres.
On a construit, de 1800 à 1831	20,124	—
— de 1832 à 1839	50,870	—
— de 1840 à 1847	27,804	—
— de 1848 à 1849	5,925	—
— de 1850 à 1855	21,738	—
— en 1856	3,528	—
— 1857	10,999	—
— 1858	4,436	—
— 1859	18,383	—
— 1860	19,944	—
— 1861	20,079	—
— 1862	30,057	—
— 1863	30,682	—
— 1864	39,227	—
— 1865, environ	35,000	—
	354,632	—
Branchements particuliers	82,669	—
Zone nouvelle annexée	52,260	—
	489,561	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, à la fin de 1858, il y avait, en nombre rond, 143,000 mètres d'égouts publics : en dix ans, cette longueur a été bien plus que doublée.

Nettoyage. Les eaux qui arrivent dans les égouts tiennent en suspension une très-grande quantité de sables et de détritus. Ces matières se sont considérablement accrues avec les chaussées d'empierrement, et elles formeraient bientôt obstruction dans l'égout de ceinture, si un nettoyage incessant ne maintenait la circulation des eaux.

Dans les collecteurs à grand volume d'eau, le balayage à la main était impossible, et c'est alors qu'est intervenue une solution du problème de nettoyage, aussi ingénieuse qu'économique, grâce au bateau-vanne sur lequel les curieux visiteurs de ces travaux souterrains peuvent naviguer sur l'égout de ceinture.

Ce bateau porte en tête une vanne percée de trous, et qui a, dans son contour, exactement la forme de la cunette de l'égout. Elle descend jusqu'au radier ou se relève pour se placer horizontalement à l'avant du bateau. Poussée par le courant, la vanne plongeante forme obstacle à l'écoulement de l'eau, et il en résulte un remous qui donne une force d'impulsion à la vanne pour pousser devant elle les matières solides déposées sur le radier, et remises en suspension par les filets d'eau qui s'échappent à travers la vanne plongeante.

Il en résulte, l'expérience l'a prouvé, que la vanne amasse devant elle des sables formant une colonne horizontale en suspension, et qui a, en général, une longueur de 100 à 150 mètres. Si, en amont du bateau, on enfonce une perche, elle rencontre aussitôt la maçonnerie du radier, dure, nette, dégagée de tout dépôt. Au contraire, si on place la perche à l'aval, elle trouve un milieu pâteux, où elle se tient debout sans qu'il soit nécessaire de la soutenir à la main, et elle chemine avec la colonne sableuse.

Ainsi le bateau-vanne marche seul, sous la surveillance de deux ouvriers. Il a une vitesse variable qui ne dépasse pas, en général, $0^{m},60$ à la minute. En hiver, ces bateaux, qui font chacun des relais d'environ 2 kilomètres, fonctionnent jour et nuit, et ce n'est pas trop pour les besoins du nettoyage.

Dans les collecteurs à petite section de cunette, comme celui de Sébastopol, le bateau est remplacé par un chariot qui roule sur des rails posés sur les banquettes, et qui porte également une vanne plongeante.

C'est vers la Seine, à Asnières, que sont refoulés les sables de dépôt des égouts. Il est vrai que, là, ils forment une sorte de barre nouvelle qu'il faut enlever à la drague ; on les charge dans des bateaux, et ils sont utilisés, autant que possible, pour les besoins de l'agriculture. Il n'y a guère de grands services publics qui n'aient leurs difficultés et qui ne soulèvent des plaintes : les rive-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rains d'Asnières voudraient naturellement que ces dépôts et les eaux qui les amènent fussent reportés plus loin. Discuter ou même indiquer les objections que ces questions soulèvent, ou les solutions qu'on leur prépare, nous mènerait trop loin.

On se demandera peut-être comment, avec un pareil système de nettoyage, d'ailleurs le seul applicable dans de grands égouts, on peut admettre qu'un siphon pourra faire passer, sous un fleuve et d'une rive à l'autre, des eaux aussi chargées de sables. Est-ce que la masse de matières en suspension que pousse devant elles une vanne plongeante ne se déposera pas immédiatement dans le siphon pour l'obstruer complétement?

La solution du problème pour le passage en Seine du grand égout collecteur, au pont de l'Alma, paraît être précisément, d'après l'opinion de M. l'ingénieur en chef Belgrand, dans l'uniformité, en longueur et en densité, de cette colonne horizontale que pousse devant elle la vanne plongeante. On prolongerait sur la rive gauche le grand égout, sur une longueur d'au moins 150 à 200 mètres en avant de la bouche du siphon, qui serait momentanément fermée. Dans cette espèce de poche seraient recueillies toutes les matières solides en suspension, d'où elles seraient ensuite tirées et chargées en bateau par des moyens faciles. On ouvrirait ensuite le siphon, qui ne recevrait que des eaux fluides ; du reste, on établit toujours deux siphons, afin de pourvoir à des nettoyages ou à des réparations, s'il y a lieu.

Les projets de siphons de 1 mètre de diamètre chacun sont préparés, et leur exécution est prochaine.

M. Belgrand espère même, grâce à quelques procédés particuliers que nous passerons sous silence, parce qu'ils n'ont pas été encore expérimentés, faire passer tous les sables par les siphons du pont de l'Alma. Cela dispenserait de l'embarquement des sables d'égout sur les quais bas du pont de l'Alma. Toutefois ces manœuvres n'ont point d'inconvénient, et elles s'opèrent sans aucun inconvénient pour le public, qui ne s'en aperçoit même pas.

Les égouts, comme les rivières, sont sujets à des inondations : ici, par les grandes averses, elles sont subites, et les ingénieurs ont dû se préoccuper de moyens de sauvetage pour mettre les égoutiers à l'abri de ces terribles surprises. Tous les 2 kilomètres environ, se trouve, dans l'élargissement du pied-droit, une échelle en fer qui conduit à une chambre de sauvetage placée au-dessus de la voûte de l'égout : cet abri communique avec un regard qui affleure le sol, et dont la trappe est ouverte par un surveillant, qui suit, à la surface, la direction de l'égout.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ne laisser de côté aucune des particularités que l'on peut remarquer en parcourant l'égout de ceinture, nous dirons comment peuvent être recueillies les vidanges des maisons qui bordent la voie publique sous laquelle se trouve l'égout.

Dans un renfoncement perpendiculaire à l'égout se découpent un trottoir et une cunette. Un tuyau de descente, communiquant avec les lieux d'aisances, se soude à une tinette qui peut contenir 100 litres environ : là s'opère la séparation des matières solides et liquides. Ces dernières s'écoulent dans l'égout : on remplace facilement la tinette lorsqu'elle est remplie. Ce moyen de vidange, qui perd, à la vérité, les liquides, est employé, par exemple, à la caserne de la Pépinière : l'odeur est, sans doute, désagréable, mais dans un égout elle n'a rien d'excessif, et surtout d'insupportable.

Nous ne pouvons entrer ici dans la discussion des questions de voirie auxquelles se rattachent les faits que nous venons de relever. Il ne saurait y avoir de système absolu dans toutes les villes et pour toutes les circonstances.

Nous terminerons, Messieurs, en restant sous l'impression du sentiment de grandeur, d'utilité, de simplicité que nous laisse la visite du grand égout collecteur de la rive droite. La plus grande partie de ces beaux travaux de canalisation souterraine sont dus à MM. Rousselle, Delaperche, Vaissières, Buffet, aujourd'hui ingénieurs en chef des ponts et chaussées. Ils ont été exécutés sous l'habile direction du savant M. Belgrand, dont le nom est toujours cité quand il s'agit des grands travaux de l'Édilité parisienne. Heureux les administrateurs qui trouvent de tels hommes pour traduire leur pensée, pour exécuter des projets que nos neveux, dégagés de tout esprit de critique, parce qu'ils n'auront pas été gênés par l'exécution, admireront peut-être encore plus que nous !

LÉGENDE DES PLANCHES 343 ET 344 RELATIVES AUX GRANDS ÉGOUTS DE PARIS.

Planche 343.

La planche 343 donne le plan d'ensemble des grands égouts collecteurs. On a indiqué en lignes pleines ceux qui sont exécutés, et en lignes interrompues ceux qui ne le sont pas encore. Les cotes indiquées entre parenthèses donnent la hauteur du radier au-dessus du niveau de la mer. La cote du zéro du pont de la Tournelle est de $26^{m},25$, celle du bas de la chute au pont d'Asnières est de $23^{m},66$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Planche 344.

Fig. 1. Section longitudinale d'un bateau-vanne pour les chasses dans les collecteurs à grande section de cunette.

Fig. 2. Vue en dessus du même bateau.

A est la vanne qu'un système de leviers et d'engrenages commandés par une manivelle permet d'abaisser ou de relever à volonté; son contour présente exactement la forme de la cunette de l'égout. De sa position dans l'eau dépend la vitesse à la descente du bateau, lequel est remonté ensuite facilement, malgré la rapidité du courant, au moyen de barrages mobiles successifs. Il va sans dire qu'à la remonte la vanne est complétement relevée.

Fig. 3. Section longitudinale d'un waggon-vanne pour les chasses dans les collecteurs à petite section de cunette.

Fig. 4. Vue de la vanne que porte ce waggon, et qui présente également la forme exacte de la cunette de l'égout. Dans le bateau la vanne se relève tout d'une pièce, tandis que dans le waggon elle se meut sous l'impulsion des chaînes qui la soutiennent, en tournant autour d'un axe B (fig. 3) placé sous le waggon, en sorte que sa tête reste toujours à la même hauteur. Cette vanne, qui est construite d'une manière analogue à celle du bateau, porte à sa partie inférieure deux ouvertures C, C, recouvertes de portes qu'on manœuvre au moyen de chaînes. En ouvrant plus ou moins ces portes, on donne passage à un volume d'eau plus ou moins grand et, par conséquent, on diminue la pression sur la vanne, ce qui ralentit la marche du waggon. On peut également ralentir cette marche soit en relevant la vanne elle-même, soit en agissant sur le frein dont les roues d'avant du waggon sont munies. Des banquettes avec marche-pieds reçoivent les ouvriers chargés du travail.

Fig. 5 et 6. Sections perpendiculaires à l'axe du collecteur général destiné à conduire en aval du pont d'Asnières les eaux de tous les égouts de la ville. Ce collecteur se nettoie au moyen du bateau-vanne dont nous venons de parler.

La figure 5 représente la partie construite en tranchée; elle est en maçonnerie de meulière brute et mortier de chaux hydraulique, avec enduit intérieur en mortier de ciment. En D, on voit la disposition des regards.

La figure 6 est la partie du collecteur construite en souterrain; elle est en meulière brute et mortier de ciment avec enduit. La disposition des regards est indiquée en E.

Fig. 7. Section verticale du grand égout du boulevard de Sébastopol.

Il est destiné à décharger directement en Seine, pendant les averses, les eaux de la moitié des quartiers de la rive droite et renferme deux conduites d'eau, l'une de $1^m,10$ et l'autre de $0^m,80$ de diamètre. Il est construit en maçonnerie ordinaire avec parements intérieurs en meulière smillée. La figure comprend un branchement de bouche d'égout.

Fig. 8. Collecteur des coteaux de la rive droite, type adopté dans diverses parties

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la ville. Cette figure est la coupe de la partie de l'égout située dans le parcours des rues de la Pépinière, Saint-Lazare et des Petites-Écuries.

Fig. 9. Section verticale de l'un des types des collecteurs des quais. Ces collecteurs sont destinés à conduire au collecteur général : celui de la rive droite, les eaux des marais Saint-Antoine, celui de la rive gauche, toutes les eaux de cette partie de la ville et, en outre, celles de la Bièvre.

La figure 9 *bis* est une demi-section d'une variante du type précédent à voûte surbaissée pour les parties basses des quais.

Fig. 10. Grand égout de la rue de Rivoli conduisant au collecteur général, en temps ordinaire, une partie des eaux de la rive droite. Il est construit en meulière avec parements smillés, et renferme deux conduites-maîtresses de $0^{m},40$ de diamètre. La figure comprend un branchement de bouche d'égout.

Fig. 11. Type de petit égout. C'est aussi le type des branchements particuliers qui permettent d'effectuer souterrainement les vidanges, et conduisent directement à l'égout les eaux pluviales et ménagères. Chaque ouverture dans l'égout principal est marquée du numéro de la maison correspondante, et fermée par une grille en fer à deux clefs dissemblables, dont l'une est entre les mains du propriétaire et l'autre dans celles des agents du Service municipal. (M.)

CONSERVATION DES VINS.

RAPPORT FAIT AU COMITÉ CENTRAL AGRICOLE DE SOLOGNE SUR LE CONCOURS OUVERT POUR LA RECHERCHE D'UN PROCÉDÉ DE CONSERVATION DES VINS, PAR M. DUMAS, SÉNATEUR.

On sait que le comité central de Sologne, dans sa séance d'automne de 1864, avait, sur la proposition de son président, M. le sénateur Boinvilliers, voté une médaille d'or de 1,000 francs « à l'inventeur d'un procédé qui serait rendu public, et qui permettrait aux vins de France les transports de terre et de mer, et le séjour prolongé, en tout pays, sans que leur goût ou leur parfum en fût altéré. »

Une commission, sur le rapport de laquelle le prix devait être décerné, avait été désignée par le président : elle se composait de MM. le maréchal Vaillant, président, Dumas, rapporteur, Brongniart et Moll.

Le comité s'étant réuni le 10 mai 1866, au château impérial de Lamotte-Beuvron, la première partie de la séance a été consacrée à la lecture du rapport suivant de M. Dumas.

« La question proposée n'intéresse pas seulement les vignobles de la France, mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le pays tout entier; elle touche d'aussi près la population des départements consommateurs que celle des départements producteurs.

« Le comité nous a chargés, M. le maréchal Vaillant, MM. Brongniart, Moll et moi, d'examiner si, parmi les expérimentateurs actuels, il en était dont les recherches eussent conduit au but.

« Votre commission n'hésite pas à déclarer que les travaux de M. Pasteur, membre de l'Académie des sciences, sont dans ce cas; qu'ils ont porté la plus vive lumière sur les causes qui déterminent les altérations des vins, ainsi que sur les moyens qui permettent de les combattre, pratiquement, avec certitude et avec succès; qu'en conséquence il y a lieu de lui décerner la médaille promise par le comité.

« En effet, M. Pasteur, à l'aide d'une série d'expériences dirigées avec le sentiment profond des lois de la nature et la connaissance exquise des moyens que la science possède pour les mettre en évidence, est parvenu à rendre incontestables les cinq propositions suivantes :

« 1° Les altérations dangereuses des vins tiennent à des causes qui se confondent avec celles auxquelles on attribue les fermentations;

« 2° Il suffit de chauffer les vins ordinaires à 50 degrés pour faire périr les végétaux microscopiques ou ferments qui les produisent; les fermentations et toutes les altérations dangereuses des vins, dues à ces causes, sont ainsi arrêtées ou prévenues;

« 3° L'application de la chaleur, dans ces limites, ne modifie ni la couleur, ni le goût des vins; elle en assure la limpidité;

« 4° Les vins qui ont été soumis à l'action de cette température paraissent capables de se conserver indéfiniment, sans altération, en vases clos;

« 5° Exposés à l'air, ces vins peuvent, il est vrai, y reprendre la propriété de s'altérer, après quelque temps, mais c'est parce que l'air leur apporte de nouveaux germes vivants de ces ferments qu'ils avaient perdus par l'action de la chaleur.

« M. Pasteur a étudié les diverses maladies des vins (1); nous résumons les résultats de ses études :

« 1° *Vins acides, piqués* ou *aigres*. Cette maladie est due à la présence du *mycoderma aceti*, qu'il ne faut pas confondre avec le *mycoderma vini*, lequel n'altère pas les vins, tandis que son congénère y développe du vinaigre, avec le concours de l'air, et les tourne plus ou moins vite à l'acescence.

« 2° *Vins tournés, montés, poussés*. Ils doivent leur altération à des filaments d'une extrême ténuité, qui se rapprochent ou même parfois se confondent avec les filaments du ferment lactique. Aussi M. Pasteur, d'accord avec M. Balard, a-t-il trouvé des vins altérés par la présence de l'acide lactique; mais le fait n'est pas général. Quoique ces filaments ressemblent toujours à ceux qui constituent le ferment lactique et soient composés, comme lui, de chapelets d'articles analogues à la tige du blé ou à celle des

(1) Voir *Bulletin* de 1864, 2e série, t. XI, p. 36 et 97.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bambous, on y reconnaît en réalité, au moyen du microscope, les signes de plusieurs maladies distinctes du vin, qu'on a confondues sous les mêmes noms et qui n'ont de commun cependant que d'être produites par des végétaux microscopiques analogues.

« 3° *Vins gras, huileux, filants.* Ils doivent encore leur altération à des filaments, mais ceux-ci sont formés de chapelets de grains et non de chapelets d'articles.

« 4° *Vins amers, vins qui ont pris le goût de vieux.* Ils présentent aussi un ferment. Il ressemble même sous beaucoup de rapports à celui qu'on observe dans les vins tournés, mais ses filaments sont plus fins et ses articulations moins sensibles. On sait que les vins sujets à tourner ne sont pas les mêmes que ceux qui passent à l'amer.

« Tous ces végétaux parasitaires et leurs analogues, qui n'auraient pas encore été reconnus ou distingués scientifiquement, périssent à la température de 65 ou même de 50 degrés. En élevant le vin qu'on veut conserver à une température comprise entre 50 et 65 degrés, on a donc la certitude que toute altération ultérieure de la liqueur, due à l'action et à la présence des végétaux vivants, devient impossible, tant qu'on n'y a pas semé de nouveaux germes, soit par l'intervention des poussières de l'air, soit par le mélange du vin ainsi préparé avec des liquides qui n'auraient pas été convenablement chauffés eux-mêmes.

« La température nécessaire pour faire périr les germes dans les liquides aqueux est de 100 degrés environ pour la plupart d'entre eux; elle a même quelquefois besoin d'être élevée un peu au-dessus de ce terme quand il s'agit de liquides très-altérables. Mais, à l'égard des vins, l'alcool qu'ils renferment favorisant par sa présence l'action purificatrice de la chaleur, une température très-inférieure à 100 degrés suffit.

« M. Pasteur, qui avait jugé d'abord nécessaire une température de 75 degrés, a peu à peu abaissé le chiffre à 65 et à 50; il pense qu'on pourra le descendre encore et s'arrêter vers 45 degrés. Cette circonstance est d'un grand intérêt, car il est très-facile, au moyen des rayons solaires seuls, tombant dans une chambre fermée, contenant les bouteilles, d'obtenir sans dépense une élévation semblable de température dans toutes les parties de la France et surtout dans le Midi.

« M. Pasteur s'est assuré que l'air ne joue aucun rôle dans les fermentations qui altèrent les vins, la fermentation acétique exceptée; mais il résulte de ses expériences que l'air agit sur les vins privés de tout ferment et que, sous l'influence de la lumière, il les décolore et leur communique le goût des vins de Madère.

« La lumière solaire directe n'agit pas sur les vins mis à l'abri de l'air.

« Une commission nommée par la Chambre syndicale du commerce des vins de Paris a examiné avec la plus scrupuleuse attention les résultats obtenus par ce savant, et les a sanctionnés de son entière et concluante approbation.

« M. Marès, correspondant de l'Académie des sciences, vient de mettre en usage, de son côté, le procédé de M. Pasteur pour ces vins de l'Hérault, altérables, qu'on ne peut garder qu'au moyen d'additions successives d'alcool; il a constaté qu'ils se conservent très-bien dès qu'ils ont été chauffés à 60 degrés. Le vinage pourrait ainsi devenir une opération inutile,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Le procédé de M. Pasteur promet donc aux vignerons qui cultivent les 2 millions d'hectares de vignes que la France possède un meilleur placement des 50 millions d'hectolitres de vin qu'ils produisent.

« Tous ces vins peuvent, à son aide, être convertis en vins de garde ; ils deviennent propres à voyager, sans altération ; ils restent en vidange pendant plusieurs jours sans se troubler ou s'aigrir.

« Le nord et le nord-ouest de la France recevront ainsi des vins à bas prix et cependant stables. La France pourra expédier au nord du continent des vins qu'elle a dû jusqu'ici consommer elle-même sur les lieux de production. L'Angleterre surtout, recevant des vins qui n'auront plus besoin d'être spécialement soignés, pour lesquels le séjour en cave sera moins nécessaire, et qui pourront demeurer en vidange dans l'appartement sans s'altérer, nous offrira un marché plus élastique.

« Toutes les personnes qui ont visité l'Angleterre ont pu s'assurer, en effet, que l'installation des habitations et les pratiques de la vie domestique auraient besoin d'être modifiées, pour que l'usage des vins légers de France, qui réclament des soins particuliers, pût s'y généraliser. Le procédé de M. Pasteur, qui rend ces soins inutiles, est donc de nature à exercer l'influence la plus heureuse pour l'extension de ce débouché.

« La science pure, ses méthodes les plus délicates, ses découvertes les plus stériles en apparence inspirent aujourd'hui confiance et respect. Il n'est pas inutile pourtant de constater ici que ce problème jugé presque inaccessible, M. Pasteur pour le résoudre n'a rien demandé au hasard. Il a tout obtenu du raisonnement, contrôlé par une suite d'expériences indiquées par la logique et rendues décisives par leur précision.

« Les vues par lesquelles il éclaire si vivement l'une des plus belles questions économiques, il les avait solidement établies d'abord dans le domaine de la théorie.

« Il a donc rendu, non-seulement un service positif inappréciable à l'agriculture, mais, une fois de plus, il a montré quelle est la méthode qui permet à la science de résoudre ces problèmes importants et complexes que l'économie rurale pose si souvent et devant lesquels, livrée à elle-même, la pratique est ordinairement impuissante.

« Si le comité central de la Sologne décerne la médaille d'or à M. Pasteur, ce savant éminent y verra une première preuve de la reconnaissance du pays. Quand le service rendu par son génie aura atteint, par une large exploitation, les proportions d'un bienfait national, la France saura lui trouver une récompense ; mais la médaille que vous lui votez aujourd'hui rappellera que vous aviez signalé ce problème et que vous proclamez les premiers son heureuse solution. »

A la suite du rapport, et après une discussion à laquelle ont pris part M. de Béhague; M. Guillaumin, député ; M. Moll, M. le préfet du Cher et M. le président Boinvilliers, le conseil a, par un vote unanime, décerné la médaille d'or à M. Pasteur, membre de l'Institut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1862.

RAPPORT SUR LES PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS (CLASSE II, SECTION A), PAR M. A. W. HOFMANN, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES.

(*Suite de l'extrait.*) (1)

INDUSTRIE DES HYDROCARBURES DISTILLÉS ET LEUR APPLICATION A L'ÉCLAIRAGE ET AU GRAISSAGE (2).

L'auteur, remontant jusqu'à l'époque des Expositions universelles de 1851 et 1855, fait une revue rétrospective de la situation de l'industrie des hydrocarbures distillés; il rappelle qu'à l'époque de la première de ces expositions on ne prévoyait que d'une manière vague et lointaine les vastes et importantes applications qu'on ferait un jour, à l'éclairage et au graissage, des produits solides et liquides de la distillation sèche des houilles, lignites et autres matières analogues, applications dues, en partie, aux recherches de M. Young (3). Depuis lors, les progrès se sont succédé avec une grande rapidité, et l'Exposition de 1862 a prouvé, par les magnifiques produits que l'industrie nouvelle a exposés (paraffine, huiles minérales pour éclairage et pour graissage), que les rapporteurs du Jury de 1851 ne s'étaient pas trompés lorsqu'ils émettaient à cette époque l'opinion suivante :

« M. James Young a envoyé des échantillons paraissant réaliser le grand problème « que M. Liebig, avec sa rare sagacité, a indiqué il y a déjà dix ans. On considérerait « certainement comme une des plus grandes découvertes du siècle, dit le savant chi- « miste, si quelqu'un réussissait à condenser le gaz de houille en une substance « blanche, sèche, solide, inodore, portative et capable d'être placée sur un chandelier « ou d'être brûlée dans une lampe. M. Young paraît avoir résolu ce problème en « distillant la houille à une température comparativement basse, procédé par lequel il « obtient, au lieu du gaz qui est le produit d'une chaleur intense, un mélange de sub- « stances liquides et solides. Les premières peuvent être brûlées dans des lampes « comme l'huile de spermaceti ou servir pour le graissage des machines; les secondes « servent à fabriquer de magnifiques bougies moulées, aussi fermes et aussi blanches « qu'aucune de celles qu'on prépare avec de la paraffine provenant d'autres « sources..... » (Rapport sur la classe XXIX, par MM. Waren de la Rue et le docteur A. W. Hofmann, *Rapports des jurés*, p. 625.)

(1) Voir 2e série, t. X (1863), p. 478, 546, 672; t. XI (1864), p. 163, 550, 670; t. XII (1865), p. 281; cahiers de février 1866, p. 89, et de juin 1866, p. 360.

(2) Le rapporteur indique, au début de ce chapitre, qu'il en doit tous les éléments à son ami le docteur E. Frankland.

(3) Young (J.), patente 13292, 17 octobre 1850.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur, examinant ensuite les conditions dans lesquelles se trouvait, en 1862, la nouvelle industrie, fait remarquer que l'Exposition de cette époque a prouvé d'une manière remarquable, non-seulement tous les progrès accomplis, mais encore le développement industriel considérable qui en a été la suite. Dans le département britannique, ajoute-t-il, M. Young a exposé un splendide bloc de paraffine incolore, insipide, admirablement translucide et pesant près d'une demi-tonne; il a également exposé des échantillons de bougies de paraffine et d'huiles tirées des houilles de Wemyss, Torbanehill, Boghead, Wigan et Newcastle, démontrant, par là, qu'on peut extraire ces substances de toutes les houilles bitumineuses.

« Ces huiles sont maintenant généralement répandues dans le Royaume-Uni, et employées en grande quantité pour graisser les machines et pour être brûlées dans les lampes. Pour le premier de ces usages, elles présentent plus de sécurité que plusieurs des huiles précédemment employées, car elles n'absorbent peu d'oxygène et ne sont, par conséquent, pas sujettes à une combustion spontanée, lorsqu'on en enduit les déchets de coton. Pour l'éclairage, elles sont excellentes, car elles se composent principalement d'hydrocarbures exempts d'oxygène et produisent, en brûlant, une flamme riche en carbone incandescent. Il résulte de là qu'avec un courant d'air convenablement réglé elles donnent une lumière plus brillante que celle qu'on obtient avec un équivalent d'huiles animales ou végétales, ces dernières contenant une proportion assez notable d'oxygène. L'énorme extension de la consommation de l'huile de paraffine pour l'éclairage ressort d'un rapport digne de foi, fait peu de temps après l'Exposition de 1862, et relatant que déjà, à cette époque, un seul fabricant de lampes avait construit, dans le cours d'une année, 247,431 lampes pour la consommation exclusive de cette huile et qu'il en fabriquait environ 1,200 pièces par jour. D'après des renseignements fournis au rapporteur par M. Young, la production d'huiles de paraffine dans le Royaume-Uni a atteint, dans une seule année, la quantité énorme de 2,300,000 gallons (près de 10 millions 1/2 de litres). »

M. Hofmann passe ici en revue les procédés de distillation et de purification en usage; il dit quelques mots des huiles animales obtenues par la distillation sèche des os, et parle enfin des découvertes si considérables d'huiles minérales naturelles faites en Amérique, découvertes qui, par l'abondance des produits apportés en Europe, ont créé une redoutable concurrence à leurs similaires obtenues par distillation. Tous les détails contenus dans cette partie du rapport se trouvant dans différents articles du *Bulletin* publiés successivement depuis quelques années, nous y renvoyons le lecteur, comme nous l'avons déjà fait pour d'autres parties du rapport (1).

---

(1) *Sur l'histoire de la paraffine*, par M. Ch. Tomlinson, *Bulletin* de 1861, 2e série, t. VIII, p. 277. — *Sur les principales sources d'éclairage artificiel*, par M. le docteur Frankland, *Bulletin* de 1863, *id.*, t. X, p. 231.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Procédés de fabrication de la paraffine en Prusse. — Les détails suivants sont extraits d'un rapport de M. Dullo de Kœnigsberg adressé au Ministre de l'agriculture de la Prusse sur la distillation des lignites de Werschen-Weissenfels.

« La distillation du lignite légèrement coloré se fait à Weissenfels dans des cornues horizontales en fonte de 6 à 7 pieds de long (1m,80 à 2m,10), 2 pieds de large (0m,60) et 1 pied de haut (0m,30). Ces cornues durent d'un an à 18 mois; on les charge à peu près aux deux tiers avec 180 à 200 livres (81 à 90 kilog.) de lignite. On en chauffe trois par le même feu et la distillation dure environ six heures. Les cornues alignées sur une seule rangée sont reliées au moyen d'un tuyau en fonte muni d'un long récipient en tôle, placé à l'air libre, lequel a 2 pieds de diamètre et s'étend sur toute la longueur de l'atelier. On y condense le goudron et, afin de faciliter le refroidissement, on fait arriver sur ses parois un courant d'eau froide continu. Le goudron condensé sort de temps en temps au moyen d'un robinet placé à l'extrémité inférieure du récipient qui, pour faciliter sa sortie, est disposé légèrement en pente; il est reçu dans un réservoir spécial. Les gaz qu'on ne peut pas condenser se dégagent en passant par une cheminée en tôle dont la hauteur et le petit diamètre sont tels, qu'il se produit un courant suffisant pour rendre inutile un aspirateur spécial pour les cornues. Si l'on trouve que l'appareil réfrigérant ne fonctionne pas d'une manière parfaite, on peut interposer entre le récipient cylindrique et la cheminée une série de compartiments de condensation.

« Du réservoir général, le goudron, encore tiède, est pompé dans l'appareil où s'opère la séparation des parties aqueuses. Cet appareil se compose de citernes en tôle placées dans des caisses plus grandes, la distance entre les parois étant d'environ 3 pouces (0m,075). Cet espace est rempli d'eau qu'on maintient pendant dix heures à une température de 60° C. au moyen d'un jet de vapeur. Au bout de ce temps, l'eau, qui représente environ un tiers de la totalité du goudron brut, est presque entièrement séparée; le peu qu'il en reste n'exerce aucune influence nuisible sur la marche ultérieure de la distillation.

« Le goudron, débarrassé de la majeure partie de son eau, est écoulé dans des alambics pouvant contenir chacun environ une tonne de liquide. Ces alambics sont généralement en fonte, on les préfère à ceux en fer; ils sont protégés contre le contact direct de la flamme du four par une voûte en maçonnerie; d'ailleurs, ils sont formés de deux parties, afin qu'on puisse remplacer celle du dessous lorsqu'elle est brûlée.

« Entre les alambics et les condensateurs se trouve un mur massif, à travers lequel on fait passer les cols des chapiteaux de ces alambics; l'appareil condensateur se compose de serpentins en plomb placés dans de grandes cuves en bois, et à travers lesquels circule un courant d'eau froide. Aussitôt que la paraffine commence à distiller, on arrête le courant d'eau de manière à empêcher que, par un abaissement trop grand de la température, la paraffine ne se solidifie dans les serpentins. On continue la distilla-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion jusqu'à ce qu'il ne reste plus de charbon, et afin d'empêcher la grande masse de gaz qui se dégagent par la décomposition des huiles, pendant la dernière partie du procédé, de se dégager dans l'atelier des condensateurs, on a imaginé une disposition qui permet aux produits condensés de couler librement dans le récipient, tandis qu'on oblige les gaz permanents à s'échapper à travers un tuyau qui débouche hors du bâtiment. Le résidu de coke qui est très-dur et de bonne qualité varie beaucoup selon la nature du lignite employé; moins ce résidu est considérable et plus l'opération est considérée comme bien réussie.

« On renferme tous les produits de la condensation dans de grands cylindres en fonte bien clos, et on les traite par une solution de soude caustique. Ce traitement a pour but de combiner avec la soude les corps acides, tels que l'acide carbonique et autres qui communiquent aux huiles une odeur désagréable et une couleur foncée. Faut-il chauffer les huiles avant de les soumettre à ce traitement, et combien de temps doit-on les laisser en contact avec la soude caustique? Quelle est la proportion de soude caustique à employer et à quel degré de concentration doit-elle être, afin d'arriver au but dans le moins de temps et avec le moins de travail possibles? Ce sont là toutes questions qui dépendent de la nature de la matière première sur laquelle on opère. Ainsi quelquefois on arrive au résultat en deux minutes, sans chauffer, avec 5 ou 6 pour 100 de soude, tandis que, dans d'autres circonstances, on ne met pas moins de deux heures en employant 20 pour 100 d'alcali. Si la chaleur est nécessaire, on l'obtient au moyen de la vapeur qui circule dans une chemise enveloppant les cylindres. Dès que la réaction de la soude est terminée, le mélange s'écoule dans des vases en fer au fond desquels se dépose la solution de phénate de sodium et d'autres composés sodiques; on fait écouler ces derniers, et on lave avec de l'eau l'huile qui surnage jusqu'à ce que toute réaction alcaline ait disparu. De là on fait passer l'huile dans un cylindre en fonte analogue au précédent, et on la traite par de l'acide sulfurique en opérant de la même manière qu'avec la soude. Le traitement par l'acide sulfurique a pour but d'éliminer toutes les substances basiques, qui communiquent à l'huile brute une couleur et une odeur désagréables. C'est la nature même de l'huile brute qui doit guider sur le temps pendant lequel l'opération doit se prolonger, sur la nécessité ou non qu'il y a de la chauffer et sur la quantité d'acide sulfurique à employer. Quelquefois 5 pour 100 d'acide d'une densité de 1,70 suffisent pour produire le résultat en une minute; d'autres fois on n'y arrive qu'en employant 25 pour 100 d'acide, et en prolongeant son action pendant trois heures.

« Ce traitement est d'une grande importance, tant au point de vue de la qualité que de la quantité de l'huile purifiée. Lorsque l'acide sulfurique agit pendant un temps prolongé, il se forme de grandes quantités d'acide sulfureux, et en même temps les huiles deviennent plus lourdes en raison de l'hydrogène qu'elles perdent et qui provoque la réduction de l'acide sulfurique. Cette élimination d'hydrogène paraît être limitée, en grande partie, aux huiles plus légères qui, plus aisément que les huiles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lourdes, peuvent perdre une partie de cet hydrogène et être converties ainsi en produits d'une densité plus grande. Cependant cette décomposition est moins à craindre pour les produits de la distillation de matières d'une origine plus récente, telles que la tourbe et le lignite, car ils exigent une proportion moindre d'acide sulfurique, dont l'action n'a pas besoin d'être aussi prolongée ; tandis que, pour les produits de la distillation de la houille *boghead*, de la houille *cannel*, de la houille de Pelton-Main et de Grove, il faut beaucoup d'acide, et, souvent après trois heures de réaction, l'effet est à peine obtenu d'une manière satisfaisante. Dans ces circonstances, on est obligé de redistiller les huiles et de les traiter de nouveau par l'acide sulfurique.

« La réaction de l'acide sulfurique étant achevée, on fait couler de nouveau le mélange dans des citernes en fer où les composés acides se déposent et sont soutirés. L'huile, qu'on lave d'abord avec de l'eau et puis avec une solution faible de soude caustique, est de nouveau transvasée dans de grands alambics pour être rectifiée. Le produit acide que nous venons de mentionner sert à neutraliser la solution de carbolate ou de phénate de sodium précédemment obtenue. On a ainsi, d'un côté, de l'acide carbolique brut qu'on peut employer soit pour en imprégner les traverses de chemins de fer, soit pour la préparation de matières colorantes; de l'autre, on obtient du sulfate de soude qu'on vend aux fabricants d'alcali.

« Pour la rectification de l'huile, on procède exactement de la même manière que pour la distillation du goudron. Selon leur densité, on sépare les huiles rectifiées en photogène et en *huile solaire* (huile d'éclairage), ou bien on les mélange de manière à produire une huile d'une densité de 0,833, vendue au commerce comme huile solaire. Quand l'huile, sortant du serpentin, commence à se solidifier par le refroidissement, ou quand elle a atteint une densité de 0,880 à 0,900, on la recueille à part et on la dépose dans une cave froide où la paraffine cristallise peu à peu. Les vases qui servent à ce dernier usage sont des caisses en fer, munies d'un robinet à la partie inférieure; ou bien ils ont la forme d'une pyramide renversée, de 5 à 6 pieds de haut (1^{m},50 à 1^{m},80), présentant au sommet une section de 3 pieds carrés (0^{m2},29) et fermée à la base par un obturateur en bois. La cristallisation terminée, c'est-à-dire après un laps de temps qui varie de deux à quatre semaines, on fait écouler lentement l'huile qui est restée liquide, tandis que les brillantes lames cristallines de paraffine restent attachées aux parois du vase. On conserve cette huile épaisse et on l'expose aux gelées de l'hiver, qui y déterminent encore la formation d'une certaine quantité de matière cristallisée ; cette dernière, quoique n'étant pas de la paraffine, est vendue aux fabricants de stéarine, qui l'emploient avantageusement. L'huile qui reste après cette seconde cristallisation sert à différents usages. Si elle n'est pas très-dense, on la redistille et on la convertit en huile solaire ; mais, si sa densité est plus élevée (0,925 à 0,940), on l'emploie pour le graissage des machines.

« Les cristaux de paraffine bruts, obtenus en Angleterre par ce procédé, sont quelquefois purifiés par le fabricant même ; mais très-souvent aussi ils sont vendus tels

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quels à d'autres fabricants qui les purifient. En Allemagne, au contraire, chaque fabricant purifie sa paraffine, et généralement la convertit en bougies. On commence la purification en plaçant les cristaux bruts de paraffine dans des appareils centrifuges, qui expulsent une dernière quantité d'huile épaisse. La masse solide ainsi obtenue est moulée en forme de pains et soumise à une pression hydraulique d'abord à froid, et, plus tard, à une chaleur douce. Cette dernière opération a pour but d'éliminer tous les hydrocarbures fusibles au-dessous de 40 degrés centigrades. Dans ce but on place, dans les presses horizontales, entre chaque couple de pains de paraffine, des plaques creuses à travers lesquelles on fait couler de l'eau à la température de 35 à 40 degrés centigrades, opération qui a pour effet de liquéfier et d'exprimer les hydrocarbures dont il s'agit. La pression ne doit pas dépasser certaines limites (1), dans la crainte de faire crever les étoffes de crin, si coûteuses, dans lesquelles la paraffine est enveloppée. On fait ensuite fondre la paraffine pressée, et on la chauffe à 150 degrés centigrades, soit à feu nu, soit à la vapeur; on la mélange avec 2 pour 100 d'acide sulfurique concentré qui carbonise tous les hydrocarbures restants, tandis que la paraffine pure n'est pas attaquée. On lave soigneusement cette dernière avec de l'eau chaude, puis après refroidissement on la mélange avec le meilleur photogène incolore (huile volatile pour éclairage); on introduit le mélange dans des cylindres à chemises dans lesquels on peut le maintenir chaud et fluide et le filtrer à travers du noir animal. Par ce procédé la paraffine se trouve blanchie ; en la traitant ensuite par un courant de vapeur légèrement surchauffée, on en sépare complétement le photogène. Ainsi obtenue, la paraffine est parfaitement incolore et admirablement translucide ; elle est fusible à 60 degrés centigrades, et elle est si dure, que les bougies qu'on en fait ne se recourbent pas, même en les exposant à une température de 30 degrés centigrades. »

Dans le rapport auquel on a emprunté tous les renseignements de fabrication qui précèdent, M. Dullo indique que 180 livres (81^{k},50) du lignite qu'on distille à Weissenfels fournissent 30 à 35 livres (13^{k},60 à 15^{k},80) de goudron duquel on retire 8 à 10 pour 100 de paraffine dure convenable pour la fabrication de la bougie, et 8 à 10 pour 100 d'une paraffine plus fusible qu'on mélange avec de la stéarine avant de la transformer en bougies. En outre, on obtient 28 livres (12^{k},70) de photogène, et 23 livres (10^{k},40) d'huile solaire, 40 livres (18 kil.) du poids primitif du goudron étant perdues et constituant le déchet. Par conséquent, une tonne de ce lignite (1,015 kil.) fournit : 31,5 livres (14^{k},27) de paraffine dure, 31,5 livres de paraffine molle, 70 livres (31^{k},70) de photogène, et 80 livres (36^{k},20) d'huile solaire.

Les mêmes produits peuvent être extraits de certaines tourbes, comme l'ont prouvé les spécimens envoyés à l'Exposition par M. le docteur Breitenlohner (manufacture

(1) 300,000 kilogrammes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

archiducale des produits de la tourbe à Chlumetz [Bohême]), mais les conditions de traitement sont loin de présenter les mêmes avantages.

M. G. Wagenmann, de Vienne (Autriche) a souvent cherché à déterminer les quantités comparatives de produits qu'on peut obtenir par la distillation sèche de la tourbe, du lignite et des schistes bitumineux. Voici les résultats auxquels il est parvenu, en opérant sur 100 parties de chaque substance :

	Photogène.	Huile solide.	Paraffine brute solide.
Tourbe dure, d'un brun foncé, contenant 33,58 pour 100 d'eau et 6,76 pour 100 de cendres. . . .	0,435	1,10	1,943
Tourbe brune fibreuse contenant 36,23 pour 100 d'eau et 5,49 p. 100 de cendres.	0,380	1,124	2,389
Lignite dur, brun foncé, se rencontrant en petits fragments, et contenant 45,26 pour 100 d'eau et 9,83 pour 100 de cendres.	0,810	3,940	3,910
Schiste bitumineux contenant 19,9 pour 100 d'eau et 23,52 pour 100 de cendres.	8,160	1,590	12,870

M. Hofmann termine ce chapitre en disant quelques mots des sources de pétrole de la Russie et des dépôts bitumineux du Derbyshire (Angleterre), dont on a essayé également de tirer de la paraffine (voyez les deux notes citées au bas de la page 415), et il fait remarquer que, bien que la découverte de la paraffine par Reichenbach remonte à plus de trente ans, l'industrie en a mis plus de vingt avant de songer à en tirer parti et à fonder des établissements importants spécialement consacrés à la distillation des hydrocarbures.

Amidon.

Amidon de blé; procédés de fabrication perfectionnés.—Après avoir rappelé les procédés ordinaires de fabrication, qui sont encore ceux qu'on emploie le plus, le rapporteur indique que les difficultés qu'avait rencontrées pendant longtemps l'extraction mécanique de l'amidon par malaxage et lavage de la pâte de farine ont été surmontées en partie dans ces derniers temps. C'est ainsi que M. Émile Martin, de Grenelle, a réussi, pour la première fois, industriellement, à obtenir l'amidon sans détruire le gluten (1).

Procédé de M. E. Martin. — « Comparé aux anciennes méthodes, ce procédé offre deux désavantages. D'abord il nécessite la transformation préalable du grain en farine; ensuite il n'est pas applicable au traitement des grains avariés. Mais, en revanche, il a

(1) Payen, *Chimie industrielle*, 1859, II, p. 155.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'avantage d'être beaucoup plus salubre pour les ouvriers, d'augmenter incontestablement le rendement en amidon, et de permettre l'utilisation du gluten, soit pour la préparation avec des blés ordinaires d'articles d'alimentation, tels que vermicelles, macaronis, pâtes d'Italie, etc., qui, précédemment, ne pouvaient être fabriqués qu'avec des blés durs, naturellement riches en gluten, soit pour la production de la glutine, qu'on peut employer comme un substitut de l'albumine, ainsi que l'a conseillé récemment M. Walter Crum.

« Le procédé de M. Martin consiste à empâter très-soigneusement la farine avec moitié de son poids d'eau. La pâte ainsi préparée est lavée, tout en étant constamment malaxée, dans un appareil appelé *amidonnière*, qui consiste, en principe, dans une auge demi-cylindrique dont les parois sont formées, en partie, par des toiles métalliques, et dans laquelle la pâte est comprimée et travaillée au moyen d'un cylindre cannelé. L'eau chargée de granules d'amidon passe à travers la toile métallique, et le gluten, qui reste constamment à l'état de masse pâteuse, finit par rester seul.

Préparation de la glutine par le procédé de M. Walter Crum.— « Le gluten obtenu dans l'opération précédente est utilisé par M. Walter Crum (1) pour la préparation de la glutine. A cet effet, il abandonne le gluten à une température de 20 à 25 degrés (température ordinaire de l'été), jusqu'à ce qu'il se transforme en une masse gommeuse semi-fluide pouvant être mélangée en toutes proportions avec l'eau. Après l'avoir réduite ainsi à un état de ténuité convenable, on peut l'employer pour épaissir les couleurs qui, imprimées au moyen de ce véhicule, se trouvent fixées après avoir subi l'action de la vapeur.

« M. W. Crum a également indiqué le procédé suivant, qui est un peu plus compliqué. Au gluten liquéfié on ajoute une solution de carbonate de soude qui, en saturant l'acide formé pendant la liquéfaction spontanée du gluten, le rend de nouveau insoluble et plastique. On le lave dans cet état plusieurs fois à l'eau froide, et on le dissout finalement dans une lessive de soude caustique. On obtient, de cette manière, une solution mucilagineuse qu'on peut employer directement pour l'impression des tissus.

Procédés de MM. Hanon, Bodard et Rott.— « M. Hanon a donné une méthode de traitement présentant une grande analogie avec le premier procédé de M. W. Crum.

« M. Liès-Bodard dissout le gluten plus ou moins modifié dans du sucrate de chaux. En dernier lieu, M. Scheurer-Rott, de Thann (2) fait macérer le gluten dans de l'eau très-légèrement acidulée par de l'acide chlorhydrique. Les proportions dont il se sert sont 1,500 parties de gluten, 1,000 parties d'eau et 1 partie d'acide chlorhydrique.

---

(1) Crum (W.), patentes nos 1263, 23 mai 1859; 1319, 28 mai 1859; *Repert. of pat. inv.*, 1860, février, p. 132, et mars, p. 196.

(2) Rott (A. Scheurer), patente n° 2385, 18 octobre 1859; *Repert. of pat. inv.*, juillet 1860, p. 61.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sous l'influence de ce traitement, le gluten se désagrége graduellement et commence à se dissoudre. Au bout de douze heures on ajoute de l'acide acétique dans la proportion d'environ 1/150 du poids du gluten, et en agitant le mélange on obtient finalement un magma homogène facilement soluble dans l'eau. Cette solution est employée pour l'impression des tissus ; par l'action de la vapeur, le gluten modifié devient insoluble et se trouve fixé. On doit faire remarquer que cette nouvelle application du gluten a été surtout proposée en vue de fixer sur le coton les couleurs d'aniline ; mais il paraît, néanmoins, que jusqu'à ce jour on n'est pas encore parvenu à préparer, au moyen du gluten, une glutine capable de remplacer l'albumine dans la majorité de ses applications. »

Après avoir cité quelques perfectionnements de moindre importance, relatifs à la fabrication de la fécule de pommes de terre, et mentionné, d'une part, les recherches de MM. Frésénius et Schulze (1), et, d'autre part, celles de M. Stohmann (2) sur la relation entre le poids spécifique des pommes de terre et la proportion de fécule qu'elles renferment, le rapporteur indique que les progrès les plus remarquables qu'on puisse signaler dans cette industrie consistent dans la production de plus en plus considérable de fécules amylacées obtenues avec des substances telles que le riz et le sagou qu'on n'employait autrefois qu'en petite quantité (3).

Procédé de M. Orlando Jones pour la fabrication de l'amidon de riz. — M. Orlando Jones (4) a fait faire, en 1840, un grand pas à la fabrication de l'amidon ; il est, en effet, parvenu à isoler, pour la première fois, une fécule amylacée pure et de bonne qualité, en soumettant le riz à l'action d'une solution étendue d'alcali caustique. Cette découverte fut récompensée lors de l'Exposition de 1851, et la description du procédé a été insérée dans les rapports du Jury de cette Exposition (5).

Amidon de sagou. — « Pour préparer cet amidon, on prend, de préférence, le sagou importé de Bornéo, parce qu'il constitue une fécule amylacée presque pure. MM. Watherspoon (Glenfield starch Works Paisley, Royaume-Uni) lavent la farine de sagou à deux reprises avec de l'eau pure filtrée avec soin; ils la font ensuite macérer pendant trois à quatre heures dans une solution faible de chlorure de chaux, la lavent de nouveau quatre fois à l'eau pure, puis ajoutent une petite quantité d'acide sulfurique pour neutraliser la chaux. L'amidon subit ensuite de nouveaux lavages à l'eau pure (quatre à six fois), jusqu'à ce que les dernières traces de chaux et d'acide sulfurique soient entièrement éliminées. Pendant l'un de ces lavages, on ajoute la quantité voulue de bleu de smalt le plus fin. L'amidon s'étant déposé, pour la dernière fois, dans la cuve,

(1) Frésénius et Schulze, *Journ. Prakt. Chem.*, XLI, p. 436.
(2) Stohmann, *Hamm's Agronom. Zeitschr.*, 1858, p. 317.
(3) En Amérique, on fabrique beaucoup de fécule de maïs.
(4) Jones (O.), patente n° 8488, 30 avril 1840.
(5) *Reports of the Juries*, p. 77.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et l'eau ayant été soutirée, les couches les plus voisines des surfaces de cette cuve, qui contiennent toutes les impuretés, sont séparées et mises de côté, soit pour être lavées de nouveau, soit pour être vendues à certaines industries. Il ne reste plus alors que les couches intérieures de la masse ; on les retire, on les passe à travers un tamis et on les étend sur un drap ou sur une toile dans un séchoir à air chaud. Quand l'amidon est sec, il ne reste plus qu'à l'emballer pour le livrer au commerce. »

Fécule de marrons d'Inde.— Procédé de M. de Callias. — D'après M. Schaeffer (1), la fécule de marrons d'Inde se prête parfaitement à l'apprêt des tissus, mais elle réussit moins bien pour épaissir les couleurs. On trouvera des détails complets sur le procédé de M. de Callias dans un rapport fait par M. Jacquelain à la Société d'encouragement (*Bulletin* de 1862, 2e série, t. IX, p. 65) (2).

Fécule extraite d'autres plantes. — Recherches de M. Mège-Mouriès et autres. — Dextrine et glucose fabriquées au moyen de l'amidon. — Tels sont les titres des paragraphes qui terminent ce chapitre, et dans lesquels M. Hofmann rappelle :

1° Les différents mémoires publiés par M. Payen sur les fécules amylacées de diverses plantes (3), parmi lesquelles le manioc, qui fournit le tapioca. D'après M. Boussingault, les plantes avec lesquelles on prépare le tapioca, et qui en fournissent de 20 à 23 pour 100, sont appelées *yuca dulce* et *yuca brava ;* elles sont très-délétères, et le poison qu'elles renferment, l'acide cyanhydrique, est chassé facilement par une dessiccation à la température de 100 degrés centigrades.

2° Les travaux de M. Mège-Mouriès (4) et ceux de M. Edling, Henri, Dauglish, Bousfield, etc., sur le pain fait de pâte préparée avec de l'eau chargée d'acide carbonique (5).

3° Enfin les recherches de MM. Pochin et Wooley (6), ainsi que celles de M. Hunt (7) et de M. Musculus (8), sur les procédés de transformation de la fécule amylacée en dextrine et en glucose.

Vernis.

A l'égard des vernis dont il n'a jamais eu l'occasion de s'occuper, le rapporteur décline toute compétence ; d'ailleurs les procédés sont tenus tellement secrets au

(1) Schaeffer, *Bulletin de la Soc. ind. de Mulhouse*, 1860, n° 478.

(2) *Comptes rendus*, XLIV, p. 514.

(3) Payen, *Comptes rendus*, XLIII, p. 76, et XLIV, p. 407.

(4) Mège-Mouriès, *Wagner's Jahresber*, 1857, III, p. 237; 1858, IV, p. 234; 1860, VI, p. 331, et *Bull. Soc. Encour.*, 2e série, t. VI, 1859, p. 580.

(5) Edling, *Treatise on the art of Breadmaking*, p. 56. — Henri, *Dingl. Polyt. Journ.*, XXIII, p. 346. — Dauglish, *London Journ. of arts*, avril 1858, p. 201, et *Bull. Soc. Encour.*, 2e série, t. VIII, 1861, p. 125 et 332. — Bousfield, *Repert. of pat. inv.*, juillet 1858, p. 3.

(6) Pochin et Wooley, *Repert. of pat. inv.*, juillet 1858, p. 59.

(7) Hunt, *Dingl. Polyt. Journ.*, CXLIX, p. 170.

(8) Musculus, *Ann. Chim. Phys.*, LX, octobre 1860, p. 203.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

point de vue de certains tours de main, qu'il n'a pu se procurer que des renseignements insignifiants. Tout ce qu'il peut dire, c'est que les progrès principaux réalisés dans cette industrie consistent :

1° Dans l'utilisation d'une variété beaucoup plus grande de gommes et de résines, et dans l'emploi d'espèces nouvelles et moins coûteuses à la place de quelques-unes de celles précédemment employées ;

2° Dans le remplacement de l'essence de térébenthine (dont la guerre d'Amérique a fait tripler les prix) par d'autres dissolvants plus économiques provenant des huiles minérales.

En Angleterre, la fabrication et, en général, l'industrie des vernis ont été considérablement favorisées par l'usage de l'alcool méthylique, dont l'introduction s'est faite sous les auspices de feu M. John Wood.

Nouveau procédé de traitement des chiffons pour séparer les fibres animales des fibres végétales.

Le titre donné à ce chapitre n'exprime qu'imparfaitement l'objet et la nature de l'invention dont il s'agit ici. Pour donner une idée plus complète du procédé, il convient d'ajouter 1° que la séparation des matières est opérée de manière que chacun des principes constituants soit obtenu sous une forme acceptable par le commerce, c'est-à-dire la matière animale à l'état d'engrais pulvérulent, et la matière végétale sous forme fibreuse propre à la préparation de la pâte à papier ; 2° que la désintégration de la matière animale est produite sans l'aide de préparations chimiques et simplement par l'action de la vapeur d'eau ; 3° qu'enfin sa séparation de la fibre végétale est obtenue par voie sèche, au moyen d'un battage mécanique et d'un tamisage. Cette invention, qui est due à MM. F. O. Ward et Wynants, a été décrite, par le premier, d'une manière si claire, que le rapporteur ne saurait mieux faire que de donner un extrait du mémoire manuscrit qu'il a eu entre les mains.

« Il y a, dit M. F. O. Ward, une espèce de chiffons d'un caractère intermédiaire, qui n'est composée exclusivement ni de fibre végétale ni de matière animale; je veux parler des résidus de tissus renfermant à la fois ces deux espèces de fibres textiles entrelacées l'une dans l'autre.

« Tels sont les chiffons des tissus mixtes (*union fabrics*) en laine et coton, des soies et alpacas tissés avec une chaîne de coton; des nombreuses variétés de tissus chaîne-coton, mérinos, etc., dont la fabrication prend chaque année un développement plus considérable. Tels sont encore les chiffons désignés sous le nom de lisières (*seams*), c'est-à-dire les rognures enlevées à l'aide de ciseaux par les trieuses de chiffons de laine destinés à la machine qui les déchire pour en faire de nouveau de la laine (*ragwool*). La raison qui fait écarter ces lisières de la machine, c'est qu'elles sont traversées dans toute leur longueur par un fil de coton ou de lin, ou bien qu'elles con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tiennent une bordure en coton ou autre fibre végétale. Dans les chiffons de cette espèce, c'est-à-dire les chiffons mixtes, les différentes natures de fibres se nuisent réciproquement. C'est ainsi que le fabricant de papier ne peut utiliser avantageusement le coton qu'ils renferment à cause de la laine, dont la présence dans la pâte parsèmerait le papier de taches de couleur. De même le manufacturier ne peut tirer un bon parti d'une laine qui renferme du coton, parce que plus tard le mélange de ce coton dans les tissus manufacturés ferait ressortir, après la teinture, des filaments d'une nuance beaucoup plus pâle.

« Il y a là, comme on voit, une difficulté et c'est pour la résoudre que deux solutions avaient été proposées dans ces derniers temps : l'une consistant à désagréger le coton par l'action d'acides étendus, de manière à conserver la laine; l'autre dissolvant la laine à l'aide d'alcalis caustiques en laissant le coton intact et, par conséquent, utilisable. Mais chacune de ces solutions exige le sacrifice de l'une des matières pour rendre possible l'utilisation de l'autre; en outre, dans le premier cas, la laine conservée a beaucoup à souffrir de l'influence des acides, et dans le second, le coton revient cher en raison des alcalis que nécessite la dissolution de la laine.

« Le procédé qui va être décrit, et qui date de 1857, remédie aux inconvénients précédents, car il a l'avantage d'utiliser à la fois les deux matières mélangées et de n'exiger que l'intervention de l'eau, appliquée sous forme de vapeur à haute pression. Il s'applique au traitement non-seulement des chiffons mixtes, mais encore de ces résidus de chiffons provenant des tas déjà triés et auxquels on donne le nom de *land rags* (chiffons pour engrais). Voici en quoi il consiste :

« Les chiffons mixtes ou autres résidus mixtes analogues sont introduits dans un digesteur autoclave ordinaire et soumis, pendant trois heures environ, à l'action de la vapeur d'eau maintenue à une pression de 3 à 5 atmosphères. La pression et la température exactes varient suivant la nature des chiffons soumis au traitement; ainsi la laine exige une température plus élevée que le cuir par exemple, et moindre que la soie. Les matières condensent une certaine quantité de vapeur et en absorbent la chaleur. Sous l'influence combinée de l'humidité et de la chaleur, la matière animale se convertit en une substance friable qui conserve cependant encore la forme et l'aspect primitifs. Il en résulte que la laine des chiffons mixtes se présente avec la même apparence fibreuse qu'elle possédait avant le traitement; mais, dès qu'on la manipule, elle tombe en poussière. On comprend, d'après cela, qu'un mécanisme broyeur et batteur ordinaire réduit rapidement en poudre ce produit friable et le détache de la matière végétale dont les fibres sont, au contraire, restées intactes, en sorte qu'au moyen d'un tamis, dont la machine est munie et qui laisse passer seulement la poussière animale, la séparation s'effectue facilement. Cette poussière, emmenée par une vis d'Archimède, est reçue par un monte-charge qui l'apporte au-dessus des sacs destinés à la recevoir, tandis que la fibre végétale retenue sur le tamis est livrée dans un état propre à la préparation de la pâte à papier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Quant aux détails du procédé, aux arrangements nécessaires pour sécher les chiffons et obtenir leur translation dans les différents ateliers de l'usine avec le plus d'économie de combustible et de main-d'œuvre possible, il existe certaines particularités n'influant en rien sur le principe général du procédé, mais essentielles cependant sous le rapport des avantages qu'on doit rechercher dans la pratique. Des précautions spéciales de cette nature n'ayant été appréciées que successivement, à la suite d'expériences manufacturières souvent très-coûteuses, ne sauraient être divulguées et, d'ailleurs, elles n'intéresseraient le lecteur qu'autant qu'il se trouverait chargé de conduire de semblables opérations. Je les laisse donc de côté pour arriver à l'examen rapide des produits.

« Le produit fibreux, c'est-à-dire la matière première pour la pâte à papier, ne présente que peu de particularités dignes de remarque. Il se compose principalement de coton et renferme ordinairement une petite proportion de chanvre et de lin, qui en augmente la ténacité et la valeur. Le plus souvent la fibre est mise en liberté sous forme de longs fils parallèles provenant, évidemment, de la chaîne du tissu ; mais fréquemment aussi elle se présente sous forme de morceaux de chiffons ordinaires, provenant, sans doute, de pièces de calicot ayant servi de doublure au tissu mixte. La chaîne de coton des tissus mixtes étant ordinairement teinte en couleurs solides, souvent en noir et ayant de la tendance à retenir une petite proportion de la poussière de laine altérée, il est utile de soumettre ce genre de chiffons à une pression et à une température un peu plus élevées que celles que réclament les chiffons ordinaires de couleur avec lesquels, sous tous les autres rapports, ils marchent de pair comme matière première de pâte à papier. Tant que la pression de vapeur nécessaire n'avait pas été déterminée d'une manière bien exacte, le blanchiment complet de ces chiffons avait rencontré des difficultés; de là des mécomptes avaient eu lieu, qui dans les premiers temps pouvaient rendre cet article assez impopulaire parmi les fabricants de papier. Depuis lors, un traitement convenable a démontré que cette matière pouvait, comme les autres, fournir d'excellents papiers blancs.

« Le produit animal, étant un article entièrement nouveau, mérite une attention toute particulière. Il sort de la machine sous forme d'une poudre de couleur foncée mêlée de fragments plus gros de la même matière, qu'on sépare par un tamisage et qu'on pulvérise ensuite à part. Préparée industriellement, c'est-à-dire contenant toute la poussière et les impuretés des chiffons, cette poudre renferme, en moyenne, près de 12 pour 100 d'azote correspondant à 14,5 pour 100 d'ammoniaque (1). L'azote n'y existe

(1) M. Stas, de Bruxelles, a même trouvé 13,72 p. 100 d'azote, correspondant à 16,66 pour 100 d'ammoniaque, dans une série d'expériences faites, en 1858, en collaboration avec M. Depaire. La poudre qui avait servi à ces expériences provenait d'une préparation faite par M. Stas lui-même, moyen de chiffons mixtes préalablement bien nettoyés et exempts de poussière. Mes propres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'état d'ammoniaque toute formée qu'en petite quantité seulement, et en combinaison avec des acides bruns ulmique et humique qui ont pris naissance pendant le traitement. La majeure partie de l'azote s'y présente comme partie constituante du produit même dérivé de la laine, lequel produit est une combinaison organique particulière, partiellement soluble et dont la solubilité augmente avec la quantité d'humidité fournie aux chiffons pendant le traitement pour la vapeur surchauffée. Tel qu'il est fabriqué, ce produit constitue un engrais d'une grande puissance ammoniacale, la totalité de l'azote étant mise en liberté à l'état d'ammoniaque sous les influences développées par le sol. La rapidité de cette transformation et du développement ammoniacal tient un milieu très-heureux entre l'action fertilisante des chiffons ordinaires, qui sont considérés comme un engrais trop *lent*, et celle du guano, dont les effets sont souvent trop *rapides*. »

M. F. O. Ward fait ressortir toutes les bonnes qualités de l'engrais qu'il produit par son procédé et il indique qu'il peut, suivant les cas, supporter l'addition de différents phosphates ou autres matières spéciales, de manière à en rendre l'application favorable à la culture des turneps, des céréales, des haricots, etc. Il fait, en outre, remarquer la propriété qu'il possède de ne subir aucune altération à toutes les températures ordinaires et dans toutes les conditions atmosphériques, propriété qu'il doit, sans doute, à la haute température à laquelle il est préparé et qui, sous ce rapport, lui donne une supériorité marquée sur le guano.

« Cet engrais, ajoute M. Ward, est vendu dans le commerce sous le nom d'*ulmate d'ammoniaque*, dénomination qui n'est peut-être pas très-correcte, mais qui sert à rappeler deux de ses principes constituants les plus essentiels, l'un acide et l'autre alcalin. Voici les résultats de l'analyse qu'en a faite M. le professeur Vœlcker du collége royal agricole de Circenster :

Humidité	11,59
Matière organique (1)	73,89
Ammoniaque à l'état d'ulmate	2,05
Oxydes de fer, alumine et acide phosphorique	2,52
Carbonate de chaux	2,22
Alcalis et magnésie	1,26
Matières siliceuses insolubles	6,47
	100,00

résultats de laboratoire se rapprochent extrêmement de ceux de M. Stas; il en a été de même avec les produits préparés en petit par le capitaine Wynants; mais le produit fabriqué industriellement ne renferme pas, en moyenne, une proportion d'azote supérieure à 12 pour 100. (F. O. Ward.)

(1)

Renfermant azote	10,24
Correspondant à ammoniaque	12,43
Quantité totale d'azote	11,93
Correspondant à ammoniaque	14,48

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Les proportions relatives d'engrais et de matière fibreuse résultant de ce nouveau traitement des chiffons varient évidemment suivant la nature des matières sur lesquelles on opère. Certains chiffons mixtes sont riches en fibre végétale, d'autres en fibre animale; cependant, en moyenne, il y a parties à peu près égales de ces fibres textiles, et, dans tous les cas, la somme des poids des deux produits qu'on obtient (fibreux et pulvérulent) est égale au poids de la matière première qui les a fournis, si bien que ce procédé ne donne lieu à aucun déchet. »

Ce nouveau genre d'industrie a été appliqué dans de grandes usines situées à Grays (Essex) sur la rive gauche de la Tamise ; on y traite environ douze tonnes de chiffons par jour. La matière fibreuse obtenue alimente une grande papeterie établie sur le côté opposé du fleuve à Dartford, tandis que le produit pulvérulent (ulmate d'ammoniaque) est vendu en majeure partie à des fabricants d'engrais.

(M.)

(*Prochainement la suite et la fin de l'extrait du rapport.*)

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

RAPPORT A L'EMPEREUR CONCERNANT UN PROJET DE RÈGLEMENT SUR LES RÉCOMPENSES A DÉCERNER AUX EXPOSANTS.

Sire, j'ai l'honneur de soumettre à Votre Majesté, au nom de la Commission impériale, un projet de règlement sur les récompenses qui, d'après la tradition établie, doivent être décernées à l'occasion de l'Exposition universelle de 1867.

Ce règlement fixe à la fois la nature, le nombre et le mode d'attribution des récompenses; il comprend quatre titres.

Le titre I[er] détermine les dispositions générales relatives à la valeur des récompenses et à l'organisation du Jury.

Le titre II répond à l'article 22 du règlement général et concerne spécialement le groupe des œuvres d'art. Les dispositions qu'il renferme adaptent aux convenances des Expositions universelles les usages suivis dans les expositions annuelles des beaux-arts.

Le titre III répond à l'article 62 du règlement général, et concerne spécialement les neuf groupes de l'agriculture et de l'industrie. Les dispositions de ce titre, conformes en principe au système suivi en 1855, tendent à mieux régler les divers degrés de récompenses, à écarter les difficultés d'exécution et à obtenir du Jury la conclusion de ses travaux dans le délai de six semaines.

La limite de ce délai est rigoureusement imposée par la date de la distribution des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

récompenses, fixée au 1er juillet 1867. Des dispositions spéciales réservent à certaines subdivisions du Jury le soin de juger en permanence les produits qui, se renouvelant pendant toute la durée de l'Exposition, ne peuvent être récompensés qu'à l'époque de la clôture.

Ces parties du règlement des récompenses n'offrant rien d'essentiellement nouveau, je puis, à leur égard, me borner à des indications sommaires. Les dispositions du titre IV constituent, au contraire, une innovation importante sur laquelle je dois présenter quelques développements à Votre Majesté.

Les Expositions précédentes n'ont pas mis en lumière tous les mérites qui contribuent à la prospérité de l'agriculture et de l'industrie. Cette prospérité n'est pas établie seulement par la bonne qualité des produits et par la perfection des méthodes de travail; elle dépend aussi de l'heureuse condition de tous les producteurs et des bons rapports qui les unissent. Sans doute, en accordant des distinctions honorifiques lors des précédentes Expositions, on a tenu compte, jusqu'à un certain point, de ces circonstances; mais la Commission impériale a pensé qu'elle ferait une œuvre utile et se conformerait aux principes qui ont inspiré tant d'actes du gouvernement de l'Empereur, en créant, à ce point de vue, un nouvel ordre de récompenses.

Ces récompenses seraient décernées aux personnes, aux établissements ou aux localités qui, par une organisation ou des institutions spéciales, ont développé la bonne harmonie entre tous ceux qui coopèrent aux mêmes travaux, et ont assuré aux ouvriers le bien-être matériel, moral et intellectuel.

Le bien-être et l'harmonie dont nous proposons à Votre Majesté de faire rechercher les meilleurs exemples se produisent sous des formes très-variées. Dans certaines contrées, des coutumes locales et des traditions séculaires maintiennent l'union parmi les diverses catégories de producteurs; dans d'autres, des efforts intelligents portent remède à l'esprit d'antagonisme qui s'y est propagé. Ici, élevés à la condition de chefs de métier, les ouvriers trouvent en eux-mêmes tous les moyens de succès; là, au contraire, attachés à de grandes usines, ils attendent en partie leur sécurité de la sollicitude des patrons. Tantôt les producteurs s'appliquent exclusivement soit au travail agricole, soit au travail manufacturier; tantôt ils allient utilement ces deux genres de travaux.

Mais, au milieu de cette diversité de conditions, le bien-être et l'harmonie offrent partout le même résultat; ils assurent aux producteurs de tout rang et à la localité que leur travail enrichit le bienfait de la paix publique.

Partout aussi des caractères fort apparents permettent de constater sans difficulté l'existence des deux mérites que nous proposons de récompenser. Ainsi, une enquête de ce genre, faite, il y a quelques années, par ordre de Votre Majesté, auprès des préfets de l'Empire, a révélé en quelques jours beaucoup d'exemples qui, à l'occasion du concours institué par le titre IV, pourraient être utilement remis en lumière.

Les mérites des concurrents seraient appréciés par un Jury composé de personnages

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éminents appartenant aux pays qui figureront à l'Exposition. Ce Jury, dans la pensée de la Commission impériale, écarterait de ses appréciations tout système préconçu et baserait uniquement ses décisions sur des faits avérés.

La valeur des récompenses doit être en rapport avec la haute portée sociale du concours.

La Commission propose donc à Votre Majesté d'affecter à cette destination dix prix d'une valeur totale de 100,000 francs, auxquels viendraient s'ajouter vingt mentions honorables.

Un grand prix indivisible de 100,000 francs pourrait, en outre, être décerné à la personne ou à la localité qui se distinguerait par une supériorité hors ligne.

Ce concours ouvre aux Expositions universelles une nouvelle voie; il ne contribuera pas seulement à créer entre les diverses nations une émulation salutaire, il aidera à mieux poser d'importants problèmes dont la solution est restée jusqu'à présent insuffisante ou incertaine.

Si Votre Majesté daigne approuver les considérations qui font l'objet de ce rapport et résument la délibération de la Commission impériale en date du 7 juin 1866, je la prie de vouloir bien signer le décret suivant.

Je suis, avec le plus profond respect,

Sire,

De Votre Majesté,

Le très-humble et très-obéissant serviteur et fidèle sujet,

Le Ministre d'État, vice-président de la commission impériale,

E. ROUHER.

DÉCRET.

NAPOLÉON,

Par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Empereur des Français,

A tous présents et à venir salut :

Vu les articles 22 et 62 du règlement général de l'Exposition universelle de 1867, à Paris, approuvé par notre décret du 12 juillet 1865;

Vu notre décret du 22 février 1866;

Sur le rapport de notre Ministre d'État, vice-président de la Commission impériale,

Avons décrété et décrétons ce qui suit :

Art. 1er. Le règlement fixant la nature des récompenses et organisant les jurys

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chargés de les répartir, adopté le 7 juin 1866 par la Commission impériale, est approuvé.

Art. 2. Notre Ministre d'État, notre Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, le Ministre de notre Maison et des Beaux-Arts, vice-présidents de la Commission impériale, sont chargés de l'exécution du présent décret.

Fait au palais des Tuileries, le 9 juin 1866.

NAPOLÉON.

Par l'Empereur :

Le Ministre d'État,	*Le Ministre de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts,*	*Le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics,*
E. ROUHER.	VAILLANT.	ARMAND BÉHIC.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

A PARIS.

RÈGLEMENT PROPOSÉ PAR LA COMMISSION IMPÉRIALE FIXANT LA NATURE DES RÉCOMPENSES ET ORGANISANT LES JURYS CHARGÉS DE LES RÉPARTIR.

Délibéré le 7 juin 1866.

(Approuvé par décret impérial du 9 juin 1866.)

TITRE Ier.

Dispositions générales.

Art. 1er. Une somme de huit cent mille francs (800,000 fr.) est consacrée aux récompenses qui doivent être décernées à l'occasion de l'Exposition universelle de 1867.

Art. 2. Il est institué un Jury international chargé d'attribuer les récompenses.

Le Jury international est composé de six cents membres, répartis entre les différentes nations, d'après la proportion des surfaces occupées par les produits de chacune d'elles.

Le résultat de la répartition est indiqué par les tableaux A et B annexés au présent règlement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 3. Les membres français du Jury international des récompenses sont nommés par la Commission impériale.

Les membres étrangers sont désignés respectivement par la Commission nationale de chaque pays.

Toutes les nominations doivent être faites avant le 1er décembre 1866.

La Commission impériale, après s'être concertée avec les diverses commissions étrangères, répartit les membres du Jury entre les classes.

Art. 4. Le Jury international doit accomplir ses travaux du 1er avril au 14 mai 1867.

Toutefois, en ce qui concerne les classes 52, 66 à 88 et 95 (1), les opérations du Jury se poursuivront pendant toute la durée de l'Exposition.

Art. 5. La distribution solennelle des récompenses est fixée au 1er juillet 1867.

TITRE II.

Dispositions spéciales concernant le groupe des œuvres d'art.

Art. 6. Les récompenses mises à la disposition du Jury international pour les œuvres d'art sont réglées comme suit :

17 grands prix, chacun d'une valeur de.	2,000 fr.
32 premiers prix, chacun d'une valeur de.	800 —
44 deuxièmes prix, chacun d'une valeur de.	500 —
46 troisièmes prix, chacun d'une valeur de.	400 —

Art. 7. Les récompenses instituées à l'article 6 sont réparties comme il suit entre les quatre sections des Beaux-Arts qui correspondent aux classes du 1er groupe :

1re section. Classes 1 et 2 réunies : 8 grands prix, 15 premiers prix, 20 deuxièmes prix, 24 troisièmes prix;

2e section. Classe 3 : 4 grands prix, 8 premiers prix, 12 deuxièmes prix, 12 troisièmes prix;

3e section. Classe 4 : 3 grands prix, 6 premiers prix, 8 deuxièmes prix, 6 troisièmes prix;

4e section. Classe 5 : 2 grands prix, 3 premiers prix, 4 deuxièmes prix, 4 troisièmes prix.

---

(1) Classe 52 : Moteurs, générateurs et appareils mécaniques spécialement adaptés aux besoins de l'Exposition. — Classes 67 à 73 : 7e groupe, Aliments à divers degrés de préparation. — Classes 74 à 82 : 8e groupe, Produits vivants et spécimens d'établissements de l'agriculture. — Classes 83 à 88 : 9e groupe, Produits vivants et spécimens d'établissements de l'horticulture. — Classe 95 : Instruments et procédés de travail spéciaux aux ouvriers chefs de métier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 8. Le Jury pour le groupe des œuvres d'art comprend soixante-trois membres.

La proportion numérique des membres français et étrangers, dans chacune des quatre sections, est indiquée par le tableau A annexé au règlement.

Les membres français des quatre sections sont nommés par la Commission impériale parmi les membres du Jury d'admission. Ils seront choisis, en nombre égal, sur chacune des trois listes qui auront concouru à la formation de ce Jury, institué conformément à la décision du 12 mai 1866.

Les exposants ayant accepté les fonctions de membre du Jury international pour les œuvres d'art ne sont pas exclus du concours pour les récompenses.

Chacune des quatre sections est présidée par un de ses membres, choisi par la Commission impériale. Deux des présidents sont Français.

Art. 9. Les quatre sections peuvent se réunir pour proposer, s'il y a lieu, des modifications à la répartition des récompenses telle qu'elle est établie à l'art. 7.

La Commission impériale désigne un de ses membres pour présider les quatre sections réunies.

TITRE III.

Dispositions spéciales concernant les neuf groupes des produits de l'agriculture et de l'industrie.

Art. 10. Les récompenses mises à la disposition du Jury international pour les produits de l'agriculture et de l'industrie sont réglées comme suit :

Grands prix et allocations en argent d'une valeur totale de 250,000 francs.

Cent médailles d'or, d'une valeur de 1,000 francs chaque ;

Mille médailles d'argent ;

Trois mille médailles de bronze ;

Cinq mille mentions honorables, au plus.

Toutes les médailles ont le même module.

Art. 11. Les grands prix sont destinés à récompenser le mérite des inventions ou des perfectionnements qui ont apporté une amélioration considérable dans la qualité des produits ou dans les procédés de fabrication.

Art. 12. L'attribution des récompenses instituées à l'art. 10 pour les neuf groupes de l'agriculture et de l'industrie résulte des opérations successives de *Jurys de classes*, de *Jurys de groupes* et d'un *conseil supérieur*.

Art. 13. La proportion numérique des membres français et étrangers dans chacun des *Jurys de classes* est fixée par le tableau A annexé au présent règlement.

Art. 14. Chaque *Jury de classe* se réunit à partir du 1er avril.

Dans sa première réunion, il nomme un président, un vice-président et un secrétaire. Il nomme ultérieurement un rapporteur dont l'élection doit avoir lieu avant le 10 avril 1867.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 15. Les *Jurys de classes* peuvent s'adjoindre des associés ou des experts choisis, soit parmi les autres classes du Jury international, soit en dehors de ce Jury : dans ce dernier cas, la nomination de l'associé ou de l'expert doit être approuvée par la Commission impériale.

Art. 16. Les exposants qui ont accepté les fonctions de membre du Jury international sont, par ce seul fait, mis hors de concours pour les récompenses.

Les exposants adjoints à un *Jury de classe*, à titre d'associés ou d'experts, sont également exclus du concours, en ce qui concerne les produits de la classe où ils sont appelés à donner leur avis.

Toutefois la Commission impériale se réserve d'autoriser certaines exceptions aux exclusions mentionnées dans les paragraphes précédents.

Art. 17. Les commissions étrangères sont invitées à désigner, auprès de chacun des *Jurys de classes*, des délégués chargés de fournir tous les renseignements de nature à éclairer le Jury en ce qui touche les exposants de leur pays. Le domicile de ces délégués devra être notifié à la Commission impériale avant le 20 mars 1867.

Les mêmes fonctions, pour la section française, sont remplies auprès de chaque *Jury de classe* par le comité d'admission correspondant.

Art. 18. Du 1er au 14 avril, chaque *Jury de classe* des groupes 2, 3, 4, 5, 6 et 10 procède à l'examen des produits et fait, sans distinction de nationalité, le classement des exposants qui lui paraissent dignes de récompense.

Le *Jury de classe* dresse ensuite la liste des exposants qui, par application de l'art. 16, se trouvent mis hors de concours, et propose les exceptions qu'il juge nécessaires.

Il classe enfin, sans distinction de nationalité, les collaborateurs, contre-maîtres et ouvriers qu'il croit devoir signaler, soit pour des services rendus à l'agriculture ou à l'industrie, soit pour leur participation à la production d'objets remarquables, figurant à l'Exposition.

Les listes de classement, revêtues de la signature des membres qui ont pris part au travail, seront déposées, par le rapporteur, au commissariat général, au plus tard le 14 avril 1867.

Les *Jurys de classes* des classes 52 et 95 fournissent seulement les renseignements nécessaires pour fixer le nombre des récompenses qu'il convient d'attribuer à ces classes et proposent les associés qui doivent les seconder pour l'examen permanent que réclame la nature des objets exposés.

Si un *Jury de classe* n'avait pas présenté, le 14 avril, les listes indiquées ci-dessus, la Commission impériale pourvoirait d'office à l'établissement de ces listes.

Art. 19. Du 1er au 14 avril, chaque *Jury de classe* des groupes 7, 8 et 9 dresse la liste des associés dont il demande l'adjonction pour l'examen successif des produits pendant la durée de l'Exposition, et fournit les renseignements nécessaires pour fixer le nombre des récompenses.

Art. 20. Les présidents et rapporteurs des *Jurys de classes* sont les membres des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Jurys de groupes; les présidents sont, en cas d'absence, remplacés par les vice-présidents.

Un président et deux vice-présidents sont nommés, en dehors de ces membres, pour chaque *Jury de groupe.*

La répartition des présidents et vice-présidents des *Jurys de groupes* entre les différentes nations est fixée par le tableau B annexé au présent règlement (colonnes *b* et *c*).

Conformément à l'article 3, les présidents et vice-présidents français sont nommés directement par la Commission impériale; les étrangers sont désignés par les commissions nationales étrangères.

Le secrétaire de chaque *Jury de groupe* est nommé par la Commission impériale.

Art. 21. Du 15 au 28 avril, chaque *Jury de groupe* des groupes 2, 3, 4, 5, 6 et 10 examine les réclamations qui sont de sa compétence, arrête les listes de classement dressées par les *Jurys de classes*, et inscrit en regard de chaque nom la récompense qu'il propose d'accorder.

Pour les classes 52 et 95, il arrête seulement le nombre des récompenses.

Il s'adjoint successivement chaque *Jury de classe*, pour les délibérations qui le concernent. Les membres ainsi adjoints ont voix délibérative.

Ces premières opérations des *Jurys de groupes* doivent être terminées et le résultat doit en être remis au commissariat général le 28 avril au plus tard. Si les travaux ne sont pas achevés dans ce délai, la Commission impériale y pourvoit d'urgence.

Art. 22. Du 15 au 28 avril, chaque *Jury de groupe* des groupes 7, 8 et 9 arrête les listes d'associés dressées par les *Jurys de classes*, et remet au Commissariat général les propositions relatives au nombre de récompenses qu'il convient d'attribuer à chaque classe.

Art. 23. Les présidents et vice-présidents des *Jurys de groupes* sont appelés à constituer le *Conseil supérieur* du Jury.

La présidence de ce Conseil appartient à l'un des vice-présidents de la Commission impériale.

Les fonctions de secrétaire sont remplies par le secrétaire et le secrétaire adjoint de la Commission impériale.

Art. 24. Du 29 avril au 5 mai, le *Conseil supérieur* répartit entre les divers groupes le nombre total des récompenses.

Le Conseil peut, s'il paraît utile d'augmenter le nombre des médailles, proposer à la Commission impériale de prélever, à cet effet, 50,000 francs, au maximum, sur la somme affectée aux grands prix et aux allocations en argent.

Ces travaux du *Conseil supérieur* doivent être terminés le 5 mai au plus tard.

Art. 25. Un rapport sur l'Exposition des produits de l'agriculture et de l'industrie sera publié sous la direction et la surveillance d'un comité dont les membres seront nommés par la Commission impériale, sur la proposition du Conseil supérieur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 26. Du 6 au 12 mai, chacun des *Jurys de groupes* mentionnés à l'art. 21 répartit entre les classes qui le concernent les récompenses fixées par le *Conseil supérieur*.

Le résultat de ce travail est remis au Commissariat général le 14 mai au plus tard.

Art. 27. Pendant toute la durée de l'Exposition, la Commission impériale nomme tous les quinze jours les associés temporaires chargés de seconder les *Jurys de classes* dans l'examen des produits, procédés ou instruments de travail des classes 67 à 88, présentés à l'Exposition pour le concours de la quinzaine correspondante.

Ces associés sont choisis d'après les listes arrêtées conformément à l'article 22.

Dès le second jour de chaque quinzaine, chaque comité temporaire, formé des jurés et des associés, classe les exposants, collaborateurs et ouvriers qu'il juge dignes de récompenses, et les range en quatre catégories, sous les titres : premiers prix, seconds prix, troisièmes prix, mentions honorables, de concours partiel. Cette liste pourra être immédiatement rendue publique.

Art. 28. Du 15 au 20 octobre, les *Jurys de groupes* des groupes 7, 8 et 9, d'après les relevés des prix et des mentions honorables attribués par les comités temporaires, en conformité de l'article précédent, dressent pour chaque classe la liste d'ensemble des exposants, ainsi que celle des collaborateurs et ouvriers, et décernent les récompenses que le *Conseil supérieur* a mises à leur disposition.

Le diplôme porte un rappel des prix et mentions que les divers comités temporaires ont attribués au lauréat pendant la durée de l'Exposition.

Art. 29.— Les *Jurys de classes* des classes 52 et 95 présentent le 20 octobre au plus tard, à la Commission impériale, les propositions relatives aux récompenses que le *Jury de groupe* leur a réservées.

La Commission impériale statue immédiatement sur ces propositions.

TITRE IV.

Dispositions spéciales concernant un nouvel ordre de récompenses.

Art. 30. Un ordre distinct de récompenses est créé en faveur des personnes, des établissements ou des localités qui, par une organisation ou des institutions spéciales, ont développé la bonne harmonie entre tous ceux qui coopèrent aux mêmes travaux, et ont assuré aux ouvriers le bien-être matériel, moral et intellectuel.

Ces récompenses comprennent dix prix d'une valeur totale de 100,000 francs, et vingt mentions honorables.

Un grand prix indivisible de 100,000 francs pourra être, en outre, décerné à la personne, l'établissement ou la localité qui se distinguerait, sous ce rapport, par une supériorité hors ligne.

Art. 31. Un Jury spécial apprécie les mérites qui sont signalés pour cet ordre de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

récompenses et détermine la quotité des prix et la forme sous laquelle ils sont décernés.

La présidence de ce Jury appartient à l'un des vice-présidents de la Commission impériale.

Le nombre total des membres est fixé à vingt-cinq, y compris le président.

La répartition entre les diverses nations est fixée dans le tableau B (colonne *e*).

Les fonctions de secrétaire sont remplies par le secrétaire de la Commission impériale.

Art. 32. A défaut de nomination notifiée avant le 1er décembre 1866, conformément à l'article 3, la Commission impériale choisit les jurés étrangers parmi les personnes accréditées auprès d'elle par les divers gouvernements.

Art. 33. Le nombre des membres présents, nécessaire pour rendre valables les décisions du Jury, est fixé à dix-huit. Les prix et les mentions honorables sont attribués à la majorité des voix. Le grand prix ne peut être décerné qu'à la majorité des deux tiers

Art. 34. Les demandes et documents destinés à signaler, pour le nouvel ordre de récompenses, une personne, un établissement ou une localité, doivent être adressés, avant le 1er décembre 1866, au Conseiller d'État, Commissaire général.

Art. 35. Le Jury tient une première session le 1er décembre 1866, afin d'arrêter les règles à suivre pour l'instruction des demandes et de commencer leur examen.

Art. 36. Dans une seconde et dernière session, du 15 avril au 14 mai 1867, le Jury arrête définitivement la répartition et la destination des prix. Ces prix sont distribués en même temps que les autres récompenses, le 1er juillet 1867.

Fait et délibéré par la Commisssion impériale le 7 juin 1866.

Le Ministre d'État, Vice-Président,

E. ROUHER.

Le Secrétaire,

E. B. DE CHANCOURTOIS.

Pour ampliation :

Le Conseiller d'État, Commissaire général,

F. LE PLAY.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PIÈCES ANNEXÉES

AU RÈGLEMENT FIXANT LA NATURE DES RÉCOMPENSES ET ORGANISANT LES JURYS CHARGÉS DE LES RÉPARTIR.

TABLEAU A.

Nombres des membres français et étrangers dans chaque subdivision du Jury international.

GROUPES ET CLASSES. (Voir le système de classification annexé au Règlement général.)	NOMBRES des membres par classe. Français.	Étrangers.	Ensemble.	NOMBRES des membres par séries de classes. Français.	Étrangers.	Ensemble.	NOMBRES totaux. Français.	Étrangers.	Ensemble.
Jury des beaux-arts. (TITRE II.)									
Sections du Jury et Jury de groupe.									
1er groupe.. 1re Section, classes 1 et 2 réunies				12	14	26			
2e Section, classe 3	7	8	15	7	8	15			
3e Section, classe 4; 4e section classe 5	5	6	11	10	12	22			
Classes 1 à 5							29	34	63
Président du Jury de groupe							1		1
Jury de l'agriculture et de l'industrie. (TITRE III.)									
Jury de classe.									
2e groupe.. Classes 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 13	2	3	5	14	21	35			
Classe 12	3	4	7	3	4	7			
Classes 6 à 13							17	25	42
3e groupe.. Classes 14, 16, 17, 18, 22, 24 et 26	2	3	5	14	21	35			
Classes 15, 19, 20, 21, 23 et 25	2	2	4	12	12	24			
Classes 14 à 26							26	33	59
4e groupe.. Classes 27, 28, 29, 30, 31, 33 et 34	3	4	7	21	28	49			
Classes 32, 36, 37, 38 et 39	2	2	4	10	10	20			
Classe 35	5	5	10	5	5	10			
Classes 27 à 39							36	43	79
5e groupe.. Classes 40, 43 et 44	3	4	7	9	12	21			
Classes 41 et 46	2	2	4	4	4	8			
Classes 42 et 45	2	3	5	4	6	10			
Classes 40 à 46							17	22	39
6e groupe.. Classes 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 59, 63 et 65	3	3	6	33	33	66			
Classes 49, 60, 61, 62, 64 et 66	2	2	4	12	12	24			
Classes 55, 57 et 58	2	3	5	6	9	15			
Classes 47 à 66							51	54	105
7e groupe.. Classes 67, 68, 69, 70, 71, 72 et 73	2	2	4	14	14	28			
Classes 67 à 73							14	14	28
8e groupe.. Classes 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81 et 82	2	2	4	18	18	36			
Classes 74 à 82							18	18	36
9e groupe.. Classes 83, 84, 85, 86, 87 et 88	2	2	4	12	12	24			
Classes 83 à 88							12	12	24
10e groupe.. Classes 89, 90 et 95	3	4	7	9	12	21			
Classe 91	4	5	9	4	5	9			
Classes 92, 93 et 94	2	2	4	6	6	12			
Classes 89 à 95							19	23	42
Total des membres des Jurys de classes				239	278	517			
Jury de groupe.									
2e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 8 Jurys de classes				»	»	16			
3e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 13 Id.				»	»	26			
4e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 13 Id.				»	»	26			
5e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 7 Id.				»	»	14			
6e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 20 Id.				»	»	40			
7e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 7 Id.				»	»	14			
8e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 9 Id.				»	»	18			
9e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 6 Id.				»	»	12			
10e groupe.. Membres : les présidents et rapporteurs des 7 Id.				»	»	14			
Vice-présidents des 9 Jurys de groupes				7	11	18	7	11	18
Présidents des 9 Jurys de groupes				4	5	9	4	5	9
Conseil supérieur.									
Groupes 2 à 10. Membres. — Les présidents et vice-présidents des 9 Jurys de groupes.				11	16	27			
Président. — L'un des vice-présidents de la Commission impériale				1		1			
Jury spécial du nouvel ordre de récompenses. (TITRE IV.)									
Membres							8	16	24
Président. — L'un des vice-présidents de la Commission impériale							1		1
Totaux							260	310	570
Réserve									30
Total général									600

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU B.

Répartition des membres du Jury international entre les différents États, basée sur les espaces que ces États occupent dans l'Exposition.

DÉSIGNATION DES ÉTATS. (Rangés suivant l'ordre des emplacements occupés dans le Palais du Champ de Mars.)	JURYS DES BEAUX-ARTS, de l'agriculture et de l'industrie. (Titres II et III.)				JURY spécial du nouvel ordre de récompenses instituées au titre IV.	TOTAL par État.
	Membres des Jurys de classes.	Présidents des Jurys de groupes.	Vice-présidents des Jurys de groupes.	Total par Etat.		
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
Empire français	239	5	7	251	9	260
Royaume des Pays-Bas	4	»	»	4	* (1)	4
Royaume de Belgique	23	»	1	24	1 (1)	25
Royaume de Prusse	27	1	1	29	1	30
États secondaires de l'Allemagne	27	1	1	29	1	30
Empire d'Autriche	27	1	1	29	1	30
Confédération suisse	10	»	1	11	1	12
Royaume d'Espagne	7	»	»	7	1 (2)	8
Royaume de Portugal	4	»	»	4	* (2)	4
Royaume de Grèce	4	»	»	4	* (2)	4
Royaume de Danemark	3	»	»	3	* (3)	3
Royaumes unis de Suède et de Norwége	8	»	»	8	1 (3)	9
Empire de Russie	11	»	1	12	1	13
Royaume d'Italie	20	»	1	21	1 (4)	22
États pontificaux	1	»	»	1	* (4)	1
Principautés roumaines	1	»	»	1	* (5)	1
Empire Ottoman	5	»	»	5	1 (5)	6
Vice-royauté d'Égypte	1	»	»	1	* (5)	1
États divers de l'Asie	2	»	»	2	1	3
Royaume de Perse	1	»	»	1	* (5)	1
États divers de l'Afrique et de l'Océanie	2	»	»	2	* (5)	2
États-Unis d'Amérique	8	»	1	9	1	10
États divers de l'Amérique	5	»	»	5	1	6
Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande	77	2	3	82	3	85
Totaux	517	10	18	545	25	570
Réserve						30
Total général						600

e Les astérisques avec numéros de renvoi indiquent les groupements de pays que l'on a dû faire pour ne pas dépasser le nombre de 25 dans la désignation des jurés pour le nouvel ordre de récompenses. L'attribution du juré au pays le plus largement représenté n'est faite ici que pour ordre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU C.

Récapitulation des époques fixées pour la nomination et les travaux du Jury international.

NATURE DES OPÉRATIONS.	ÉPOQUES FIXÉES.
Nomination des membres du Jury international. (Article 3) : membres des *Jurys de classes* (articles 8 et 13); présidents et vice-présidents des *Jurys de groupes* (articles 9 et 20); membres du *Jury spécial* (articles 31 et 32)	Avant le 1er décembre 1866.
Ouverture de la première session du *Jury spécial* du nouvel ordre de récompenses (article 35)	Le 1er décembre.
Désignation des délégués étrangers auprès des *Jurys de classes* (article 17)	Avant le 20 mars 1867.
Ouverture des opérations des *Jurys de classes*, coïncidant avec l'ouverture de l'Exposition (articles 4, 14 et 18)	Le 1er avril 1867.
Election des rapporteurs des *Jurys de classes* (article 14)	Avant le 10 avril.
Clôture des opérations des *Jurys de classes* de l'agriculture et de l'industrie, et remise des listes de classement par les rapporteurs (article 18)	Au plus tard le 14 avril.
Ouverture des opérations des *Jurys de groupes* de l'agriculture et de l'industrie (article 21)	Le 15 avril.
Ouverture de la deuxième session du *Jury spécial* du nouvel ordre de récompenses (article 36)	Le 15 avril.
Clôture des premières opérations des *Jurys de groupes* de l'agriculture et de l'industrie, et remise des listes de classement arrêtées, avec l'indication des récompenses proposées (articles 21 et 22)	Au plus tard le 28 avril.
Ouverture de la session du *conseil supérieur* de l'agriculture et de l'industrie (article 24)	Le 29 avril.
Clôture des opérations du *Conseil supérieur* pour la répartition du nombre total des récompenses entre les neuf groupes (article 24)	Le 5 mai.
Ouverture de la deuxième session des *Jurys de groupes* de l'agriculture et de l'industrie (article 26)	Le 6 mai.
Clôture des opérations des *Jurys de groupes* pour la répartition des récompenses entre les classes (article 26)	Le 12 mai.
Remise des résultats de la répartition définitive de toutes les récompenses au Commissariat général (titres II, III et IV)	Au plus tard le 14 mai.
Distribution solennelle des récompenses (article 5)	Le 1er juillet 1867.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Procédé d'extraction du sucre de betterave par voie de congélation, par M. Alvaro Reynoso. — Ce procédé a été présenté par M. Payen, dans une des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture.

Rappelant les tentatives faites dans la même voie par M. Dubrunfaut, M. Payen a indiqué d'abord la théorie positive sur laquelle cet habile manufacturier avait basé ses recherches expérimentales ; mais alors le simple égouttage des menus glaçons d'eau

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

congelée était trop lent pour prévenir la dissolution partielle du sirop, et le maintien prolongé d'une température suffisamment basse était trop dispendieux.

« M. Alvaro Reynoso, continue M. Payen, a pensé qu'il pourrait remédier à ces inconvénients, d'une part en employant la méthode et les appareils de M. Carré pour obtenir avec économie la congélation du jus, et d'autre part en effectuant un égouttage forcé et rapide dans la turbine Seyrig. Il lui a semblé que le procédé de congélation Carré ayant pu être appliqué avec succès au traitement des eaux mères des salines, en vue d'obtenir, par voie de double décomposition et de cristallisation, du sulfate de soude, puis une quantité moindre d'un sel double (chlorure de potassium et de magnésium), produits dont l'ensemble a une valeur plus faible que celle du sucre, ce dernier pourrait être, à plus forte raison, extrait économiquement par la congélation.

« M. Alvaro Reynoso, s'appuyant d'ailleurs sur ce fait que dans les appareils usuels 1 kilogramme de houille évapore 7 à 8 kilogrammes d'eau, tandis que la même quantité de combustible peut, en moyenne, fournir 12 kilogrammes de glace, il en a conclu que, théoriquement du moins, la concentration du jus par voie de congélation serait plus économique que par évaporation. »

M. Payen a fait remarquer que, si cette méthode réussissait, son adoption permettrait d'avoir moins à redouter les fermentations qui, dans les procédés ordinaires, donnent souvent lieu à l'intervention du sucre dans les jus et sirops, et, par suite, à des déperditions notables.

M. Alvaro Reynoso, essayant de réaliser ses vues, a constaté que des jus de betterave marquant à peine 6 degrés à l'aréomètre Baumé, soumis à la congélation, puis à un rapide égouttage forcé, pouvaient donner des sirops marquant 25 degrés à l'aréomètre Baumé, et que les mêmes cristaux de glace soumis immédiatement à une forte pression sous la presse hydraulique s'agglomeraient en une masse solide.

(*Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture.*)

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 30 *mai* 1866.

Présidence de M. le sénateur *Dumas*, Président.

CORRESPONDANCE. — M. *Labrousse* (Charles) — envoie un exemplaire de son *Traité du touage sur chaîne noyée* et demande que la Société veuille bien se faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rendre compte de cet ouvrage, en appelant plus spécialement l'attention sur divers points indiqués dans la lettre d'envoi. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Molard*, constructeur-mécanicien, membre de la Société,à Lunéville. — Tiroir rotatif à détente variable. (Renvoi au même comité.)

M. *Chrétien*, boulevard Richard-Lenoir, 150, — demande l'examen de ses grues à vapeur locomobiles. (Renvoi au même comité.)

M. *Dalhoff*, rue de Bondy, 32, — communique des machines à tailler les limes et à raboter les métaux. (Renvoi au même comité.)

M. *Ball*, boulevard Malesherbes, 41,—demande l'examen des chaudières Field, dont il propose l'emploi. (Renvoi au même comité.)

M. *Buan*, rue de Chabrol, 38 *bis*, à la Chapelle, — présente le modèle d'une machine à égrener le coton. (Renvoi au même comité.)

M. *Guiot*, rue Racine, 2, — propose un frein pour arrêter les convois de chemins de fer, en cas d'accident. (Renvoi au même comité.)

M. *Jonveaux* (Émile)—fait hommage à la Société de sa notice sur M. *Cavé* (François), mécanicien, membre du Conseil d'administration de la Société.

M^me^ veuve *Petit* — présente à la Société le *Traité d'astronomie* que M. *Petit*, astronome, directeur de l'observatoire de Toulouse, avait préparé et qui vient d'être publié après sa mort. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. le *Président* — recommande cet ouvrage d'une manière spéciale à l'attention du comité.

La Société industrielle de Mulhouse adresse le *Programme de l'École supérieure de commerce* fondée dans cette ville sous son patronage.

Rapports des comités.—M. *Le Roux* lit, au nom du comité des arts mécaniques, deux rapports de M. *Herpin*, dont les conclusions, consistant en des remercîments à faire aux auteurs et en l'insertion des rapports au *Bulletin*, sont adoptées par le Conseil :

1° Pour des instruments destinés à tailler et bâtir les chemises, présentés par M. *Claude* (Stanislas) ;

2° Pour des instruments du même genre, inventés par M. *Grootaert*, pour régulariser et faciliter la coupe des chaussures.

Nomination de membres. — M. *des Fayères* (le comte), candidat pour une place de membre adjoint à la commission des fonds, est nommé, à l'unanimité, membre de la Société, sur la proposition spéciale de M. le *Président*.

Sont aussi nommés membres de la Société :

MM. *Haffner*, fabricant de coffres-forts, à Paris;

Ronnelle, architecte, à Cambray;

Marguera, teneur de livres, à Paris.

Le Conseil se forme en comité secret.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 13 juin 1866.

Présidence de M. le sénateur ***Dumas***, Président.

CORRESPONDANCE. — M. le ***Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics*** envoie à la Société une ampliation du décret portant organisation des Écoles impériales d'arts et métiers, qui dispense pour l'avenir la Société du soin de distribuer des bourses à ces écoles, cette faveur n'étant plus donnée au concours, mais par des décisions ministérielles.

M. ***Figuier*** (Louis) adresse à la Société la dixième année de l'***Année scientifique*** et la table des dix années précédentes. Il adresse en même temps les deux premières livraisons de l'ouvrage qu'il publie sous le titre de ***Merveilles de la science***, et il demande l'envoi du ***Bulletin*** de la Société en échange de cet ouvrage qui paraîtra périodiquement. (Renvoi à la commission du ***Bulletin***.)

M. ***Flamm***, à Phlin (Meurthe), — demande qu'en visitant les ateliers de MM. Maréchal, à Metz, la Société fasse visiter sa fabrique d'aiguilles et son compositeur typographe-mécanique. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. ***Monnet***, rue Notre-Dame-des-Victoires, 40. —***Para-feu***, appareil pour empêcher l'incendie des tuyaux de cheminées. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. ***Piret***, rue Saint-Marc-Feydeau, 6.—Hélicoïde à eau pour lubrifier les axes tournants. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. ***Morel***, rue de Nemours, 14, — envoie un appareil fumivore. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. ***Fronteau***, au Mans. — Nouveau système de robinets évitant les coups de bélier. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. ***Soulié*** (Émile), ingénieur civil, membre de la Société, fait hommage d'une brochure qu'il vient de publier, ***sur les gisements des métaux précieux des États et du territoire du Pacifique***.

Nouveau portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer, par MM. ***Perdonnet*** (Auguste), ***Polonceau*** (Camille) et ***Flachat*** (Eugène).

M. ***Collonge*** adresse à la Société la collection des dix volumes, parus jusqu'à ce jour, du journal ***la Science pour tous***, dont il est le propriétaire-éditeur. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. ***Alcan***, membre du Conseil, présente à la Société l'ouvrage qu'il vient de publier sur l'***art du tissage des laines***. Il expose brièvement la division de cet ouvrage, et la manière dont ont été traitées les diverses parties dont il se compose.

Le Conseil remercie M. ***Alcan*** de cette présentation et le félicite d'avoir entrepris et terminé ce grand travail, qui est si utile en ce moment à l'industrie française. (Une note spéciale paraîtra à ce sujet dans le ***Bulletin***.)

NOMINATION DE MEMBRES ADJOINTS DANS LES COMITÉS. — Quatre scrutins sont successi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vement ouverts pour la nomination d'un membre adjoint dans chacun des comités suivants: commission des fonds, comités des arts économiques, d'agriculture et du commerce.

En vertu des résultats donnés par le dépouillement des votes, M. le *Président* proclame membres adjoints dans :

1° La commission des fonds, — M. *Rabreau*, négociant;

2° Le comité des arts économiques, — M. *Bouilhet*, manufacturier;

3° Le comité d'agriculture, — M. *Bella*, directeur de l'École de Grignon ;

4° Le comité de commerce, — M. *Say* (Léon), administrateur du chemin de fer du Nord.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Statuettes en terre cuite.* — M. A. Barre lit, au nom de la commission des beaux-arts, un rapport sur les statuettes en terre cuite présentées par M. *Blot* (Eugène), statuaire, à Boulogne-sur-Mer. Il propose de remercier l'auteur de cette communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Voir plus haut, p. 394.)

Câbles télégraphiques. — M. le comte *du Moncel* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les spécimens de câbles sous-marins et souterrains présentés par M. *Rattier*, qui a fondé, en France, cette industrie. Il propose de remercier M. *Rattier* de cette communication et d'insérer le rapport dans le *Bulletin* (Adopté.)

Cartouches de fusil.—M. Laboulaye lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les perfectionnements apportés par M. Chaudun à ses cartouches. Il demande que des remercîments soient adressés à l'auteur de cette communication, et que le rapport soit inséré au *Bulletin*. (Adopté.)

COMMUNICATIONS. — M. *Brongniart*, membre du Conseil, lit une notice sur les serres de la ville de Paris, au bois de Boulogne, au sujet de la visite que le Conseil d'administration a faite il y a quelques mois dans cet établissement.

Le Conseil remercie M. *Brongniart* de cette intéressante communication, et décide que ce mémoire sera imprimé dans le *Bulletin*. (Voir plus haut, p. 394.)

M. *Serrin*, membre de la Société, expose les nouveaux perfectionnements qu'il a apportés à ses régulateurs de la lumière électrique employés au phare de la Hève, près du Havre. (Renvoi au comité des arts économiques.)

NOMINATION DE MEMBRES.—M. *Leméant*, propriétaire, est nommé membre de la Société.

Séance du 27 juin 1866.

Présidence de M. *Balard*, vice-président.

CORRESPONDANCE.—M^me^ veuve *Massiou*, avenue de Clichy, 16.— Lit mécanique pour les malades et blessés. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Baudet*, boulevard Saint-Denis, 26. — Système de clef indiquant si la serrure est ouverte ou fermée. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Tailbouis*, manufacturier, à Saint-Just-en-Chaussée (Oise), demande l'examen de ses machines pour la fabrication de la bonneterie. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

MM. *Beliard* et *Monnier*, rue des Écuries-d'Artois, 5.—Toiles métalliques articulées.— Demande d'une annuité de brevet. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Serrin*, membre de la Société, envoie une note descriptive des améliorations de ses appareils pour la lumière électrique, dont il a entretenu la Société à la dernière séance. (Renvoi au même comité.)

M. *Abouly*, rue Domat, 1. — Machine à tailler les talons de chaussures, limer les clous et polir les semelles. — Demande d'une annuité de brevet. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Filleul*, passage des Thermopyles, 35, à Plaisance. — Appareil à patiner sur l'eau. (Renvoi au même comité.)

M. *Groult*, rue Sainte-Appoline, fabricant de farines et pâtes alimentaires, demande un nouvel examen des procédés qu'il emploie, et envoie des échantillons de ses produits. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* adresse deux exemplaires du n° 12 du *Catalogue des brevets d'invention* et deux exemplaires du n° 1 du même catalogue pour 1866.

MM. *Vallée*, rue de Vaugirard, 104, et *Achille Brachet*, rue Mouton-Duvernet, 11, à Montrouge. — Note sur l'emploi des milieux fluorescents dans les appareils pour l'éclairage électrique. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Fichet*, rue de Richelieu, 43. — Réclamation au sujet de la présentation de coffres-forts mettant à l'abri de l'incendie les valeurs qu'ils contiennent. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

MM. *Limet*, *Lappareillé* et comp., boulevard Richard-Lenoir, 134, demandent à la Société de faire examiner leurs procédés pour la fabrication de limes, d'outils et de grands aimants pour l'électro-magnétisme. (Renvoi au même comité.)

M. *Léon*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, fait hommage à la Société d'une brochure sur la législation douanière des céréales. (Renvoi aux comités d'agriculture et de commerce.)

M. le *Président* fait ensuite connaître à la Société une communication faite par MM. *Guillou* fils et *Thorailler*, fabricants de papiers peints. Ces industriels sont parvenus, par divers procédés mécaniques et industriels, à fabriquer des papiers peints très-ornés et de couleurs solides à des prix très-réduits. (Renvoi aux comités des arts mécaniques et des arts chimiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Apprêtage des chapeaux.* — M. *Bois* (Victor) lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport fait par M. *Laboulaye* sur les procédés employés par M. *Mathias* pour l'apprêtage des chapeaux de paille. M. le rapporteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

propose de remercier l'auteur de cette communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

Machine à air chaud. — M. *Tresca* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur la nouvelle machine à air chaud de M. *Belou*, communiquée par M. *Auzoux* et comp. Après un examen détaillé de cette machine remarquable et des recherches sur le prix de la force qu'elle produit, M. le rapporteur conclut en demandant que MM. *Belou*, *Auzoux* et comp. soient remerciés par la Société pour la communication qu'ils lui ont donnée de cette machine, et que le rapport et les dessins qui ont été remis pour lui être annexés soient insérés dans le *Bulletin*. (Adopté.)

Travail de la laine peignée. — M. *Alcan* lit, au nom du même comité, un rapport sur les perfectionnements apportés par M. *Wulverick* dans le travail de la laine peignée. Il conclut en demandant que M. *Wulverick* soit remercié de sa communication et que le rapport soit inséré au *Bulletin* avec une figure représentant l'addition faite, dans cette fabrique, à la peigneuse Heilmann. (Adopté.)

Longimètre.—M. *Benoît* lit, au nom du même comité, un rapport sur le *longimètre* de M. *Sanguet*, appareil pour la mesure des longueurs. Le rapporteur propose de remercier l'auteur de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

Pendule-régulateur. — M. *Duméry* lit, au nom du même comité, un rapport sur la pendule-régulateur, suivant un nouveau système présenté par M. *Bosio*. Le rapporteur propose : 1° de remercier l'auteur de sa communication; 2° d'insérer le rapport au *Bulletin*, avec dessins; 3° d'accorder 500 exemplaires du rapport à l'auteur. (Adopté.)

NOMINATION DE MEMBRES ADJOINTS AUX COMITÉS. — Trois scrutins sont successivement ouverts pour la nomination d'un membre adjoint dans chacun des comités suivants : commission des fonds, comité d'agriculture et comité de commerce.

En vertu des résultats donnés par le dépouillement des votes, M. le *Président* proclame membres adjoints dans :

1° La commission des fonds, — M. le comte *des Fayères*, ancien secrétaire d'ambassade;

2° Le comité d'agriculture,—M. *Tisserand*, chef de division au Ministère de la maison de l'Empereur;

3° Le comité de commerce,—M. *Legentil* fils, membre du conseil des arts et manufactures.

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Ball* (Charles), ingénieur civil, et M. *Porlier*, chef de bureau au Ministère de l'agriculture, sont nommés membres de la Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

La Société d'encouragement a reçu, dans les séances des 2, 16 et 31 mai, 13 et 27 juin, 11 et 25 juillet 1866, les ouvrages dont les titres suivent :

Ouvrages offerts à la Société.

ANNALES du commerce extérieur. Avril, mai, juin.
ANNALES de l'agriculture française. N^os^ 7 à 13.
ANNUAIRE de la Société météorologique de France. Feuilles 15 à 22.
ANNALES de la Société d'agriculture de la Loire. Livr. 3 et 4, 1865.
ANNALES des mines. 6^e^ livr. de 1865, et 1^re^ livr. de 1866.
BULLETIN du musée de l'industrie. Mars, avril, mai.
BULLETIN des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture. N^os^ 4, 5, 6.
BULLETIN de la Société française de photographie. Mars, avril, mai, juin.
BULLETIN de la Société protectrice des animaux. Avril, mai, juin.
BULLETIN de la Société industrielle de Mulhouse. Mars, avril, mai.
BULLETIN de la Société d'agriculture de la Drôme. N^os^ 8, 9.
BULLETIN de la Société de l'industrie minérale. Juillet, août, septembre 1865.
BREVETS d'invention. T. LII.
CATALOGUE des brevets d'invention. N° 12, 1865, et n° 1, 1866.
CULTIVATEUR de la Champagne (le). Mars, avril, mai, juin.
COMPTES RENDUS des séances hebdomadaires de l'Académie des sciences. N^os^ 16 à 26, 1^er^ semestre, et n^os^ 1, 2, 2^e^ semestre.
GÉNIE industriel (le), par MM. ARMENGAUD frères. Avril, mai, juin, juillet.
JOURNAL des fabricants de papier. N^os^ 8 à 13.
JOURNAL d'agriculture pratique. N^os^ 8 à 14.
JOURNAL des fabricants de sucre. N^os^ 1 à 13.
JOURNAL de la Société impériale et centrale d'horticulture. Avril, mai, juin.
JOURNAL d'éducation populaire. Avril, mai.
LA LUMIÈRE. N^os^ 8 à 13.
MONDES (les), par M. l'abbé MOIGNO. Livr. 16, 17, et livr. 1 à 12, t. II.
MONITEUR scientifique (le), par le docteur QUESNEVILLE. Livr. 224 à 230.
MONITEUR de la papeterie française (le). N^os^ 15 à 19.
MONITEUR d'hygiène et de salubrité publique, par M. A. CHEVALLIER fils. Mai, juin, juillet.
MÉMOIRES et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils. Janvier, février, mars 1866.
MERVEILLES de la science, par M. L. FIGUIER. Les trois 1^res^ séries.
NOUVEAU portefeuille de l'Ingénieur des chemins de fer, par MM. PERDONNET et A. FLACHAT. 14^e^ livr.
PROPRIÉTÉ industrielle (la). N^os^ 434 à 447.
PRESSE scientifique et industrielle des deux mondes (la). N^os^ 8 à 12, t. I^er^, et n° 1, t. II.
PROPAGATION industrielle (la). Avril, mai, juin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

REVUE universelle des mines, de la métallurgie, etc., sous la direction de M. CH. DE CUYPER. Janvier, février, mars, avril 1866.
REVUE générale de l'architecture et des travaux publics, par M. César DALY. Nos 9, 12.
TECHNOLOGISTE (le), par MM. MALEPEYRE et VASSEROT. Mai, juin, juillet.
REVUE agricole, industrielle, etc., de Valenciennes. Mars, avril, mai.
AMERICAN Artizan Journal. Nos 23 à 26.
AMERICAN Journal of science and arts. Janvier, mars.
INCORAGGIAMENTO (l'). Journal de physique et de chimie, publié par M. S. DE LUCA. Fasc. I.
JOURNAL of the Society of arts (the). Nos 700 à 713.
JOURNAL of the Franklin institute (the). Mai, juin.
GIORNALE di scienze naturali ed economiche. Fascicule III.
REVISTA de obras publicas. Nos 8 à 14.
POLYTECHNISCHES Journal von Dingler. Nos 1038 à 1045.
VERHANDLUNGEN des Berein. Novembre, décembre 1865, et janvier, février 1866.
PHOTOGRAPHIC Journal (the). Nos 169, 171.
ZEITSCHRIFT des Vereines deutscher Ingenieure. Cahiers 3 à 6.
WOCHENSCHRIFT des Niederosterreichischen. Nos 1 à 25, 1866.
ZEITSCHRIFT des Oesterreschischen Ingenieure. I à IV.
ENQUÊTE sur les engrais industriels. 2 volumes in-4°.
TRAITÉ du travail des laines par M. ALCAN. 2 volumes in-8° et un atlas.
TABLE générale des brevets d'invention des tomes XXI à XL. 4 vol. in-4°.
DE L'ÉCORÇAGE DU CHÊNE, de la production et de la consommation des écorces à tan, par M. Perrault, tanneur; br.
TRAITÉ d'optique photographique par M. MONCKHOVEN. 4 vol. in-12. MASSON et fils, éditeurs.
LE MURIER, ses avantages et son utilité dans l'industrie, par M. CABANIS. 1 vol. in-8°. DONNAUD, libraire-éditeur.

Abonnements.

ANNALES de chimie et de physique. Avril à juillet.
ANNALES des ponts et chaussées. Septembre à décembre 1865, et janvier, février 1866.
JOURNAL des économistes. Avril, mai, juin, juillet.
THE chemical News. Nos 331 à 345.
THE Mechanic's Magazine. Avril, mai, juin.
THE Technologist. Mai, juin, juillet.
THE Artizan. Mai, juin, juillet.
THE practical Mechanic's Journal. Mai, juin, juillet.

PARIS. — IMPR. DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

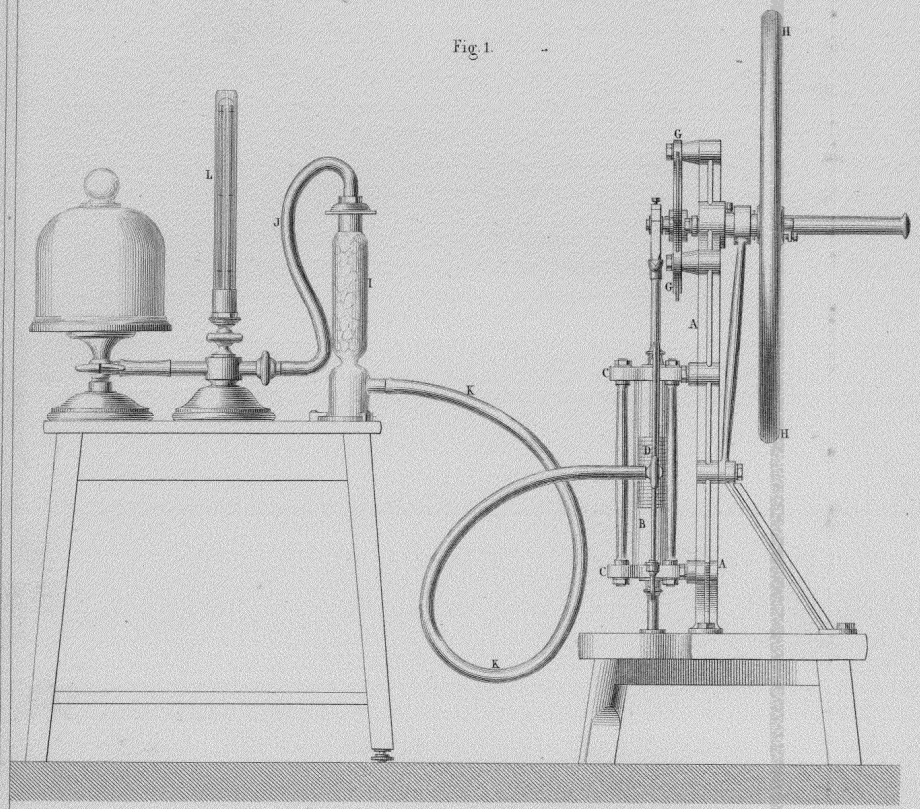


Fig. 2.

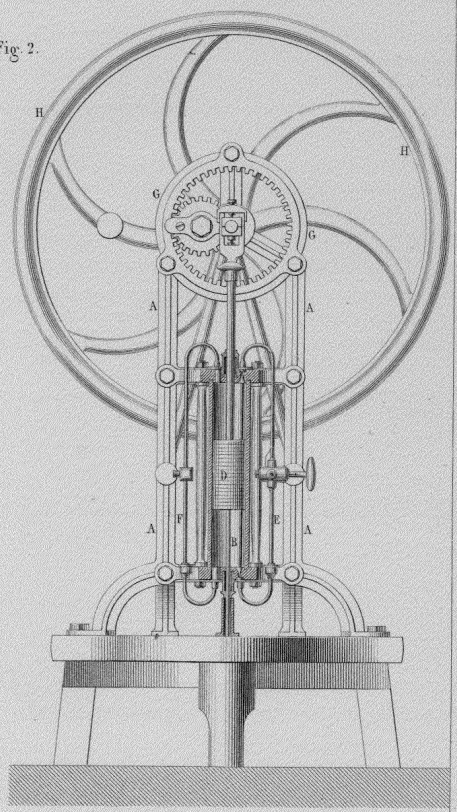


Fig. 3.

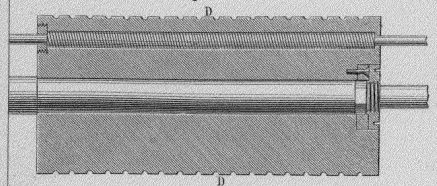


Fig. 4.

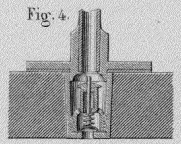
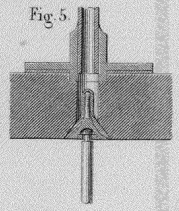


Fig. 5.



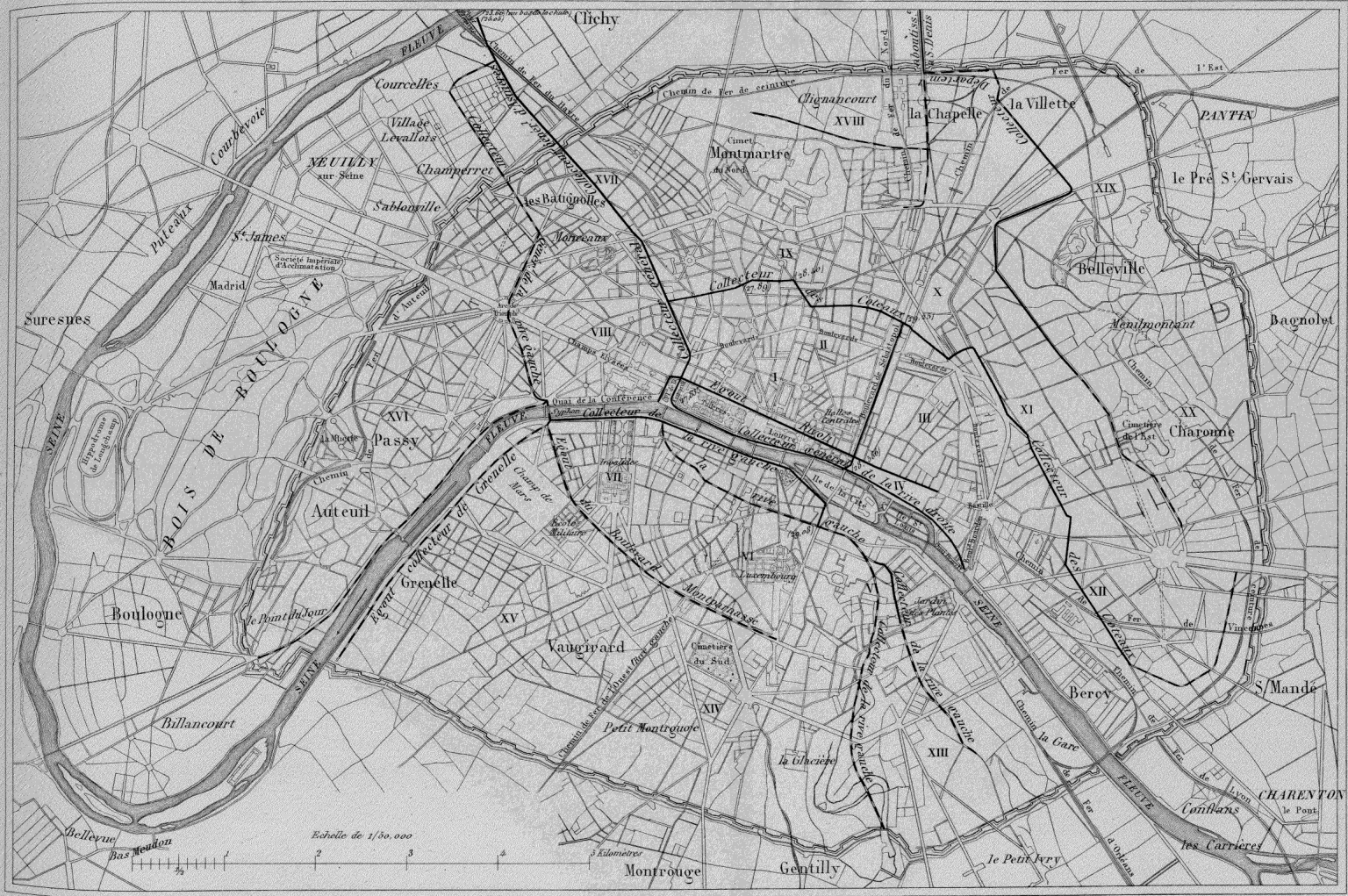


Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38. Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

MACHINE PNEUMATIQUE, PAR M. DELEUIL.

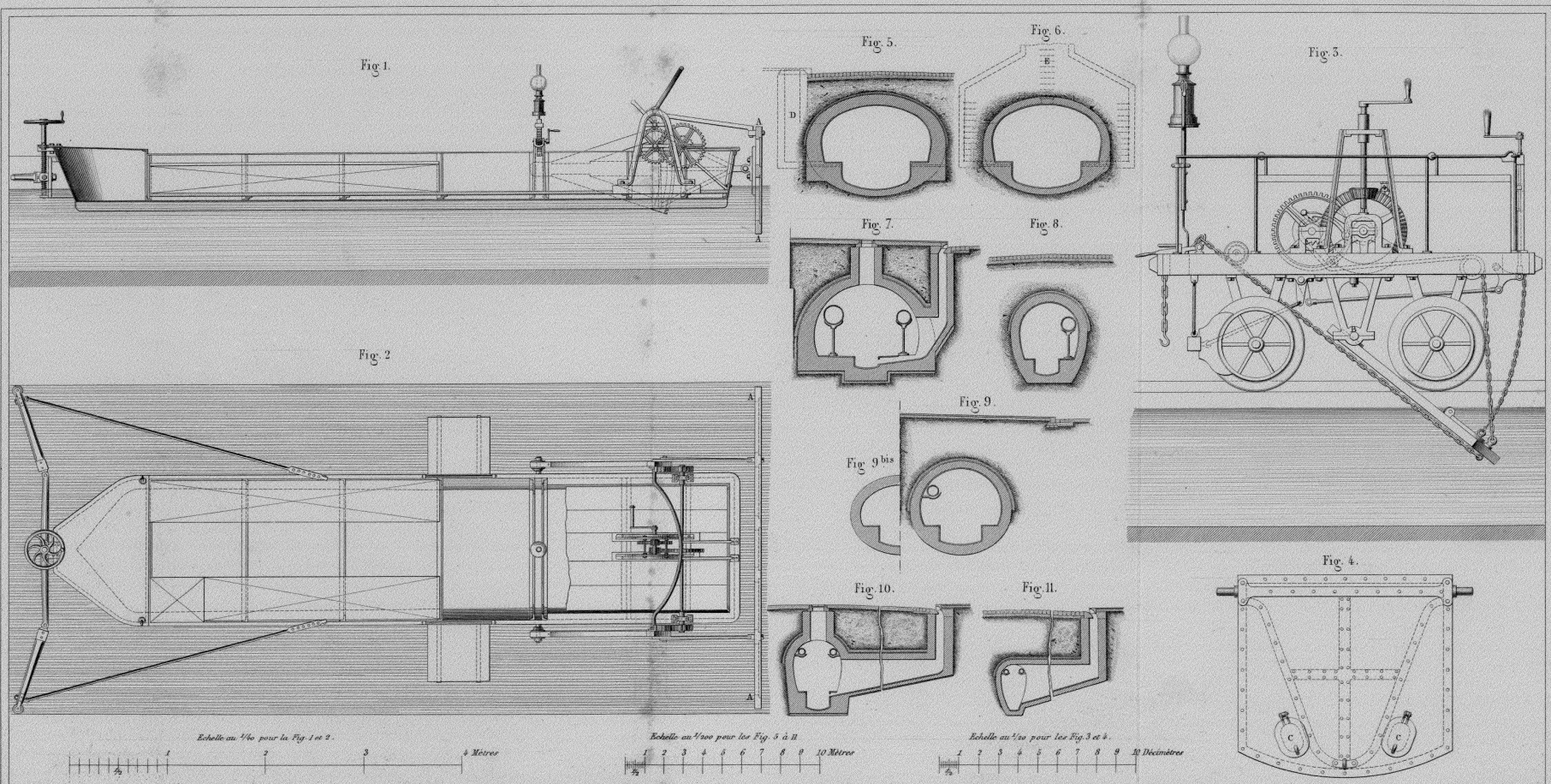
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris. Ad. Leblanc del et sc

PLAN D'ENSEMBLE DES GRANDS ÉGOUTS COLLECTEURS DE LA VILLE DE PARIS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lemoureux r. de Lacépède, 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc

BATEAU-VANNE ET WAGGON-VANNE DU SERVICE DES GRANDS ÉGOUTS DE PARIS ET PROFILS TYPES DE QUELQUES-UNS DE CES ÉGOUTS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Août 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

TISSUS.

RAPPORT *fait par M.* ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* FABRICATION DES TISSUS OUATÉS EN LAINE POUR TAPIS ET CHAUSSURES, *par* MM. IMBS *frères, de Brumath (Bas-Rhin).*

MM. Imbs frères, de Brumath (Bas-Rhin), sont les créateurs d'une industrie nouvelle qui a pour but de produire des étoffes spéciales auxquelles ils donnent le nom de *tissus de laine ouatés*. Leurs produits sont formés, en effet, d'un tissu plus ou moins épais et d'un certain nombre de nappes de laine cardée. La réunion entre l'étoffe et les surfaces filamenteuses a lieu par une couture ou espèce de piqûre à angle droit dans les deux sens de l'étoffe. Les fils de laine employés à cet assemblage remplissent en quelque sorte les fonctions de la chaîne et de la trame dans un tissu ordinaire. Une fois *bâti* de cette façon, le résultat possède une consistance suffisante pour être feutré par le foulage dans un système de machine à fouler quelconque. Si la composition des matières est convenablement combinée et le foulage opéré à point, il en résulte des lainages particulièrement propres à l'impression et à des usages spéciaux, et notamment à faire des tapis et des chaussures ou chaussons économiques. Ces destinations exigent des surfaces épaisses que ni le feutre ni les tissus ordinaires ne peuvent donner dans des conditions aussi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avantageuses. Le premier ne peut acquérir la consistance voulue qu'au détriment du moelleux, de la flexibilité de l'étoffe, de la netteté et de la solidité de l'impression ; les seconds exigent une homogénéité et une supériorité relative dans la qualité de la laine, qui en élèvent nécessairement le prix. Le procédé de fabrication employé par MM. Imbs, ayant pour but de capitonner un tissu léger, permet, comme dans tous les ouvrages de cette sorte, de loger toutes espèces de matières inférieures dans l'épaisseur de la surface. Les déchets de laine les plus communs et les plus courts, tout à fait impropres à la filature, des poils et des bourres ayant des propriétés peu tendres, peuvent être utilisés ici avec avantage sans nuire à l'apparence du produit. La valeur de la matière première, qui entre, d'ordinaire, pour une si forte proportion dans ces sortes d'articles, peut donc être réduite, par ce procédé, à un minimum. L'économie résultant de ce chef aurait pu être neutralisée par le supplément de dépenses qu'ont occasionné le piquage ou la couture à la main, ou même par l'un des systèmes de machines à coudre ordinaires à une aiguille, en supposant qu'elle eût pu être utilisée à ce travail spécial. Aussi MM. Imbs ont-ils bientôt compris que le succès de cette industrie nouvelle dépendait de la création d'une machine à aiguilles multiples particulièrement appropriée à la couture de ces larges nappes, composée de la superposition d'un tissu à une masse spongieuse, afin de donner à l'ensemble une résistance suffisante pour pouvoir supporter le foulage dans un foulon ordinaire sans se désagréger. La machine que ces messieurs ont inventée à cet effet, et dont une vingtaine existent dans leurs établissements de Brumath et de Puteaux, fonctionne d'une façon remarquable.

Le principe en est simple : la surface, qui se compose d'un tissu mince placé au-dessus d'une nappe cardée, est amenée automatiquement, avec les ménagements voulus pour ne pas brouiller les filaments, par un appareil spécial, au-dessus d'une rangée d'aiguilles verticales, assemblées à une seule traverse, qui leur imprime le mouvement, simultanément et alternativement, de bas en haut et de haut en bas, à travers l'épaisseur de la surface à coudre. Chacune des aiguilles reçoit un fil de laine par une bobine correspondante. Ces aiguilles, d'une longueur suffisante, possèdent deux chas, l'un près de la pointe, et l'autre à une certaine distance de l'extrémité opposée, et sont creusées en gouttière entre ces deux orifices destinés au fil. A un moment donné, lorsque ces aiguilles, garnies chacune de leur fil, ont traversé l'étoffe de bas en haut, chacun de ces fils forme une boucle au-dessus de la surface à piquer. C'est dans l'ensemble de ces boucles parallèles entre elles que le fil

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

transversal remplissant les fonctions d'une trame est inséré, au moyen d'une tringle dirigée automatiquement et à l'extrémité de laquelle l'on attache une duite à chaque course. Les aiguilles, en opérant leur mouvement de haut en bas, serrent naturellement leurs boucles et fixent ce fil, qu'elles emprisonnent perpendiculairement à leur direction. Les mouvements d'arrêt, la marche de la nappe et l'enroulement régulier des tissus nécessaires au travail sont assurés par des transmissions de mouvements simples et ingénieuses, qui seront faciles à apprécier par l'examen d'un dessin et d'une légende. Nous nous bornerons à dire que votre comité des arts mécaniques a pu constater, dans sa visite à la fabrique de Puteaux, que ces machines nouvelles ne paraissent plus rien laisser à désirer au point de vue pratique et pour l'exécution d'étoffes qui n'ont pas moins de $2^{m},10$ de largeur et nécessitent le fonctionnement simultané de 300 aiguilles. Quant aux caractères spéciaux et avantageux des articles nouveaux, vous pouvez en juger, Messieurs, par les spécimens que vous avez sous les yeux et par la comparaison de leurs prix à ceux des chaussons et des tapis obtenus par les moyens ordinaires. A largeur égale, de $0^{m},70$, les prix de la vente en gros des divers tapis du commerce sont, en moyenne, les suivants : feutre, 3 fr. 90 le mètre; moquette doublée, 4 fr. 60; moquette veloutée, 7 fr. Ceux de MM. Imbs varient de 2 fr. 90 à 3 fr. 25, suivant leur composition et la richesse des dessins, et pèsent, en moyenne, 1 kilogr. au mètre, poids bien supérieur à celui des articles que nous venons de citer et qui ont besoin d'une thibaude, inutile aux articles nouveaux. Ce système de MM. Imbs a également l'avantage de pouvoir produire des tapis et des tentures d'une seule pièce avec des bordures dans les dimensions aussi étendues que les besoins des plus grands salons peuvent l'exiger sans entraîner à une augmentation sensible de prix.

Quant aux chaussons, dont la consommation atteint annuellement à des chiffres énormes et dont le prix moyen est de 1 fr. la paire, MM. Imbs les ont réduits à 75 centimes.

Ces réductions considérables, tant dans les prix des chaussures en laine que dans les tapis, ne sont-elles pas compensées par une infériorité dans la qualité des produits, et ceux-ci présentent-ils un avantage réel au consommateur? La réponse à cette question, qui se présente naturellement à l'esprit dans les faits de ce genre, se trouve, ce nous semble, dans le développement progressif de la consommation de ces articles. La consommation des chaus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sons, dont l'exploitation date de 1856, et dont la production était alors de 1,000 paires seulement, représentant une valeur de 750 fr., a été annuellement en progressant d'une manière régulière et a atteint, cette année, 313,000 paires d'une valeur de 234,000 fr., et 1,433,000 paires d'une valeur de 1,021,750 fr. en sept années. Quant à la fabrication des tapis, qui ne remonte qu'à trois ans, elle a atteint 61,000 mètres d'une valeur de 219,000 fr. dans le courant de cette année. Ces derniers chiffres, comparés à la dépense, relativement restreinte, qui se fait en France pour l'usage des tapis, démontrent que l'article nouveau a pris une place sérieuse dans la consommation, qui ne saurait manquer de s'étendre encore si l'on considère la supériorité de l'article sur les produits vendus aux mêmes prix par l'industrie anglaise, et qui avait jusqu'ici une prééminence économique.

MM. Imbs frères, par la création d'un produit spécial et des moyens particuliers pour le réaliser, et notamment par l'exécution d'une machine à coudre dans des conditions et sur des bases nouvelles, sont, par conséquent, les auteurs d'un progrès industriel intéressant, dont l'idée première leur a été fournie par l'un des lauréats de la Société d'encouragement, par M. *François Durand*. L'invention que ce dernier a fait breveter en 1856 repose sur l'idée de faire des surfaces propres au feutrage par le foulage de nappes consolidées par la couture. MM. Imbs, après avoir acquis ce brevet de M. Durand, l'ont expérimenté et ont reconnu la nécessité de joindre une étoffe légère aux nappes filamenteuses pour en obtenir un article d'un bon ussge, et de créer une machine qui pût opérer le travail fondamental de la couture dans des conditions spécialement économiques. L'excellent fonctionnement des machines de leur invention, constaté par votre comité des arts économiques, et les résultats que nous venons d'indiquer, et qui ont été également appréciés par le jury international, qui leur a accordé la médaille, prouvent la justesse des prévisions des propriétaires actuels du brevet primitif et les efforts intelligents faits pour les réaliser. Si les nouveaux produits ne sont pas encore aussi généralement connus et appréciés qu'ils méritent de l'être, c'est que, malgré la déclaration sincère de leur origine française par les producteurs, on les confond souvent avec des *tapis anglais*.

Les résultats obtenus par MM. Imbs sont considérés, par votre comité des arts mécaniques, comme très-intéressants à divers titres, et comme particulièrement dignes d'être portés à la connaissance du public. Il vous propose, en conséquence, de remercier MM. Imbs de leur communication et d'insérer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au *Bulletin* le présent rapport et les dessins de la nouvelle machine à coudre qui y est mentionnée.

Signé ALCAN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 17 décembre 1862.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 345 REPRÉSENTANT LE MÉTIER DE MM. IMBS FRÈRES.

Fig. 1. Vue de face de la machine.

Fig. 2. Vue de côté.

Fig. 3. Section transversale partielle par un plan parallèle à celui de la figure 2.

Fig. 4. Vue en dessus correspondant à la figure 2.

Fig. 5. Sections verticales partielles de la machine, correspondantes à la section de la figure 3; elles représentent, à une plus grande échelle, les quatre positions différentes d'une des aiguilles verticales relativement au tissu, et permettent de se rendre compte de la manière dont se forme le point.

Fig. 6. Vues d'une des aiguilles verticales, dont l'ensemble constitue le peigne.

Fig. 7. Assemblage du porte-aiguille dans les glissières du bâti de la machine.

A, bâti composé de deux cadres en fonte parallèles, reliés par une traverse A′.

B, système d'aiguilles verticales opérant le peignage des nappes, et se mouvant comme un peigne entre des coulisses verticales.

C, cylindres cannelés d'arrière.

C′, cylindres cannelés d'avant.

D, disque à chevilles calé sur l'une des extrémités du cylindre inférieur C′, et servant à donner à ces cylindres un mouvement intermittent pour l'avancement de la nappe à piquer.

E, bielles et manivelles à coulisse donnant le mouvement au peigne.

F, fourche d'embrayage et de débrayage de la courroie motrice.

G, pièce à rainure placée entre les deux cylindres cannelés supérieurs à la nappe, et disposée pour guider l'aiguille de trame à travers les boucles formées par le fil de chacune des aiguilles du peigne; cette pièce sert aussi à maintenir la nappe pendant la montée du peigne.

G′, pièce semblable placée entre les deux cylindres cannelés inférieurs au-dessous de la nappe, et destinée à maintenir celle-ci pendant la descente du peigne.

H, arbres commandant le mouvement des manivelles E, et tournant dans de longs colliers à coulisses boulonnés au bâti.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

I, contre-poids pour le jeu du grand levier J, auquel il est attaché par une tige en retour d'équerre.

J, grand levier portant la fourche F.

K, montant boulonné au bâti à côté des cylindres cannelés, et portant le point fixe du levier d'embrayage L relié au grand levier J.

M, cliquet servant à retenir le levier J pendant la marche, et se soulevant à l'instant du débrayage.

N, levier à contre-poids déterminant le mouvement du cliquet M.

O, poulie motrice et poulie folle montées sur l'arbre moteur transversal, parallèle aux cylindres cannelés.

P, rouleau d'alimentation menant une toile sans fin.

P′, rouleau délivreur enroulant la nappe piquée.

Q, longue tringle placée transversalement au-dessus de la machine et à laquelle est attaché le porte-aiguille de trame; le levier L embrasse cette tringle au moyen d'une fourche.

Q′, cliquet retenant la tringle Q jusqu'au moment du débrayage où ce cliquet est soulevé par le jeu de la chaînette T et du levier J.

R, aiguille de trame horizontale; elle est terminée par un petit crochet auquel s'attache le fil de trame.

S, socle sur lequel sont montées les aiguilles verticales qui forment le peigne.

S′, S′, traverses maintenant les aiguilles du peigne dans leur position verticale.

T, chaînette agissant sur la tringle Q au moyen du cliquet Q′.

U, U, équerres boulonnées à la traverse A′ du bâti, et portant les points fixes de leviers Y qui déterminent l'arrêt du peigne.

V, petite tige fixée perpendiculairement à la tringle Q, vers son milieu; quand l'ouvrier repousse cette tringle, qui entraîne l'aiguille de trame avec son fil, le levier L oscille autour de son point fixe sous la pression de cette petite tige.

W, pièces d'attache des bielles E au socle du peigne.

X, buttoirs fixés au socle du peigne, et venant butter contre les leviers Y à l'instant du débrayage pour déterminer l'arrêt précis du peigne.

Y, leviers oscillant en Y′, et venant se présenter sous les buttoirs X pendant l'arrêt, pour s'écarter ensuite pendant la marche.

Z, contre-poids de la tringle Q, disposé pour entraîner cette tringle au moment du débrayage et pour déterminer le mouvement de l'aiguille de trame R.

a, arbre moteur sur lequel sont calées les poulies O.

b, pignons placés sur les arbres H.

c, roue dentée ayant le même nombre de dents que *b*, et portant à son moyeu un bras ou taquet *d* chargé de saisir le disque D par ses chevilles pour le faire tourner d'une certaine quantité au moment où le peigne est au bas de sa course.

e, pièce d'attache de la chaînette T.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

f, tringle horizontale se rattachant au levier J par une petite bielle pour l'arrêt du peigne.

g, bobines alimentaires des aiguilles du peigne.

Au moment de la descente du peigne, le cliquet M est sollicité par une pièce attachée au socle de ce peigne; par suite, le levier J est débrayé, le peigne arrêté et la tringle Q agissant, le départ de l'aiguille de trame R s'effectue.

Les figures 1, 2 et 4 indiquent suffisamment, sans qu'il soit besoin de les désigner par des lettres, par quels engrenages l'arbre *a* transmet le mouvement aux bielles motrices du peigne, ainsi qu'au taquet *d* de la roue *c*.

L'avancement de la nappe à piquer se fait donc d'une manière régulière au moyen du disque D chaque fois que le peigne descend, de telle sorte qu'en remontant les aiguilles de ce peigne rencontrent une nouvelle surface d'étoffe pour y faire un nouveau point.

C'est pendant la descente et lorsque les aiguilles du peigne sont placées dans la seconde position de la figure 5, c'est-à dire quand les boucles des fils de la chaîne sont formées, que le levier J est débrayé comme il vient d'être expliqué ci-dessus, et que l'aiguille de trame passe son fil dans les boucles pendant que les leviers Y se meuvent pour arrêter le peigne dans sa course descendante.

Quand le fil de trame a passé, l'ouvrier relève le levier J. Par ce mouvement, le cliquet Q′ s'abat pour retenir la tringle Q jusqu'au moment où on débrayera de nouveau; en même temps, le cliquet M vient maintenir le levier J et la tringle *f* pousse les leviers Y, qui oscillent de manière à permettre au peigne d'achever sa course descendante.

Quand le peigne est arrivé au plus bas de sa course, comme il est indiqué à la quatrième et dernière position de la figure 5, le taquet *d* de la roue *c* pousse une des chevilles du disque D et délivre ainsi une certaine longueur d'étoffe amenée par la toile sans fin du rouleau P; ce rouleau est mis en mouvement par des engrenages calés à l'extrémité des cylindres cannelés C, C′. L'étoffe piquée s'enroule ensuite sur le rouleau P′, dont la rotation est commandée, au moyen d'autres engrenages, par l'axe du disque à chevilles D. Cela fait, le peigne remonte et un nouveau point recommence.

On comprend qu'on peut modifier à volonté l'écartement des lignes de piqûre; on comprend également que la nappe d'étoffe est toujours parfaitement piquée, quelle que soit le peu de résistance qu'elle présente, cette étoffe, ouate ou nappe de tissu ou matière quelconque, étant toujours maintenue entre les deux guides G, G′, dont le supérieur G est percé d'un orifice pour le passage de l'aiguille de trame.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par* M. LE COMTE DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur les* CABLES ÉLECTRIQUES SOUTERRAINS *de* MM. RATTIER ET COMP., *rue des Fossés-Montmartre, 4, à Paris.*

Messieurs, la question des câbles électriques souterrains et sous-marins est une de celles qui ont le plus exercé la sagacité des ingénieurs et des inventeurs, et, bien qu'elle ait fait un grand pas dans ces derniers temps, elle n'en est pas pour cela résolue, du moins quant à l'application générale.

Le problème des conducteurs sous-marins et souterrains est, en effet, beaucoup plus complexe qu'on ne le pense à première vue ; car, indépendamment des difficultés de pose et d'exécution qu'entraîne ce système de conducteurs, on a à lutter contre une foule d'éléments destructeurs qui en empêchent la conservation et contre des réactions physiques nuisibles qui s'opposent aux transmissions électriques ou, du moins, les gênent considérablement. Pendant longtemps, la France, comme la plupart des autres pays du globe, a été tributaire des Anglais pour l'installation de ces sortes d'engins télégraphiques; mais, depuis quelques années, grâce au zèle persévérant d'un de nos grands industriels, M. Rattier, nous avons pu avoir des câbles souterrains et sous-marins de fabrique française, et aujourd'hui, nous pouvons le dire avec satisfaction, ces câbles sont dans des conditions aussi bonnes que ceux des meilleures fabriques anglaises.

Câbles souterrains.

Jusqu'à présent la France a borné l'application des câbles télégraphiques aux communications souterraines à l'intérieur des grandes villes, et à la liaison des principaux points de nos côtes maritimes. Mais ces communications sont assez nombreuses et ont été posées depuis assez de temps pour qu'on puisse être aujourd'hui parfaitement fixé à leur égard. Or des expériences faites, l'année dernière, par M. Hughes ont montré que non-seulement les lignes souterraines de Paris étaient dans un parfait état d'isolement, mais encore que cet état était bien supérieur à celui de toutes les lignes souterraines anglaises. Nous devons dire, toutefois, que ce résultat ne doit pas être exclusivement attribué à M. Rattier; le mode d'installation qu'a donné aux câbles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

souterrains M. Baron, inspecteur de l'Administration des lignes télégraphiques, y a contribué pour beaucoup, comme on pourra s'en rendre compte par l'exposé que nous allons faire de ce système. Si l'on se reporte aux premiers câbles faits en France et qui, au bout de deux ans, ont été complétement détériorés, on peut dire que la question a fait un grand pas, et l'on peut maintenant espérer, dans un avenir plus ou moins prochain, la solution du grand problème, si longtemps cherché, des lignes souterraines.

La réussite des câbles souterrains tient à diverses conditions :

D'abord à la bonne préparation de la matière isolante, qui, sans une purification bien entendue et complète, finit par se fendiller, se décomposer et tomber en poussière ; c'est précisément ce qui est arrivé aux câbles que l'Administration des lignes télégraphiques avait fait installer, au nombre de cinquante, sur la rive gauche de la Seine, il y a environ une dizaine d'années ;

En second lieu, à la protection qu'on donne à ces câbles et qui doit satisfaire aux exigences suivantes : être suffisamment solide pour que les accidents mécaniques résultant des travaux continuels de terrassement qui s'effectuent dans les villes ne puissent l'altérer ; être suffisamment inattaquable pour que les émanations gazeuses et corrosives qui s'échappent des conduites de gaz et de certaines usines ne puissent pas la détruire partiellement ;

Enfin à une disposition telle qu'on puisse remplacer le câble par fractions, à mesure qu'il se détériore ou que l'isolement fait défaut.

Dans les villes qui possèdent de vastes égouts, le problème se réduit à envelopper les câbles dans des tubes de plomb et à les suspendre à la voûte de ces égouts ; c'est précisément ce qu'a fait l'Administration des lignes télégraphiques pour les câbles qu'elle a installés à Paris. Mais, quand ces égouts manquent et qu'on est forcé d'ouvrir des tranchées dans le sol, on est obligé, pour être sûr de réussir, de recourir au système de M. Baron, qui consiste à placer les câbles dans de larges tuyaux de fonte, dont les joints sont parfaitement étanches et qui présentent, tous les 50 mètres, un intervalle vide d'environ 50 centimètres, recouvert par un manchon de fonte de 1 mètre de longueur. Ce manchon peut aisément glisser sur les tuyaux une fois son jointoiement enlevé, et il devient alors facile, par le glissement de deux ou trois de ces manchons, non-seulement de réparer les câbles, mais encore de les sonder pour reconnaître ceux qui ont besoin de réparation. Avec cette disposition, les câbles n'ont plus besoin d'être recouverts d'enveloppes de plomb, et ils peuvent aisément se déplacer à l'intérieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des tubes. Aujourd'hui ce système est appliqué non-seulement aux différents fils qui traversent Paris, mais encore à la traversée des villes de Lyon, de Bordeaux, de Rouen, d'Amiens, de Marseille et de Lille.

Tous les câbles employés dans ces différents réseaux, et qui forment une longueur totale d'environ 2,000 kilomètres, ont été construits par MM. Rattier et sont disposés de la manière suivante :

Le conducteur électrique, ou l'âme du câble, est formé de quatre fils de cuivre rouge tordus ensemble sur un pas allongé, de manière à former une corde souple et résistante. Il est recouvert de deux couches de gutta-percha parfaitement épurée d'après des procédés nouveaux, et cette gaîne elle-même, qui a environ 5 millimètres d'épaisseur, est entourée d'une enveloppe de fil de coton, imprégnée de goudron de Norwége ; le tout est recouvert de rubans goudronnés, enroulés dans deux sens différents autour du câble.

Souvent ces conducteurs, au lieu d'être pris isolément, sont disposés par groupes de deux, trois, quatre, cinq, six ou sept ; alors ils reçoivent successivement ou alternativement plusieurs couches de coton et de ruban goudronnés, qui forment autour d'eux une enveloppe relativement isolante, résistant au frottement et, dans une certaine mesure, imputrescible.

Le prix moyen de l'installation des lignes souterraines de France est d'environ 500 francs par kilomètre et par fil, et, bien que cette somme soit plus considérable que celle qui correspond aux fils aériens, elle réalise, par le fait, une économie en raison du peu de dérangements qui sont produits et du peu de travail et d'entretien que ce système entraîne.

Avant de livrer ses câbles, la maison Rattier vérifie leur isolement au moyen de la méthode de Siemens. La seule différence qui existe entre les deux procédés est que les essais de MM. Rattier se font avec les câbles immergés dans une eau à la pression normale, tandis que ceux de M. Siemens se font avec une forte pression hydrostatique, après un vide préalablement fait. Les expériences faites sur un grand nombre d'échantillons de câbles de 5 millimètres d'épaisseur à gaîne isolante ont montré que l'isolement du kilomètre était, à la température de 12°, représenté par une résistance variant de 25 à 27 millions de kilomètres de fil télégraphique. L'isolement des câbles fabriqués en Angleterre avec une enveloppe de 6 millimètres d'épaisseur, par conséquent dans des conditions meilleures, n'a guère dépassé, à la même température, 35 millions. Si on considère que les facultés isolatrices des câbles sont dans le rapport des logarithmes népériens des rapports des rayons de l'enveloppe isolante et de l'âme du câble, c'est-à-dire à :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$\frac{\text{Log } \frac{R}{r}}{\text{Log } \frac{R'}{r'}}$$

on arrive à conclure que l'isolement des câbles anglais les plus perfectionnés est à peu près le même que celui des câbles de M. Rattier.

Câbles des tunnels.

MM. Rattier ont encore fait une application importante de leurs câbles sur les chemins de fer français dans le parcours de tunnels. Ces câbles ont remplacé les conducteurs aériens, plus exposés encore que dans les villes à cause de l'humidité, et dont le mauvais fonctionnement compromettait sans cesse la régularité des transmissions.

La pose des câbles dans les tunnels est d'une extrême simplicité : elle s'effectue soit sur des traverses de bois goudronné, qui sont fixées sur les parois des tunnels à une hauteur de $1^{m},70$ à 2 mètres au-dessus de la voie, et, dans ce cas, les câbles, généralement non recouverts de plomb, y sont déposés dans des gorges d'un diamètre proportionné et recouverts d'une bande de zinc ou de tôle; soit au moyen de clous à crochets semblables à ceux que l'on emploie pour les tuyaux de gaz, mais alors les câbles sont recouverts d'une gaîne de plomb. Le raccordement avec la ligne aérienne se fait à la sortie des tunnels au moyen de câbles très-fortement protégés par des enveloppes goudronnées.

Ce réseau ne donne pas des résultats moins satisfaisants que le réseau souterrain des villes, et il ne reste pas aujourd'hui en France un tunnel de quelque étendue où le système des câbles Rattier ne soit appliqué.

Câbles sous-marins.

En même temps qu'ils fondaient en France l'industrie des câbles souterrains, MM. Rattier étaient appelés, en 1859, à fabriquer, pour le compte de l'Administration française, les câbles sous-marins nécessaires à la construction du réseau sémaphorique des côtes de France.

Le service télégraphique en Cochinchine et au Sénégal a été également assuré par des câbles sous-marins à un et à deux conducteurs, fabriqués par MM. Rattier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tous ces câbles et plusieurs autres sous-fluviaux à trois, quatre ou cinq conducteurs, fournis tant à l'Administration des lignes télégraphiques qu'aux compagnies de chemins de fer du Nord et du Midi, ont mérité d'être comparés aux meilleurs câbles anglais sous le rapport de l'isolement et de la solidité.

Aujourd'hui l'industrie de MM. Rattier n'est pas simplement bornée à la France ; les Administrations des lignes télégraphiques suisses et danoises, les compagnies des chemins de fer de la haute Italie leur ont fait des commandes très-importantes, et elles paraissent en être fort satisfaites.

En présence de ces résultats, en raison des efforts persévérants que MM. Rattier ont dû déployer pour arriver à créer en France une industrie nouvelle dont les produits sont susceptibles de rivaliser avec ceux des meilleures fabriques anglaises, qui avaient pourtant commencé bien avant eux, en raison enfin des difficultés très-grandes inhérentes à ce genre de fabrication, le comité des arts économiques vous prie, Messieurs, de décider :

1° Que des remercîments soient adressés à MM. Rattier pour leur intéressante communication ;

2° Que le présent rapport soit inséré au *Bulletin*.

Signé Comte du Moncel, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1866.

AGRICULTURE.

Rapport *fait par* M. Boitel, *au nom du comité d'agriculture, sur les substances employées comme* engrais *ou* amendements, *par* M. Morin, *cultivateur, à Saint-Sanson* (*Seine-Inférieure*).

Messieurs, M. Morin traite une question du plus haut intérêt pour l'agriculture, celle des engrais à bon marché appliqués à la fertilisation des prairies naturelles de mauvaise qualité. Le cultivateur se défie des engrais commerciaux qu'il trouve trop chers et trop souvent falsifiés ; il cherche, en dehors des fumiers de ferme dont la production est toujours très-limitée, les substances qui sont fertilisantes et qui, étant à la portée des cultivateurs, n'occasionnent pas de frais élevés d'acquisition et de transport. C'est dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi des engrais terreux qu'il pense avoir trouvé la solution de ce problème important. Il se fait fort de prouver que dans sa localité, en usant des ressources naturelles, il est facile de composer un engrais qui, ne coûtant que 150 francs, produit plus d'effet que tout engrais artificiel de 300 francs. Il base ses appréciations sur des faits qui me paraissent bien observés et qui rentrent dans la pratique journalière des cultivateurs.

Il paraît que dans sa localité une centaine d'hectares de mauvaises prairies ont été transformés comme par enchantement, en y appliquant une faible épaisseur d'une terre convenablement choisie. La mousse, le jonc et les carex disparaissent sous l'action de cette substance terreuse et font place à un épais tapis de bonnes légumineuses et de fines graminées.

La transformation est si frappante, que M. Morin ne craint pas d'avancer, dans un langage énergique mais peu scientifique, que cette terre prise au sous-sol engendre des trèfles d'une vigueur et d'une abondance extraordinaires. Il se produit là un effet bien connu des personnes qui ont appliqué la cendre de bois à des prairies humides et mal assainies; la cendre tue les plantes marécageuses et donne, à quelques pieds de trèfle blanc souffreteux et à peine visibles, un développement si considérable et une végétation si vigoureuse, qu'on serait tenté de dire, avec M. Morin et beaucoup de praticiens, que la cendre de bois *engendre* le trèfle blanc.

Si la communication de M. Morin n'avait trait qu'à l'emploi d'une terre calcaire pour l'amélioration des prairies, elle n'offrirait rien qui fût nouveau et qui fût digne d'une attention spéciale. Il se place, évidemment, à un point de vue plus général et signale l'emploi de différentes terres, non pas seulement à titre d'amendements propres à modifier les caractères physiques du sol, mais à titre d'engrais proprement dits, devant principalement pourvoir aux besoins de l'alimentation des plantes. Des tâtonnements éclairés par des observations et des expériences l'ont amené à composer des engrais terreux spéciaux plus ou moins mélangés de fumier, et dont la composition varie suivant la nature des prairies à améliorer. Son mémoire est accompagné d'une série d'échantillons dont les uns représentent les substances terreuses employées comme engrais, et les autres les sols des prairies qui profitent de ces mêmes engrais. Les terres employées pour cet usage sont tantôt des marnes, tantôt des argiles assez pauvres en carbonate de chaux ; les prairies qui en sont recouvertes paraissent appartenir à la classe des sols humeux, des sols de bruyères, à en juger d'après les échantillons présentés.

Ce n'est pas la première fois qu'une terre apportée sur une autre terre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vient en modifier si heureusement la composition, que la première passe immédiatement de l'état de lande à l'état de sol éminemment fertile. On voit entre Decize et Moulins, dans le département de l'Allier, une plaine des plus riches, qui, il y a quinze ans, n'était qu'une immense bruyère : qu'a-t-on fait pour opérer cette merveilleuse transformation? Au terrain de la surface, qui n'était qu'un sol maigre de bruyère, qu'un sable siliceux associé à des matières organiques, on a mélangé les marnes argileuses du sous-sol. Ces deux terrains, inertes ou peu productifs isolément, ont constitué, par leur ensemble, une terre parfaite pour la production des céréales et des cultures fourragères. Je pourrais citer mille autres exemples des bons résultats obtenus par le mélange de différentes terres ; je me bornerai à mentionner quelques-uns des plus saillants. Beaucoup de fermiers du centre et du sud-ouest de la France ont l'habitude d'apporter dans leurs champs toutes les terres neuves qu'ils peuvent recueillir dans les portions incultes de leur domaine. Ces transports n'ont pas seulement pour but de recueillir des matières fertilisantes qui y auraient été apportées par les eaux pluviales, mais ils rendent encore au sol des matières minérales qui en sont distraites par les cultures.

Un jour un fermier du département de Loir-et-Cher voulut intenter un procès à son propriétaire pour avoir, à l'occasion d'une certaine plantation, recouvert une partie de son champ d'une forte épaisseur de terre neuve.

Il fut convenu qu'une indemnité lui serait payée à dire d'experts pour le préjudice que la terre neuve devait lui occasionner dans les récoltes subséquentes. Quel ne fut pas son étonnement en constatant tous les ans que ses cultures étaient toujours plus belles sur cette terre neuve que sur les autres parties de son champ !

Ce fait s'explique facilement : dans cette contrée le sol et le sous-sol sont d'une même nature au point de vue des substances minérales. Par suite d'un mauvais système de culture, le sol se trouve dépouillé d'éléments minéraux qui sont demeurés intacts dans les profondeurs du sous-sol où n'ont pas pénétré les racines des plantes cultivées. Dès lors il n'est pas étonnant que les terres du sous-sol deviennent un engrais pour le sol lui-même.

Un autre exemple très-remarquable d'une terre qui sert à en fertiliser une autre, c'est celui des jardins de Bressuire (Deux-Sèvres). Depuis un temps immémorial, les gens de Bressuire qui possèdent d'assez vastes jardins vendent périodiquement la terre de ces jardins aux cultivateurs, qui leur attribuent une très-grande puissance fécondante. Le mètre cube de cette terre vaut, sur place, 6 à 7 fr. Un jardin de 20 ares, fouillé à $0^{m},50$ de profondeur, pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duit ainsi 6 à 700 fr. d'engrais terreux d'origine granitique. A la faible dose de 5 mètres cubes par hectare, cette terre produit des effets très-sensibles sur les récoltes. Elle n'agit pas également sur tous les terrains des environs de Bressuire, ce qui prouverait que ce n'est pas par les engrais qui y ont été accumulés qu'elle devient fécondante pour certains domaines. Cette pratique soumet à un abaissement et à un renouvellement continus le sol des jardins de Bressuire ; les légumes n'en sont que meilleurs et plus abondants, nouvelle preuve que certaines terres neuves possèdent naturellement, à une grande profondeur, les éléments utiles à la vie des plantes.

Je partage complétement l'avis de M. Morin quand, s'appuyant sur sa propre expérience, il démontre que dans certains cas on peut trouver, à peu de frais, dans son propre domaine, les éléments réparateurs de la fertilité du sol. Les phosphates qui coûtent fort cher, achetés sous forme de guano, sont donnés pour rien quand ils arrivent dans le champ à l'occasion d'un marnage. Il en est de même des terres d'alluvions, déposées sous forme de vase dans les vallées, le long des cours d'eau. Il y a là des mines d'engrais qui, bien souvent, peuvent fertiliser les coteaux à meilleur marché que les engrais commerciaux. Les feuilles des bois, les fonds tourbeux des marais mettent à la disposition du cultivateur les matières organiques utiles à ses champs, tandis que les terres meubles du sous-sol peuvent lui fournir les substances minérales également indispensables à la vie des plantes. Les terres neuves ne sont pas toujours immédiatement fertilisantes ; mais, soumises à l'action des agents atmosphériques pendant un an, il est rare qu'elles ne deviennent pas bienfaisantes pour toutes les cultures.

A ce propos, je dirai que Liebig, quand il reproche aux Anglais leur agriculture de vampire, parce qu'elle dévore, sous forme de guano et d'os, les phosphates de l'ancien et du nouveau monde, me semble avoir quelque peu exagéré les conséquences de l'épuisement du sol en ce qui concerne les substances minérales propres à l'alimentation des plantes. N'oublions pas que la mince couche du sol recouvre souvent de puissantes formations où sont emmagasinés quelques-uns des éléments constitutifs de la fertilité du sol.

Ce sont là des mines fécondes qui, en dehors des marnes et des nodules de phosphates de chaux, ont été peu exploitées jusqu'à présent, mais qui ne tarderont pas à l'être davantage, à mesure qu'elles seront mieux connues et qu'on appréciera à leur juste valeur les ressources importantes que ces matières minérales peuvent offrir pour le maintien et l'augmentation de la fertilité du sol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En attendant que la chimie ait exploré et analysé tous les terrains en indiquant exactement les matières utiles des différentes formations géologiques, l'observation et l'expérience peuvent, jusqu'à un certain point, guider le cultivateur dans l'emploi des engrais terreux. En thèse générale, on peut dire que plus l'engrais terreux est complexe, plus il produit d'effet. M. Morin a observé qu'une somme de 100 fr. de terre associée sous forme de compost à 50 fr. de fumier de ferme produisait plus d'effet utile que 200 fr. de fumier de ferme. Si cette terre mélangée de fumier pouvait être arrosée d'eau de mer, il présume que l'effet serait encore plus satisfaisant. Les plantes sont comme les animaux; à une alimentation trop simple elles préfèrent une nourriture variée et abondante. M. Morin a tant de confiance dans l'emploi des engrais terreux, qu'il voudrait provoquer, dans sa localité, la création d'un canal qui, alimenté par la mer, servirait à la fois au transport économique de ces engrais et à les enrichir de matières salines et autres contenues dans l'eau de mer.

Nous n'avons pas à juger ici ce projet de canalisation qui a été examiné et apprécié par le comité des arts mécaniques.

Pour ce qui est de l'emploi des engrais d'origine terreuse, le mémoire de M. Morin renferme des observations fort utiles et bien dignes de fixer l'attention des savants et des cultivateurs.

Votre comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer :

1° De remercier M. Morin de sa communication intéressante ;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé A. Boitel, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 18 *avril* 1866.

ARTS ÉCONOMIQUES.

Rapport *fait par* M. Herpin, *au nom du comité des arts économiques, sur des instruments destinés* a tailler et a batir les chemises, *présentés par* M. Claude jeune, *fabricant de chemises, boulevard de Strasbourg, n°* 79, *à Paris.*

Ces instruments ont pour but de donner de la précision et de la promptitude dans des opérations qui occupent un grand nombre d'ouvriers. Il en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résulte une économie digne d'intérêt soit dans la main-d'œuvre, soit dans les matières employées, et une régularité plus grande dans les produits d'une industrie importante. A ce titre, nous devons tenir compte aux industriels de leurs efforts faits dans cette voie et les encourager à les continuer.

Le *patronomètre* a pour objet de permettre de découper avec une précision régulière les différentes pièces de la chemise conformément aux mesures données. C'est une espèce de gabarit, dont le principe est analogue à celui qu'on emploie déjà pour des procédés semblables dans d'autres industries.

L'*apprêteuse-mécanique* sert à raccorder entre elles les différentes pièces ainsi coupées pour constituer la chemise, à en fixer le rapport et à faire le *bâti*.

« Mes appareils, dit M. Claude, ont le double avantage de découper et de « bâtir mécaniquement les devants de chemises pour toutes les tailles; de « telle sorte que la première ouvrière venue peut obtenir à l'instant d'aussi « bons résultats qu'en pourrait donner une ouvrière consommée. »

Ces opérations se font avec une telle rapidité, au moyen des procédés mécaniques de M. Claude, qu'une seule ouvrière ordinaire peut tailler et bâtir plusieurs douzaines de chemises par jour.

Nous pensons que ces instruments peuvent rendre des services dans l'industrie, et nous avons l'honneur de vous proposer, au nom du comité des arts économiques,

1° De remercier M. Claude de la communication qu'il a faite à la Société;

2° De faire insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé HERPIN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 30 *mai* 1866.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HERPIN, *au nom du comité des arts économiques, sur le* PAPIER TUE-MOUCHES *présenté par* M. FERRAND, *pharmacien-chimiste, à Lyon.*

Messieurs, on a cherché, depuis longtemps, à se débarrasser, par divers moyens, des mouches, ces hôtes parfois si importuns et si désagréables pen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant l'été. On a fait usage, dans cette intention, de divers moyens mécaniques, de cordes et de papiers enduits de glu, de miel, de préparations chimiques de Cobolt connues sous le nom de *Mort-aux-mouches*, et même de substances arsenicales.

Mais ce n'est pas sans danger qu'on peut laisser, à proximité des aliments et à la portée des enfants et des animaux domestiques, des substances toxiques; aussi l'Administration, dans sa sollicitude, a-t-elle interdit, d'une manière absolue, la vente de préparations de mort-aux-mouches qui contiennent de l'arsenic.

M. Ferrand, chimiste, à Lyon, ancien préparateur de chimie au Collége de France, s'est livré à des recherches intéressantes pour trouver une substance qui, quoique étant un poison pour la mouche, fût cependant inoffensive pour l'homme et les animaux domestiques.

Ses investigations l'ont amené à reconnaître que la plante connue sous le nom de *quassia excelsa*, bois de Surinam ou de Jamaïque, appartenant à la famille des *Magnoliacées*, jouit de ces propriétés.

Nous devons cependant faire observer que plusieurs ouvrages anciens, et entre autres le *Dictionnaire de matière médicale* de Mérat et Deléno, t. V, p. 571 (1833), font mention de la propriété toxique du *quassia amara* pour les mouches.

Le procédé de M. Ferrand consiste à imprégner des feuilles de papier buvard d'une dissolution concentrée de quassia; c'est ce qui constitue son *papier tue-mouches*.

Il suffit d'humecter ces feuilles avec de l'eau et de les déposer sur une assiette.

Les mouches qui viennent en grand nombre se désaltérer sur ce papier sont, après quelques instants, frappées de mort, ou du moins de mort apparente ou d'anesthésie, car, après quelques heures, plusieurs reviennent à la vie.

Les essais que nous avons faits du papier de M. Ferrand ont réussi complétement à tuer les mouches. Au surplus, l'expérience a déjà confirmé les avantages du procédé de M. Ferrand, qui est tout à la fois simple, économique, commode et sans danger pour les animaux domestiques.

Aussi le débit du papier *tue-mouches* s'élève-t-il aujourd'hui, d'après M. Ferrand, à plusieurs millions de feuilles par année.

Nous avons l'honneur de vous proposer, Messieurs : 1° de remercier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ferrand de sa communication ; 2° d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* (1).

Signé HERPIN, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 18 avril 1866.

ARTS CHIMIQUES.

NOTE SUR LA PURETÉ DES POTASSES DU SUINT EXTRAITES PAR MM. MAUMENÉ ET ROGELET, PAR M. BALARD,

Membre du Conseil.

Messieurs, dans la séance du 17 mai 1865 (2), il a été, d'une manière incidente, émis, par notre collègue M. Jacquelain, sur la pureté des potasses du suint extraites par MM. Maumené et Rogelet, et notamment sur la présence d'une petite quantité de soude dans les produits de cette industrie nouvelle, des assertions contre lesquelles M. Maumené a élevé quelques réclamations, qui ont été renvoyées au comité des arts chimiques. Chargé par ce comité d'examiner cette question et d'analyser la potasse du suint livrée au commerce, j'en ai fait demander un échantillon officiel, qu'a eu l'obligeance de m'envoyer M. Henri Bourdon lui-même, qui s'occupe de la vente de ce produit.

J'ai employé pour cette analyse une méthode dont je fais habituellement usage, et qui, fondée sur la différence du poids des équivalents du potassium et du sodium et sur la précipitation des chlorures par le nitrate d'argent, est à la fois sûre, facile à exécuter et d'une grande sensibilité. On prend quelques grammes de la potasse à essayer, on la neutralise par un petit excès d'acide chlorhydrique pur, on ajoute à la liqueur un petit excès d'eau de baryte et de chlorure de baryum; on filtre la liqueur légèrement alcaline, on lui ajoute un petit excès de carbonate d'ammoniaque qui précipite l'excès de chlorure de baryum et l'excès de baryte, et on filtre de nouveau. La liqueur limpide est évaporée à siccité, et le produit est fondu de manière qu'il n'y reste pas de traces de sel ammoniac; il se compose alors uniquement de chlorure de

---

(1) A la suite de ce rapport, M. le Président ayant rappelé que depuis longtemps, en Suisse, on a l'habitude, dans les familles, de placer sur des assiettes des copeaux de quassia amara humectés d'eau, le mérite de M. Ferrand serait donc surtout de populariser en France ce procédé. (H.)

(2) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 574.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

potassium et de sodium (1). En dosant le chlore dans 1 gramme du mélange des deux chlorures, avec la rigueur que permettent les procédés de la voie humide pour l'analyse des matières d'argent, on a les éléments nécessaires pour savoir quel poids de chlorure de potassium et de sodium existait dans le mélange analysé.

Or 1 gramme du mélange de chlorures obtenu avec l'échantillon de potasse du suint que j'ai examiné exige, en sus de la dose d'argent nécessaire pour précipiter 1 gramme de chlorure de potassium pur, une quantité de ce métal qui correspond à $0^{g},003$ de chlore. D'après ces résultats, le mélange des chlorures renferme 0,96 chlorure de potassium et 0,04 chlorure de sodium; ce qui donne entre les deux carbonates un rapport sensiblement égal.

Cette analyse montre que l'assertion de M. Jacquelain était exacte. La potasse *commerciale* du suint renferme un peu de carbonate de soude, 4 pour 100 dans l'échantillon examiné; ce qui ne l'empêche pas, d'ailleurs, d'être une des plus pures qui soient livrées à l'industrie.

Nous demandons au Conseil que la présente note qui en constate la nature soit insérée dans le *Bulletin* de la Société.

Cette soude est-elle une partie constituante du suint, ou bien, comme l'admet M. Maumené, vient-elle de l'impossibilité où on est dans les usines d'obtenir ces produits sans mélange accidentel de quelques petites quantités de solution de carbonate de soude? C'est là une question théorique, en quelque sorte, soumise aujourd'hui au jugement de l'Académie des sciences et dont nous n'avons pas à nous préoccuper; notre appréciation ne peut porter que sur le produit commercial.

ARTS MÉCANIQUES.

EXPOSÉ DES PRINCIPES DE LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR ET DE SES APPLICATIONS PRINCIPALES, PAR M. CH. COMBES. (*Suite et fin*) (*).

CHAPITRE IV.

Des corps solides et liquides.

XLVIII. Les principes fondamentaux et les équations générales du chapitre I s'ap-

(1) Le rubidium et le cœsium ne peuvent s'y rencontrer que dans des cas tout à fait exceptionnels.

(*) Voir 2e série, t. X, 1863, p. 12, 69, 327, 591, 660, et t. XI, 1864, p. 343 et 477.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pliquent aux corps solides et liquides comme aux corps gazeux. Les premiers se prêtent beaucoup moins bien que les seconds à entrer dans les combinaisons à l'aide desquelles la chaleur est transportée, avec transformation partielle en travail dynamique. La cause en est surtout dans la petitesse relative des variations de volume qui résultent pour les solides et les liquides des changements de température, et aussi, pour les solides en particulier, dans leur rigidité. Ce chapitre n'offrira donc pas, au point de vue pratique, la même utilité que les précédents. Mais le lecteur ne verra pas sans intérêt, dans les applications d'ailleurs peu nombreuses qui y seront présentées, comment les propriétés physiques des corps qui jouent un rôle important dans les machines et les constructions se rattachent à la théorie mécanique de la chaleur, et comment des observations délicates, suggérées par cette théorie, qui en indiquait à l'avance les résultats, sont venues lui prêter une éclatante confirmation.

Reprenons les équations générales établies dans le chapitre I, §§ III, V et X :

$$dt = \left(\frac{dt}{dp}\right) dp + \left(\frac{dt}{dv}\right) dv; \qquad (1)$$

$$dQ = c_1 \left(\frac{dt}{dp}\right) dp + c \left(\frac{dt}{dv}\right) dv; \qquad (2)$$

$$(c - c_1) \left(\frac{dt}{dp}\right) \left(\frac{dt}{dv}\right) = A\,\varphi(t),$$

qui sont applicables à tous les corps, en remplaçant dans cette dernière la fonction $\varphi(t)$ par sa valeur $a + t = 273^\circ + t$ (§ XVI, chap. II), ce qui donne :

$$(c - c_1) \left(\frac{dt}{dp}\right) \left(\frac{dt}{dv}\right) = A\,(a + t) = \frac{1}{424}\,(273 + t). \qquad (3)$$

La dérivée partielle $\left(\frac{dt}{dv}\right)$, qui entre dans ces équations, est le rapport infinitésimal de l'accroissement de la température à l'accroissement de volume de l'unité de poids du corps que l'on considère, quand la pression reste invariable. Sa valeur dépend donc uniquement du coefficient de dilatation sous pression constante, qui peut être et qui a été déterminé expérimentalement pour un certain nombre de corps liquides et solides, comme pour les corps gazeux. Appelant α ce coefficient et v_0 le volume de l'unité de poids du corps à la température de 0° et sous la même pression, on a :

$$v = v_0\,(1 + \alpha t). \qquad (a)$$

α varie généralement avec t et peut aussi varier avec la pression constante sous laquelle on a fait l'expérience ; v_0 est aussi variable avec cette pression : l'équation (a) différentiée, en y regardant p comme constant, nous donnera, dans tous les cas, la dé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rivée partielle $\left(\frac{dt}{dv}\right)$, qui entre dans les équations (1), (2) et (3), et nous avons, en conséquence :

$$\left(\frac{dt}{dv}\right) = \frac{1}{v_0\left(\alpha + t\,\frac{d\alpha}{dt}\right)}. \qquad (a')$$

Il paraît impossible de déterminer, par des expériences directes, l'autre dérivée partielle $\left(\frac{dt}{dp}\right)$, qui exprime le rapport de l'accroissement de température à l'accroissement de pression, quand le volume reste constant; mais elle se déduit facilement des expériences sur la compressibilité des corps, c'est-à-dire sur la diminution de volume correspondante à une augmentation de la pression, instituées de manière que la température soit maintenue constante ou ramenée à la fin de l'expérience à son état initial. Des expériences de ce genre ont été faites sur plusieurs liquides, l'eau, l'éther, l'alcool, le mercure et des dissolutions salées par divers physiciens, et en particulier par M. Regnault et par M. Grassi, qui a procédé suivant les méthodes et avec les appareils institués par M. Regnault.

v désignant le volume de l'unité de poids du corps soumis à l'expérience sous une pression quelconque p, celle-ci est augmentée de Δp; la température est entretenue constante et on observe la variation Δv du volume primitif. On appelle coefficient de compressibilité le rapport de la variation proportionnelle $\frac{\Delta v}{v}$ du volume à l'accroissement de pression Δp, pris avec le signe —, si l'on considère Δv comme désignant un accroissement du volume primitif v. On a donc, en désignant par β la valeur de ce coefficient déduite de l'expérience :

$$\frac{\Delta v}{v \times \Delta p} = -\beta.$$

On a trouvé que, pour une température donnée, le rapport $\frac{\Delta v}{\Delta p}$ restait sensiblement constant, pour des valeurs très-différentes de Δp, ce qui autorise à remplacer le rapport des différences finies par celui des différences infiniment petites et à écrire :

$$\frac{dv}{v\,dp} = -\beta;$$

$$\frac{dv}{dp} = -\beta v;$$

et en remplaçant v par sa valeur (a) :

$$\frac{dv}{dp} = -\beta v_0\,(1 + \alpha t). \qquad (b)$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette valeur du rapport $\frac{dv}{dp}$ convient au cas où la température t demeure invariable. Pour exprimer cette condition, il faut faire, dans l'équation (1), $dt = o$, et celle-ci donne alors :

$$\frac{dv}{dp} = -\frac{\left(\frac{dt}{dp}\right)}{\left(\frac{dt}{dv}\right)}. \qquad (c)$$

Remplaçant dans cette dernière $\frac{dv}{dp}$ par l'expression (b) et $\left(\frac{dt}{dv}\right)$ par sa valeur en fonction de α donnée par l'équation (a'), il vient :

$$-\beta v_0 (1 + \alpha t) = -\left(\frac{dt}{dp}\right) v_0 \left(\alpha + t \frac{d\alpha}{dt}\right);$$

d'où on tire :

$$\left(\frac{dt}{dp}\right) = \frac{\beta (1 + \alpha t)}{\alpha + t \frac{d\alpha}{dt}}. \qquad (b')$$

La substitution des valeurs (a') et (b') de $\left(\frac{dt}{dv}\right)$ et $\left(\frac{dt}{dp}\right)$ dans les équations (1), (2) et (3), permet :

1° De déterminer la différence $c - c_1$ des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant et, par conséquent, la chaleur spécifique c_1, quand c est connu par l'expérience;

2° De déterminer le rapport de l'accroissement de pression à un accroissement donné de température, lorsque le volume demeure invariable;

3° De calculer les variations de température et de volume correspondantes à un accroissement de pression, dans le cas où il n'y aurait ni addition de chaleur venant de l'extérieur ni déperdition de chaleur.

La différence $c - c_1$ des deux chaleurs spécifiques est donnée directement par la substitution de $\left(\frac{dt}{dv}\right)$ et $\left(\frac{dt}{dp}\right)$ dans l'équation (3); d'où l'on tire :

$$c - c_1 = \frac{(273 + t)\, v_0 \left(\alpha + t \frac{d\alpha}{dt}\right)^2}{424\, \beta (1 + \alpha t)}; \qquad (A)$$

dans laquelle il faut remarquer que l'équivalent calorifique du travail mécanique $\frac{1}{424}$ se rapportant au kilogramme et au mètre pris pour unité de poids et de longueur,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la valeur numérique de la compressibilité β doit se rapporter à la pression en kilogrammes sur un mètre carré de surface. Si elle se rapportait à la pression exprimée en atmosphères, ainsi que cela a lieu habituellement, le second membre de (A) devrait être multiplié par le nombre 10333, car l'équivalent calorifique du travail devrait alors, pour que l'expression restât homogène, se rapporter à l'unité de travail de 10333 kilogrammes élevés à un mètre de hauteur et serait, par conséquent, de $\frac{10333}{424}$ unités de chaleur.

Si, dans l'équation (1), on suppose le volume invariable, elle se réduit à $dt = \left(\frac{dt}{dp}\right) dp$, d'où :

$$\frac{dt}{dp} = \left(\frac{dt}{dp}\right);$$

et en remplaçant ici $\left(\frac{dt}{dp}\right)$ par sa valeur (b') :

$$\frac{dt}{dp} = \frac{\beta\,(1 + \alpha t)}{\alpha + t\,\frac{d\alpha}{dt}};$$

ou, inversement :

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\alpha + t\,\frac{d\alpha}{dt}}{\beta\,(1 + \alpha t)}. \qquad \text{(B)}$$

Le rapport précédent $\frac{dp}{dt}$, se rapportant au cas où le volume demeure invariable, fera connaître l'accroissement de pression que déterminerait l'accroissement de température du corps dont le volume serait maintenu invariable pendant l'échauffement. Si la compressibilité β est rapportée à la pression atmosphérique prise pour unité, l'accroissement dp sera aussi exprimé en atmosphères.

Si la pression, le volume et la température d'un corps changent à la fois, sans addition ni soustraction de chaleur, on aura, dans l'équation (2), $dQ = 0$, et on en déduira :

$$\frac{dp}{dv} = -\frac{c}{c_1}\,\frac{\left(\frac{dt}{dv}\right)}{\left(\frac{dt}{dp}\right)}. \qquad (m)$$

Or de l'équation (1), qui existe dans tous les cas, on tire, en divisant ses deux membres par dv :

$$\frac{dt}{dv} = \left(\frac{dt}{dp}\right)\frac{dp}{dv} + \left(\frac{dt}{dv}\right);$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et si l'on porte dans cette dernière la valeur (m) du rapport $\frac{dp}{dv}$, particulière au cas où $dQ = 0$, il vient pour le rapport existant dans ce même cas, entre la variation de température et la variation de volume correspondantes :

$$\frac{dt}{dv} = \left(1 - \frac{c}{c_1}\right)\left(\frac{dt}{dv}\right) = -\frac{c - c_1}{c_1}\left(\frac{dt}{dv}\right); \qquad (n)$$

divisant cette dernière équation, membre à membre, par l'équation (m), il vient :

$$\frac{dt}{dp} = \frac{c - c_1}{c}\left(\frac{dt}{dp}\right). \qquad (p)$$

Les trois équations (m), (n), (p), en y remplaçant les dérivées partielles $\left(\frac{dt}{dp}\right)$ et $\left(\frac{dt}{dv}\right)$ par leurs valeurs (b') et (a'), donnent les rapports entre les variations simultanées de la température, de la pression et du volume d'un corps, dans le cas où le changement d'état a lieu sans addition ni soustraction de chaleur. La substitution opérée donne les formules suivantes :

$$\left.\begin{aligned} \frac{dp}{dv} &= -\frac{c}{c_1} \times \frac{1}{\beta\, v_0 (1 + \alpha t)}; \\ \frac{dt}{dv} &= -\frac{c - c_1}{c_1} \times \frac{1}{v_0 \left(\alpha + t \frac{d\alpha}{dt}\right)}; \\ \frac{dt}{dp} &= \frac{c - c_1}{c} \times \frac{\beta (1 + \alpha t)}{\alpha + t \frac{d\alpha}{dt}}. \end{aligned}\right\} \text{(C)}$$

La chaleur spécifique à pression constante c doit être déterminée expérimentalement et la chaleur spécifique c_1 à volume constant est ensuite calculée au moyen de la formule (A).

En combinant la troisième équation (C) avec l'équation (A), on obtient :

$$\frac{dt}{dp} = \frac{(273 + t)\left(\alpha + t \frac{d\alpha}{dt}\right) v_0}{424\, c}. \qquad (D)$$

Cette dernière formule donne le rapport de l'élévation de température due à un accroissement de pression correspondant au cas où il n'y a ni addition ni soustraction de chaleur $(dQ = 0)$, sans qu'on soit obligé de passer par le calcul de la chaleur spécifique à volume constant c_1. Lorsqu'on suppose le coefficient α indépendant de la température,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi que cela a lieu sensiblement pour les corps solides, la formule (D) se réduit à :

$$\frac{dt}{dp} = \frac{(273 + t)\,\alpha\, v_0}{424\, c}. \qquad (D')$$

Il est essentiel de faire attention que, dans les équations (D) et (D') d'où β est éliminé et où entre seul l'équivalent calorifique du travail $\frac{1}{424}$, la pression p est exprimée en kilogrammes sur le mètre carré superficiel, tandis que dans la première et la troisième des équations (C) elle est exprimée en atmosphères, si le coefficient β se rapporte lui-même à l'atmosphère prise pour unité de pression.

XLIX. Appliquons ces diverses formules à quelques uns des corps pour lesquels les expériences des physiciens nous fournissent les données nécessaires.

Mercure. — Pour le mercure entre 0° et 350°, sous la pression atmosphérique, le coefficient de dilatation α croît légèrement avec la température, d'après les expériences de M. Regnault, et peut être exprimé par la formule à deux termes :

$$\alpha = 0{,}00017901 + 0{,}00000005044\, t,$$

t désignant la température en degrés centigrades du thermomètre à air.

Le coefficient de compressibilité β est, d'après les expériences de M. Regnault calculées par M. Grassi, égal à 0,00000295, la pression étant exprimée en atmosphères.

La chaleur spécifique à pression constante $c = 0{,}03332$.

Enfin la densité du mercure comparée à celle de l'eau est, d'après M. Regnault, 13,59599. On a donc pour le volume du kilogramme de mercure exprimé en mètres cubes :

$$v_0 = \frac{1}{13595{,}99} = 0^{m3}{,}000073551.$$

Ces données introduites dans l'équation (A) nous donnent pour la différence des deux chaleurs spécifiques du mercure $c - c_1$, à la température de 0° :

$$c - c_1 = 0{,}005303\ (*);$$

d'où,

$$c_1 = 0{,}03332 - 0{,}005303 = 0{,}02802$$

La formule (B) donne pour le rapport $\frac{dp}{dt}$ de l'accroissement de pression correspondant à une élévation de température infiniment petite, dans le cas où le mercure serait renfermé dans une enveloppe inextensible et maintenu ainsi sous un volume constant :

(*) On a introduit le facteur 10333 au numérateur du second membre de la formule (A), conformément à l'observation faite dans le § précédent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$\frac{dp}{dt} = \frac{0{,}00017901 + 2 \times 0{,}00000005044\, t}{0{,}00000295\ (1 + 0{,}00017901\, t + 0{,}00000005044\, t^2)},$$

où la pression dp est exprimée en atmosphères.

En supposant la compressibilité $\beta = 0{,}00000295$ indépendante de la température et de la pression, on peut intégrer cette équation entre les limites 0° et 1° de température et obtenir ainsi l'accroissement fini de pression que cette élévation de température produirait dans l'hypothèse précisée plus haut de l'invariabilité du volume. Au lieu d'exécuter l'intégration, on peut prendre, pour la valeur du second membre de l'équation, la valeur moyenne entre celles qui correspondent aux limites $t = 0°$ et $t = 1$. Ces valeurs sont respectivement : 60,6868 et 60,7046, dont la moyenne est 60,6957.

Ainsi à la valeur $dt = 1$, ou plus exactement à un échauffement de 0° à 1° du mercure, si le volume de celui-ci était maintenu invariable pendant l'échauffement, correspondrait un accroissement de pression de $60^{at},70$ environ sur les parois de l'enveloppe inextensible qui contiendrait le métal liquide.

Si le mercure à 0° est comprimé, sans addition ni soustraction de chaleur, le rapport de l'élévation de température à l'accroissement de pression exprimé en atmosphères nous est fourni par la troisième des équations C qui, moyennant les substitutions numériques, devient :

$$\frac{dt}{dp} = \frac{0{,}005303}{0{,}03332} \times \frac{0{,}00000295\ (1 + 0{,}00017901\, t + 0{,}00000005044\, t^2)}{0{,}00017901 + 2 \times 0{,}00000005044\, t}.$$

Au lieu d'effectuer l'intégration, il est permis de considérer le second membre de l'équation précédente comme constant et égal à la moyenne arithmétique des valeurs correspondantes à la température de départ 0° et à la température supérieure 1°, par exemple, qu'on suppose déterminée par la compression.

En adoptant cette valeur moyenne, et remplaçant dt par 1°, l'équation nous donne :

$$\frac{1}{dp} = \frac{0{,}005303}{0{,}03332 \times 60{,}6957} = \frac{1}{381{,}37};$$

à $dt = 1°$ correspond, en conséquence, la valeur $dp = 381{,}37$, c'est-à-dire que pour élever d'un degré la température d'une masse de mercure à 0°, cette masse ne recevant ni ne perdant aucune chaleur, il faudrait augmenter la pression de 381 atmosphères.

La formule D′, en y remplaçant dans le second membre t par 0, α par 0,00017901, v_0 et c par leurs valeurs respectives 0,000073751 et 0,05332, et introduisant dans le dénominateur du second membre le facteur 10333, pour que la pression soit exprimée en atmosphères, conformément à l'observation qui termine le § XLVIII, donne, pour $dt = 1$, $dp = 379$ atmosphères ; l'hypothèse de l'invariabilité du coefficient de dilatation α altère très-peu le résultat.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La première et la seconde des formules (C) donnent pour le mercure à 0°, en substituant les valeurs dont nous avons déjà fait usage :

$$\frac{dp}{dv} = -\frac{1}{0{,}00000248\ v_0} : \text{pour } dp = 1,\ dv = -0{,}00000248\ v_0;$$

$$\frac{dt}{dv} = -\frac{1}{0{,}000946\ v_0} : \text{pour } dt = 1,\ dv = -0{,}000946\ v_0,$$

dont la première signifie que le mercure à 0° diminue de la fraction 0,00000248 d son volume par un accroissement de pression d'une atmosphère, quand cet accroissement a lieu sans addition ni soustraction de chaleur; et la seconde que le mercure échauffé de 0° à 1° par la compression seule, sans addition ni déperdition de chaleur, diminue de la fraction 0,000946 de son volume. Nous savons, d'ailleurs, que l'accroissement de pression nécessaire pour produire à la fois l'échauffement et la diminution de volume précédents est de 381 atmosphères.

Je ferai remarquer, avant d'aller plus loin, que lorsqu'un kilogramme de mercure est échauffé de 0° à 1°, en se dilatant librement sous la pression d'une atmosphère (10333^k par mètre carré), le travail extérieur dû à cette dilatation est tout à fait insignifiant. Il est, en effet, exprimé par $10333\ \alpha\ v_0$, où il faut faire $\alpha = 0{,}00017901$ et $v_0 = 0{,}000073551$. Moyennant ces substitutions, on trouve pour le travail dû à la dilatation du mercure de 0° à 1° : $10333\ \alpha\ v_0 = 0{,}000136$ kilog. × m, dont l'équivalent calorifique est seulement $\frac{0{,}000136}{424} = 0^{cal.},0000003209$, moins de $\frac{1}{100000}$ de la chaleur spécifique du mercure à pression constante. L'excès de la chaleur spécifique du mercure à pression constante sur la chaleur spécifique à volume constant est donc à peu près entièrement converti en un travail moléculaire intérieur qui consiste à écarter les molécules du métal liquide les unes des autres, en surmontant leur attraction mutuelle. Ce travail équivalent à $0^{cal.},0053$ est de $424 \times 0{,}0053 = 2^{k \times m},25$.

Nous ne savons pas, d'ailleurs, si, lorsque le mercure ou tout autre corps est chauffé, à volume constant, la chaleur qu'il reçoit est employée tout entière à élever sa température et nous donne ainsi la mesure de ce que M. Rankine et autres auteurs qui se sont occupés, après lui, de la théorie mécanique de la chaleur appellent la *chaleur spécifique vraie*. Il se peut, en effet, qu'une partie de la chaleur communiquée soit convertie en travail moléculaire, même lorsque le volume du corps chauffé demeure invariable. Les molécules peuvent changer de position les unes par rapport aux autres, sans que leur distance augmente, en tournant, par exemple, autour de leur centre, glissant les unes sur les autres, d'où résulte un travail mécanique qu'on peut comparer à celui de deux aimants qui glisseraient l'un sur l'autre, sans s'écarter l'un de l'autre. La différence $c - c_1$ des deux chaleurs spécifiques ne mesure donc, même lorsque le travail externe dû à la dilatation est assez petit pour être négligé, que l'excès de travail moléculaire correspondant au cas où le corps est libre de se dilater à mesure que sa tempé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rature augmente, sur celui qui correspond au cas où le volume du corps est maintenu invariable, pendant l'échauffement, par un accroissement convenable de la pression qui s'exerce sur la surface du corps.

L. L'eau pure et privée d'air se dilate très-inégalement avec la température sous pression constante et présente cette anomalie que son volume diminue, au lieu d'augmenter, de 0° à 4° où sa densité est un maximum. Son coefficient de dilatation α varie donc avec la température et prend une valeur négative pour les valeurs de t inférieures à 4°. D'après les expériences de M. Kopp, les physiciens admettent que ce coefficient est exprimé avec une grande exactitude par la formule à trois termes :

$$\alpha = a + bt + ct^2,$$

dans laquelle les coefficients a, b, c reçoivent des valeurs un peu différentes, suivant que la température est comprise entre 0° et 25° ou entre 25° et 50°.

Entre 0° et 25° on a :

$$a = -0{,}000061045;\ b = +0{,}0000077183;\ c = -0{,}00000003734;$$

Entre 25° et 50° :

$$a = -0{,}000065415;\ b = +0{,}0000077857;\ c = -0{,}00000003541.$$

La même formule à trois termes exprime aussi correctement le coefficient de dilatation de l'éther et de l'alcool, en y faisant :

Pour l'éther,

$$a = +0{,}00148026;\ b = +0{,}00000350316;\ c = +0{,}000000027007;$$

Pour l'alcool,

$$a = +0{,}00104139;\ b = +0{,}0000007836;\ c = +0{,}000000017618.$$

Les chaleurs spécifiques de l'eau, de l'éther et de l'alcool à pression constante se déduisent des expériences de M. Regnault, dont les résultats ont été exposés dans le § XXIV, chap. III. On a pour l'eau :

$$c = 1 + 0{,}00004\,t + 0{,}0000009\,t^2;$$

Pour l'éther,

$$c = 0{,}52900 + 0{,}00059174\,t;$$

Pour l'alcool,

$$c = 0{,}54754 + 0{,}0022436\,t + 0{,}000006618\,t^2.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les densités de l'eau, de l'éther et de l'alcool à 0° sont respectivement 0,99988, 0,7377 et 0,810 (*); d'où l'on conclut les valeurs suivantes de v_0 en mètres cubes :

Pour l'eau, $$v_0 = \frac{0^m,001}{0,99988} = 0^{m3},00100012;$$

Pour l'éther, $$v_0 = \frac{0,001}{0,7377} = 0,0013556;$$

Pour l'alcool, $$v_0 = \frac{0,001}{0,810} = 0,0012346.$$

La compressibilité de ces trois liquides a été déterminée à des températures et sous des pressions diverses par M. Grassi, suivant la méthode et avec les appareils de M. Regnault, au moyen desquels l'expérience donne à la fois la compressibilité du liquide et celle de l'enveloppe qui le contient. J'extrais des mémoires de M. Grassi (*Annales de physique et de chimie*, t. XXXI, p. 477) le tableau suivant des résultats qu'il a obtenus :

DÉSIGNATION des LIQUIDES.	TEMPÉRATURES.	COEFFICIENT de compressibilité β rapportée à l'atmosphère prise pour unité de pression.	PRESSION extrême dans l'expérience en atmosphères.
Eau	0°	0,0000503	»
Id	1,5	0,0000515	»
Id	4,1	0,0000499	»
Id	10,8	0,0000480	»
Id	13,4	0,0000477	»
Id	18	0,0000463	»
Id	25	0,0000456	»
Id	34,5	0,0000453	»
Id	43,1	0,0000442	»
Id	53	0,0000441	»
Éther	0	0,000111	3,408
Id	0	0,000131	7,820
Id	14	0,000140	1,58
Id	13,8	0,000153	8,362
Alcool	7,3	0,0000828	9,302
Id	7,3	0,0000853	9,45
Id	13,1	0,0000904	1,57
Id	13,1	0,0000991	8,97

D'après ce tableau, la compressibilité de l'eau diminue à mesure que la température augmente, à partir de 1 ou 2 degrés au-dessus de 0, et paraît présenter un maximum marqué à une température intermédiaire entre 0 et celle du maximum de densité.

(*) Je prends les densités de l'éther et de l'alcool déterminées par M. Grassi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Grassi a, d'ailleurs, trouvé que la compressibilité de l'eau entre 0° et 53° était indépendante des écarts entre les pressions d'où elle était déduite.

La compressibilité de l'éther et de l'alcool varie aussi avec la température; mais, à l'inverse de ce qui a lieu pour l'eau, elle va en croissant avec la température.

Elle paraît aussi, pour ces deux derniers liquides, augmenter notablement avec la pression.

Je réunis dans le tableau suivant les valeurs $c - c_1$, de c et de c_1 pour l'eau, l'éther et l'alcool à diverses températures. $c - c_1$ est calculé au moyen de la formule (A) du § XLVIII, dans laquelle on a introduit les valeurs fournies par les expériences de MM. Kopp et Grassi. c est calculé par les formules de M. Regnault :

DÉSIGNATION des liquides.	Températures.	VALEURS de $c - c_1$.	VALEURS de c.	VALEURS de c_1.	OBSERVATIONS.
Eau.....	0°	0,0004928	1,00000	0,9995	Les nombres relatifs à l'éther et l'alcool sont empruntés à l'ouvrage du professeur Zeuner (Grundzüge, etc.), 2e édition. Je n'ai pas refait les calculs numériques. J'ai mis à la fin du tableau les résultats concernant le mercure à 0°, dont j'ai exposé les calculs avec détail dans le § précédent. Pour l'eau, à son maximum de densité, on trouve la différence $c - c_1 = 0$, comme cela devait être.
Id.....	1,5	0,000189	1,000062	0,999873	
Id.....	4	0	1,000174	1,000174	
Id.....	10	0,0009688	1,00049	0,99952	
Id.....	25	0,010315	1,0015625	0,99125	
Id.....	50	0,03492	1,00425	0,96933	
Éther.....	0	»	0,529	0,3583	
Id.....	14	»	0,5373	0,3722	
Alcool.....	7,3	»	0,5643	0,4456	
Id.....	13,1	»	0,5781	0,4646	
Mercure.....	0	0,005303	0,03332	0,2802	

La formule (B) du § XLVIII nous donne, pour le rapport $\frac{dp}{dt}$ de l'accroissement de pression exprimé en atmosphères à l'accroissement de température de l'eau, dans le cas où elle est maintenue sous un volume constant, les résultats suivants :

Eau à 0°.	$\frac{dp}{dt}$	$= -1{,}2136$
Id. à 1°,5.		$-0{,}7407$
Id. à 4°.		0
Id. à 10°.		$+1{,}7106$
Id. à 25°.		$+5{,}574$
Id. à 50°.		$+9{,}9715$

Pour des températures inférieures à celle du maximum de densité, les valeurs du rapport $\frac{dp}{dt}$ sont négatives, comme cela doit être. Le volume ne peut, en effet, demeurer alors invariable pour un petit changement de température qu'autant qu'une dimi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nution de la pression annule la contraction que tend à produire l'élévation de la température ou inversement, et si la pression diminue, sans que le volume de l'eau puisse augmenter, la température recevra un accroissement. La valeur moyenne de $\frac{dp}{dt}$ entre 0° et 1°,5 étant de —0,9771, qui est assez rapproché de —1, l'élévation de température de l'eau, maintenue sous un volume invariable dans cet intervalle de température, serait à peu près d'un degré pour une diminution de pression d'une atmosphère, ou, ce qui est la même chose en d'autres termes, si l'eau était échauffée d'un degré, il faudrait, pour que son volume demeurât invariable, que la pression diminuât d'environ une atmosphère. Inversement un refroidissement de l'eau d'un degré exigerait un accroissement de pression d'une atmosphère environ pour maintenir le volume invariable.

Le calcul donne pour la valeur de $\frac{dp}{dt}$ applicable à l'eau à 26° le nombre 5,796. En admettant, pour éviter le calcul de l'intégration, pour la valeur moyenne applicable entre 25° et 26°, la moyenne arithmétique des valeurs extrêmes 5,574 et 5,796, on a, pour l'eau de 25° à 26°, $\frac{dp}{dt} = 5{,}685$, c'est-à-dire que, pour annuler la dilatation de l'eau produite par l'échauffement de 25° à 26°, la pression doit être augmentée d'environ $5^{at.}{,}685$.

L'application des formules (C) du § XLVIII nous donne les valeurs suivantes, pour les rapports $\frac{dp}{dt}$, $\frac{dv}{dt}$ et $\frac{dv}{dp}$, dans le cas où la pression, la température et le volume de l'eau varient simultanément, sans addition ni déperdition de chaleur.

EAU à la température de	$\frac{dp}{dt}$.	$\frac{dv}{dt}$.	$\frac{dv}{dp}$.	OBSERVATIONS.
0°	—2463,3	$+0{,}1238\,v_o$	$-0{,}00005026\,v_o$	Les valeurs consignées dans le tableau conviennent au cas où il n'y a ni addition ni déperdition de chaleur ($dQ = 0$). Dans les rapports $\frac{dp}{dt}$ et $\frac{dv}{dp}$, l'unité de pression est une atmosphère.
1,5	—3919,3	$+0{,}2018\,v_o$	$-0{,}00005149\,v_o$	
4	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$-0{,}000049894\,v_o$	
10	+1766,4	$-0{,}08472\,v_o$	$-0{,}00004796\,v_o$	
25	+ 541,23	$-0{,}02449\,v_o$	$-0{,}0000452\,v_o$	
50	+ 286,77	$-0{,}01235\,v_o$	$-0{,}0000431\,v_o$	

On voit que, à la température du maximum de densité de l'eau et à des températures inférieures, un accroissement de pression, sans addition ni soustraction de cha-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur, détermine un abaissement de température en même temps qu'une diminution de volume de l'eau. Cette conclusion est confirmée par des expériences directes de M. Joule (*Phil. Magazine*, t. XVII, mai 1859), qui lui ont donné, pour un accroissement de pression de $24^{at},34$, un abaissement de température de 0,0083, la température initiale de l'eau étant 1°,2 au-dessus de 0.

M. Joule a trouvé que, l'eau étant à 5°, le même accroissement de pression donnait lieu à une élévation de température de 0°,0044.

En partant de 11°,69, il a obtenu, pour le même accroissement de pression, une élévation de température de 0°,0205, et, en partant de 30°, une élévation de température de 0°,0544.

Les résultats des expériences de M. Joule suivent la marche indiquée par les nombres calculés d'après les formules, en partant des coefficients mesurés de dilatation et de compressibilité de l'eau. Quelques-uns des résultats de l'expérience s'écartent même assez peu des données du calcul.

Ainsi le calcul donne, pour un accroissement de pression de 24,34 atmosphères, l'eau étant prise à 0°, un refroidissement de $\frac{24,34}{2463,3}$, soit 0°,01, et, l'eau étant prise à 1°,5, un refroidissement de $\frac{24,34}{3919,3}$, soit 0°,006.

M. Joule, l'eau étant prise à 1°,2, a trouvé un refroidissement de 0°,0083, nombre compris entre les deux précédents.

Pour l'eau à 10°, la valeur calculée de $\frac{dp}{dt}$ étant de 1766,4, un accroissement de pression de 24,34 atmosphères doit produire une élévation de température de $\frac{24,34}{1766,4}$, soit 0°,014; M. Joule a trouvé, pour 11°,69, un échauffement de 0°,02.

Pour l'eau à 25°, l'échauffement correspondant à une pression de $24^{at},34$ est, d'après la formule, de $\frac{24,34}{541,23}$, soit 0°,045. M. Joule a trouvé, en partant de 18°,38, un échauffement de 0°,0314, et, en partant de 30°, un échauffement de 0°,0544, entre lesquels se trouve compris le résultat calculé pour 25°.

LI. La compressibilité cubique des corps solides n'a point été déterminée, que je sache, par des expériences directes. Nous possédons seulement de nombreuses expériences sur l'allongement de tiges prismatiques tirées dans le sens de leur longueur. Nous savons que, pour des charges assez faibles pour ne pas altérer l'élasticité de la tige, qui reprend, après la suppression de ces charges, sa longueur primitive, l'allongement par unité de longueur varie proportionnellement à la charge, et que l'on a, en désignant par l la longueur sous une charge p, et par δl l'allongement produit par un accroissement δp de la charge :

$\frac{\delta l}{\delta p} = \frac{l}{E}$, E étant une constante qui est appelée coefficient d'élasticité, et dont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'inverse $\frac{1}{E}$ est le coefficient de compressibilité ou de dilatabilité, c'est-à-dire l'allongement ou le raccourcissement de la tige par unité de longueur, correspondant à chaque kilogramme d'accroissement de charge par unité superficielle de la base.

Poisson, établissant sur certaines hypothèses une théorie de l'équilibre intérieur des corps solides, est arrivé, entre autres conséquences, à une loi qu'il énonce ainsi :

Lorsqu'une tige prismatique subit, sous l'action d'une charge δp, un allongement ou raccourcissement proportionnel $\frac{\delta l}{l}$, le volume de la tige augmente ou diminue d'une quantité proportionnelle $\frac{\delta v}{v}$, égale à la moitié de l'allongement ou raccourcissement proportionnel linéaire. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que les dimensions de la section transversale de la tige subissent une réduction proportionnelle égale au quart de l'allongement proportionnel dans le sens de l'axe.

Wertheim a montré, par des expériences précises, que cette loi ne se vérifiait pas; ce physicien a trouvé que, pour de petits allongements qui n'altèrent pas l'élasticité de la tige prismatique, les dimensions de la section transversale subissent un raccourcissement proportionnel égal au tiers seulement de l'allongement de la dimension longitudinale. La section transversale éprouve ainsi une diminution proportionnelle égale aux deux tiers de l'allongement, en négligeant le carré du raccourcissement par unité de longueur. Désignant par L la longueur primitive de la tige, par L′ la longueur augmentée par une traction δp, on aura :

$$L' = L\ (1 + \delta),$$

étant l'allongement proportionnel. On aura, en même temps, suivant les expériences de Wertheim, en appelant S la section transversale primitive du prisme, et S′ la section réduite :

$$S' = S\ (1 - \frac{2}{3}\ \delta);$$

d'où l'on tire :

$$L'\,S' = LS\ (1 + \delta)\ (1 - \frac{2}{3}\ \delta) = LS\ (1 + \frac{1}{3}\ \delta),$$

en négligeant le carré de δ^2, ou encore :

$$\frac{L'S' - LS}{LS} = \frac{1}{3}\ \delta,$$

c'est-à-dire que le volume du prisme, allongé par une traction exercée sur ses deux bases, prend un accroissement de volume par unité de volume égal au tiers de l'allon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gement de la tige par unité linéaire, tandis que, d'après la théorie de Poisson, on devrait avoir :

$$\frac{L'S' - LS}{LS} = \frac{1}{2}\delta.$$

En introduisant ce résultat de l'expérience dans les équations générales de l'équilibre intérieur des corps solides établies par Cauchy, Wertheim démontre que, si l'on désigne par P' la force, par unité de surface, qui, agissant sur les deux bases d'une tige prismatique de matière homogène, libre de se dilater latéralement, produit un raccourcissement proportionnel δ, en sorte que $\frac{P'}{\delta}$ soit le coefficient d'élasticité; par P'' la force, par unité de surface, qui, agissant sur les deux bases de la même tige prismatique supposée contenue dans un fourreau inextensible qui rendrait impossible toute dilatation de ses sections transversales, produirait le même raccourcissement δ; et enfin par P''' la force, par unité de surface, qui, agissant à la fois sur toute la surface extérieure de la même tige, produirait la même contraction proportionnelle δ dans sa longueur et toutes ses dimensions linéaires, les trois forces P', P'', P''' sont entre elles respectivement comme les nombres 1, $\frac{3}{2}$ et 3.

Or δ étant, dans le cas de la force P''' appliquée sur toute la surface extérieure de la tige, la contraction proportionnelle linéaire, 3δ sera, en négligeant les puissances supérieures de δ qui est très-petit, la contraction cubique proportionnelle, c'est-à-dire le rapport de la diminution du volume total au volume primitif par l'action de la force P'''. $\frac{P'''}{3\delta}$ exprimera donc l'inverse du coefficient de compressibilité ou de dilatabilité cubique, comme $\frac{P'}{\delta}$ exprime l'inverse du coefficient de compressibilité ou de dilatabilité linéaire, quand la force P' agit seulement sur les deux bases de la tige et que rien ne s'oppose à l'accroissement ou à la diminution des dimensions de la section transversale. Or P''' étant à P' dans le rapport de 3 à 1, on a : $\frac{P'''}{3\delta} = \frac{P'}{\delta}$, c'est-à-dire que le coefficient de compressibilité et de dilatabilité cubique est égal au coefficient de compressibilité ou de dilatabilité linéaire.

Telle est la conclusion de Wertheim.

Si les dimensions de la section transversale d'un prisme tiré ou comprimé dans le sens de sa longueur et entièrement libre latéralement subissaient un raccourcissement ou un allongement proportionnel égal au quart de l'allongement ou du raccourcissement longitudinal, conformément à la loi de Poisson, les trois forces par unité de surface P', P'' et P''' seraient pour une même valeur de δ dans le rapport des nombres 5, 6 et 10; P''' serait égal à $2P'$, $\frac{P'''}{3}$ à $\frac{2}{3}P'$, et, par conséquent, le coefficient de compressibilité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou de dilatabilité cubique serait égal au coefficient de compressibilité ou de dilatabilité linéaire multiplié par $\frac{3}{2}$. C'était la conclusion de Poisson.

En admettant celle de Wertheim, nous aurions pour un corps solide homogène $\beta = \frac{1}{E}$, E désignant le coefficient d'élasticité qu'on détermine en observant l'allongement ou le raccourcissement d'une tige prismatique tirée ou comprimée dans le sens de sa longueur. D'un autre côté le coefficient de dilatation cubique par la chaleur peut être considéré comme égal au triple du coefficient de dilatation linéaire, qui a été déterminé pour un grand nombre de corps solides et qui se montre, pour la plupart d'entre eux, constant et indépendant de la température. On a ainsi tous les éléments nécessaires pour l'application des formules A, B et C du § XLVIII; l'on peut donc déterminer, connaissant la capacité spécifique pour la chaleur sous pression constante, la capacité à volume constant, et résoudre les diverses questions dont les deux paragraphes précédents renferment la solution pour quelques liquides. Toutefois le point de départ de ces calculs est trop peu sûr pour que les résultats obtenus, qui n'ont conduit jusqu'ici à aucune conséquence pratiquement utile, doivent être acceptés avec une grande confiance.

LII. Lorsqu'une tige prismatique s'allonge sous l'action de forces appliquées à ses deux bases qui la tirent dans le sens de sa longueur, le travail moléculaire intérieur dû au changement de situation, à l'écartement des particules qui s'attirent mutuellement, fait disparaître une partie équivalente de la chaleur existante dans la tige, et détermine, par conséquent, un abaissement de sa température; si les forces qui ont déterminé l'allongement diminuent ensuite progressivement jusqu'à devenir nulles et si l'élasticité n'a point été altérée, les molécules du corps reviennent à leur situation primitive sous l'action des forces attractives mutuelles; de là un travail moléculaire interne égal et de signe contraire à celui qui s'est produit pendant l'allongement, et qui donne lieu au développement d'une quantité de chaleur égale à celle qui avait primitivement disparu et, par conséquent, à une élévation de température de la tige égale à l'abaissement qui avait eu lieu. Enfin, si, au lieu de diminuer progressivement, les forces qui ont déterminé l'allongement sont supprimées instantanément, les molécules de la tige, orsqu'elles atteignent leur situation primitive, sont animées d'une force vive en vertu de laquelle elles dépassent cette position; la tige continue donc à se raccourcir jusqu'à ce que cette force vive soit éteinte.

M. Edlund, physicien suédois, a mesuré, au moyen d'une pile thermo-électrique, les légères variations de température que subissent, par les effets d'allongement et de contraction que nous venons d'indiquer, des fils de divers métaux. Le fil, qui était fixé par une de ses extrémités, était attaché par l'autre à un point d'un levier équilibré autour de son point d'appui et sur lequel glissait un poids, de telle sorte que le fil n'éprouvait aucune tension quand le poids curseur correspondait au point d'appui, était chargé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

progressivement à mesure que le poids se rapprochait et déchargé aussi progressivement à mesure qu'il s'en écartait. Enfin on pouvait le décharger brusquement, après l'avoir tendu, en le détachant de façon qu'il se raccourcît, en restant soustrait à l'action du poids et du levier.

M. Edlund a trouvé que le fil chargé rapidement, mais progressivement, par la méthode décrite éprouvait un abaissement de température proportionnel à la charge finale déterminée par l'action du poids et, par conséquent, à son allongement final; qu'en le déchargeant progressivement il revenait à sa longueur primitive en éprouvant une élévation de température égale à l'abaissement trouvé dans la première partie de l'expérience; que, dans le cas où le fil était détaché du levier et ainsi déchargé brusquement, l'élévation de température était plus grande que lorsqu'il était déchargé progressivement, et que l'excès de la première température sur la seconde était proportionnel au carré de la charge finale qui avait produit l'allongement, ou, ce qui revient au même, au travail mécanique extérieur que le fil aurait développé, en vertu de son élasticité, si le raccourcissement avait eu lieu sous l'action de la charge progressivement diminuée. M. Edlund montre que ces résultats sont d'accord avec la théorie mécanique de la chaleur, et représentés par la formule D du § XLVIII, dans laquelle il remplace α par le coefficient de dilatation linéaire et v_0 par $\frac{1}{W}$, W désignant le poids de l'unité de longueur du fil, affectée toutefois d'un coefficient constant. Il en tire d'autres conséquences, dont la discussion nous mènerait trop loin, et pour lesquelles nous renverrons aux deux mémoires de l'auteur insérés dans les *Annales de Poggendorff*, vol. CXIV, p. 1, et vol. CXXVI, p. 539.

LIII. Les phénomènes observés, lors du passage d'un corps de l'état solide à l'état liquide présentent les mêmes caractères généraux que ceux qui accompagnent la transformation d'un liquide en vapeur.

La glace étant prise à une température inférieure au 0 de notre thermomètre centigrade et chauffée graduellement par un foyer ou de toute autre façon, sa température croît graduellement jusqu'à ce qu'elle commence à se liquéfier. Dès ce moment, sa température cesse d'augmenter et demeure fixe. Toute la chaleur affluente est convertie soit en travail mécanique intra-moléculaire, qui a pour résultat la désagrégation et la liquéfaction de la glace, soit en travail externe dû à la pression extérieure et au changement de volume qu'elle éprouve en se liquéfiant. Or nous savons par l'expérience que le volume de l'eau liquide, sous une pression constante, diminue, au lieu d'augmenter, à mesure que sa température s'élève de 0° à 4° et que la glace à 0° flotte sur l'eau à la même température. Elle est donc moins dense que l'eau, et éprouve, par la liquéfaction, une diminution de volume. Le travail mécanique externe qui accompagne la fusion, de la glace, sous la pression de l'atmosphère ou toute autre pression constante, est donc en sens inverse, de signe contraire à celui qui accompagne la vaporisation de l'eau. Au lieu de consommer, de faire disparaître une partie de la chaleur qui est com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

muniquée d'ailleurs à la glace et détermine sa liquéfaction, il engendre, au contraire, de la chaleur qui est aussitôt consommée, rendue latente, suivant l'expression usitée en physique, par le travail intra-moléculaire, et vient, par conséquent, en déduction de la chaleur qui doit venir d'ailleurs pour déterminer la liquéfaction. Ainsi le travail mécanique dû à la pression extérieure, qui est un obstacle à la vaporisation de l'eau et élève la température du point d'ébullition, favorise, au contraire, la fusion de la glace et abaisse la température fixe à laquelle elle se produit. Cette conclusion remarquable de la théorie mécanique de la chaleur a été énoncée d'abord par M. James Thomson, et postérieurement confirmée par les expériences de M. W. Thomson.

Comme la température fixe de la fusion de la glace est précisément le 0 de notre thermomètre, il est commode, afin d'éviter les nombres négatifs dans les questions qui s'y rapportent, d'abaisser le point de départ de l'échelle et il est naturel de le reporter au 0 absolu, c'est-à-dire à 273° au-dessous du 0 du thermomètre centigrade (§ XIV, chap. II). Nous aurons alors à remplacer dans les équations générales $a + t$ par T, T désignant la température comptée depuis le 0 absolu et qui ne peut jamais être négative.

Considérons un kilogramme d'eau solide, sous une pression donnée p, à une température T_0 où elle n'éprouve pas de commencement de fusion.

Soit T, plus grand que T_0, la température fixe à laquelle la liquéfaction commence et se continue sous cette pression p. La chaleur totale qu'il aura fallu communiquer à la glace pour la liquéfier complétement se composera de deux parties employées, la première à élever sa température de T_0 à T, la seconde à transformer la glace en eau liquide à cette dernière température et que nous appellerons chaleur de fusion. Désignant la chaleur totale par λ et la chaleur de fusion par r, nous aurons l'équation :

$$\lambda = \int_{T_0}^{T} c\,dt + r, \qquad (a)$$

où c désigne la chaleur spécifique de l'eau à l'état solide qui peut varier avec la température, et r la chaleur de fusion sous la pression constante p et à la température T, qui est une fonction de la pression p. La chaleur de fusion r se divise elle-même, comme pour la vaporisation de l'eau, en deux parts, dont la première est l'équivalent du travail intra-moléculaire par suite duquel la désagrégation ou liquéfaction a lieu, et la seconde l'équivalent du travail extérieur dû au changement de volume que l'eau solide éprouve en passant à l'état liquide à la même température et à la pression p. V_0 désignant le volume du kilogramme de glace et V le volume du kilogramme d'eau liquide à T° et sous la pression p, cette seconde partie a pour expression $Ap\,(V - V_0)$. Elle est négative, puisque nous savons que V_0 est plus grand que V. Malgré cette différence, nous pouvons appliquer ici la suite des raisonnements du § XXV, chap. III, où a été traitée la question de la vaporisation de l'eau, et les formules du même paragraphe, en y remplaçant seulement, d'après la nouvelle notation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

convenue, $a + t$ par T et dt par dT. L'équation (I) du § XXV se présente alors sous la forme :

$$Q = AT \frac{dp}{dT} (V - V_0), \qquad (b)$$

où Q est précisément la chaleur de fusion représentée par la lettre r dans l'équation précédente (a). L'équation (b) doit donner pour cette chaleur de fusion une valeur positive. Or, dans le second membre $A = \frac{1}{424}$, T est positif. Nous savons que $V - V_0$ est négatif; il faut donc que le rapport infinitésimal $\frac{dp}{dT}$ soit également négatif, ce qui montre que la pression p et la température T de fusion de la glace qui lui correspond sont de signes contraires, c'est-à-dire que cette dernière température s'abaisse quand la pression augmente et inversement s'élève quand la pression diminue, ainsi que l'a énoncé le premier M. James Thomson.

Nous ne possédons point, comme pour la vaporisation de l'eau, un tableau des valeurs correspondantes de p et de T pour la fusion de la glace, d'où nous pourrions déduire, par un procédé graphique ou par un calcul d'interpolation, les valeurs du quotient différentiel $\frac{dp}{dt}$. Mais la chaleur de fusion de la glace à la température absolue $T = 273$ (0 de notre thermomètre centigrade) ayant été déterminée avec une grande précision par M. Regnault d'une part, et M. de la Provostaye de l'autre, connaissant aussi les valeurs des volumes spécifiques V_0 et V de la glace et de l'eau à la même température, nous tirerons de l'équation (b) la valeur de $\frac{dp}{dT}$ correspondante à cette température et à la pression atmosphérique.

La chaleur de fusion de la glace à 0° et sous la pression atmosphérique est, en prenant la moyenne des nombres trouvés par MM. Regnault et de la Provostaye, de $79^{cal.},035$.

Le volume du kilogramme d'eau à 0° est $0^{m3},001$; celui du kilogramme de glace à la même température, $0^{m3},001087$. On a donc :

$$V - V_0 = - 0,000087.$$

Moyennant la substitution de ces valeurs numériques à Q et à $V - V_0$, et en y faisant, d'ailleurs, $A = \frac{1}{424}$ et $T = 273$, l'équation (b) nous donne :

$$\frac{dp}{dT} = \frac{79,035 \times 424}{273 \times - 0,000087} = - 1.410.923.$$

Les unités de comparaison, dans la valeur précédente, sont pour les températures le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

degré du thermomètre centigrade à air et pour les pressions le kilogramme sur un mètre carré superficiel. Si l'on veut mesurer la pression en atmosphères (10333 kilogr. sur un mètre carré), les valeurs numériques de p seront diminuées dans le rapport de 1 à 10333 et la valeur de $\frac{dp}{dT}$, les températures étant toujours évaluées en degrés du thermomètre centigrade, sera diminuée dans le même rapport. On aura donc, la pression p étant mesurée en atmosphères :

$$\frac{dp}{dT} = -\frac{1.410.923}{10.333} = -136,5.$$

En admettant que le rapport $\frac{dp}{dT}$ soit sensiblement constant dans l'intervalle de $\frac{1}{100}$ de degré centigrade, on pourra faire dans l'équation qui précède $dT = +$ ou $-0,01$, et on trouvera pour $dT = +0,01$, $dp = -1,365$, et pour $dT = -0,01$, $dp = +1,365$; c'est-à-dire que, pour élever ou abaisser d'un centième de degré au-dessus ou au-dessous de 0° la température de fusion de la glace, il faudrait diminuer ou augmenter respectivement la pression de 1 1/3 atmosphère.

M. W. Thomson a trouvé, par l'expérience, qu'un accroissement de pression de $8^{at.},1$ abaissait la température de la fusion de la glace à $-0°,059$ et un accroissement de pression de $16^{at.},8$ à $-0°,129$, résultats qui sont parfaitement en harmonie avec les prévisions de M. J. Thomson.

PUITS ARTÉSIENS.

SUR LE PUITS ARTÉSIEN DE PASSY, PAR M. DARCEL,

Ingénieur des ponts et chaussées (1).

L'historique des travaux du puits artésien de Passy, l'indication des considérations qui ont engagé la ville de Paris à entreprendre ce forage et les résultats obtenus, amènent naturellement à dire quelques mots sur les études qui doivent précéder le creusement d'un puits, afin de savoir si les travaux présentent quelques chances de réussite, et à parler succinctement des forages exécutés antérieurement dans le bassin de Paris.

Dans toutes les parties où elle n'est pas formée de roches d'émission, c'est-à-dire de roches refoulées de l'intérieur de la terre à l'état incandescent, l'écorce terrestre se

(1) Séance extraordinaire du 14 mars 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

compose d'une série de dépôts qui se sont effectués au fond des eaux. Ces terrains de sédiment se présentent, par conséquent, par couches à peu près horizontales, tant qu'une révolution géologique ne vient pas déplacer la position des mers; les strates émergées forment alors les continents et peuvent être plus ou moins inclinées par rapport à l'horizon.

Les couches, suivant leur constitution, peuvent retenir les eaux ou se laisser pénétrer facilement par elles, être ainsi imperméables ou perméables.

Lorsqu'une couche imperméable est située au-dessous de couches perméables, les eaux qui s'infiltrent à travers ces dernières sont retenues par celle imperméable et cheminent à sa surface suivant la ligne de plus grande pente.

Si un accident du sol, une vallée, coupe la succession de ces couches jusqu'à celle qui retient les eaux, il se produit des sources au point où celle-ci se trouve à découvert.

Si, au contraire, des terrains perméables sont recouverts par des couches imperméables, les eaux absorbées par ces terrains, sur les points de la surface du sol où ils arrivent au jour, se trouvent emprisonnées dans l'intérieur de la terre, sans en pouvoir sortir. Quand alors on vient à traverser la couche imperméable, l'eau comprimée qui se trouve au-dessous monte dans l'exutoire qu'on lui a ouvert, et s'échappe, si l'orifice se trouve en un point inférieur, par rapport à l'horizon, à ceux d'affleurement de ces diverses couches. Il se produit un effet analogue à celui du percement d'un trou dans une conduite d'eau communiquant avec un réservoir élevé.

Quand on veut reconnaître si un forage dans le sol peut produire un puits artésien, il faut donc qu'une étude géologique ait démontré qu'au-dessous du lieu choisi il existe des couches perméables surmontées d'autres couches imperméables, que les unes et les autres aboutissent à la surface du sol sur des points plus élevés, et que l'on ne connaisse pas d'écoulement important aux eaux qu'elles absorbent à leurs points de contact avec la superficie du sol.

Paris se trouve dans une position remarquablement favorable pour le forage de puits artésiens; situé au centre d'un vaste bassin où les terrains secondaires et tertiaires se sont déposés, en se relevant de tous côtés, suivant le fond de l'ancienne mer, qui occupait, à cette époque géologique, la majeure partie du nord de la France. Parmi ces couches, les unes sont perméables, d'autres imperméables, et alors très-propres aux recherches artésiennes.

Des puits assez nombreux avaient été déjà percés dans les environs de Paris, pour atteindre la nappe qui se trouve à la partie supérieure de la craie, au-dessous des argiles plastiques imperméables, formant la base des terrains tertiaires; mais ces puits, dont les plus profonds ne dépassaient pas 100 mètres, ne rendaient que des débits peu importants. M. Mulot, sous la direction de MM. Émery et Mary, ingénieurs du service de la ville de Paris, et d'après les conseils de M. Élie de Beaumont, proposa de tra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

verser la formation crétacée, et d'aller chercher à sa base la nappe plus puissante des sables verts qui viennent affleurer le sol à Valenciennes, à Sainte-Menehould, à Auxerre, etc., etc., à une altitude de 130 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, tandis que le sol de Paris, près des bords de la Seine, n'est qu'à une trentaine de mètres au-dessus du même niveau.

L'épaisseur de la craie à traverser était évaluée entre 300 et 400 mètres. Un premier marché fut passé avec M. Mulot le 9 octobre 1833. Les travaux commencèrent le 24 décembre de la même année. Au mois de juin 1834, on était parvenu à 115 mètres de profondeur, lorsqu'un éboulement survint, brisa les outils et arrêta les travaux pendant deux mois. Ils furent repris et marchèrent d'une manière régulière jusqu'au 3 avril 1837. On était alors arrivé à 405 mètres de profondeur ; le marché passé avec M. Mulot était rempli, mais l'eau n'était pas encore atteinte. La Ville, persistant dans son dessein, fit successivement avec M. Mulot quatre autres traités : le premier, pour le forage entre 400 et 500 mètres; le deuxième, entre 500 et 600 mètres ; les derniers, pour le tubage du puits.

De nombreux accidents de rupture de pièces occupèrent les années 1837 et 1838. Cependant, le 18 octobre 1839, on était parvenu à 501 mètres de profondeur; et, le 23 février 1841, après sept ans de travaux, on atteignait, la couche jaillissante à 548 mètres. L'eau avait une température de 27°,10 centigrades ; et le volume débité au niveau du sol, à l'altitude 38 mètres, était de 3,400 mètres cubes par vingt-quatre heures, ou 39 litres par seconde (1).

Outre le tubage provisoire exécuté en même temps que le forage, et destiné à maintenir les terrains traversés, on devait en faire un autre intérieur, pour contenir les eaux. Pour ce travail, on décida d'employer du cuivre de $0^m,003$ d'épaisseur et étamé sur les deux faces, en adoptant trois diamètres différents : 17 centimètres à la base, 21 à la partie moyenne, 24 au sommet. Mais la partie supérieure de ces tubes ayant été écrasée peu de temps après leur mise en place, on fut forcé de les arracher et, pour y parvenir, de déchiqueter en lanières les portions forcées. On résolut alors de faire un nouveau tubage général au moyen de tuyaux plus forts, de $0^m,005$ d'épaisseur, en tôle galvanisée, et essayés à une pression de 70 atmosphères. En les descendant, on s'aperçut que la colonne provisoire était déjetée à 408 mètres de profondeur; on arrêta la nouvelle à ce point, en considérant le travail comme terminé. On était alors à la fin de 1843, et le débit, au sommet d'une colonne de 34 mètres d'élévation (à l'altitude 72 mètres), était de 1,100 mètres cubes par vingt-quatre heures. Au commencement de 1844, ce débit était réduit de moitié. Pendant tout le cours de cette année et des suivantes, jusqu'en 1848, on laissa couler le puits alternativement au sommet de la colonne, puis à la base, afin de provoquer un débit plus considérable et d'entraîner les

(1) Le *Bulletin* a publié dans le temps différents articles sur le puits de Grenelle; voir 1re série, t. XXXIX, p. 395, et t. XL, p. 98 et 308. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sables, les rognons d'argile et les pyrites qui obstruaient, pensait-on, la base de la colonne. Mais ce moyen, qui avait d'abord réussi, n'ayant plus donné de bons résultats, on se décida, à la fin de 1848, à dégorger le puits au moyen d'un sondage, que l'on renouvela à plusieurs reprises en 1849 et 1850; on profita de ce sondage pour traverser la partie coudée du tube, et pénétrer directement jusqu'à l'eau, mais sans tuber ce dernier forage. On n'obtint pas de résultats très-satisfaisants; le débit restait dans les environs de 430 mètres cubes par vingt-quatre heures. On résolut alors de tuber la partie inférieure du coude à la nappe. Après deux essais infructueux, on parvint à descendre le tube jusqu'à 545 mètres de profondeur. On s'aperçut alors, au commencement de 1852, que le nouveau tube s'était infléchi comme le premier. On en construisit un autre que l'on fit pénétrer, à travers le premier, après des difficultés sans nombre, jusqu'à 546 mètres; on descendit dans l'intérieur une sonde pointue que l'on assujettit à 549 mètres, dans une plaquette de grès qu'elle avait rencontrée; on dévissa la partie supérieure de cette sonde en abandonnant la base, dans le but de consolider la colonne. Ces travaux furent achevés le 20 juillet 1852; le débit était de 720 mètres cubes par vingt-quatre heures; il s'éleva successivement jusqu'en 1856 où il se régularisa à 900 mètres.

La dépense totale s'était élevée à 390,000 fr., pendant les dix-neuf ans qu'avaient duré les travaux. L'eau revenait ainsi à 5 centimes et demi par mètre cube, en ne tenant pas compte de l'intérêt de l'argent pendant l'exécution du puits. Le résultat financier était très-satisfaisant, il donnait raison à la persistance de la ville de Paris, tandis que les difficultés vaincues faisaient le plus grand honneur à M. Mulot, qui n'avait pas craint de compromettre sa fortune dans des marchés à forfait, pour exécuter des travaux à travers des terrains dont on connaissait imparfaitement la nature, et à des profondeurs qu'on n'avait pas osé atteindre jusqu'alors. Aussi, satisfaite de ce premier résultat, la ville de Paris décida-t-elle, en 1854, la création d'un second puits; et, dans le but de profiter de l'expérience acquise, et d'adopter tous les perfectionnements qu'avait réalisés l'art du sondeur, elle en confia la direction à une Commission de savants composée de MM. Dumas, président; Élie de Beaumont, général Poncelet, Pelouze, membres de l'Institut; Mary, Junker, Lorieux et Alphand, ingénieurs des ponts et chaussées et des mines. On y adjoignit plus tard MM. Michal, directeur du Service municipal, et Darcel, ingénieur. Les ingénieurs des mines, qui faisaient partie de la commission, et qui, par la nature de leurs occupations, étaient le plus au courant du genre de travaux à exécuter, proposèrent d'appeler M. Kind, ingénieur saxon, qui avait acquis une grande renommée dans le forage de puits en Allemagne, et dans l'est de la France. M. Kind proposa d'exécuter, en une année, un puits de $0^{m},60$ au moins de diamètre, pour une dépense qui n'excéderait pas 350,000 fr.

Sans partager complétement la confiance que montrait M. Kind sur la rapidité et l'économie des travaux, la Commission adopta le mode d'exécution qu'il proposait.

Quoique les procédés, les outils et l'installation adoptés par M. Kind, au puits de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Passy, aient été décrits avec le plus grand soin par M. Maurice, pages 421 et 471 du tome III de la 2e série du *Bulletin* de la Société d'encouragement, nous croyons utile de rappeler en quelques mots les divers procédés de sondage, afin de suivre avec plus de facilité la marche des travaux du puits de Passy.

Ainsi que nous l'avons vu, les accidents du puits de Grenelle sont provenus de trois causes distinctes : d'abord, le mode de sondage; en second lieu, le peu de diamètre du puits, dont le tubage n'avait pas alors assez de force pour résister par lui-même aux mouvements du sol; et, enfin, de l'inconnu, qui exigeait des tâtonnements constants.

Les instruments employés étaient de plusieurs sortes : d'abord, des ciseaux vissés à l'extrémité de tiges en fer, que l'on élevait au moyen d'un manége, et qu'on laissait retomber, de manière à broyer la roche, à peu près comme on agit avec des barres de mine; puis les cuillers, c'est-à-dire des instruments analogues à un piston de pompe aspirante, et servant à enlever les détritus ou les argiles; et, enfin, pour régulariser le trou ou pour augmenter son diamètre, ce qui était devenu nécessaire, par suite des approfondissements successifs du puits, on agissait par torsion au moyen d'alésoirs. Ces procédés, suffisants et encore employés pour les sondages qui ne dépassent pas 150 mètres de profondeur, devenaient très-dangereux au delà de cette limite. On comprend, en effet, que le contre-coup des chocs se produisant dans des tiges de plusieurs centaines de mètres et d'un poids considérable doit en altérer rapidement la force, et que les torsions du rodage les brisent. De là les nombreuses ruptures qui se sont produites. Il fallait alors extraire les parties restées dans le fond, au moyen de divers instruments analogues à des entonnoirs, à des béquilles, et perdre ainsi la majeure partie du temps.

Déjà M. OEynhausen avait inventé la coulisse qui porte son nom, et qui lui permet d'éviter ces chocs dans les tiges, en n'employant celles-ci que comme une transmission de mouvement, entre la force employée sur le sol, et un ciseau indépendant au fond du puits; mais cet instrument imparfait ne donnait de résultats satisfaisants que lorsque le sondage n'atteignait pas de grandes profondeurs, et que l'on n'était pas entraîné à employer de trop lourds contre-poids ou des ressorts trop forts. Les premiers, en équilibrant la tige, rendent mou le choc de l'instrument; les seconds lui laissent toute son énergie, mais, devant détruire la force vive de la tige, à la fin de sa chute, sont inexécutables lorsque cette tige a un poids important.

Le grand mérite de M. Kind est d'avoir, le premier, donné une solution pratique à l'idée de M. OEynhausen sur l'indépendance de la tige et de l'instrument, et qui a reçu le nom de système à chute libre. M. Kind termine la tige, à sa base, par une rainure armée de deux crochets, portant un diaphragme en gutta-percha. Ces crochets viennent saisir la tête du ciseau ou trépan, qui peut glisser librement dans la rainure. Si l'on suppose le trépan pris par les crochets, on le remonte en même temps que les tiges; mais lorsque l'on donne un mouvement inverse, et un peu brusque, la résistance du dia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phragme dans l'eau fait ouvrir les crochets, et le trépan tombe seul, suivi de près du reste de la tige, qui vient le prendre de nouveau, sans éprouver de chocs. Ce procédé, qui ressemble au battage des pieux par un mouton, a été imité depuis par tous les entrepreneurs de sondages, qui ont appliqué l'idée de diverses façons différentes. M. Kind a, de plus, la coutume d'employer des tiges en bois, avec armatures de fer, calculées de manière à obtenir la même densité que l'eau ; de telle sorte que le poids à relever soit seulement celui du trépan et de son armature. Il cure avec la cuiller, et évite tous moyens exigeant des torsions.

Ces outils perfectionnés, qui permettent d'opérer sur de grands diamètres, sans déployer une force considérable, et la connaissance des terrains acquise par le forage de M. Mulot, étaient de puissants indices de succès. On savait que, une fois les argiles plastiques traversées et tubées, on pouvait forer la craie, sur toute son épaisseur, sans avoir à craindre d'éboulements considérables, et qu'il serait ainsi possible de tuber le puits en une seule fois, sur un seul diamètre, en évitant les engorgements de la base. Partant de ces considérations, la Commission proposa d'exécuter un puits, qui n'aurait pas moins de $0^m,60$ de diamètre, qui plongerait à 23 mètres dans les grès verts, et serait prolongé au-dessus du sol, jusqu'à la cote 76,40 au-dessus du niveau de la mer.

M. Kind était chargé de la direction des travaux, dont les dépenses étaient contrôlées par les ingénieurs du Service municipal, et remboursées par la Ville. Comme rémunération, M. Kind devait recevoir, suivant le volume d'eau obtenu, la totalité, ou une partie de la différence entre le chiffre des dépenses maximum fixé à 350,000 francs, et le coût réel des travaux. Il obtenait toute cette somme, si le débit était de 13,300 mètres cubes; 10 pour 100 s'il était de 4,000 mètres ou moins; et une somme proportionnelle, si le débit était compris entre les deux extrêmes. Le marché devenait nul après une dépense de 350,000 francs.

Dans les premiers mois de 1855, on installa les machines, qui coûtèrent 93,000 fr. Le forage commença en juillet 1855. On traversa facilement le calcaire grossier qui formait, sur 18 mètres d'épaisseur, la partie supérieure du sol, et, au mois d'octobre, on avait, après quelques difficultés, traversé les argiles plastiques, et l'on était parvenu à la craie. Contrairement aux conseils des membres les plus autorisés de la Commission et à l'expérience que l'on avait acquise dans le forage du puits de Grenelle, M. Kind eut la malheureuse idée de tuber cette portion très-dangereuse, au moyen d'un tube en tôle de $0^m,005$ seulement d'épaisseur, et de $1^m,10$ de diamètre; puis il continua le forage sur 1 mètre de diamètre. L'approfondissement était alors de près de 5 mètres, par vingt-quatre heures. On parvint, sans autres accidents notables que la rupture de quelques tiges et ferrements, jusqu'à 366 mètres de profondeur. Mais, le 3 mai 1856, un trépan cassé et tombé au fond du trou, retarda le travail de trente-trois jours. Une partie des pièces durent être abandonnées. Elles finirent par se loger dans des cavités,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et ne s'opposèrent pas à la continuation du forage. Le nombre de jours de travail effectif était de 185, à ce moment, et celui des réparations et recherches d'instruments s'élevait à 110.

Le 29 mars 1857, le forage était descendu à 528 mètres de profondeur. L'enfoncement moyen était encore alors de $1^m,50$ par jour. On pouvait donc espérer rencontrer la nappe jaillissante après un mois de travail, lorsqu'un mouvement des argiles, à 36 mètres de profondeur, vint déformer le tube de retenue, et arrêter les travaux. Toutes les tentatives faites par M. Kind, pour réparer cet accident, furent infructueuses. Les tubes successifs qu'il voulut enfoncer, pour remplacer ou consolider l'ancien, eurent le même sort; et les argiles et les sables, se frayant un passage à travers les tôles déchirées, en entraînèrent des lambeaux, et comblèrent le puits en formant, sous le calcaire grossier, une excavation de plus de 400 mètres cubes. On était alors arrivé au mois d'octobre 1857; les 350,000 francs étaient épuisés; la situation semblait désespérée; et quelques membres de la Commission étaient d'avis d'abandonner le travail. M. le Préfet, avec la majorité de la Commission, pensa qu'il n'était pas digne de la ville de Paris de renoncer à un forage commencé; et il chargea ses ingénieurs, de rédiger un projet pour conduire ce forage à bonne fin.

Il s'agissait d'abord de rétablir le puits entre le calcaire grossier et la craie, sur 30 mètres de hauteur, au milieu de terrains bouleversés, mélangés des débris des anciens tubes, et parmi lesquels il existe des sources importantes. Le moyen qui semblait le plus certain, était l'enfoncement d'un tube métallique très-fort, par le procédé imaginé par M. Triger aux mines de la Loire; c'est-à-dire au moyen de la compression de l'air, qui chasse l'eau de l'intérieur du tube, et permet d'y travailler comme dans une cloche à plongeur. Un grand constructeur de Paris, M. Gouin, qui fondait des ponts par ce procédé, proposait d'exécuter le travail, pour une somme à forfait de 80,000 francs; mais ce mode de travaux, qui a reçu depuis de nombreuses applications, était alors peu connu. Un accident qui venait d'arriver à Bordeaux par l'emploi de ce procédé fit craindre pour la vie des ouvriers. On se décida alors, tout en se réservant la possibilité d'employer ce procédé, à tâcher d'arriver au même résultat, par des curages et des épuisements.

On commença donc par élargir à 4 mètres le trou, sur les 18 premiers mètres de profondeur à partir du sol, dans le calcaire grossier, terrain sec et se tenant très-bien; puis l'on monta une colonne en fonte, de 3 mètres de diamètre et $0^m,03$ d'épaisseur, formée de disques boulonnés les uns au bout des autres et renforcés de nervures intérieures. On la laissa descendre sous son propre poids, et jusqu'à ce qu'elle fût arrêtée par le frottement des argiles au milieu desquelles elle pénétrait. Alors, au lieu de la coiffer de l'appareil de compression d'air, on dragua dans son intérieur, tout en pressant, au moyen de verrains, sur sa partie supérieure. Le foncement de ce tube, commencé en février 1858, dut être abandonné dans le mois d'août suivant; la base était parvenue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à 45m,60 de profondeur, et ne pouvait plus avancer. On établit alors des pompes d'épuisement, pour vider la colonne, et continuer le fonçage par d'autres moyens, sur les 7m,40 qui restaient jusqu'à la craie. Mais on s'aperçut que, sous l'effet des pressions développées par les verrains, et sous celui des mouvements du sol, la colonne était fendue en plusieurs endroits, et qu'à certains joints les boulons étaient guillotinés. On la consolida par de puissants cerclages intérieurs, en fer cornière; on agrafa entre eux les disques détachés, et l'on picota les joints.

On chercha alors à prolonger le puits sur le même diamètre de 3 mètres, et en maçonnerie; mais les argiles détrempées qu'il fallait traverser, brisaient tous les boisages et mettaient la vie des ouvriers en danger. On descendit alors un second tube de 2m,50 de diamètre extérieur, formé de fortes tôles réunies et consolidées par des armatures intérieures en fer à T; on le fit pénétrer dans le sol, en épuisant et en curant dans l'intérieur, tandis que l'on exerçait des pressions sur sa tête. On rencontra ainsi, et on arracha une grande partie des tôles des anciens tubes; et l'on parvint jusqu'à 49m,50 de profondeur. La trousse ne continuant plus à s'enfoncer, on en prépara une deuxième, de 2m,15 de diamètre, et construite en tôle comme la première. Mais de nouveaux mouvements s'étaient produits dans la colonne en fonte. Des jets d'eau mélangés de sable et d'argile se formaient dans les joints, qui s'étaient ouverts de nouveau ; le travail était non-seulement pénible; mais il faisait courir les plus grands dangers aux ouvriers, qui pouvaient se trouver noyés par une irruption soudaine des eaux et des argiles. On jugea donc prudent, avant de pousser plus loin l'enfoncement, de consolider la colonne en fonte, par un anneau en maçonnerie de meulière et ciment, laissant un vide intérieur de 1m,94. Quoique exécutée au milieu d'un véritable déluge d'eau et de boue, cette maçonnerie arrrêta la majeure partie des eaux, et permit de travailler, sinon d'une manière facile, du moins avec une certaine sécurité.

En novembre 1859, on descendit la deuxième trousse, que l'on enfonça par les mêmes procédés que ceux employés précédemment. Seulement, les épuisements devenaient d'autant plus difficiles, que l'on s'enfonçait davantage; les pistons étaient rapidement usés par les eaux chargées de sable; il fallait les remplacer toutes les vingt-quatre heures; et, pendant ce temps, l'eau remontait dans le puits; car on n'avait pas la place pour établir deux pompes. Dans ces derniers temps du fonçage, à peine, sur les vingt-quatre heures, avait-on deux heures de travail utile des ouvriers installés au fond du puits. L'enfoncement de la trousse était également entravé par les restes des vieux tubes, qui se présentaient en travers, et qu'il fallait enlever. Enfin, en novembre 1859, la partie inférieure de la trousse rencontra les calcaires pisolithiques, dans lesquels on pénétra de 0m,50. On descendit alors un tube concentrique au forage de 0m,005 d'épaisseur, et de 1m,70 de diamètre; et l'on coula du ciment de Portland dans tout l'espace compris entre ce tube et les trousses. On obtint un bloc monolithe, qui ne laissa plus passer les eaux, qui permit d'épuiser jusqu'à 5 mètres de profondeur dans le calcaire,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et fit reconnaître que la réparation, qui avait coûté 240,000 francs, et vingt mois de peines, offrait toutes les garanties nécessaires.

Pour se représenter l'état des travaux à cette époque, il faut supposer un trou carré, de 4 mètres de côté, sur 18 mètres de profondeur, dans le rocher calcaire; puis, au-dessous, sur 25 mètres de profondeur, et pour maintenir les argiles, des tuyaux circulaires métalliques, dont chacun a un diamètre un peu inférieur à celui qui le précède, et avec lequel il se croise de quelques décimètres, à peu près comme les tubes d'une longue-vue allongée. Au centre de ces jeux de tubes, un autre cylindrique d'un diamètre inférieur; et tout l'espace annulaire compris entre ces deux surfaces métalliques, occupé par un coulis de ciment très-énergique, ayant pris la dureté de la pierre. Le puits offrait donc à l'extérieur une série de retraites, et à l'intérieur, depuis le calcaire grossier jusqu'à la craie, une surface lisse et cylindrique de $1^{m},70$ de diamètre.

Au commencement de 1860, après deux ans et demi d'interruption, on reprit les travaux de forage, en commençant par curer l'ancien trou, qui, ainsi qu'on doit s'en souvenir, avait 528 mètres de profondeur. On continua le forage jusqu'à 540 mètres, vers le niveau des argiles du Gault. On jugea alors prudent de descendre la colonne définitive, composée de douves en bois cerclées en fer, et réunies longitudinalement par des lanières en tôle. Elle supportait à sa partie inférieure, une lanterne en bronze, destinée à puiser l'eau dans les sables. Ce cuvelage avait $0^{m},78$ de diamètre intérieur, et $0^{m},94$ extérieur, et était destiné à protéger les terrains traversés, contre le courant des eaux ascendantes, et à empêcher la nappe de se répandre dans les terrains perméables.

A la fin de l'été 1860, on commença la descente, qui s'opérait en laissant glisser, entre de très-forts freins horizontaux, les cuvelages, que l'on ajoutait successivement les uns au-dessus des autres, à la partie supérieure au-dessus de ces freins. En avril 1861, sa base était arrivée à $549^{m},50$ de profondeur, et, malgré des pressions et les curages intérieurs, elle s'arrêta alors, comprimée par les argiles du Gault. On continua le forage jusqu'à 559 mètres, c'est-à-dire à 10 mètres au-dessous de la base du cuvelage; mais, des éboulements s'étant produits, on jugea qu'il n'était pas prudent de continuer, sans maintenir le terrain par un tube de retenue. On commanda un tube de 52 mètres de longueur, en tôle, de $0^{m},02$ d'épaisseur, et de $0^{m},70$ de diamètre intérieur. En attendant, on fit un petit forage de recherche, de $0^{m},30$ de diamètre seulement.

Dans la nuit du 25 au 26 mai 1861, le forage rencontra, à $576^{m},70$ de profondeur, une première nappe, qui s'éleva dans le tube près du niveau du sol, mais sans jaillir. Il fallait évidemment aller plus bas. Le tube de $0^{m},70$ étant arrivé sur le chantier, on le descendit, après avoir arraché le petit, de $0^{m},30$ de diamètre, du forage de recherche. Il parvint facilement jusqu'à la profondeur de 555 mètres, puis on le fit descendre jusqu'à $579^{m},50$, en curant dans l'intérieur, et frappant sur sa couronne supérieure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tube ayant fait refus, on continua à forer sans tube, et l'on rencontra, à 586m,50, le 24 septembre 1861, une seconde couche de sable, dont l'eau jaillit avec impétuosité, entraînant des sables et des argiles noirs. Le volume en fut évalué approximativement à 20,000 mètres cubes environ, par vingt-quatre heures. Les eaux étaient d'une composition et d'une température identiques à celles du puits de Grenelle. Le débit de ce dernier, qui était depuis longtemps uniforme, et de 900 mètres cubes par vingt-quatre heures, tomba, trente-six heures après le jaillissement de Passy, à 806 mètres, puis descendit successivement jusqu'à 615 mètres. Ainsi, il avait fallu trente-six heures, pour que l'eau eût son régime modifié, sur une distance de 3,500 mètres, qui sépare les deux puits. Le débit journalier se régularisa à 16,500 mètres au puits de Passy, et à 615 mètres à celui de Grenelle.

On voulut ensuite connaître le volume déversé à plusieurs hauteurs. On prolongea alors la colonne, et l'on vérifia la loi de Darcy, de la décroissance du débit proportionnellement à l'élévation du point de déversement. Ce débit, qui était de 15,500 mètres à l'altitude 53m,30, tombait à 6,200 à 24 mètres plus haut, à la cote 77,15. On trouva alors plus avantageux de conserver un volume de 15 à 16,000 mètres cubes au niveau du sol, que d'en avoir le tiers à une plus grande élévation ; et l'on dirigea les eaux sur le bois de Boulogne.

La quantité d'eau déversée se maintint pendant quelque temps, puis diminua progressivement jusqu'à devenir à peu près nulle vers le milieu de 1864. Outre une diminution progressive et constante, il y avait des variations brusques, qui se manifestaient par le trouble des eaux qui devenaient presque noires. Cette coloration était produite par des éboulements d'argile à la base du tubage.

Comme le puits de Grenelle continuait à jaillir, quoique son orifice fût à un niveau plus élevé que celui du puits de Passy, il était évident que l'on se trouvait, pour ce dernier, en présence, non pas d'une nappe tarie, mais d'une fuite de cuvelage; d'autant plus que l'élévation, de plusieurs mètres, du plan d'eau des puits ordinaires des environs, et l'augmentation de leur température, qui, de 12 degrés centigrades à peu près, était passée à 27 degrés près du puits, et 18 degrés à 1,500 mètres de distance, indiquaient clairement que la nappe jaillissante se répandait dans les terrains tertiaires.

Ces fuites pouvaient provenir, soit de la nappe artésienne qui se serait frayé un passage dans l'espace annulaire compris entre le trou de forage et le cuvelage, et l'aurait agrandi peu à peu, soit d'une série de fuites sur toute la colonne, dont une partie pouvait être absorbée par la craie, tandis que le surplus, suivant l'espace annulaire dont nous venons de parler, serait monté jusque dans le faux puits de 1m,70 de diamètre, décrit ci-dessus. Dans les premiers moments du jaillissement, et avant que l'on eût eu le temps d'envoyer les eaux dans l'égout voisin, ce faux puits avait été comblé par les sables charriés par la nappe artésienne, au travers desquels les eaux pouvaient cheminer, et de là se répandre en dessus des tubes métalliques, dans le cal-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caire grossier. On avait bien cherché à faire une enveloppe en maçonnerie autour de la partie supérieure du cuvelage, afin de le renforcer, et d'empêcher sa déformation, ainsi que les fuites qui se produisaient lors des expériences faites pour constater le débit à certaines hauteurs; mais cette enveloppe, reposant à sa base sur les sables du faux puits métallique, avait pu se disloquer, et offrir un orifice aux eaux.

On pensa alors qu'il fallait, ou bien poser une nouvelle colonne depuis le sol jusqu'à la nappe jaillissante, ou bien réparer extérieurement celle existante, dans toute la traversée des terrains tertiaires, les seuls, suivant M. Elie de Beaumont, qui fussent d'une perméabilité dangereuse.

Dans cette situation délicate, la Commission crut prudent de s'éclairer de l'avis des sondeurs, dont les études pratiques pouvaient être d'un grand secours.

MM. Mulot, Degousée, Dru, et Charles Laurent déclarèrent tous, d'un avis unanime, que le cuvelage en bois n'offrait aucune garantie, puisque des expériences directes avaient démontré qu'il laissait échapper les eaux, dès que la pression intérieure devenait supérieure à une atmosphère; d'un autre côté, que le tuyau de $0^m,70$ de diamètre, comprimé par les argiles du Gault, ne devait pas laisser de passage extérieur à la nappe jaillissante, mais que l'espace compris entre sa paroi extérieure et celle intérieure du cuvelage était un chemin que l'eau pouvait bien suivre pour gagner la craie, et s'y perdre ainsi que dans les terrains tertiaires; que dans cette situation, ils croyaient que le meilleur remède serait d'arracher le tube de $0^m,70$, de laisser les argiles se refermer, puis de descendre un nouveau tube étanche, en tôle, et de 590 mètres environ de longueur, en reforant à nouveau le trou dans le Gault, afin d'y avoir une adhérence complète entre ces terrains et le tube, et éviter ainsi toute fuite extérieure.

M. Élie de Beaumont, au contraire, désirait que, dans l'intérêt de la science, et de l'étude des dispositions à prendre dans les autres puits à creuser dans le bassin de Paris, on arrivât à savoir si la craie est sensiblement imperméable, comme il le croit. Pour s'en convaincre, on n'avait qu'à refaire un conduit étanche du sol à la craie, dans laquelle il devait être parfaitement luté, de manière que toutes les eaux qui pouvaient s'échapper du cuvelage, se trouvassent forcées de rentrer dans la nouvelle colonne. Si cette expérience réussissait, et prouvait l'imperméabilité de la craie, il suffirait, dans les nouveaux puits, de tuber le trou seulement dans la traversée des terrains inconsistants, c'est-à-dire dans les argiles plastiques, et peut-être dans les argiles du Gault. Ce dernier avis prévalut.

On détruisit donc l'enveloppe en maçonnerie entourant le cuvelage, dans la traversée du calcaire grossier, puis on attaqua les sables qui avaient comblé le faux puits métallique. Là on rencontra les eaux, et on fut forcé de commencer les épuisements. On trouva une première fuite du cuvelage, à $21^m,30$ de profondeur. Elle fut bouchée; puis on continua à déblayer; mais bientôt les eaux provenant du fond rendaient tout travail impossible.

Dans le but de chercher à aveugler les fuites, et de reconnaître leur position, on des-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cendit, à une certaine profondeur dans le puits, des poussières de charbon, que l'on abandonna au courant. Ces poussières, entraînées par les eaux, vinrent obstruer les fissures par lesquelles elles s'échappaient, et rendirent au puits un débit de 7,500 mètres cubes par vingt-quatre heures. Cette opération permit de reconnaître une seconde fuite à 31 mètres de profondeur.

Comme le moyen employé n'offrait pas une garantie de durée suffisante et que les trous, en se débouchant, pouvaient noyer les ouvriers, on prit le parti de descendre, dans l'intérieur du cuvelage, un tube de tôle de $0^m,72$ de diamètre extérieur et de 86 mètres de longueur, dont la base fut lutée, au moyen d'étoupes, aussi bien qu'on le put, contre la paroi du cuvelage.

On reprit les travaux de déblai; mais l'espace annulaire, compris entre le cuvelage et le petit tube de $1^m,70$ de diamètre qui avait servi au coulage du ciment de Portland, n'étant pas assez grand pour permettre l'installation de pompes et le travail des ouvriers, on détruisit ce tube et le ciment de Portland. On put ainsi élargir le puits jusqu'à la paroi de la maçonnerie de meulière, puis en dessous jusqu'à la paroi des trousses en tôle, de manière à obtenir un diamètre de $2^m,15$.

Après quelques travaux, on parvint à l'emplacement de la seconde fuite principale, et l'on reconnut que le jet des eaux chargées de sable avait eu une telle action, qu'une plaque de tôle de $0^m,01$ d'épaisseur avait été perforée sur $0^m,40$ de largeur et $0^m,80$ de hauteur environ.

Après neuf mois de travaux très-pénibles, au fond d'un puits mal aéré, et où la température était très-élevée par la présence d'eaux à 27 degrés, on enleva tout le coulage de ciment et l'on arriva sur le calcaire pisolithique, à $58^m,50$ de profondeur. Mais l'abondance des eaux de ce terrain (leur basse température, d'ailleurs, indiquait qu'elles ne provenaient pas de fuites inférieures du cuvelage) rendait le travail des pompes insuffisant, et, comme la place manquait pour en établir d'autres, on prit le parti de creuser, au moyen d'un trépan de $0^m,30$ de diamètre, une série de trous formant comme un chapelet autour du cuvelage ; puis, en brisant les cloisons, on obtint autour de la colonne montante, un anneau pénétrant jusqu'à $60^m,40$ de profondeur au-dessous du sol, dans un banc de craie bien homogène, et présentant toutes les garanties désirables.

Les eaux de fond n'étant pas chaudes, comme nous l'avons dit, il était certain que, s'il y avait des fuites dans les parties inférieures du cuvelage, leurs eaux se perdaient plus bas, et ne remontaient pas. Il restait donc à reconnaître si cette hypothèse était exacte. Pour cela, on chercha à s'assurer de l'état du fond du puits.

On reconnut que le sable s'était élevé de 14 mètres dans le tubage. Il était ainsi à 572 mètres, au lieu de 586 mètres mesurés à partir du sol. On dragua ces sables, et, à mesure qu'on les enlevait, le débit augmentait. Il était remonté à près de 15,000 mètres cubes, en vingt-quatre heures, lorsque les sables étaient encore à $584^m,50$; mais ce curage ayant produit un mouvement d'enfoncement du tube infé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rieur de $0^m,70$, dont la base qui s'était autrefois arrêtée à 580 mètres était parvenue à $585^m,30$, on jugea prudent de s'arrêter.

Le volume débité par le puits, étant ainsi sensiblement remonté à celui de l'origine du jaillissement, on en conclut qu'il n'y avait pas de fuites nouvelles, et que, s'il en existait vers la base du forage, elles devaient dater des premiers temps du jaillissement.

Il ne restait donc plus, pour terminer les travaux d'étanchement de la partie supérieure du puits, qu'à combler en ciment de Portland tout l'espace libre que l'on avait creusé entre le cuvelage et le faux puits. On sait que ce ciment est la seule matière qui, coulée dans l'eau, présente une masse parfaitement homogène, sans solution de continuité.

Cette expérience avait exigé dix mois de travaux, et a coûté 150,000 francs. Les travaux du puits proprement dit ont donc duré jusqu'à présent onze années et demie, et ont coûté 1,064,000 francs, soit 92,000 francs par an. Mais si l'on défalque les temps de repos entre les diverses périodes, on trouve que chaque année de travaux a coûté sensiblement 150,000 francs, toutes acquisitions comprises.

Pour en terminer avec le puits de Passy, il ne nous reste plus qu'à indiquer la nature de ses eaux. Ainsi que nous l'avons déjà dit, elles proviennent des infiltrations des eaux superficielles dans les sables verts, à leurs points de rencontre avec la surface de la terre, sur divers points formant, autour de Paris, un anneau de 300 kilomètres environ de diamètre. Ces eaux sont les mêmes que celles du puits de Grenelle, comme l'indiquent et l'analyse chimique, et l'influence d'un puits sur l'autre.

100 kilogrammes de ces eaux contiennent :

	Gr.
Carbonate de chaux.	6,80
Carbonate de magnésie.	1,42
Bicarbonate de potasse.	2,96
Sulfate de potasse.	1,20
Chlorure de potassium.	1,09
Silice.	0,57
Substance jaune.	0,02
Matières organiques azotées.	0,24
Total.	14,30

Cette eau, on le voit, est très-pure. Essayée à l'hydrotimètre, elle marque 9 degrés, tandis que l'eau de Seine en marque 18, et celle de l'Ourcq 28, en moyenne; c'est-à-dire qu'elle contient, en nombres ronds, la moitié et le tiers seulement des sels calcaires dissous dans les deux qualités d'eau le plus employées à Paris.

Elle est donc très-précieuse pour le blanchiment, où l'on obtient une économie de savon, et pour les machines à vapeur en évitant les incrustations; sans compter que sa température élevée, $27°,4$, représente déjà, pour les emplois industriels, en économie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de combustible, une valeur supérieure à celle de l'eau. L'étude de quelques variations du degré hydrotimétrique des eaux du puits de Grenelle a permis à M. l'ingénieur en chef Belgrand de constater qu'à chaque crue des affluents de la Seine et de l'Yonne, c'est-à-dire à chaque infiltration énergique, dans les sables verts, d'eaux n'ayant pas eu le temps de dissoudre des sels calcaires, correspond, deux mois plus tard, à Paris, un abaissement de degré hydrotimétrique des eaux artésiennes. D'où il a judicieusement conclu que ces eaux mettent deux mois à se rendre à Paris, c'est-à-dire qu'elles cheminent souterrainement avec une vitesse de 100 mètres à l'heure. Les trente-six heures qui se sont écoulées entre le jaillissement du puits de Passy, et le dérangement du régime de celui de Grenelle, donnent un résultat analogue.

Les eaux, à l'orifice du puits, ont une légère odeur sulfureuse, qu'elles perdent par l'exposition à l'air, en colorant en jaune les objets qu'on laisse dedans; le verre devient jaune, tout en restant transparent. Elles sont peu agréables à boire, même après leur refroidissement, à cause des matières argileuses qu'elles tiennent en suspension, et du peu d'oxygène en dissolution. A la sortie du puits, un litre d'eau n'en contient que 1,92 centimètres cubes; mais cette quantité s'élève à 5,70, après trente minutes, à 7,3 après une heure, à 8,60 après deux heures, et à 9,17 après dix heures. La quantité d'acide carbonique reste la même, mais pendant la même période l'eau perd un peu d'azote. Ce défaut d'oxygène dans les eaux de la nappe jaillissante permet d'espérer une longue durée, pour les tubes en tôle qui la maintiennent.

Si l'on compare les prix des diverses natures d'eau alimentant la ville de Paris, au point de vue du prix de revient, on arrive aux chiffres suivants, par mètre cube :

		F.
Eau d'Ourcq.	(altitude 52).	0,05
— de Seine.	(— 82).	0,05
— —	(— 53).	0,04
— de la Dhuys. . . .	(— 108).	0,056
— de la Vanne. . . .	(— 70).	0,04
— du puits de Passy.	(— 53) calculé sur un débit de 16,500 mètres. . .	0,010

Grâce à l'expérience acquise, on est en droit d'espérer que l'on pourra creuser de nouveaux puits pour une somme beaucoup moins considérable que celle qui a été dépensée à Passy, et que l'on obtiendra ainsi de l'eau à meilleur marché. Mais, d'un autre côté, il est à craindre que de nouveaux puits ne viennent diminuer, ainsi que cela s'est produit dans quelques localités, le débit des premiers creusés. On ne peut donc songer à alimenter une ville comme Paris, uniquement en eaux artésiennes. Il faut, au contraire, des moyens assez différents les uns des autres pour que, si un accident venait à arrêter un des services, il fût sans influence sur les autres.

Ces eaux artésiennes sont, d'ailleurs, peu propres aux besoins domestiques, ainsi que nous l'avons dit, à cause de leur température et de leur goût, et ne pourraient lutter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contre les eaux de sources fraîches, limpides, et d'une saveur agréable. On voit, du reste, qu'après neuf ans de travaux et cinq ans de jaillissement, elles ne sont pas encore arrivées à Passy, à la période de limpidité suffisante pour être livrées à la vente. Le véritable usage, à Paris, des eaux artésiennes est leur emploi industriel pour les lavoirs, fabriques, machines à vapeur, qui recherchent des eaux très-pures, chimiquement parlant, et déjà d'une température élevée.

La nature de ces eaux, et leur bon marché, ont engagé la ville de Paris à faire de nouveaux puits, mais seulement dans les quartiers industriels, et en opérant avec prudence. Elle a commencé deux puits : l'un à la Villette, l'autre à la Butte-aux-Cailles, et elle n'en exécutera probablement d'autres, que lorsqu'elle se sera assurée qu'ils ont peu ou point d'influence sur ceux premièrement creusés.

Le puits de la Butte-aux-Cailles seul a été poussé avec activité. Commencé il y a dix-huit mois, le fonçage est parvenu à une profondeur de 82 mètres. Les travaux ont été exécutés au moyen d'épuisements. On déblayait sur un diamètre de 3 mètres, et l'on faisait un revêtement de maçonnerie de $0^{m},50$ d'épaisseur, laissant ainsi un vide de 2 mètres de diamètre. Le puits a ainsi traversé tous les terrains tertiaires, et s'est enfoncé de 20 mètres, dans le calcaire pisolithique et la craie. On a donc tout lieu d'espérer que les accidents arrivés à la partie supérieure des puits de Grenelle et de Passy ne se renouvelleront pas.

La dépense s'est élevée à 261,000 francs. Comme on le voit, c'est une dépense de temps et d'argent analogue à celle du creusement du faux puits de Passy, après la destruction de l'ancien tube de garde, sous la pression des argiles.

On s'occupe actuellement de monter les machines à vapeur et chèvres, et à disposer l'outillage nécessaire au forage. Le diamètre de ce forage sera notablement supérieur à celui du puits de Passy, afin de pouvoir pénétrer plus profondément dans la nappe des sables verts, tout en conservant une section assez considérable, pour que les eaux s'élèvent dans la colonne avec une vitesse moindre qu'à Passy, et éviter ainsi le charriage des sables et des argiles, qui troublent encore ces eaux, et ont troublé si longtemps celles de Grenelle, en les rendant difficilement utilisables.

A ce dernier puits, la faiblesse du diamètre de la colonne ascensionnelle donne lieu à une vitesse considérable de l'eau, qui a entraîné des masses de sables, d'argiles et de pyrites, jusqu'à ce que la violence même du courant ait enlevé à la base de la colonne toutes les matières d'un volume ou d'un poids trop peu considérable pour y résister.

Une fois qu'il n'est plus resté à la base du tube qu'une espèce d'enrochement formé des plus gros matériaux, et occupant un espace suffisant, l'eau est arrivée sur son périmètre avec une vitesse très-faible, et parfaitement limpide ; mais on a été plusieurs années à obtenir ce résultat.

A Passy, quoique la vitesse soit moindre, et que le filtre ait besoin d'être relativement moins étendu ; depuis trois ans que l'eau a jailli, on n'est pas arrivé encore à cette lim-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pidité, que l'on n'obtiendra peut-être que dans un temps encore éloigné. On espère l'atteindre du premier coup, à la Butte-aux-Cailles, en ayant un tube d'un diamètre suffisant, par rapport au volume débité, pour que l'eau ne s'y élève qu'avec une vitesse assez faible, pour laisser, à la base, toutes les matières qui resteraient en suspension si le courant était plus considérable.

CHEMINS DE FER.

CONDITIONS ÉCONOMIQUES DE L'ÉTABLISSEMENT DES VOIES FERRÉES DU TROISIÈME RÉSEAU, PAR M. LE BARON SÉGUIER.

« Messieurs, lorsqu'en décembre 1843 nous vous disions : Si l'on combinait deux rouleaux de laminoir avec une pince de banc à étirer, si aux deux bras de cette pince on attelait un convoi par l'intermédiaire d'un double levier funiculaire, on créerait, pour un chemin de fer pourvu d'un troisième rail au milieu de la voie, un mode nouveau de locomotion plus sûr et plus économique que celui en usage aujourd'hui.

« Prenions-nous la parole trop tard ou trop tôt?

« Notre projet de construction d'une locomotive à roues motrices horizontales, rapprochées par la résistance même du convoi contre un rail central, arrivait-il trop tard? Les grandes artères des chemins de fer étaient déjà construites ou tracées; la ligne presque droite et le plan presque horizontal étaient jugés indispensables à l'établissement de ces voies destinées à une immense activité.

« A cette époque, les courbes de 1,200 mètres de rayon, les pentes de $0^m,003$, paraissaient un minimum et un maximum qu'il ne fallait pas dépasser.

« La rampe près d'Étampes, de $0^m,007$, était une faute dans laquelle il ne fallait point retomber, et l'habile ingénieur M. Polonceau père, de si regrettable mémoire, car ses œuvres étaient toutes marquées au cachet du progrès, ne disait-il pas familièrement que tout chemin de fer tracé avec une pente supérieure à $0^m,0025$ serait une voie ferrée *qui ne se respecterait pas !*

« Les avantages de notre système frappaient peu les esprits dans ce temps où le poids des locomotives construites encore dans les conditions de la plus grande légèreté suffisait pour leur faire trouver sur les rails l'adhérence nécessaire à la traction de convois, dont les hardiesses d'exploitation n'avaient pas encore porté le nombre des waggons à celui toléré aujourd'hui.

« N'avions-nous pas au contraire parlé trop tôt?

« N'était-ce pas seulement au troisième réseau des voies ferrées, dont les travaux d'art ne sauraient être soldés par les bénéfices d'un immense trafic et le transport de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voyageurs sans nombre, qu'il fallait réserver, pour avoir chance d'être accepté, un mode de traction qui permettra de réaliser, dans de triples conditions économiques de tracé, d'établissement et de traction, les nouveaux chemins de fer dont la France aspire à être pourvue? Le moment nous paraît venu de développer succinctement devant vous les services que rendrait à ces chemins du troisième réseau le système dont nous énoncions les principes il y a déjà plus de vingt années!

« Messieurs, ce système vient de faire ses preuves. La traction par laminage a fait gravir des convois le long des flancs rapides et sinueux du mont Cénis; une locomotive énergique, quoique très-légère, a hissé à sa suite voyageurs et marchandises, sur des plans inclinés de $0^m,08$ par mètre!

« Une voie ferrée installée sur l'un des côtés de nos routes impériales n'offrirait pas des pentes pareilles; nos routes départementales, nos chemins de grande communication eux-mêmes, avec leur maximum de pente réglementaire de $0^m,05$, ne présenteraient point à vaincre de telles difficultés d'ascension.

« Pour vous rappeler en ce moment brièvement tous les avantages du système que nous vous présentions naguère, permettez-nous de répéter dans cette enceinte une comparaison juste et spirituelle tombée dans notre oreille d'une bouche auguste : « Les « convois sur les chemins de fer, nous disait-elle dans un langage figuré, ressemblent « au défilé d'un troupeau de moutons précédé d'un éléphant; or, pour faire passer « l'éléphant, il faut une solidité de voie qui serait inutile si un simple bélier « marchait en tête : l'essieu moteur de la locomotive porte environ 18 tonnes, « les essieux des waggons qui la suivent ne supportent que le tiers de cette charge; le « passage de la locomotive exige donc seul un échantillon de rail plus fort que celui « nécessaire à la circulation des waggons, et tous les travaux d'art de la voie doivent « satisfaire au passage de l'éléphant! »

« Messieurs, loin de nous la pensée d'exercer une critique sur les remarquables conceptions mécaniques sorties du génie d'habiles constructeurs allemands et français, en appelant à notre tour du nom d'un quadrupède plus considérable encore les énormes locomotives à six roues couplées, pesant plus de 60 tonnes, créées pour gravir le Sömmering et autres escarpements semblables, au travers desquels certains chemins de fer ont été nouvellement tracés. Contentons-nous d'affirmer que le bélier souhaité en tête du troupeau par l'auguste volonté peut n'être qu'une modeste brebis. En effet, Messieurs, avec notre système de traction par laminage, nos roues motrices horizontales étant serrées contre le rail intermédiaire par la seule résistance du convoi, le poids de la locomotive ne joue plus aucun rôle pour l'adhérence; il peut dès lors être strictement réduit à celui des organes indispensables à la production de la force motrice. C'est ainsi que, composant notre moteur d'une puissante chaudière à double foyer en tôle d'acier, du poids de 18 tonnes, portée sur une plate-forme à trois essieux, et d'un mécanisme à quatre cylindres pesant 12 tonnes, destinés à faire tourner nos roues motrices horizontales, installées elles-mêmes dans un bâti supporté par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux essieux, nous arrivons très-facilement à n'imposer, à chacun des cinq essieux soutenant sur les rails la masse totale de 30 tonnes de notre moteur complet, qu'une charge de 6 tonnes, c'est-à-dire celle-là même qui pèse habituellement sur chacun des essieux des waggons de marchandises (1).

« La répartition sur les cinq essieux du moteur rendu possible par notre système réalise, sans exception, l'uniformité du chargement *maximum* de 6 tonnes ordinairement usité pour les essieux des waggons des chemins de fer; dès lors l'échantillon des rails, calculé aujourd'hui en vue du passage d'essieux moteurs chargés de 14 à 18 tonnes, pourrait être réduit sans inconvénient.

« Ce ne serait pas le seul avantage offert par cette installation séparée du générateur de vapeur et du mécanisme de traction sur des supports distincts; ce genre de construction permet de désunir rapidement la chaudière et le moteur; il apportera dans le matériel des locomotives une simplification et une économie de plus d'une sorte; une même chaudière pourra faire le service de trois appareils de traction. Détachée d'un mécanisme qui vient de fonctionner, ayant besoin de nettoyage et de vérification, réattelée immédiatement à un autre en parfait état d'entretien, la même chaudière serait, par la continuité de son service, soustraite aux détériorations produites par les effets, sur le métal, des variations de température. Le charbon des allumages successifs et celui brûlé pendant les temps d'arrêt pour nettoyage et vérification se trouveraient économisés; une partie des dépôts qui se forment principalement au moment du refroidissement du liquide serait ainsi évitée; le capital consacré à l'acquisition des locomotives et à leur entretien serait considérablement diminué.

« L'adhérence de nos roues motrices horizontales, puisée dans la seule résistance du convoi, permet aux essieux moteurs de tourner constamment sans un *minimum* de pression, par conséquent avec la moindre force perdue dans les frottements d'axe. Notre système jouit seul de cet avantage. Il en est tout autrement des essieux moteurs des locomotives actuelles; ceux-ci tournent toujours sous un *maximum* de frottement, puisqu'ils supportent incessamment la partie du poids de la locomotive qui leur est affectée pour l'adhérence des roues sur les rails, soit que la locomotive chemine seule, soit qu'elle traîne un lourd convoi. Par notre dispositif, emprunté à la pince du banc à étirer, les choses se passent autrement : la résistance du convoi étant la cause unique du serrage de nos roues motrices contre le rail intermédiaire, elles tournent sans un frottement d'axe *minimum*, puisque l'effort de rapprochement reste constamment en équation avec la résistance même des waggons traînés qui le produit.

(1) La locomotive de notre système, dont nous n'indiquons ici que les dispositions caractéristiques, a été composée par M. Duméry, ingénieur civil, membre du comité des arts mécaniques à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, désigné directement par l'Empereur pour la réalisation pratique du système de traction par laminage en France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Tous les progrès de l'art de la construction peuvent, par un tel système, être utilisés au profit de la légèreté du moteur.

« La locomotive, avant de rien remorquer, doit se transporter elle-même; aussi notre intelligence souffre vivement lorsque nous voyons les fortes rampes, admises dans les tracés nouveaux, franchies par le seul poids de lourdes machines dont la plus grande partie de la puissance est absorbée pour leur propre ascension.

« Messieurs, les conditions économiques d'établissement et d'exploitation des chemins de fer du troisième réseau exigent évidemment des innovations capitales. Le mode de traction actuel, par le fait seul du poids des locomotives, doit être remplacé; il entraîne trop de frais dans l'établissement et l'entretien de la voie; il amoindrit les profits de la traction par le transport de poids morts trop considérables.

« La locomotion rapide fait naître l'idée de puissance unie à légèreté. L'étude des êtres vivants nous démontre que c'est ainsi que le Créateur a résolu ce difficile problème. L'hirondelle dans l'air, le cerf sur la terre, le marsouin dans l'eau en sont des exemples frappants.

« Espérons donc qu'un système deux fois conçu en France, qui vient de faire preuve d'une possibilité pour nous jamais douteuse, hautement patronné par le chef de l'État qui en a eu lui-même la pensée, figurera à l'Exposition prochaine autrement que par la seule ascension du mont Cénis, réalisée sous la direction d'un ingénieur étranger. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

MÉTALLURGIE.

DE LA DISSOCIATION DES GAZ DANS LES FOYERS MÉTALLURGIQUES, PAR M. L. CAILLETET.

« Dans une série de mémorables expériences, M. H. Sainte-Claire Deville a établi qu'en chauffant à une température élevée des gaz composés on parvient à dissocier leurs éléments (1). C'est en me fondant sur ces faits nouveaux introduits dans la science, que j'ai entrepris les expériences dont j'ai l'honneur d'exposer le résumé à l'Académie.

« Ces essais, exécutés sur les foyers à haute température que l'industrie emploie pour le traitement du fer, et où circulent les produits de la combustion de la houille ou du charbon de bois, confirment entièrement les brillants résultats obtenus par M. Deville.

(1) Voyez *Comptes rendus*, t. LVI, p. 195 et 322; t. LX, p. 317 et 884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ainsi que cela a déjà été démontré, il est nécessaire de refroidir brusquement les éléments dissociés, afin d'empêcher qu'ils ne se recombinent par un refroidissement graduel. A cet effet, je puise les gaz dans le foyer au moyen d'un tube de cuivre de $0^m,0005$ de diamètre, qui est engagé dans une des branches d'un second tube plus large, également en cuivre, et recourbé en U.

« Un courant d'eau froide, provenant d'un réservoir supérieur, parcourt l'anneau cylindrique laissé libre entre les deux tubes, et entretient constamment l'appareil à une température de 10 degrés environ.

« Une des extrémités du tube étroit vient percer la courbure du tube en U et s'y arrête au moyen d'une soudure à l'étain ; son autre extrémité sort par l'ouverture libre et vient aboutir à l'aspirateur.

« Cette partie de l'appareil est un flacon de 3 à 4 litres fermé en haut par une capsule métallique soudée à un robinet à trois voies, auquel vient aboutir le tube conducteur du gaz. Ce flacon porte également une tubulure inférieure, mise en rapport, au moyen d'un tube en caoutchouc, avec la tubulure inférieure d'un flacon semblable au premier. Il est bien évident que l'eau dont l'aspirateur est rempli tombera dans le second flacon, si on vient à abaisser celui-ci, et qu'en même temps les gaz du foyer, mélangés à l'air de l'appareil, viendront remplacer l'eau écoulée. Afin d'obtenir ces derniers entièrement purs, il suffira, après avoir recueilli environ 1 litre du mélange gazeux, de manœuvrer le robinet à trois voies de manière à fermer l'entrée du tube abducteur et à mettre le flacon en communication avec l'air. En soulevant alors le flacon inférieur, l'eau en rentrant expulsera les gaz qui l'avaient déplacée. Quand le flacon aspirateur sera de nouveau rempli du liquide, on rétablira la communication du foyer avec l'aspirateur, et l'écoulement de l'eau déterminera la rentrée des gaz, purs alors de tout mélange.

« L'appareil ainsi construit est entièrement étanche. Je me suis assuré que l'hydrogène peut y être conservé pendant plusieurs jours ; il est également d'un maniement des plus faciles, le tube en U pouvant être placé dans un foyer d'une température quelconque, pourvu que le courant d'eau froide soit entretenu régulièrement.

« Mes premières expériences ont été faites sur le haut fourneau de Villotte (Côte-d'Or), qui est alimenté par du charbon de bois et par de l'air chauffé à 250 degrés environ. Le minerai employé est un mélange d'oolithes calcaires et de mines de gangues siliceuses, rendant en moyenne 23 pour 100 de fonte. La courbure de mon appareil pénétrait par la tuyère, qui était ensuite fermée avec de la terre réfractaire et plongeait de $0^m,20$ environ dans la masse incandescente dont le creuset est rempli.

« A ce point la température est tellement élevée, que la porcelaine fond dès qu'elle est introduite ; le platine se liquéfie pareillement. Mon appareil a cependant très-bien fonctionné, mais les gouttelettes de fonte qui tombent incessamment vers le creuset

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont portées à une température si élevée, que celles qui rencontrent le tube froid le pénètrent en s'y soudant intimement (1).

« Les gaz, en arrivant dans l'aspirateur, ressemblent à une fumée épaisse : cet effet est dû sans doute à un peu de vapeur d'eau, et surtout au charbon impalpable qu'ils entraînent.

« Leur analyse, effectuée (ainsi que toutes celles qui suivent) par le procédé de M. Peligot, donne (2) :

	I	II
Oxygène.	15,24	15,75
Hydrogène.	1,80	»
Oxyde de carbone.	2,10	1,30
Acide carbonique.	3,00	2,15
Azote.	77,86	80,80
	100,00	100,00

« Ces faits démontrent bien que l'oxygène reste sans action sur l'hydrogène, le charbon et l'oxyde de carbone, au sein d'une masse combustible portée à une température supérieure à celle de la fusion du platine. Ainsi se confirment, sur une vaste échelle, les mémorables expériences que M. Deville a réalisées en faisant passer des gaz composés dans un tube de porcelaine chauffé à blanc.

« Il était important de vérifier les modifications que le refroidissement amène dans la composition des gaz primitivement dissociés par une température élevée. Ces recherches ont été entreprises sur un four à souder le fer, de grandes dimensions; la grille de ce four est alimentée par de la houille et reçoit l'air d'un ventilateur à force centrifuge.

« Les gaz, après avoir parcouru la sole de travail, vont chauffer une chaudière à vapeur horizontale à bouilleur, puis enfin sont aspirés par une haute cheminée. Une prise de gaz a été faite directement au-dessus de la grille. A ce point la température est telle, que l'œil ne peut soutenir l'éclat des briques portées au blanc le plus vif. La porcelaine fond rapidement. Malgré cette chaleur excessive, mon appareil est resté plongé dans le four pendant plus d'un quart d'heure et les soudures à l'étain ont parfaitement résisté.

« Les gaz recueillis contenaient :

(1) La fonte, en cet état, est parfaitement blanche et d'une dureté comparable à celle de l'acier trempé.

(2) Chaque analyse correspond à une prise de gaz spéciale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	III	IV
Oxygène.	13,15	12,33
Oxyde de carbone.	3,31	2,10
Acide carbonique.	1,04	4,20
Azote.	82,50	81,37
	100,00	100,00

« Le tube extrait du four est recouvert d'une couche épaisse de noir de fumée (1); ainsi, comme dans le haut fourneau, l'oxygène a été à peu près sans action sur le charbon. Les corps combustibles sont cependant brûlés dans le courant gazeux ; le fer s'y oxyde en développant une température bien supérieure à celle du four : l'œil armé d'un verre coloré peut vérifier ce fait. L'écoulement des scories prouve également l'oxydation du fer, qui peut monter à plus de 10 pour 100 pendant la température nécessaire à son soudage.

« Si tous les corps portés à une température suffisante peuvent être dissociés, ainsi que cela est probable, la tension de dissociation de l'oxyde de fer doit être bien plus faible que celle des gaz que nous avons examinés. A la température à laquelle nous opérons, l'affinité de l'oxygène pour le fer n'est donc pas détruite, et c'est grâce à la double action de la chaleur du foyer et de la température développée par l'oxydation que ce métal a pu être soudé dans les ateliers métallurgiques.

« Comme terme de comparaison, après avoir établi la composition des gaz au point où la température est la plus élevée, j'ai dû les analyser après leur parcours sous une partie de la chaudière.

« A 15 mètres de la grille le courant gazeux ne fond plus le cuivre, mais l'antimoine s'y liquéfie facilement : il faut donc admettre que sa température est supérieure à 500 degrés.

« L'analyse des gaz recueillis donne :

	V	VI
Oxygène.	8,00	7,30
Oxyde de carbone.	2,40	4,02
Acide carbonique.	7,12	7,72
Azote.	82,48	80,96
	100,00	100,00

« Les éléments gazeux que la température tenait éloignés se sont donc recombinés en partie ; mais ce phénomène devient plus saisissant si, au lieu de recueillir les gaz avec mon appareil refroidi à 10 degrés, on les aspire au moyen d'un simple tube métallique.

(1) Exactement comme dans les tubes froid et chaud de M. Deville.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans ce dernier cas, les gaz passant lentement de la température rouge à celle de l'aspirateur, leurs éléments se combinent de nouveau, ainsi que le démontrent les analyses ci-contre, entreprises sur le même gaz au moyen du tube froid, et la seconde, n° VII, avec le tube métallique.

	Moyenne des deux analyses précédentes.	VII
Oxygène.	7,65	1,21
Oxyde de carbone.	3,21	1,42
Acide carbonique.	7,42	15,02
Azote.	81,72	82,35
	100,00	100,00

« Ainsi, l'oxygène a disparu en grande partie pour former 15 pour 100 d'acide carbonique aux dépens de l'oxyde de carbone, et surtout du charbon tenu en suspension dans la flamme.

« Ebelmen, qui, le premier, s'est occupé de déterminer, par de longues et savantes recherches, la composition des gaz recueillis dans les foyers de l'industrie, employait pour ses expériences un tube de porcelaine enfermé dans un canon de fusil. Les gaz aspirés par ce procédé se refroidissaient graduellement, et c'est par cette raison que leur examen ne pouvait lui faire soupçonner les étranges phénomènes de la dissociation. Les analyses publiées par Ebelmen, sur les gaz des cheminées des fours à réchauffer, concordent très-sensiblement avec celle n° VII; mais, si le savant métallurgiste a pu constater près de 40 pour 100 d'oxyde de carbone dans les gaz recueillis près de la tuyère du haut fourneau de Clairval (1), c'est que ce composé se formait, aux dépens des gaz primitivement dissociés, dans le long tube de porcelaine qu'il employait.

« Je crois pouvoir conclure, des expériences que j'ai eu l'honneur de rapporter, que les gaz composés n'existent qu'en très-petite quantité dans la partie la plus chaude des hauts fourneaux et des fours à souder. Puisque les appareils employés pour recueillir ces gaz ne peuvent donner un refroidissement infiniment rapide, ce qui tend à élever la quantité des gaz composés recueillis, il faut admettre que, dans ces conditions, la tension de dissociation est plus grande que celle que j'ai constatée dans mes analyses.

« D'après les expériences comparatives que j'ai entreprises, il me semble nécessaire également de tenir compte des phénomènes si nouveaux et si imprévus de la dissocia-

(1) *Recueil des travaux scientifiques* de M. Ebelmen, t. II, p. 420.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion, dans toutes les expériences anciennement entreprises sur les gaz recueillis dans les foyers à haute température. »

(*Ibid.*)

BIBLIOGRAPHIE.

ANALYSE DU TRAITÉ DU TRAVAIL DES LAINES DE M. ALCAN (1).

L'industrie des laines, l'une des plus anciennes et des plus importantes, est demeurée longtemps dépourvue d'un travail d'ensemble qui tînt compte des progrès accomplis depuis l'application de la vapeur aux opérations restées exclusivement manuelles jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle. La laine cardée, plus délaissée encore que la laine peignée, qui, du moins, fut l'objet de quelques travaux, méritait cependant, en raison de son immense développement, une étude approfondie. M. Michel Alcan vient de combler cette lacune considérable en publiant le *Traité du travail des laines*. Tout en insistant davantage sur la fabrication des tissus foulés et drapés, privés, comme il vient d'être dit, d'ouvrages spéciaux, l'auteur a groupé dans son étude les questions et les moyens pratiques dont la discussion intéresse l'ensemble des industries lainières, depuis le drap lisse et le feutre sous toutes ses formes jusqu'au façonné composé de fils de laine pure ou bien de laine et de toute autre matière animale ou végétale.

Le cadre du travail fera, d'ailleurs, mieux saisir le but que M. Alcan s'est proposé d'atteindre :

L'introduction historique constitue la première partie de l'ouvrage, et résume les métamorphoses subies par l'industrie des lainages depuis la plus haute antiquité jusqu'à la fin du dernier siècle. Il est intéressant de suivre pas à pas le développement de la production des tissus de laine et d'étudier, chemin faisant, l'influence de l'état moral et politique, de la civilisation en un mot, sur les moyens manufacturiers et sur les progrès des artisans, esclaves avec les Romains, soumis à une réglementation presque féroce durant le régime féodal, puis émancipés sous le régime nouveau et passant de la protection au libre échange. La partie technique suit l'histoire du développement industriel et commercial du travail des laines et aborde tout d'abord l'examen des filaments, dont les propriétés précieuses ont donné naissance à tant de tissus divers. Les fibres animales, laines, duvets, poils, soie, grossies deux cents fois ont été réunies

(1) *Traité du travail des laines*, par M. Alcan, 2 vol. de texte in-8° et 1 atlas in-4°. Paris, Noblet et Baudry, 15, rue des Saints-Pères.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les premières planches de l'atlas, afin de déduire, par la comparaison, des données théoriques suffisantes pour apprécier la valeur des moyens et des méthodes pratiques.

La deuxième section de l'ouvrage est consacrée à la description des transformations et des appareils qui amènent successivement la matière brute, c'est-à-dire encore imprégnée de suint, à l'état de fil parfait. Les différents procédés pour l'épuration des filaments dans le peigné et dans le cardé, le graissage des laines à la filature, dont l'importance n'a jamais été contestée, puisque de là dépend non-seulement la bonne confection du fil, mais aussi l'état final du tissu, ont été l'objet d'une étude développée. La comparaison des divers systèmes de machines préparatoires et de métiers à filer, mull-jennys, self-actings ou continus, a permis de grouper à la fin de cette section tous les éléments indispensables à l'établissement des filatures.

Le tissage forme la troisième partie. Des considérations sur le dessin des étoffes et l'assemblage des couleurs précèdent la description des opérations préliminaires et des métiers à la main ou automatiques sur lesquels les fils préparés se transforment en étoffes unies ou façonnées. Cette section de l'ouvrage est complétée par les calculs et les renseignements nécessaires à la création d'un atelier de tissage.

La quatrième partie comprend l'épuration des tissus, le feutrage, le foulage, les apprêts destinés à donner aux étoffes l'apparence qui leur est propre, ou tout au moins à compléter l'aspect ébauché par les entre-croisements des fils au tissage. M. Alcan a déduit de l'étude scrupuleuse des phénomènes du feutrage et du foulage une théorie complète que lui avaient fait pressentir les aperçus de Monge sur quelques points de la question. L'abondance des matériaux dans chaque branche de l'industrie des lainages a nécessité une division rigoureuse, afin d'éviter la confusion et la répétition. Des tableaux spéciaux résument, pour ce motif, la série des opérations combinées en vue de chaque genre d'étoffe, pour les articles unis ou ras comme pour les tissus façonnés ou à duvet. Vient ensuite la description des appareils utilisés souvent dans des spécialités très-distinctes.

L'ouvrage se termine par l'examen comparé des moyens anciens aux moyens nouveaux et la démonstration des résultats favorables au bien-être moral et à la prospérité matérielle, conséquences de l'organisation moderne de l'industrie.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

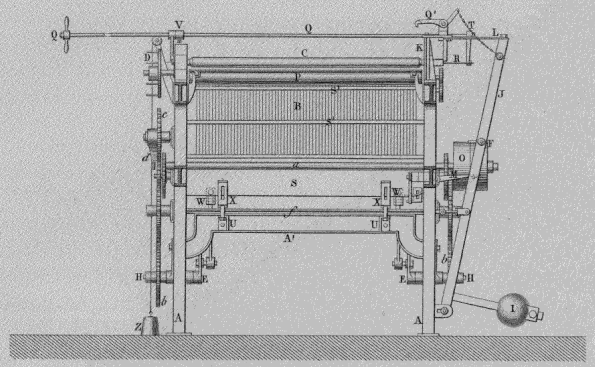


Fig. 2.

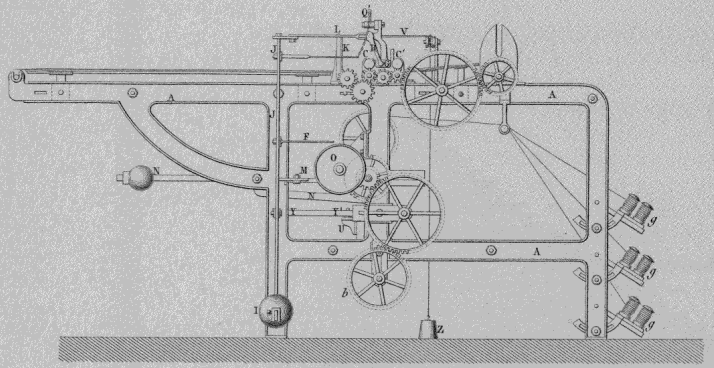


Fig. 3.

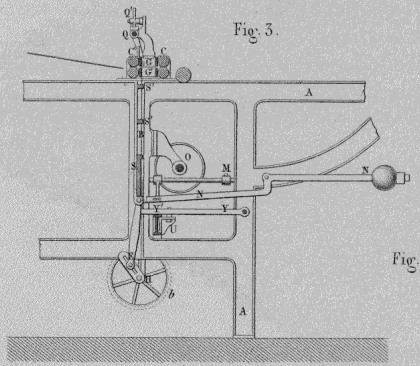


Fig. 5

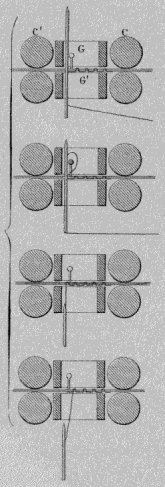


Fig. 4

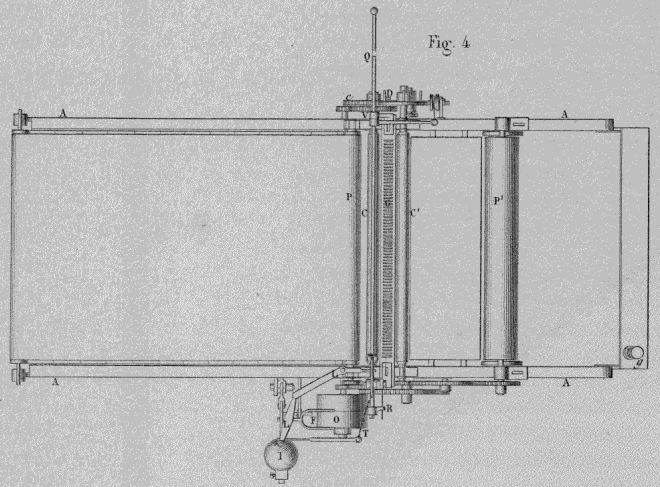


Fig. 6.

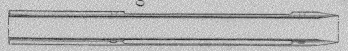
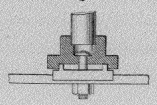
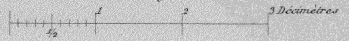


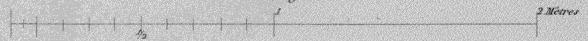
Fig. 7.



Echelle des Fig. 5, 6, 7.



Echelle des Fig. 1, 2, 3, 4.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

MÉTIER A FABRIQUER LES TISSUS OUATÉS EN LAINE POUR TAPIS ET CHAUSSURES, PAR MM. IMBS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Septembre 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

BAROMÈTRES.

RAPPORT *fait par* M. LE ROUX, *au nom du comité des arts économiques, sur les* BAROMÈTRES *dits* HOLOSTÉRIQUES, *présentés par* MM. NAUDET, HULOT ET Cie, 4, *place Thorigny* (*Marais*).

Messieurs, dès l'année 1863, MM. Naudet, Hulot et Cie ont présenté à la Société leurs baromètres dits *holostériques*. Cette dénomination rappelle qu'il n'entre dans la construction de ces baromètres que des matières solides ; ils ne sont autre chose, quant au principe et aux organes essentiels, que le baromètre Vidi, aujourd'hui dans le domaine public, mais notablement amélioré, et construit avec une perfection qui paraît laisser peu de chose à désirer.

Comme on le sait, le principe du baromètre Vidi est celui-ci : on a fait le vide dans un cylindre très-court dont les fonds sont flexibles ; un ressort, antagoniste du poids de l'atmosphère, maintient ces fonds au même écartement que si le vide n'existait pas à l'intérieur. A chaque valeur de la pression barométrique correspond pour ce ressort une position d'équilibre différente, qui se traduit par le mouvement d'une aiguille reliée à l'un des fonds du cylindre par un mécanisme amplificateur des mouvements de ce fond.

C'est sur tous les détails de ce mécanisme qu'ont porté les perfectionne-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ments de MM. Naudet et Cie. Le ressort antagoniste de M. Vidi était un ressort à boudin, ici c'est une large lame d'acier cintrée en col de cygne, qui, en assurant tout autant de régularité dans les flexions, donne au mécanisme un aspect décoratif; les mouvements se transmettent par des bielles articulées qui permettent le réglage de chaque pièce de l'instrument; toutes les rotations se font autour de tourillons dans des coussinets invariables; toutes les pièces sont équilibrées de telle manière que les indications des instruments ne se ressentent en aucune façon des changements de position des appareils pas plus que des ébranlements que le transport peut leur communiquer.

Telles sont, en quelques mots, les dispositions qui, avec le fini du travail, font tout d'abord bien augurer du fonctionnement des baromètres construits par MM. Naudet et Cie; mais il est un point capital à bien remplir, c'est d'opérer un vide aussi parfait que possible dans les cylindres, et de fermer ceux-ci d'une manière hermétique. Ces opérations sont faites ici avec le plus grand soin, les tubes, purgés d'air et fermés, sont abandonnés à eux-mêmes pendant un certain temps; ceux chez lesquels pendant ce temps aucune fuite ne s'est révélée sont montés, puis portés dans une étuve, et on juge, à l'inspection des variations amenées par les changements de température, si la petite quantité d'air qui a pu rester dans les tubes est assez considérable pour vicier les indications de l'appareil, auquel cas le tube est mis de côté.

En apportant à la construction de leurs instruments ces soins intelligents, MM. Naudet et Cie ont rapidement conquis la confiance des consommateurs; en cinq ans, leur chiffre de fabrication a atteint 20,000, malgré une concurrence active; les baromètres holostériques s'expédient sur tous les points du globe; vous pouvez voir exposés ici des baromètres avec des caractères chinois et japonais. MM. Naudet et Cie fabriquaient depuis un an à peine, lorsqu'ils obtenaient, à la dernière Exposition universelle de Londres, une mention honorable, seule récompense qui ait été décernée pour la fabrication des baromètres.

MM. Naudet et Cie donnent à leurs baromètres tous les formats; à côté du modèle ordinaire, qui rappelle celui de M. Vidi par la dimension, il faut remarquer leur grand modèle disposé à l'instar de l'ancien baromètre à cadran, si favorable à la décoration des appartements. Dans ce modèle une longue course est de nécessité, elle est obtenue par la superposition de deux cylindres à vide, disposition qui double les déplacements sans nuire à la sensibilité, ce qu'on ne pourrait obtenir avec un seul cylindre, car il ne faut pas perdre de vue que toute amplification de mouvement obtenue par des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

transformations mécaniques affaiblirait la force motrice et rendrait, par conséquent, les indications plus incertaines.

A côté du grand modèle, MM. Naudet et C^ie^ en présentent un que l'on pourrait appeler microscopique ; son diamètre ne dépasse pas 5 centimètres; son épaisseur est seulement le double de celle d'une montre à répétition; c'est le baromètre de poche. Ce charmant instrument fait le plus grand honneur à leur fabrication.

Construits avec le soin et la précision que nous venons de signaler, les baromètres holostériques peuvent devenir des appareils d'observation qui, sans atteindre à la précision du baromètre de Fortin, seront suffisants dans la plupart des cas. Pour obtenir ce résultat, il faut les affranchir de l'influence de la température; c'est ce que MM. Naudet et C^ie^ ont réalisé par un artifice ingénieux. La température influe de bien des manières sur les pièces métalliques qui composent le baromètre holostérique; l'effet final ou résultant d'une élévation de température est de leur faire marquer une pression un peu plus forte que la pression actuelle : MM. Naudet et C^ie^ ont imaginé, pour contre-balancer cet effet, de faire bi-métallique la grande bielle qui transmet le mouvement du ressort antagoniste au rouage qui porte l'aiguille. L'appareil est réglé à une température moyenne; quand celle-ci augmente ou diminue, la bielle s'infléchit dans un sens ou dans l'autre, et compense ainsi presque complétement l'effet des variations de la température.

Au reste, le baromètre holostérique est déjà employé comme instrument de mesure; MM. Naudet et C^ie^ ont déjà fabriqué environ 1,500 baromètres dits *de montagne*, destinés aux ingénieurs et voyageurs pour relever des altitudes par première approximation.

Tels sont, Messieurs, les perfectionnements apportés par MM. Naudet et C^ie^ à la fabrication des baromètres métalliques. Pour s'excuser d'avoir fait attendre si longtemps son travail, votre rapporteur doit ajouter qu'il a suivi pendant deux ans deux baromètres holostériques, l'un à compensation, marquant les cinquièmes de millimètre; l'autre, sans compensation, modèle d'appartement, marquant les demi millimètres. Ils ont, pendant tout ce temps, marché d'une manière très-régulière, se sont constamment trouvés d'accord avec le baromètre à mercure, ont supporté plusieurs déménagements sans dérangements sensibles; les différences entre eux n'ont jamais dépassé un millimètre, et le baromètre compensé s'est quelquefois trouvé d'accord à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moins de 1/10e de millimètre avec le baromètre de Fortin, toutes corrections faites.

Nous pensons, Messieurs, que, à côté des inventeurs, il reste une place honorable pour les fabricants qui parviennent à populariser des appareils ingénieux et utiles en les produisant bons à des prix modérés. C'est à ce point de vue que votre Comité des arts économiques vous propose :

1° De remercier MM. Naudet, Hulot et Cie de leur communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec gravure et légende explicative du mécanisme de leur baromètre holostérique.

Signé Le Roux, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 janvier 1866.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 346 REPRÉSENTANT LE BAROMÈTRE HOLOSTÉRIQUE DE MM. NAUDET, HULOT ET Cie.

Fig. 1. Plan de l'instrument, le dessus de la boîte qui le renferme étant enlevé.

Fig. 2. Vue de profil, la boîte étant coupée par un plan vertical passant par la ligne I, II de la figure 1.

Ces deux figures sont à l'échelle de grandeur d'exécution.

A, plaque de fondation vissée sur le fond de la boîte de l'instrument.

B, cylindre ou tube barométrique, à fonds ondulés flexibles, dans lequel le vide a été fait et sur lequel s'exerce la pression atmosphérique.

C, ressort antagoniste du poids de l'atmosphère; il est en acier et présente en section la forme d'un col de cygne.

D, traverse en fonte maintenant dans des mâchoires la partie postérieure du ressort C et terminée, à ses extrémités, par des parties cylindriques faisant fonction de tourillons.

E, E, supports en cuivre vissés à la plaque de fondation A, et recevant, dans des ouvertures, les tourillons de la traverse D.

F, petite colonne en cuivre fixée au centre du cylindre B, et s'amincissant vers la partie supérieure pour passer au travers du ressort antagoniste, dont la tension est obtenue au moyen d'une forte goupille qui traverse la colonne par devant.

Il résulte de cet ensemble de dispositions, que ce sont les supports E qui soutiennent le tube barométrique, la petite colonne F et le ressort antagoniste.

G, prolongement coudé d'une des extrémités de la traverse D; ce prolongement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

porte sur une vis de serrage qui passe en dessous de la plaque de fondation A, et qui permet de faire basculer plus ou moins la traverse D sur ses tourillons.

H H′, grande tige fixée au ressort antagoniste, et chargée de transmettre les variations de tension de ce ressort correspondantes aux variations de pression atmosphérique; elle est formée de deux pièces, dont la plus courte H′ est en cuivre et reçoit la plus longue, qui est en acier, dans une douille, où elle est arrêtée et réglée au moyen d'une vis.

I, bielle en acier attachée, d'une part à l'extrémité de la tige H H′, et d'autre part à une petite chape faisant corps avec une platine J.

J, petite platine munie d'un ressort curviligne K tendant à relever la bielle I.

L, axe de transmission du mouvement de la tige H H′; il tourne dans des supports fixés sur la plaque de fondation A.

M, douille à contre-poids sphérique, montée sur l'axe L et portant l'autre extrémité du ressort K.

N, petite tige, munie d'un étrier fixé sur l'axe L, en face de la platine J; elle oscille sous l'impulsion du ressort K, qui fait tourner l'axe L.

O, aiguille indicatrice des variations de la pression atmosphérique; elle est montée à l'extrémité antérieure d'un axe horizontal P, placé sous la colonne F.

Q, chaîne attachée à la tige N et s'enroulant autour d'une partie renflée de l'axe P, auquel elle transmet les mouvements d'oscillation de la tige N et, par conséquent, de la grande tige H H′.

R, R, colonnettes reliées par deux traverses entre lesquelles se trouve placé l'axe P.

S, pontet supportant les colonnettes R et leurs traverses.

T, colonne fixée à la plaque de fondation A, et à laquelle est attaché le pontet S.

U, ressort spiral attaché, d'une part à l'une des colonnettes R, et d'autre part à l'axe P, autour duquel il s'enroule pour ramener en position l'aiguille O lorsqu'elle n'est pas sollicitée par la chaîne Q.

V, V, vis disposées sur la platine J dans deux plans perpendiculaires, et buttant contre l'étrier de la tige N; elles servent à régler l'écartement du ressort K.

Cela posé, voici comment fonctionne l'instrument :

Le cylindre barométrique B, étant complétement privé d'air, se contracte ou se dilate suivant les variations de la pression atmosphérique. Le ressort antagoniste C, qui obéit aux mouvements du cylindre barométrique, actionne la tige H H′, qui, par l'intermédiaire de la bielle I, de la platine J et du ressort K, fait tourner L; à son tour l'axe L, par le moyen de la tige N et de la chaîne Q, fait décrire à l'aiguille O un angle qui traduit sur un limbe gradué les variations atmosphériques.

W est la boîte dans laquelle est enfermé l'instrument; elle est munie d'un anneau de suspension.

X, limbe gradué parcouru par l'aiguille O, et portant les indications correspon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dantes aux changements de temps. La périphérie intérieure de ce limbe est représentée, figure 1, par celle des deux circonférences ponctuées qui a le moindre diamètre.

Y, glace transparente formant le dessus de la boîte de l'instrument (fig. 2).

Z, aiguille-repère placée sous la glace et manœuvrée du dehors par un bouton.

L'instrument est souvent accompagné d'un thermomètre à tube curviligne fixé sur le limbe. Ce thermomètre, indiqué en lignes ponctuées figure 1, est désigné par la lettre *a* sur la figure 2.

(M.)

CÉRAMIQUE.

RAPPORT *fait par* M. LE COMTE DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur le système de* CARRELAGE-MOSAÏQUE *présenté par* M. CAREL, *à Cherbourg.*

Messieurs, on a cherché depuis longtemps à obtenir des carrelages-mosaïque par des procédés économiques, et on y est plus ou moins bien parvenu à l'aide de moyens très-différents. Tantôt on emploie, pour cela, des bitumes de différentes couleurs, tantôt des briques moulées d'une façon particulière, et tantôt des ciments colorés disposés en couches assez épaisses pour former de véritables pavés; c'est à ce dernier système, surtout mis en pratique par les Anglais, qu'appartient le procédé de M. Carel.

Pour obtenir des dessins colorés avec ce système de carrelage, les Anglais disposent d'abord leur ciment, qui est d'un très-beau blanc et qu'ils colorent de manière à reproduire la teinte de fond, sur un sol bien bétonné; et, quand ce ciment forme une couche bien plane, ils découpent en creux, avec des burins, les dessins qui doivent être diversement colorés; alors, avec une spatule et des ciments de diverses couleurs, ils remplissent tous les creux, et il ne reste plus qu'à passer au grès la surface entière du carrelage pour faire détacher d'une façon très-nette les dessins colorés et en même temps unir complétement le carrelage.

Toutefois, comme le burinage en creux est une opération longue et qui exige un certain talent d'artiste, ce système ne laisse pas que d'être assez cher (45 francs par mètre); il était donc à désirer qu'on pût trouver un moyen mécanique plus expéditif; c'est ce problème qu'a résolu M. Carel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour y arriver M. Carel fait, avec du ciment blanc anglais, de véritables pavés qu'il taille suivant la disposition des dessins, et qu'il moule de toutes pièces avec les dessins en creux qu'ils doivent présenter. Les moules dont il se sert pour cette opération ont un fond mobile, auquel sont adaptés des goujons, sur lesquels on fixe, par fragments, les matrices en relief qui doivent fournir les incrustations; ces matrices sont faites en cuivre et disposées de manière à avoir leurs arêtes un peu inclinées, afin de faciliter le démoulage. Les côtés ou rebords formant l'encadrement du moule sont goujonnés au fond de celui-ci, de manière à abandonner le fond lorsqu'on démoule. Enfin une feuille de papier est placée entre ce fond et les matrices saillantes, et tout l'intérieur du moule est huilé convenablement avant chaque moulage, afin d'empêcher le ciment d'adhérer aux parois.

Le moule étant ainsi disposé, on commence l'opération du moulage, qui consiste à gâcher le ciment que l'on a coloré avec la teinte de fond et à en remplir le moule après lui avoir donné une consistance pâteuse; on dresse ensuite la surface de cette masse, qui doit former le dessous du pavé, en la raclant avec une règle mouillée. Pour démouler, on commence par mettre une feuille de papier sur la face libre du moule, puis une planchette, et on renverse le tout. On retire alors le fond mobile, puis la feuille de papier qui le garnissait, et la face supérieure du pavé se présente munie de ses matrices; il ne s'agit plus que de la bien polir avec une truelle, puis de retirer successivement ces matrices et les côtés du moule, et le pavé se trouve fait avec ses incrustations sans qu'on ait eu aucune opération du burinage à effectuer.

Quand tous les pavés qui doivent former le carrelage d'une pièce se trouvent ainsi moulés et suffisamment durcis, ce qui n'est pas long, il ne s'agit plus que de remplir les incrustations avec des ciments diversement colorés qui doivent fournir le dessin, de polir les pavés avec une pierre de grès et de les poser en ayant soin de prendre, pour les souder entre eux, des pâtes de ciment de la couleur convenable pour qu'on ne voie pas les joints.

Ce système de carrelage présente certains avantages : il est généralement plus dur que les pavés ordinaires en pierre, et peut aisément se réparer, puisque, si un défaut se montre, il suffit de creuser un trou autour de ce défaut et de le remplir avec du ciment de couleur convenable; un coup de grès ou de pierre ponce efface bientôt les traces de cette réparation. En revanche il demande, dans les premiers temps de sa pose, de grands soins pour que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le salpêtre ne détériore pas la matière; il faut qu'il soit lavé, pendant sept ou huit mois au moins, tous les deux jours.

Dans les premiers moments de la pose les couleurs de ce pavage sont très-vives, mais, quand il est tout à fait sec, elles deviennent ternes. L'encaustique ne les ravive pas et l'huile, qui pourrait le faire avec avantage, a l'inconvénient de former sous les pieds une espèce de crasse noirâtre qui est d'un déplorable effet. Du reste, ce défaut est inhérent à la plupart des systèmes de carrelage basés sur l'emploi du bitume et du ciment. Grâce au système de M. Carel, le prix du pavage mosaïque en ciment anglais s'est trouvé réduit de 45 à 25 francs.

En considération du progrès apporté par M. Carel à ce genre de fabrication, le comité des arts économiques vous propose, Messieurs,

1° De remercier M. Carel de son intéressante communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 juillet 1866.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HENRI PELIGOT, *au nom du comité des arts économiques, sur un nouveau système d'*ÉCHELLES DE CORDES, *présenté par* M. CARUE, *rue Sainte-Appoline,* 16, *à Paris.*

Messieurs, M. Carue, fabricant de cordages et d'appareils gymnastiques, a présenté à l'approbation de la Société un nouveau système d'échelles de cordes dont vous avez renvoyé l'examen à votre comité des arts économiques.

J'ai l'honneur de vous rendre compte des résultats de cet examen.

L'échelle de M. Carue semble, au premier abord, identique avec les échelles de cordes ordinaires. Elle est, en effet, composée des mêmes éléments, mais, tandis que l'un de ses cordages a ses torons tordus de droite à gauche, l'autre a ses torons tordus de gauche à droite; dans ces conditions, l'humidité n'a plus d'action sur l'échelle puisque, si elle tend à faire tourner l'un des cordages dans un sens, elle tend à faire tordre l'autre dans l'autre sens, et les deux actions se neutralisent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce perfectionnement présente un certain intérêt, surtout pour les travaux maritimes; M. Carue a reçu à ce sujet un grand nombre d'encouragements et d'approbations de divers officiers de la Marine militaire et marchande, de professeurs de gymnastique, etc. L'usage des échelles de cordes présente, dans ces conditions et d'une manière générale, une plus grande sécurité.

Votre comité vous propose, en conséquence, de remercier M. Carue de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé Henri PELIGOT, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 *juillet* 1866.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HERPIN, *au nom du comité des arts économiques, sur un instrument destiné à couper le* CUIR ET L'ÉTOFFE DES CHAUSSURES, *présenté par* M. GROOTAERT, *cordonnier, rue de Longchamp, n°* 31, *à Passy-Paris.*

Messieurs, tout ce qui peut contribuer à donner de la précision et de la sûreté aux diverses opérations de l'industrie, tout ce qui tend à éviter les tâtonnements, à diminuer la perte du temps des ouvriers et celle des marchandises employées, enfin tout ce qui peut apporter de la sûreté, de la certitude et de l'économie dans les opérations de ce genre est une amélioration, un progrès incontestable.

Nous devons donc tenir compte de leurs efforts aux industriels qui travaillent dans cette voie, leur en savoir gré et les encourager.

L'économie de temps ou de matière, si minime et si insignifiante qu'elle paraisse au premier abord pour une opération isolée, ne laisse pas cependant que d'être fort importante lorsqu'on opère sur de grandes quantités. C'est le sou économisé chaque jour qui, étant capitalisé, produit une somme assez grande après quelques années.

Mettre des ouvriers peu habiles en état de couper, avec une précision rigoureuse et avec économie, le cuir et l'étoffe destinés à nos chaussures, tel est l'objet de l'instrument ou machine-outil qui a été présenté par M. Grootaert.

Le patron ou gabarit mobile et articulé se compose de trois pièces ou lames de zinc superposées glissant l'une sur l'autre, pouvant s'allonger ou se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

raccourcir à volonté, de manière à donner le modèle exact suivant lequel doit être coupé le cuir ou l'étoffe destinés à faire l'empeigne des chaussures et des brodequins de toutes formes et de toutes dimensions d'après les mesures en usage dans la cordonnerie.

Plusieurs maisons importantes de Paris et des départements se servent avec avantage du patron mobile de M. Grootaert.

Nous pensons que cet instrument peut être utile et rendre des services dans l'industrie.

Nous avons, en conséquence, l'honneur de vous proposer, au nom du comité des arts économiques,

1° De remercier M. Grootaert de cette commission;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé HERPIN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 30 *mai* 1866.

SÉRICICULTURE.

ÉTUDES SUR LA MALADIE DES VERS A SOIE, PAR M. L. PASTEUR.

Premier mémoire 1865.

« S. Exc. le Ministre de l'agriculture, d'après le désir de notre illustre confrère, M. Dumas, a bien voulu m'inviter à porter mon attention sur les maladies qui déciment les vers à soie depuis plusieurs années. Cette marque de confiance, pour laquelle je ne me trouvais aucun titre sérieux, m'a jeté tout d'abord dans une grande perplexité. Il a fallu toute la bienveillante insistance de M. Dumas pour me déterminer à tenter sans préparation l'examen d'une question si délicate.

« Les choses sont changées aujourd'hui. L'émotion que j'ai ressentie sur les lieux mêmes où le mal sévit dans toute sa force, sans doute aussi la passion qui s'empare de l'esprit du savant en présence des mystères de la nature, m'ont inspiré, au contraire, le vif désir de poursuivre les premières études que je viens de terminer et dont j'ai l'honneur de rendre un compte sommaire à l'Académie.

« J'arrivai le 7 juin à Alais, ne connaissant la maladie des vers à soie que par les savantes publications de M. de Quatrefages. C'est dire assez que ma communication réclame l'indulgence de l'Académie. J'ai eu, à la lui soumettre, bien des hésitations; mais j'ai pensé que, dans un sujet aussi grave, il n'y avait pas d'amour-propre d'auteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à ménager, et qu'il importait d'ouvrir le plus possible des voies nouvelles aux recherches futures.

« Une chose m'avait particulièrement frappé à la lecture des travaux de M. de Quatrefages; c'était l'existence, dans le corps des vers malades, de corpuscules microscopiques regardés par beaucoup d'auteurs comme un indice de la maladie, bien qu'une grande obscurité règne encore sur la nature, la signification et l'utilité pratique que l'on peut tirer de la présence ou de l'absence de ces petits corps singuliers. N'ayant que quelques semaines à consacrer à ces recherches, puisque j'arrivais à la fin des éducations, je résolus de m'attacher exclusivement à l'examen des questions que soulève l'existence de ces corpuscules.

« Mon premier soin, dès que je fus installé dans une petite magnanerie aux environs d'Alais, fut d'apprendre à les reconnaître et à les distinguer. Rien n'est plus facile. Je constatai bientôt, à la suite de toutes les personnes qui se sont occupées de leur étude, que, chez certains vers qui ne peuvent monter à la bruyère, ils existent à profusion dans la matière adipeuse placée sous la peau, ainsi que dans les organes de la soie. D'autres vers, d'apparence saine, n'en montraient pas du tout. Le résultat fut le même pour les chrysalides et les papillons, et généralement la présence abondante des corpuscules coïncidait avec un état évident d'altération des sujets soumis à l'examen microscopique. Les vers fortement tachés par ces taches noires irrégulières qui ont fait appeler la maladie du nom de *pébrine,* ou de maladie de la tache, par M. de Quatrefages, renfermaient un nombre prodigieux de ces corpuscules. Il en était de même le plus ordinairement des papillons à ailes recoquillées et tachés. J'acquis peu à peu la conviction que la présence des corpuscules doit être regardée, en effet, comme un signe physique de la maladie régnante. Néanmoins, c'est là une opinion dont la certitude importe à un tel degré, que j'ai l'intention de rechercher de nouveaux faits qui la confirment. On ne saurait trop l'étayer de preuves péremptoires. Si cette base manquait de solidité, tout ce que je vais dire serait pour ainsi dire sans valeur aucune.

« Pendant que je poursuivais mes recherches, une circonstance remarquable vint fixer toute mon attention.

« Dans la magnanerie où j'avais installé mes observations microscopiques, il y avait deux chambrées, l'une achevée, l'autre offrant des vers après la quatrième mue, et devant sous peu de jours monter à la bruyère.

« La première chambrée provenait de graines du Japon portant l'estampille de la Société d'acclimatation; l'autre, de graines japonaises également, mais qui avaient été fournies par un marchand du pays. Bref, la première chambrée avait *très-bien marché,* et l'on commençait, pour ce motif, un grainage portant sur 35 kilogrammes des cocons qu'elle avait produits. La deuxième chambrée, au contraire, avait la plus mauvaise apparence. On y voyait des *petits,* des *passis,* des *lusettes*... Les vers avaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peu de vigueur, et mangeaient sans appétit. En effet, la récolte en cocons fut presque nulle.

« Or, chose singulière, en examinant au microscope une multitude de chrysalides et de papillons de la chambrée qui remplissait de joie son propriétaire, j'y trouvais, pour ainsi dire constamment, les corpuscules dont il s'agit, tandis que l'examen des vers de la deuxième chambrée ne m'en offrait qu'exceptionnellement. J'avais de la peine à rencontrer un ver qui renfermât des corpuscules, alors même que je m'adressais à ces vers atteints des affections connues depuis longtemps sous les noms que je rappelais tout à l'heure.

« Ces faits étaient-ils accidentels, propres seulement aux sujets de ces deux chambrées? En aucune façon. A mesure que je multipliai les observations microscopiques sur des sujets d'autres chambrées, ces résultats prirent un caractère de plus en plus général.

« Je me crois dès lors autorisé à affirmer qu'une chambrée peut *aller très-mal,* sans que ses *vers* montrent le caractère physique des corpuscules; qu'au contraire une chambrée peut aller *très-bien,* et que presque tous ses *papillons,* même les plus beaux, peuvent contenir de ces mêmes corpuscules.

« On comprend tout l'intérêt que devait offrir l'étude des cocons de la mauvaise chambrée. Dès leur apparition, je m'empressai de les observer et successivement à leurs divers âges, d'abord les vers pendant qu'ils filaient, puis les chrysalides, et enfin les papillons. Parmi les vers filant leur soie, bon nombre continuaient de ne montrer ni taches, ni corpuscules; d'autres assez rares avaient des taches sans corpuscules, ou plus souvent des corpuscules sans taches; mais dans les chrysalides, surtout dans les chrysalides âgées, les corpuscules étaient fréquents. Enfin pas un seul des papillons n'en était privé, et ils y étaient à profusion.

« Ne faut-il pas conclure de ces faits : 1° que, si les *vers* de la deuxième et mauvaise chambrée n'avaient pas de corpuscules, ils portaient cependant en eux-mêmes la constitution physiologique maladive qui devait les faire apparaître plus tard en abondance; 2° que ce n'est pas dans le *ver* qu'il faut chercher les corpuscules, indice de l'affaiblissement de l'animal, mais dans la chrysalide, dans la chrysalide à un certain âge, et mieux encore dans le papillon? Sans doute, la constitution d'un ver peut être assez mauvaise pour que, déjà à l'état de ver, il montre abondamment les corpuscules, et qu'il ne puisse filer sa soie; mais il m'a paru que c'était là en quelque sorte une exception, et que le plus souvent les vers sont malades sans qu'il y ait de signe physique qui l'indique, qu'il en est encore de même des chrysalides dans les premiers jours de leur existence, et que le caractère de la présence des corpuscules devient un indice manifeste du mal lorsqu'on le recherche dans les chrysalides âgées, et principalement dans les papillons.

« Au point de vue de l'industrie, la maladie n'est redoutable qu'autant que le ver

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est assez affaibli pour qu'il ne puisse faire son cocon. Il importerait peu à la rigueur qu'une maladie affectât l'animal si le papillon pouvait toujours prendre naissance.

« D'autre part n'est-il pas logique d'admettre que le ver sera d'autant plus malade dès l'origine et plus éloigné ultérieurement de pouvoir faire son cocon, qu'il proviendra d'une graine issue de parents plus chargés de corpuscules au moment de la fonction de reproduction? En dehors du raisonnement, tous les faits m'ont paru conduire à cette manière de voir, et j'arrive ainsi à penser que la maladie doit être regardée comme affectant de préférence la chrysalide et le papillon; je veux dire que c'est à cet âge de l'animal qu'elle se manifeste plus apparente, et sans doute aussi plus dangereuse pour sa postérité. On comprend, en effet, toute la différence qui doit exister entre une graine fournie par des parents dont le corps est rempli d'une production anormale, et celle qui provient de parents chez lesquels cette production est absente, ou assez peu développée pour n'avoir pas altéré sensiblement les tissus ou les humeurs de l'économie.

« Les faits et les considérations qui précèdent me portent à croire, contrairement aux vues qui ont dirigé les essais de guérison tentés jusqu'à ce jour, que c'est bien plus de la chrysalide qu'il faut s'occuper que du ver lui-même, si l'on veut arriver à fortifier la constitution de celui-ci, et à le rendre apte à parcourir sans accident grave toutes les phases de sa vie. C'est la santé de la chrysalide, si je puis m'exprimer ainsi, qui réclame l'emploi de certains remèdes; circonstance heureuse, car la chrysalide enfermée dans son cocon est, pour ainsi dire, un corps inerte, malgré l'importance des actes physiologiques dont elle est le siége, et, à quelques égards, elle se prête beaucoup mieux que le ver à des expériences diverses.

« Ces vues nouvelles permettent, en outre, de se former, sur la qualité des graines, des idées que je crois plus justes et plus pratiques que celles qui sont répandues aujourd'hui. La graine malade est-elle celle qui renferme des corpuscules, et la graine saine celle qui n'en contient pas? Assurément l'œuf isolé qui offre des corpuscules est très-malade, mais je me suis convaincu, par des études microscopiques multipliées sur les graines annuelles et polyvoltines, qu'une graine peut être malade sans contenir un seul corpuscule, et je présume même que c'est ce qui arrive le plus souvent.

« Je suis porté à admettre que la graine malade est toute graine née de papillons renfermant des corpuscules. Si les papillons sont peu chargés de corpuscules, leur graine fournira des vers qui n'en montreront pas ou qui n'en montreront qu'exceptionnellement tout à la fin de leur vie, et la chambrée pourra se bien comporter; mais, si la graine provient de parents dont les tissus ou les sucs nourriciers auront dû fournir les principes nécessaires au développement d'une quantité considérable de corpuscules, elle participera davantage de leur constitution, et peut-être que, dès le premier âge du ver, le mal s'accusera par les corpuscules ou par tous ces symptômes plus ou moins difficiles à caractériser qui font préjuger qu'une chambrée n'aboutira pas.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on réunissait dans un même lieu une foule d'enfants nés de parents malades de la phthisie pulmonaire, ils grandiraient plus ou moins maladifs, mais ne montreraient qu'à des degrés et à des âges divers les tubercules pulmonaires, signe certain de leur mauvaise constitution. Les choses se passent à peu près de même pour les vers à soie (1).

« Si ces principes sont vrais, si j'ai bien observé les faits sur lesquels ils s'appuient, il doit y avoir un moyen infaillible d'obtenir une graine privée absolument de toute constitution maladive originelle, résultat précieux, industriellement parlant, puisque les graines saines donnent toujours une récolte la première année, même dans les localités les plus éprouvées. Ce moyen consistera à isoler, au moment du grainage, chaque couple mâle et femelle. Après le désaccouplement, la femelle, mise à part, pondra ses graines, puis on l'ouvrira, ainsi que le mâle, afin d'y rechercher les corpuscules. S'ils y sont absents, et également dans le mâle, on numérotera cette graine, qui sera conservée comme graine absolument pure et élevée l'année suivante avec des soins particuliers. Il y aura des graines malades à divers degrés, d'après l'abondance plus ou moins grande des corpuscules dans les individus mâle et femelle qui les auront fournies.

« J'ai pu appliquer ce mode nouveau de se procurer des graines pures, malgré l'état très-avancé des éducations et des grainages au moment où mes études m'avaient conduit à l'essayer. Mais le mal était si généralement répandu, qu'il m'a fallu plus de huit jours de recherches microscopiques assidues pour rencontrer parmi des centaines de papillons choisis deux ou trois couples privés de corpuscules (2).

« J'aurais désiré pouvoir traiter ici de la nature des corpuscules; mais ce sujet mérite des observations plus étendues que celles que j'ai pu faire. Cependant je me hasarde à dire que mon opinion présente est que les corpuscules ne sont ni des animaux ni des végétaux (3), mais des corps plus ou moins analogues aux granulations des cellules cancéreuses ou des tubercules pulmonaires. Au point de vue d'une classification méthodique, ils devraient être rangés plutôt à côté des globules du pus, ou des

---

(1) Je désire toutefois que l'on sache bien que je parle en profane lorsque j'établis des assimilations entre les faits que j'ai observés et les maladies humaines.

(2) Je dois signaler ici un fait remarquable. Les principaux résultats de la présente note ont été communiqués au comice agricole d'Alais le 26 juin 1865. MM. André et Rollin, qui assistaient à la réunion, avaient eu la pensée d'apporter d'Anduze cinq femelles d'une race du pays, élevées en plein air et encore vivantes, bien qu'elles eussent pondu leurs graines depuis quinze jours. Je soumis ces papillons, séance tenante, à l'examen microscopique. Or quatre d'entre elles n'offraient pas trace de corpuscules. J'ajoute que d'autres papillons, élevés également en plein air, offraient tous des corpuscules. Ils m'avaient été remis par M. Laupies.

(3) Opinion déjà émise pour la première fois par M. Ciccone.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

globules du sang, ou bien encore des granules d'amidon, qu'auprès des infusoires ou des moisissures. Ils ne m'ont point paru être libres, comme les auteurs le pensent, dans le corps de l'animal, mais bien contenus dans des cellules de volumes très-variables, à parois fort lâches, et qui commencent à apparaître à l'origine dans ou près le tissu musculaire placé sous la peau du ver ou du papillon. Si on les rencontre partout, et le plus ordinairement libres et épars dans les liquides et dans les tissus, c'est que la pression des lames de verre qui servent aux observations microscopiques fait crever les parois des cellules où ils sont contenus et qu'ils peuvent alors se répandre irrégulièrement de tous côtés.

« En résumé, si mes premières études ont l'exactitude que j'ai essayé de leur donner, et s'il ne s'y mêle pas quelque illusion provenant du peu de temps que j'ai pu y consacrer, elles peuvent se formuler succinctement par ces deux conclusions que je crois nouvelles :

« 1° C'est la chrysalide plutôt que le ver qu'il faut tenter de soumettre à des remèdes propres à combattre le mal et à en arrêter les progrès. Les idées se présentent en foule à l'esprit pour modifier expérimentalement les conditions de la vie de la chrysalide dans son cocon. C'est dans cette voie que je me propose de diriger mes recherches l'an prochain, en vue de la production de meilleures graines.

« 2° Il ne faut considérer comme graine pure que celle qui est née de parents privés de corpuscules et appliquer, pour se la procurer, le moyen que j'ai décrit dans cette note, moyen simple, quoiqu'il soit encore plus scientifique qu'industriel.

« Mais, je le répète, tout ce que je viens de dire suppose que les corpuscules peuvent être considérés comme le criterium de la maladie de l'insecte. C'est heureusement l'opinion de la plupart des savants italiens qui ont étudié cette maladie, notamment du célèbre entomologiste Cornalia. »

Deuxième mémoire 1866.

Première partie.

« I. Dans la première communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, j'ai dit comment la bienveillante insistance de M. Dumas m'avait déterminé à accepter de Son Exc. le Ministre de l'agriculture la mission délicate de recherches nouvelles sur la maladie des vers à soie, maladie qui se prolonge depuis vingt années et qui a déjà compromis de plusieurs milliards la fortune publique en France et à l'étranger. Je prévoyais bien que ces études seraient aussi longues que difficiles. Aussi, après les avoir continuées cette année pendant cinq mois entiers, je sens la nécessité de les poursuivre à nouveau. Toutefois je crois avoir approché du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

but, et j'aurais même l'espoir de l'avoir atteint, c'est-à-dire de pouvoir indiquer un moyen pratique de prévenir la maladie, si j'étais assuré que les éducations de l'an prochain confirmeront ma manière de voir.

« Persuadé que dans des recherches de cette nature il ne convient pas de porter son attention à la fois sur plusieurs des nombreuses questions qu'elles soulèvent, je me suis attaché uniquement, cette année comme l'an dernier, à l'étude de ces petits corps, appelés de divers noms, *corpuscules vibrants, corpuscules de Cornalia*... Aperçus autrefois par M. Filippi, les corpuscules des vers à soie ont été examinés avec soin par divers auteurs, MM. Lébert, Vittadini, Ciccone, et plus particulièrement par M. Cornalia, l'un des savants le plus versés dans la connaissance des vers à soie, qui a fondé, en outre, avec M. Vittadini, sur la présence ou l'absence des corpuscules, un moyen de reconnaître la qualité d'une graine.

« Les corpuscules que l'on rencontre chez les vers à soie ont donné lieu à tant d'hypothèses et d'assertions contradictoires, qu'il règne encore une grande obscurité sur la signification qu'il faut leur attribuer.

« Je vais présenter à l'Académie le résumé de quelques-unes de mes observations en ce qui les concerne, et exposer sommairement mes vues au sujet de la maladie et des moyens de la prévenir.

« II. Un ver à soie peut être corpusculeux de naissance ou le devenir, soit par accident, soit principalement par influence d'hérédité, dans le cours de l'éducation. Or voici ce qui arrive dans ces diverses circonstances. Si le ver corpusculeux ne meurt pas dans la coque de l'œuf, ce qui est le cas le plus fréquent, il mourra durant le premier âge ou à la première mue. S'il ne meurt pas à ce moment, ce qui est encore fréquent, il mourra à la deuxième mue. S'il ne meurt pas à la deuxième mue, ce qui se voit aussi très-souvent, il mourra à la troisième mue. S'il ne meurt pas à la troisième mue, ce dont il y a également de nombreux exemples, il mourra à la quatrième mue. S'il ne meurt pas à la quatrième mue, ce dont on voit également de nombreux exemples, il se traînera en restant *petit* pendant huit, dix, douze jours et davantage, sans pouvoir filer sa soie. S'il fait son cocon, ce dont il y a aussi des exemples, il mourra dans son cocon, étant encore sous la forme de ver. S'il ne meurt pas ver, ce qui peut arriver également quelquefois, il mourra chrysalide. S'il a pu se chrysalider et se transformer en papillon, ce papillon sera généralement de mauvaise apparence, dans tous les cas très-mauvais reproducteur.

« J'appelle toute l'attention de l'Académie sur cette marche de la vie du ver corpusculeux. En outre, de tels vers accomplissent mal leurs diverses mues. Elles sont retardées, les vers mangent moins, restent petits, et il n'est pas rare de voir des vers d'une même levée, provenant même d'une ponte unique, atteindre la quatrième mue, tandis que leurs frères corpusculeux n'auront encore que la grosseur de la deuxième ou de la troisième mue.

« Il n'y a donc pas à conserver le moindre doute sur cette assertion : les vers cor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pusculeux sont des vers très-malades. En d'autres termes, la présence des corpuscules est un signe de maladie.

« Un ver qui aurait de rares corpuscules à sa naissance peut-il les perdre et se guérir? C'est un point que je réserve. Je n'ai pas d'exemples avérés de ce fait, mais j'ai mille preuves que, quand il y a des corpuscules dans un ver jeune, ils se multiplient à l'infini à mesure que le ver grandit.

« III. Je viens de dire que le ver corpusculeux était toujours malade. Mais la réciproque n'est pas vraie. Un ver malade n'est pas toujours corpusculeux. Une chambrée peut aller très-mal, donner lieu à un très-faible rendement, fournir surtout de très-mauvaise graine, sans que les vers se montrent corpusculeux. Ce que je dis des vers peut s'étendre aux graines et aux chrysalides dans les premiers jours de leur formation. Des graines non corpusculeuses peuvent être malades, des vers non corpusculeux peuvent être malades; enfin des chrysalides non corpusculeuses peuvent être malades. Bien plus, je dois ajouter que c'est le cas général. En d'autres termes, malgré l'assertion de tout à l'heure, que le corpuscule, quand il est présent, est un signe certain du mal, je prétends que le mal existe le plus souvent en l'absence des corpuscules. Visitons des chambrées que les résultats ultérieurs de l'éducation accuseront avoir été mauvaises, soit par le rendement qui sera faible, soit par la qualité de la graine des papillons, laquelle graine se montrera mauvaise l'année suivante et mauvaise cette fois par le fait du rendement, et étudions les vers de ces chambrées. Il arrivera très-fréquemment qu'ils ne seront pas corpusculeux. La graine dont ils sont issus n'aura pas offert du tout d'œufs corpusculeux, ou en très-petit nombre; enfin les chrysalides déjà bien formées n'offriront pas davantage de corpuscules.

« S'il en est ainsi, comment reconnaître que la graine d'où ces chambrées proviennent, que les vers qui les composent, que les chrysalides de leurs cocons sont malades, et malades de ce que l'on doit appeler le mal actuel? Ici se présente la confirmation très-étendue des observations de mon premier mémoire. Ces chambrées dont je parle, issues de graines sans corpuscules, composées de vers non corpusculeux, dont les cocons nouvellement formés contiennent des chrysalides non corpusculeuses, sont des chambrées malades, parce que, si, au lieu de nous borner à observer, au microscope, les graines, les vers, les chrysalides jeunes, nous observons les chrysalides âgées et les papillons, tous sans exception offriront des corpuscules en plus ou moins d'abondance. Or j'ai prouvé tout à l'heure que la présence des corpuscules était le signe certain d'un mal profond chez le ver. Il n'est pas possible que leur présence ne soit pas également un signe de maladie chez les papillons. Il serait illogique de ne pas l'admettre.

« Résumons ce qui précède : le corpuscule est-il présent dans la graine ou dans le ver, le mal existe; le corpuscule est-il absent dans la graine, dans le ver, dans la chrysalide jeune, il y a alors santé ou maladie. Pour décider cette alternative, nous attendrons que la chrysalide soit sur le point de se transformer en papillon; mieux encore,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous attendrons que le papillon soit sorti de son cocon, afin de l'étudier au microscope. S'il est corpusculeux, nous dirons que la graine d'où il est issu, que le ver d'où il provient, que la chrysalide qui lui a donné naissance étaient malades, du moins très-prédisposés à le devenir, ou que la maladie est survenue dans la chambrée pendant le cours de l'éducation.

« IV. L'Académie doit voir clairement où est le point vif de mon raisonnement et de mes observations. Elle doit pressentir la conséquence à laquelle je veux arriver. C'est que le papillon sain est le papillon corpusculeux; par suite, que la graine vraiment saine est celle qui provient de papillons non corpusculeux, et que l'on peut trouver dans la connaissance de ce simple fait le salut de la sériciculture.

« Il faut donc que toutes les observations concourent à établir que le papillon qui a des corpuscules est malade, et que celui qui n'en a pas est relativement très-sain.

« Voici quelques autres preuves de cette double assertion.

« Considérons les chambrées les plus malades, celles où il y a des *petits*, des vers accomplissant mal leur mue, des vers rouillés au sortir de la quatrième mue, mangeant peu, ne grossissant pas, faisant peu de cocons, et étudions leurs chrysalides et leurs papillons. Dans tous les papillons il y aura à profusion des corpuscules, et dans la chrysalide ils se montreront souvent dès les premiers jours de sa formation. Les vers eux-mêmes pourront être en majorité corpusculeux. Quant aux papillons, ils seront généralement de très-mauvaise apparence et leur génération sera destinée à périr. Beaucoup de leurs œufs se montreront déjà corpusculeux.

« Considérons, au contraire, de belles chambrées de graines japonaises d'importation directe, ou telles chambrées indigènes plus ou moins irréprochables. Il arrivera assez souvent, principalement avec les vers japonais, et de préférence avec les japonais de race polyvoltine, que la majorité, quelquefois tous les papillons, seront sans corpuscules.

« Enfin étudions les papillons de chenilles sauvages où l'on retrouve les mêmes tissus que dans les papillons de vers à soie, et nous ne rencontrerons pas davantage des corpuscules.

« Ce sont là de nouvelles preuves, quoique indirectes, de l'état plus ou moins maladif des papillons lorsqu'ils sont corpusculeux, et par suite de la mauvaise composition de la graine qu'ils peuvent fournir, car il n'est pas possible d'admettre que des parents malades au moment de la fonction de reproduction fourniront de la graine aussi saine que des parents bien portants. Et déjà ce qui est bien sûr, c'est que les parents chargés de corpuscules donnent quelquefois des graines tellement mauvaises, que toutes sont corpusculeuses. Or c'est un des cas où l'on voit les vers périr en masse sans donner de cocons, ou quelques cocons seulement.

« V. Mais il importe de connaître et de ne point perdre de vue les résultats suivants :

« Ce serait une erreur de croire que les papillons corpusculeux donnent toujours une graine mauvaise, industriellement parlant. Si l'on se place au point de vue com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mercial, l'expression de *mauvaise graine* doit s'appliquer seulement à toute graine qui ne donne pas un rendement suffisant et rémunérateur. Dès lors peut-on appeler mauvaise graine toute graine issue de parents corpusculeux? En aucune façon. Des papillons corpusculeux peuvent donner une graine à rendement industriel. Et même, pour le dire en passant, telle était peut-être la situation de la sériciculture avant l'époque de la maladie actuelle. Je crois que les papillons étaient fréquemment corpusculeux, pas assez cependant pour altérer la graine au point de faire échouer les chambrées. Telle est encore présentement la situation au Japon.

« Les Japonais ont beaucoup de papillons corpusculeux (1), et la preuve en est que dans les graines japonaises de cette année, dans nombre de cartons du cadeau fait à l'Empereur, par exemple, j'ai trouvé des graines corpusculeuses. Or il est très-certain que des graines ne sont corpusculeuses qu'autant qu'elles sont issues de parents qui étaient à profusion remplis de corpuscules. Je reviendrai tout à l'heure sur cette opinion que la maladie dite actuelle est pour ainsi dire inhérente aux éducations domestiques, et que nous ne faisons qu'assister depuis vingt ans à l'exagération d'un état de choses qui a toujours existé dans de moindres proportions.

« Je reprends les choses au point où je les ai laissées tout à l'heure, à savoir qu'il résulte de mes observations que la graine issue de parents corpusculeux peut donner des vers propres à filer leur soie et à fournir un rendement rémunérateur. Non-seulement j'ai observé ce fait, mais j'ai reconnu, en outre, que de la graine issue de parents très-corpusculeux, assez même pour que beaucoup des œufs et des vers à leur éclosion aient été corpusculeux, et, par conséquent, arrivés dès leur naissance au degré le plus avancé du mal, j'ai reconnu, dis-je, que cette graine pouvait produire des papillons absolument dépourvus de corpuscules. Ce fait est digne de remarque, parce qu'il établit la possibilité de faire dériver des reproducteurs sains d'une graine malade au plus haut degré. Cela tient-il à ce que, parmi les œufs d'une ponte appartenant à un mâle et à une femelle très-malades, il peut y avoir quelques œufs sains, ou bien quelques œufs moins malades donnent-ils des vers qui reviennent à la santé pendant l'éducation? J'ignore laquelle de ces deux interprétations est la meilleure, et toutes les deux peut-être ont leur raison d'être. Mais, au point de vue de la pratique, il importe assez peu de le savoir.

« Le fait dont je parle mérite d'autant plus qu'on s'y arrête, qu'il est très-rare de

(1) J'ai eu l'honneur de remettre, cet hiver, à S. Exc. le Ministre de l'agriculture une demande à l'effet d'obtenir, de notre consul au Japon, des papillons de diverses races, conservés dans l'alcool. Il sera facile, à leur arrivée, de constater le fait que j'avance, car les corpuscules ne sont nullement détruits, même par un long séjour dans l'alcool. J'ai trouvé ces petits corps en grande abondance dans des papillons qui m'ont été remis par mon savant confrère M. Peligot, et qu'il avait conservés dans l'alcool depuis l'année 1852.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rencontrer, dans une chambrée industrielle qui a mal marché, des papillons privés de corpuscules, ce qui tend à établir l'infection dans les chambrées.

« A quelles circonstances faut-il donc attribuer l'existence de ces papillons non corpusculeux, c'est-à-dire très-sains, dans ces éducations dont je parle, faites avec des graines que je savais très-mauvaises et issues de papillons chargés de corpuscules? Je l'attribuerais volontiers, non pas au fait seul de la petite éducation, mais à la précaution que je prenais d'éloigner jour par jour tous les vers morts sur la litière ou suspects d'une mort prochaine, dans une magnanerie propre, où l'on évitait le plus possible les poussières des litières, des planchers et des tables. On verra mieux peut-être tout à l'heure l'utilité de ces précautions bien simples et qui se confondent dans ce que l'on appelle des soins de propreté, faciles à prendre dans toutes les petites éducations.

« VI. Telles sont quelques-unes des observations qui me conduisent à proposer, cette année, le mode de grainage que j'avais déjà indiqué un peu timidement l'an dernier.

« Pour faire à coup sûr de la bonne graine, adressons-nous d'abord aux papillons non corpusculeux. Nous verrons plus tard à rechercher la limite de tolérance à accorder aux papillons corpusculeux pour en tirer de la graine bonne industriellement. Voici l'un des modes très-pratiques que l'on pourrait adopter.

« Une chambrée est à son terme; les cocons se font sur la bruyère. Il s'agit de savoir si l'on doit faire grainer, c'est-à-dire si les papillons que fourniront les cocons seront de bons reproducteurs, et si, en toute sécurité, on pourra compter sur leur graine. Telle est bien la question délicate prise du point de vue de sa plus grande utilité pratique. Recueillons dans la chambrée, un peu partout, sans choix, quelques bouquets de bruyère, offrant ensemble deux à trois cents cocons, et plaçons-les dans une pièce de quelques degrés en moyenne plus chaude que la chambrée où se trouvent les cocons. On sait que ces cocons donneront leurs papillons plusieurs jours avant ceux qui seront restés dans la chambrée à une plus basse température.

« Étudions ces papillons au microscope. S'ils sont en majorité privés de corpuscules, nous conclurons que la graine sera bonne et qu'on peut faire grainer toute la chambrée si on le désire. Dans le cas contraire, on saura qu'il faut porter les cocons à la filature pour les étouffer.

« Bien entendu, cette manière de faire n'est pas exclusive des indications ordinaires que l'on peut déduire de la marche générale de l'éducation, non plus que du caractère des taches; car, en général, les vers malades sont plus tachés que les vers sains.

« On pourrait s'effrayer, et c'était, l'an dernier, mon sentiment, lorsque je disais de ce procédé qu'il était plus scientifique qu'industriel, on pourrait, dis-je, s'effrayer de la nécessité de l'observation microscopique sur laquelle il repose. Mais j'ai pu me convaincre, cette année, que ce petit travail est aussi facile que rapide, et que des femmes et des enfants même pourraient s'en charger. On prend les papillons, on coupe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leurs ailes que l'on rejette, et l'on broie tout le corps dans un mortier avec deux ou trois gouttes d'eau, puis on examine au microscope une goutte de la bouillie. Il suffit que l'on ait une fois appris à connaître les corpuscules pour que l'on sache si ce liquide en renferme plus ou moins.

« Si des études ultérieures sanctionnaient l'efficacité de ce moyen, on pourrait peut-être placer des microscopes, un ou deux, dans les mairies ou dans les comices, à l'époque des grainages, sous la direction d'une personne qui se serait rendu familier l'emploi de cet instrument pour la reconnaissance du caractère dont nous parlons. On viendrait là étudier les papillons destinés au grainage.

« En jetant les papillons dans l'esprit-de-vin au moment du grainage, on pourrait retarder à volonté l'époque de l'examen de ces papillons et le faire faire où l'on voudrait dans le courant de l'année.

« Veut-on préparer de bonne graine tout à fait pure en petite quantité, on procédera par grainage cellulaire. Les mâles et les femelles des divers couples, qui auront été numérotés, seront étudiés après la ponte, et l'on mettra à part la graine des couples sains.

« Veut-on même arriver à de la graine saine en partant de cocons quelconques très-malades, on élèvera une petite quantité de la mauvaise graine produite par les papillons de ces cocons, en prenant ces petits soins de propreté dont je parlais tout à l'heure et qui paraissent éloigner l'infection, et l'on procédera également par grainage cellulaire avec les papillons issus de cette petite éducation. On trouvera généralement quelques rares couples sains qui serviront de bons reproducteurs pour l'année ou pour les années suivantes.

« Ces procédés permettraient la régénération graduelle de toutes les races.

« VII. Une objection se présentera peut-être.

« J'ai dit qu'une graine issue de papillons corpusculeux peut donner une chambrée à rendement industriel satisfaisant. Dès lors, en ne réservant pour graines que des chambrées dont la majorité des papillons sera sans corpuscules ou qui en renfermeront très-peu, on se privera de chambrées dont quelques-unes auraient pu faire de bonnes graines. C'est vrai; mais l'inconvénient est assez faible, puisque, après tout, on n'aura éloigné ces chambrées à bonne graine industrielle que pour en conserver qui leur seront supérieures.

« Enfin, il ne faut pas s'y tromper, j'indique une voie qui me paraît devoir conduire sûrement à faire disparaître le fléau, mais bien des progrès sont possibles dans cette même direction. Voici un perfectionnement probable de la méthode de grainage que je propose. J'ai dit, en parlant des très-mauvaises chambrées, que les corpuscules apparaissent déjà dans les chrysalides jeunes, tandis que, dans les chambrées qui ont bien marché et dont les papillons sont néanmoins corpusculeux, c'est, en général, tout au dernier âge de la chrysalide qu'apparaissent les corpuscules. Or il m'est avis que le papillon corpusculeux qui provient d'une chrysalide corpusculeuse dès son jeune âge

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

doit être beaucoup plus malade et plus mauvais reproducteur, toutes choses égales, que le papillon également corpusculeux, mais provenant d'une chrysalide chez laquelle les corpuscules n'ont apparu que dans les derniers jours de son état de chrysalide. C'est donc peut-être par l'observation de l'époque à laquelle la chrysalide devient corpusculeuse que l'on pourrait espérer déterminer cette tolérance dont je parlais et qui autoriserait à faire grainer même les papillons corpusculeux. Je me propose de suivre ultérieurement la valeur de ce point de vue.

Deuxième partie.

« VIII. J'ai déjà fait observer que plus j'accumulerais de preuves que la présence des corpuscules est un signe du mal chez les papillons et la source de l'infection des graines et des chambrées qui en sortent, plus on devrait avoir confiance dans le procédé que j'indique pour vaincre le mal. Or voici des faits dont la signification n'échappera à personne :

« Lorsque je suis arrivé à Alais, dans les premiers jours de février, toutes les chambrées étaient encore dans l'état où elles avaient été laissées, l'an dernier, à la fin des éducations. On ne procède guère à leur nettoyage que quelques semaines avant la reprise des éducations de l'année courante.

« J'ai examiné au microscope les poussières de ces chambrées. A cet effet, je recueillais les litières sèches restées sur les tables ou déposées dans quelque coin de la magnanerie, les poussières qui recouvraient le sol, les murs, les *canisses*. Après un premier tamisage, dans un tamis à larges mailles, je me servais de tamis de plus en plus fins, en dernier lieu d'un tamis de soie. C'est alors que la poussière était examinée au microscope. Le résultat constant a été celui-ci : en général, les corpuscules abondent dans ces poussières. Ils y sont souvent en si grand nombre, que, dans une seule magnanerie où l'on avait élevé quelques onces de graine blanche japonaise, en 1865, j'ai recueilli 2 litres d'une poussière tellement chargée de corpuscules, que la plus petite parcelle délayée dans une goutte d'eau en montre par milliers dans le champ du microscope.

« On serait bien tenté de croire, quand on songe surtout que les corpuscules ressemblent beaucoup à des spores de mucédinées, qu'un parasite analogue à la muscardine a envahi les chambrées, et que telle est la source du mal. Ce serait une erreur. Cette poussière était chargée de corpuscules parce qu'il y avait eu dans l'éducation beaucoup de vers corpusculeux morts dans les litières, pourris, desséchés, et que les corpuscules de leurs cadavres et de leurs déjections s'étaient disséminés partout.

« Je dépose sur le bureau de l'Académie un peu de la poussière de la magnanerie dont je parle. En l'examinant au microscope, l'Académie pourra se convaincre de l'effrayante multiplication de ces petits corps que je regarde toujours comme une production qui n'est ni végétale ni animale, incapable de reproduction, et qu'il faudrait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ranger dans la catégorie de ces corps réguliers de forme que la physiologie distingue depuis quelques années par le nom d'*organites*, tels que les globules du sang, les globules du pus, etc.

« Quoi qu'il en soit, nous allons reconnaître que cette poussière des magnaneries, que l'on éloigne des éducations à leur début en presque totalité par le nettoyage préalable, mais qui renaît en quelque sorte pendant les nouvelles éducations, renferme des éléments toxiques à un haut degré, alors même qu'on en éprouve les effets une année après sa production et sa dessiccation au contact de l'air.

« En saupoudrant la feuille de mûrier que l'on donne à manger aux vers avec cette poussière, on provoque une grande mortalité, et, dans l'intervalle de peu de jours, on donne lieu à l'un des symptômes habituels de la maladie, la présence des *petits*. Un seul repas par jour de feuilles salies par ces poussières, alternant avec deux ou trois repas de feuilles ordinaires, amène en quelques jours une mortalité qui s'élève à 20, 50 et 80 pour 100 du nombre total des vers. Développe-t-on ainsi la maladie avec présence des corpuscules? Non, car les vers morts dans ces conditions n'en ont pas présenté. Mais nous savons que l'absence des corpuscules ne prouve pas l'absence de la maladie. Dans tous les cas, il est sensible que les matières qui composent la poussière des magnaneries sont toxiques pour les vers à soie lorsque cette poussière est très-corpusculeuse. En outre, j'ai cru remarquer que l'effet était plus accusé sur les vers déjà malades ou prédisposés à la maladie que sur les vers sains.

« L'expérience est plus concluante lorsque l'on recouvre les feuilles de gouttelettes d'eau ordinaire, rendue trouble par les liquides et les solides du corps d'une chrysalide ou d'un papillon très-corpusculeux. Tous les vers soumis à l'expérience ont péri dans l'intervalle de quelques jours. Les mêmes essais, répétés soit avec des poussières minérales, soit avec de l'eau rendue trouble par les substances qui composent le corps d'un papillon sain, n'ont donné lieu à aucune mortalité qui mérite d'être signalée (1).

« Lorsque l'on se représente les éducations industrielles telles qu'elles sont conduites, il est difficile de ne pas admettre, d'après les faits qui précèdent, que, dans les chambrées dérivant de mauvaises graines, beaucoup de vers se perdent par le mode d'infection dont je viens de parler. La feuille ne serait pas malade, l'air que les vers

(1) J'aurais désiré placer sous les yeux de l'Académie les résultats de cette expérience. M. Peligot voulut bien me remettre un certain nombre de vers ayant accompli leur quatrième mue depuis quelques jours. Après les avoir partagés en plusieurs lots, j'ai donné à l'un deux de la feuille humectée avec une eau rendue trouble par les matières du corps de papillons corpusculeux; mais aujourd'hui ils vivent encore et se préparent à faire leurs cocons.

Les expériences de ce genre que j'ai faites à Alais ont porté sur des vers plus petits et avant la quatrième mue. Est-ce là la cause de la différence de l'essai de Paris et des essais d'Alais? Je ne sais. Tout ceci sera l'objet d'études approfondies l'an prochain.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

respirent ne serait pas chargé de miasmes délétères; il n'y aurait pas un choléra des vers à soie, ni d'épidémie mystérieuse dans ses causes. Un mal pouvant naître dans une éducation quelconque par des circonstances propres aux éducations (1), mal héréditaire par infection congéniale; les crottins des mauvais vers, surtout lorsque ces crottins sont humides; les débris des cadavres de ceux qui périssent, toutes circonstances qui accumulent des poussières dangereuses pour la santé des vers, voilà peut-être toute la maladie.

« IX. Je suis très-porté à croire qu'il n'existe pas de maladie actuelle particulière des vers à soie. Le mal dont on se plaint me paraît avoir existé toujours, mais à un moindre degré. J'ai déjà dit qu'il existait sûrement au Japon, bien que ce pays nous envoie des graines relativement saines. En outre, M. le préfet du Gard ayant bien voulu faire la demande, un peu partout dans son département, d'anciens cocons étouffés, et M. le général Morin, de son côté, ayant mis obligeamment à ma disposition des cocons conservés par M. Alcan au Conservatoire des arts et métiers, j'ai pu m'assurer que quelques chrysalides de l'année 1838, époque à laquelle on était encore loin de se plaindre de la maladie actuelle, offraient en abondance des corpuscules. Aussi ai-je l'espoir que, si le mal est combattu et écarté avec intelligence, on arrivera à une situation bien meilleure que celle qui a précédé l'époque antérieure à la maladie.

« X. En outre, j'ai des motifs sérieux de croire que la plupart des maladies du ver à soie connues depuis longtemps sont liées à celle qui nous occupe, la muscardine et, peut-être, la grasserie exceptées. Il ne faut pas oublier que, si les éducations d'autrefois étaient à l'ordinaire faciles, régulières et rémunératrices, elles ont toujours donné lieu à une grande mortalité, ne s'élevant pas à moins de 40 à 50 pour 100 environ, ai-je ouï dire, du nombre total des œufs et des vers à la naissance. Il m'est avis que cette mortalité était pour une grande part sous l'influence de la maladie dite *actuelle* (2).

« Le développement des corpuscules altère, selon moi, à des degrés très-divers les humeurs et les liquides du corps des papillons. Sans doute ils peuvent assez peu se multiplier, ou se multiplier dans des organes qui intéressent à un assez faible degré la fonction de reproduction pour que la graine des parents corpusculeux ne soit pas malade

---

(1) J'ai fait des éducations dans des boîtes de carton munies de leurs couvercles. Tous les papillons ont été corpusculeux. J'ai tout lieu de croire que les mêmes graines élevées à la manière ordinaire, avec renouvellement de l'air, auraient fourni beaucoup de papillons privés complétement de corpuscules.

(2) J'ai vu échouer plusieurs éducations sous l'influence de causes mal déterminées. On aurait attribué volontiers ces échecs à la maladie régnante. Pourtant il n'en était rien. Je suis porté à croire qu'il y a assez souvent des insuccès provoqués par quelque circonstance défectueuse pendant la conservation de la graine, ou à l'époque de l'incubation. Il arrive fréquemment que l'on met sur le compte de la maladie régnante des échecs qui ont de tout autres causes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sensiblement. Il est vraisemblable, au contraire, qu'il y a tels degrés d'altération des parents qui correspondent à telles ou telles affections ou genres de morts qualifiés anciennement de maladies spécifiques du ver à soie. Voici, par exemple, ce que j'ai observé relativement à la maladie dite des *morts-flats,* qui a toujours fait de grands ravages, et qui a déterminé, conjointement avec la muscardine, au commencement du siècle, les intéressantes études de Nysten. Parmi les échantillons de graines que j'avais préparés l'an dernier, il y en avait un issu de papillons, mâle et femelle, très-corpusculeux, pas de façon, cependant, à rendre la graine corpusculeuse ni les vers. Néanmoins il est mort de ceux-ci 64 pour 100, entre la quatrième mue et la montée, de cette maladie des morts-flats. J'attribue cette mortalité à ce que la graine née de parents corpusculeux était malade au degré voulu pour provoquer la maladie des morts-flats; car il m'est difficile d'admettre qu'un accident inconnu d'éducation ait donné lieu à cette maladie, d'autres essais de la même graine placés à côté de celui-ci et conduits absolument de la même manière ne m'ayant rien offert de pareil.

« Voici un autre fait non moins significatif : dans les expériences où j'ai vu périr tous les vers qui avaient pris quelques repas de feuilles humectées par les débris du corps de papillons très-corpusculeux, si j'avais eu à qualifier le genre de mort qui avait atteint ces vers, sans rien connaître de l'expérience par laquelle j'avais provoqué leur mort, j'aurais dit qu'ils avaient péri de la *négrone,* car, dès le lendemain de la mort, le corps de ces vers était tout noir.

« XI. Je ne saurais mieux faire comprendre la manière dont je me représente la maladie des vers à soie qu'en la comparant aux effets de la phthisie pulmonaire. Il s'agit ici, bien entendu, d'effets généraux et de ressemblances dans les résultats. Je ne prétends pas le moins du monde assimiler ces maladies dans leurs natures propres, qui probablement diffèrent beaucoup. La phthisie pulmonaire est une maladie héréditaire, mais elle est aussi une maladie que mille accidents peuvent déterminer. Elle est donc, pour ainsi dire, inhérente à l'espèce humaine. En outre, le signe physique des tubercules n'apparaît qu'à un certain âge. Provoquez des mariages entre parents atteints de cette affection, et la maladie fera peu à peu de grands ravages. De même, je pense qu'en pleine prospérité, en partant de la meilleure graine possible, on pourra donner naissance à des vers qui deviendront par accident corpusculeux, sinon les vers eux-mêmes, du moins les papillons. La meilleure de mes graines de l'an dernier, provenant de parents qui n'offraient que de très-rares corpuscules, m'a fourni quatre-vingt-onze papillons sur cent absolument dépourvus de corpuscules (1). Les neuf papillons corpusculeux ne l'étaient pas, je crois, par hérédité, mais par accident

(1) Dans une éducation de la graine d'un couple de race polyvoltine, graine produite en 1866 et dont le mâle et la femelle n'avaient pas du tout de corpuscules, aucun des papillons n'a été corpusculeux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'éducation, peut-être par contagion. J'en serais plus sûr encore si la graine d'où ils étaient issus avait été produite par des papillons absolument sans corpuscules. Mais la graine totale de ces cent papillons, dont neuf sont corpusculeux, pourrait donner une bien plus grande proportion de papillons corpusculeux, surtout si tous les neuf papillons infectés le sont à un degré suffisant pour amener un tel résultat. La troisième génération pourrait être plus infectée encore et ainsi de suite. Cette circonstance se présenterait d'autant plus sûrement, que dans les grainages successifs on ne prendrait aucun soin pour éloigner les papillons évidemment mauvais à la simple apparence de leurs ailes et de leurs corps. Les grainages industriels qui ont été un des effets de la maladie sont ordinairement entachés de ce vice radical, très-préjudiciable aux chambrées, et bien fait pour propager outre mesure le mal régnant.

« XII. Si l'on se reporte maintenant à mon premier mémoire, on verra que plusieurs des principes qui me servaient de guide et que je n'avais présentés que sous toutes réserves du contrôle de faits nouveaux, plus nombreux et mieux étudiés, ont aujourd'hui l'appui de preuves décisives.

« 1° La présence des corpuscules dans une graine ou dans un ver est l'indice du mal le plus profond et le plus avancé.

« Toutes les contradictions qui ont été adressées sur ce point aux observations de MM. Cornalia, Vittadini, Lébert sont dénuées de fondement.

« 2° L'absence des corpuscules dans un ver ou dans une graine ne prouve pas que ce ver, que cette graine ne sont pas malades.

« S'il faut condamner une graine, une graine indigène principalement, dont beaucoup d'œufs sont corpusculeux, il est indispensable de ne prêter qu'une confiance réservée à une graine qui ne contient pas de tels œufs. L'étude de la graine, bonne en soi, n'éclaire donc pas suffisamment l'éducateur.

« Une chambrée dans laquelle on ne trouve pas de vers corpusculeux, ou qui n'en offre qu'exceptionnellement, peut échouer comme rendement, et elle se montre très-souvent défectueuse lorsqu'on la prend comme source de graine pour l'année suivante.

« 3° C'est que la maladie, avec présence du caractère des corpuscules, ne s'accuse, en général, que dans les chrysalides âgées et dans les papillons.

« Le ver non corpusculeux porte donc très-souvent en lui-même la prédisposition qui le rendra très-corpusculeux dans la dernière de ses métamorphoses, celle-là même qui intéresse le plus directement sa fonction de reproduction.

« 4° Dans aucun cas, les papillons non corpusculeux ne fournissent au nombre de leurs œufs un seul œuf corpusculeux, c'est-à-dire un œuf dont on puisse dire, dès son éclosion, que le ver qui en sort est destiné à périr dans le cours de l'éducation avec tels ou tels des symptômes caractéristiques de la maladie régnante.

« Tous les œufs corpusculeux proviennent donc de papillons très-chargés de corpuscules.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 5° La réciproque n'est pas exacte, c'est-à-dire que des papillons chargés de corpuscules peuvent donner et donnent très-fréquemment une graine dont les divers œufs ne sont pas du tout corpusculeux.

« 6° Non-seulement des papillons plus ou moins chargés de corpuscules peuvent fournir des graines qui n'en contiennent pas, mais, en outre, ces mêmes graines, élevées avec des soins de propreté ordinaires, particulièrement en petites éducations, conduisent à des papillons parmi lesquels un plus ou moins grand nombre ne sont pas du tout corpusculeux (1).

« XIII. En cherchant à déduire des principes qui précèdent, par le raisonnement seul, un moyen pratique de produire de la bonne graine, on arrive, en quelque sorte forcément, au procédé de grainage que j'ai indiqué, car ces principes permettent d'affirmer que le papillon vraiment sain, bon reproducteur par conséquent, est dépourvu de corpuscules. Je parle, bien entendu, de la maladie régnante; un papillon non corpusculeux qui serait issu d'un ver prédisposé à la *grasserie*, par exemple, pourrait être mauvais reproducteur et fournir une graine dont les vers périraient de la grasserie. J'ai eu une preuve de ce fait cette année.

« Que manque-t-il donc au procédé auquel je fais allusion pour que je puisse, dès à présent, le proposer en toute sécurité? Il lui manque le contrôle des éducations des nombreuses graines que j'ai préparées, en les qualifiant à l'avance par l'examen du corps des papillons d'où ces graines sont issues. J'ai fait déjà quelques éducations de telles graines, obtenues en 1865, dont le résultat a répondu à mon attente. Mais, par les raisons que j'ai fait connaître dans mon premier mémoire, j'avais trop peu de ces graines à ma disposition, et je dois attendre les données des éducations futures avant de me prononcer définitivement.

« XIV. Les principes que j'ai posés tout à l'heure me paraissent rigoureusement démontrés par l'ensemble des observations que j'ai recueillies cette année. Il résulte, en outre, de ces observations des conséquences qui, pour être présentement moins bien étayées par l'expérience, méritent cependant l'attention sérieuse des savants et des éducateurs. Voici les principales :

---

(1) J'entends par petites éducations des éducations qui peuvent être quelconques, à la seule condition qu'elles soient dirigées avec ces soins de propreté auxquels je fais allusion, tels que délitages à temps utile, éloignement des poussières, suppression fréquente des vers morts ou mourants, aération convenable. Il faut y joindre une bonne conservation de la graine qui ne doit point *travailler*, puis s'arrêter, puis reprendre son travail intérieur. Il m'est avis que la graine doit être conservée au froid (cellier au nord dans les hivers ordinaires, cellier plus froid, cave, dans les hivers doux) jusqu'au dernier moment, et sa température graduellement élevée à l'incubation. Il faut y joindre également beaucoup de science pratique dans l'art de conduire les repas au moment des diverses mues. Tout cela avec beaucoup d'air, c'est-à-dire un air renouvelé, un air non stagnant, comme en procurent de bonnes dispositions de magnaneries pour la ventilation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 1° Les papillons corpusculeux sont d'autant plus malades et mauvais reproducteurs que leurs chrysalides ont été plus tôt le siége de la formation des corpuscules.

« 2° La maladie actuelle a toujours existé. Il n'y a qu'exagération d'un état de choses en quelque sorte inhérent aux éducations industrielles.

« Des causes mal connues l'ont développée outre mesure. Cependant il serait facile, par des grainages pratiqués sans autre intérêt que celui de produire des œufs en abondance, et aussi par des éducations dans un air humide, non renouvelé, de faire naître la situation actuelle, même en pleine prospérité. Il est donc bien probable qu'il n'y a rien de mystérieux ni dans la maladie ni dans ses causes.

« 3° La maladie existe au Japon, souvent très-développée dans telles ou telles chambrées individuelles. Mais, tandis qu'il est rare aujourd'hui de trouver en France une chambrée dont tous les papillons ne soient pas corpusculeux, il en existe beaucoup de telles au Japon, surtout parmi les chambrées polyvoltines, et dans les autres le nombre des papillons corpusculeux est relativement faible en général.

« 4° La mortalité des chambrées avant l'époque de la maladie était déjà, en partie, sous l'influence du mal actuel. On a donné des noms spécifiques à des maladies qui ne sont que des formes et des effets de la maladie régnante.

« 5° La mortalité des chambrées à mauvaise graine provient non-seulement d'une infection de la graine par hérédité congéniale, mais, en outre, de l'introduction directe, dans le corps des vers, de feuilles salies par des poussières, des déjections, ou des débris de vers morts très-corpusculeux.

« XV. Un mot encore, en terminant, sur les corpuscules considérés dans leur mode de formation. Si j'avais eu à ma disposition les ressources d'un laboratoire, je crois qu'il m'eût été facile de faire une analyse élémentaire de ces petits organites, dont on pourrait préparer vraisemblablement de grandes quantités en opérant à peu près comme on le fait pour isoler la fécule des cellules de la pomme de terre.

« Mes observations de cette année m'ont fortifié dans l'opinion que ces organites ne sont ni des animalcules ni des végétaux cryptogamiques.

« Il m'a paru que c'est principalement le tissu cellulaire de tous les organes qui se transforme en corpuscules ou qui les produit. Entre les muscles et le tissu cellulaire qui les entoure et les pénètre, on voit quelquefois les corpuscules faire hernie, tant leur abondance est grande. L'enveloppe des poches plus ou moins volumineuses dans lesquelles, ainsi que je le disais l'an dernier, sont renfermés les corpuscules, est peut-être le plus souvent constituée par le tissu cellulaire propre à tel ou tel organe.

« Les études auxquelles je me suis livré cette année ont exigé un travail considérable qu'il m'eût été impossible d'accomplir seul. Un jeune physicien déjà connu par d'importantes recherches, M. Gernez, n'a cessé de me prêter son concours le plus empressé et le plus intelligent. M. Duclaux, jeune chimiste fort exercé, a bien voulu, également, passer quelque temps auprès de moi et m'a rendu d'importants services. C'est à eux que revient une bonne part des observations sur lesquelles s'appuient les données qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

précèdent. Toutefois, leurs fonctions universitaires les obligeant ailleurs, je ne dois pas oublier le bienveillant empressement de Son Exc. le Ministre de l'instruction publique à accorder toutes les facilités nécessaires pour leur collaboration. Je suis heureux d'en témoigner ici ma vive reconnaissance. Enfin je ne saurais trop louer M. Lachadenède, président, et M. Despeyrous, secrétaire du comice agricole d'Alais, de leur dévouement sans bornes aux intérêts qui leur sont confiés.

« Je déposerai ultérieurement, sur le bureau de l'Académie, des tableaux nombreux, faisant connaître tout le détail de mes observations. J'espère que l'on sera conduit à leur donner les mêmes interprétations que moi-même; aussi est-ce avec quelque confiance que j'attendrai les résultats des éducations de tous les échantillons de graines que j'ai préparés cette année. S'ils confirment les idées que je me suis faites au sujet de la nature et de la propagation du mal, j'ai la confiance que toutes les plaintes des sériciculteurs disparaîtront bientôt (1). »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

TRAVAUX PUBLICS.

SUR LE DRAINAGE DE LONDRES ET L'UTILISATION DES EAUX D'ÉGOUT EN ANGLETERRE (pl. 347).

(*Extrait d'un rapport présenté à M. le Préfet de la Seine par M. Mille, ingénieur en chef des ponts et chaussées.*)

On sait que depuis un certain nombre d'années les deux plus grandes capitales de l'Europe, Londres et Paris, poursuivent simultanément l'exécution de gigantesques

(1) Après la lecture de M. Pasteur, M. *Combes* demande la permission d'exprimer à son illustre confrère sa reconnaissance pour les beaux travaux qu'il vient d'exposer devant l'Académie. M. Combes est sûr d'être le fidèle interprète des populations séricicoles du midi de la France, qui souffrent depuis si longtemps du fléau dont M. Pasteur étudie les causes, pour en découvrir le remède. S'il atteint, comme il y a lieu de l'espérer, le but qu'il poursuit avec la sagacité et la persévérance que nous lui connaissons, il ramènera la prospérité dans nos contrées des Cévennes, qui sont aujourd'hui réduites à une misère déplorable. Il sera le bienfaiteur de ce pays et aura acquis la gloire la plus pure et la plus durable à laquelle un savant puisse aspirer.

M. *Dumas*, qui a reçu, jour par jour, les témoignages de la reconnaissance respectueuse que le dévouement et la persévérance de M. Pasteur ont inspirée aux habitants d'Alais et des Cévennes, se joint à M. Combes et prie l'Académie de décider qu'un nombre assez considérable d'exemplaires de son mémoire soient mis à la disposition de l'auteur pour être distribués dans le Midi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

projets de drainage ayant pour but, à la fois, d'assainir leurs fleuves et d'utiliser les produits de leurs égouts.

Déjà, à différentes reprises, le *Bulletin* s'est occupé de cette importante question. C'est ainsi que, l'année dernière, M. le Président de la Société d'encouragement en entretenait le Conseil et lui donnait les détails les plus intéressants sur les travaux entrepris (1).

Tout récemment nous avons publié une note de M. Baude sur les grands égouts collecteurs de la Capitale (2), aujourd'hui presque entièrement terminés.

Enfin nous rappellerons une note plus ancienne, traitant le même sujet, publiée également dans le *Bulletin* (2e série, t. IX, p. 547).

Cette fois, nous allons donner un extrait du rapport que M. Mille, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a présenté, il y a peu de temps, à M. le Préfet de la Seine sur le drainage de Londres et l'utilisation des eaux d'égout en Angleterre (3).

Dans un court exposé, l'auteur explique le but de la mission qu'il vient de remplir en Angleterre, satisfaisant ainsi au vœu du Conseil municipal de Paris qui ne cesse, depuis dix ans, de mettre à l'étude toutes les idées, tous les projets capables de conduire à la meilleure solution du difficile problème de l'*assainissement* et de la *restitution*, c'est-à-dire de la restitution au sol de tous les débris de l'alimentation.

L'assainissement, dit-il, a été largement satisfait. Des percements, des squares, la ville la mieux tenue qu'il y ait en Europe, de l'eau destinée à monter à tous les étages (4), des égouts dans chaque rue et un collecteur unique rassemblant toutes les eaux sales, voilà des améliorations qu'on n'osait rêver il y a quinze ans.

La restitution au sol des débris de l'alimentation se fait aussi sa place. Quatre groupes représentent la masse à utiliser : les fumiers, les boues, les vidanges et les eaux d'égout.

Les fumiers appartiennent, depuis longues années surtout, à la culture maraîchère autour du mur d'enceinte, et l'on sait avec quel art elle sait s'en servir pour produire des primeurs. Les boues vont plus loin, dans les plaines de Saint-Denis, d'Argenteuil, de Montmorency, pour les gros légumes, le vin, les fruits. Il n'y a ici qu'à aider au mouvement, en ouvrant aux expéditions les waggons qui retournent vides aux houillères; on placerait ainsi un excédant précieux.

---

(1) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 708.

(2) *Id.* de 1866, cahier de juillet, p. 402.

(3) Voir également un précédent rapport de M. Mille sur le *mode d'assainissement des villes en Angleterre et en Écosse, Bulletin* de 1855, 2e série, t. II, p. 88.

(4) Note sur le réservoir de Ménilmontant pour recevoir les eaux de la Dhuys et de la Marne, par M. Baude (*Bulletin* de 1866, cahier de mars, p. 141).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux vidanges, elles ont été l'objet d'une préoccupation constante. Après avoir organisé, au moyen des refoulements du dépotoir, l'envoi à grande distance des engrais liquides, l'Administration a encouragé tous les essais qui avaient pour but de travailler les produits ammoniacaux, d'en retirer l'extrait sous un petit volume ou de faire des applications directes. Fabrication de chaux animalisée (1), de phosphate ammoniaco-magnésien, de carbonates et de sulfates d'ammoniaque, transports d'engrais par waggons-citernes ont été examinés, discutés, protégés.

Restaient les eaux d'égout. Que devait-on faire ? Convenait-il de les employer en arrosages ou de les traiter chimiquement? Un projet a été examiné sérieusement, proposant comme procédé d'utilisation l'irrigation et le colmatage, tels qu'on les pratique ou qu'on est en voie de les pratiquer sur quelques points de l'Angleterre, qui, comme Londres, Manchester, Glasgow, ont des besoins d'assainissement impérieux, en raison de leur population énorme et de leur rude climat. C'est cette question que l'auteur est allé étudier sur les lieux mêmes, visitant tour à tour Londres, Manchester, Glasgow, Édimbourg, Carlisle et Croydon.

A Londres, il a examiné l'aménagement de la maison, la législation de l'assainissement, l'établissement des collecteurs latéraux et la distribution des eaux d'égout;

A Manchester et à Glasgow, la situation de l'assainissement;

A Édimbourg, l'application des eaux d'égout aux prairies des nourrisseurs;

Enfin, à Carlisle et à Croydon, l'application des eaux d'égout soit aux pâtures grasses, soit aux prés à marcites.

Londres.

Collecteurs latéraux. — Distribution des eaux d'égout.

Nous laisserons de côté, dans ce premier chapitre, ce qui a trait à la maison anglaise et à la législation de l'assainissement, car le *Bulletin* en a déjà parlé (2e série, t. II, p. 88), et nous ne nous occuperons que de la question du drainage et de la distribution des eaux d'égout.

Collecteurs latéraux. — Londres, continue M. Mille, est aujourd'hui une ville de 3,018,000 habitants répandus sur une superficie de 20,800 hectares, dans plus de 300,000 maisons. Paris, même depuis l'annexion, n'a que 1,668,000 habitants avec une superficie de 7,800 hectares et environ 66,400 maisons.

Londres est assis sur les pentes éboulées d'une argile tertiaire, déposée dans un bassin de craie. La Tamise passe au travers, assez étroite en amont au-dessus des limites

(1) Fabrication de la chaux animalisée, par M. Mosselman; rapport de M. A. Chevallier, *Bulletin* de 1865, t. XII, p. 651.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du flot, mais large, sinueuse, pleine de marais d'alluvions à l'aval dans la partie maritime. Le vrai Londres s'étage sur la rive nord, autour de Saint-Paul, et le pied presque toujours hors de l'eau; mais la rive sud (ce qu'on appelle le *bourg*), occupée par les ateliers industriels, est plate, marécageuse et presque submersible.

Tant qu'on a considéré la Tamise comme un émissaire naturel et ses affluents comme des collecteurs des eaux d'égout, on a marché à l'aide de l'écoulement à basse mer. A mer haute, des clapets se fermaient et les collecteurs devenaient des réservoirs qui emmagasinaient pendant six heures. De là deux inconvénients. Si un orage coïncidait avec la marée montante, les collecteurs encombrés refluaient et inondaient les quartiers bas. En outre, les dépôts d'immondices descendus sur les berges aux heures d'étiage, étaient repris par le flot, repoussés, ramenés, et se promenaient six fois entre les ponts avant de disparaître en pleine mer. L'infection, même sous les fenêtres du Parlement, fut si forte, qu'elle interrompit plusieurs fois les séances.

Avant tout, il fallait choisir le point de décharge de telle façon que, une fois le produit des égouts versé en rivière, il ne fût plus rapporté par la marée. Des expériences directes de flotteurs montrèrent que ce point était Barking-Creeck, à 23 kilomètres du pont de Londres, et qu'alors, en écoulant à mer étale, les matières descendaient à 45 kilomètres de distance par l'effet du reflux et échappaient à la marée suivante.

Dès lors il y avait à créer, sur les deux rives, des réservoirs pouvant recevoir, pendant les heures de flux, le débit des émissaires maintenus à écoulement constant. C'était la nécessité de travailler avec des machines; car la pente allait manquer pour une portion de la rive nord et pour presque toute la rive sud. Ces deux conditions une fois acceptées, le projet devenait celui d'un desséchement qu'on est tenté de comparer au desséchement du lac de Harlem. On enferme le périmètre de la Métropole par une ligne de ceinture, qui suit le pied des coteaux et qui emmène directement à la bouche de décharge les eaux extérieures. A l'intérieur, on détermine encore, si l'on peut, une ligne de service moyen, chargée de conduire par la pente naturelle les eaux qu'elle récoltera sur le haut gradin; puis, parallèlement au fleuve, on place la ligne importante et chère du service bas. Là, quand la pente limite de $0^m,40$ par kilomètre est épuisée, on la reconstitue par aspiration, en installant sur la route un jeu de pompes qui font franchir un saut de 6 à 7 mètres. Le type des galeries est circulaire, comme présentant le maximum d'aire pour le minimum de contour et de frottement. Tout est en briques, avec des ouvertures de 3 mètres et $3^m,60$ dans les gros diamètres. Les eaux d'égout remplissent le tuyau à moitié pendant les six heures de la journée où les maisons particulières dépensent le plus. Pour empêcher qu'en cas d'orage la galerie ne travaille en conduite forcée, on ménage des déversoirs aboutissant à la Tamise.

Sur la rive sud, aujourd'hui complétement terminée, les réservoirs sont à Crossness. Ils couvrent 2 hectares 40 ares, tiennent 100,000 mètres cubes, et sont appuyés par une force de 500 chevaux-vapeur à l'extrémité du grand émissaire; une force égale de 500 chevaux existe à la tête à Deptford, près la station de Greenwich. Les machines à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

balancier, à détente et à condensation mènent des pompes verticales qui ont le plongeur ordinaire combiné avec des soupapes différentielles, c'est-à-dire qu'une grande surface est découpée en une série multiple de petits clapets. Grâce aux grillages qui arrêtent les bois et les grosses ordures, grâce aussi aux paniers-déversoirs, qu'on emploie en Angleterre sous les grilles des rues et qui gardent les pierrailles, les pompes fonctionnent avec la régularité qu'on trouve dans les services d'eaux pures. Les égouts ne sont lavés que par le courant dû à l'aspiration, et pourtant aucune obstruction, aucun arrêt n'ont eu lieu depuis la mise en marche.

Sur la rive nord, les réservoirs sont à Barking-Creeck. Ils couvrent 3 hectares 80 ares, et peuvent emmagasiner 190,000 mètres cubes. Un émissaire formé de trois gros tuyaux de briques de $3^{m},60$ de diamètre et placé sous un véritable remblai de chemin de fer apporte les produits qui ont été réunis à Westham-Abbey, point de croisement des lignes de service haut, moyen et bas, lesquelles sillonnent la portion la plus riche et la plus peuplée de Londres. A Westham-Abbey, la force est de 1,140 chevaux. Les machines et les pompes sont du modèle adopté pour la rive sud. On les termine, elles ne marcheront que l'an prochain. Sur cette même rive le collecteur du service bas ne sera achevé qu'en 1867, avec le grand quai de la Tamise sous lequel il passe. Ce quai est d'ailleurs en pleine construction, comme le percement qui joignant l'Hôtel de Ville, Mansion-House, avec le palais du Parlement, formera un boulevard entre le pont de Londres et le pont de Westminster, répétant à peu près notre rue de Rivoli.

Cette œuvre gigantesque, qui aura créé 135 kilomètres de galeries maîtresses dans des conditions extrêmement difficiles, à cause des sujétions de la propriété et des voies traversées, qui exigera une force motrice de 2,400 chevaux environ, consommant en moyenne 20,000 tonnes de charbon par an, va coûter 102 millions! Les fonds ont été fournis par l'emprunt, dont l'intérêt et l'amortissement sont servis au moyen d'une taxe de loyer d'environ 1,25 pour 100, produisant 4,500,000 francs par an et basée sur une valeur imposable de 365 millions.

Distribution des eaux d'égout. — A la fin de 1859, Liebig écrivait au *Times* dans une lettre devenue célèbre : « En un an, 1 million de tonnes de guano ont été im-« portées en Europe et la majeure partie est restée en Angleterre; en un demi-siècle, « plus de 6 millions de tonnes d'ossements tirés de différents points du globe sont « arrivés à destination du même pays; et pourtant cette énorme quantité d'engrais « ne serait qu'un fragment, qu'une goutte d'eau, vis-à-vis du déluge d'excréments « humains qui descend par les rivières à l'Océan. »

Les menaces de Liebig contre une agriculture qu'il traitait de vampire, puisqu'elle vivait du sang des autres pays, agitèrent vivement les esprits. On comprit qu'il y avait lieu d'utiliser les eaux d'égout, et dès lors la question fut mise à l'étude sur toutes ses faces et donna lieu à un ensemble de recherches que M. Mille passe successivement en revue, et qui ont abouti à l'adoption du projet suivant mis en avant par MM. Napier et Hope, et rendu pratique par deux ingénieurs distingués, MM. Heemans et Bateman.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce projet consiste à puiser les liquides dans l'émissaire de la rive nord, à les relever dans un aqueduc pouvant offrir en route des prises aux cultivateurs et devant aboutir, sur la côte d'Essex, à des sables faciles à endiguer ou à colmater. La loi de concession a été rendue par le Parlement en 1865, et voici quelles sont les données d'exécution :

A Westham-Abbey, à la station des machines de la rive nord, commence un aqueduc en briques de $3^m,60$ de diamètre semblable aux conduites de l'émissaire de Barking-Creek. Il se développe pendant 6 kilomètres, avec la pente limite de $0^m,40$ par kilomètre; alors a lieu un saut de 6 mètres par machine du même type que celles adoptées par le service métropolitain; puis l'aqueduc recommence et se poursuit sur 40 kilomètres, toujours avec une pente de $0^m,40$, jusqu'à ce qu'il atteigne la rivière Crouch, à Ballesbridge. Ici, encore des machines pour sauter un gradin de 6 mètres, et ensuite deux branches de distribution ou de dérivation sur les deux côtés de la rivière. Ces branches, de 30 kilomètres, vont aboutir aux sables de Maplin du cordon littoral. Il y aura là de vastes plages d'une largeur de 4 à 5 kilomètres et d'une longueur de 30 kilomètres, semblables aux schorres de la Zélande, c'est-à-dire couvertes seulement par les hautes mers et n'ayant besoin que d'un endiguement pour être mises à l'abri. On commencera par enclore 3,000 hectares, et l'on ira plus tard jusqu'à 8,000. C'est un désert aujourd'hui, et, si l'opération réussit, cela deviendra l'une des plus fertiles campagnes de la Grande-Bretagne, car les dépôts viendront constamment, comme dans la vallée du Nil, renouveler le sol épuisé par les récoltes.

La fig. 3 de la pl. 347 donne le plan du projet. Les surfaces teintées en traits horizontaux représentent les terres soumises à l'arrosage; celles qui sont teintées en traits obliques indiquent les colmatages.

Ainsi, deux sources de profits : en route, on rencontre 12,000 hectares de terrains cultivés, susceptibles de recevoir l'engrais liquide, par abonnement, pendant les sécheresses; à l'extrémité, des plages de sable, aujourd'hui sans valeur, deviendront des champs de première qualité, qui pourront être vendus après le colmatage. Le service en route payera l'intérêt; le service d'extrémité fera les dividendes et l'amortissement d'un capital évalué 50 millions, lequel est à peu près souscrit aujourd'hui. Quant au Board métropolitain qui a patronné le projet devant le Parlement et qui livre gratuitement les eaux d'égout, il s'est borné à imposer cette seule clause : au delà de 5 pour 100 il y aura partage entre le Board et la compagnie concessionnaire. Cette clause suffit, car elle substitue au régime du laisser faire celui du contrôle et de la participation.

Ainsi Londres va fermer le cercle, y organiser d'un service continu les trois phases de l'assainissement : la distribution à domicile des eaux pures, l'écoulement à l'égout des eaux sales et leur révivification par l'irrigation, par l'emploi du filtre agricole. Peu de villes sont aussi avancées; ailleurs les solutions sont incomplètes à cause de l'insuffisance des moyens proposés ou des ressources locales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Manchester-Glasgow.

Situation de l'assainissement.

Manchester et Liverpool sont des villes qui doivent leur développement rapide et extraordinaire à la machine à vapeur de Watt et au métier de filature d'Arkwright. Malheureusement avec leur énorme population, qui est pour l'une de 466,000 et pour l'autre de 476,000 âmes, l'assainissement est, surtout pour la première, dans une situation très-difficile.

M. Mille décrit cette situation avec grand soin, montrant les efforts de l'Administration pour avoir de l'eau et des égouts, et son impuissance, jusqu'ici, à empêcher les cours d'eau d'être souillés. Aussi, quand à la suite de l'enquête de 1864 le Gouvernement proposa deux bills, l'un pour couper court à la pollution des rivières, en organisant un syndicat de défense sur leur parcours, l'autre relatif à l'emploi agricole des eaux, en autorisant les comités d'égout à étendre leurs pouvoirs et leurs attributions jusqu'à l'irrigation, le second bill fut seul adopté et converti en loi (Acte de 1865); le premier, qui changeait violemment l'état des choses, dut être retiré. Mais le Gouvernement, comprenant la nécessité d'une intervention légale et ne se voyant pas encore armé d'un bon moyen, a remis la question à l'étude et nommé une commission d'enquête, chargée de recueillir partout des renseignements et de dresser des projets d'amélioration par bassin dans les différents districts agricoles, manufacturiers ou miniers.

Sous le titre de *Loch Katrine and Glasgow water-works*, M. Gale a publié un travail auquel M. Mille a emprunté les détails qui suivent relatifs aux eaux de Glasgow :

Glasgow est d'illustration encore plus récente que Liverpool et Manchester; mais riche d'avantages naturels, son développement ira peut-être plus loin. Avec un port creusé et entretenu par des dragages, avec des ateliers de construction de navires sur la rivière, des manufactures dans les vallées, des houillères et des hauts-fourneaux sur les plateaux, Glasgow a prospéré, malgré la *famine du coton*, et exporté pendant la guerre au moins autant que pendant la paix.

Peuplée de 465,000 habitants, ville monumentale dans la partie moderne, qui se continue par un West-End étagé sur des rives pleines d'une beauté sévère; administrée par un pouvoir municipal qui a ressaisi toutes les branches du service public, Glasgow a commencé l'assainissement en se donnant l'eau pure au moyen de la solution grandiose du lac Katrine. Toute la nappe, sur 1 mètre de hauteur, est la propriété de la ville et peut couler vers elle, en traversant, par un souterrain de 2 kilomètres, un faîte de rochers micaschistes qui l'en sépare. Après 42 kilomètres de parcours en aqueduc, l'eau aboutit à des réservoirs découverts tenant 15 millions de mètres cubes et domi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nant de 93 mètres la vallée de la Clyde ; là commencent les conduites forcées en gros diamètres de $0^{m},91$, et les artères de distribution.

La fig. 1 de la pl. 347 est le profil entre le lac Katrine et Glasgow, sur un développement de 55,5 kilomètres.

La fig. 2 est la carte du tracé de l'aqueduc.

La loi de concession datant de 1855, on peut aujourd'hui, au bout de dix ans, apprécier les dépenses et juger les résultats. Or les travaux ont coûté 25 millions; avec 15 millions employés à racheter des services de compagnie, le capital engagé s'élève à 40 millions. Quant aux revenus, déjà au terme de l'exercice 1864, ils atteignent 2,500,000 francs pour 99,000 mètres cubes d'eau distribuée ; la taxe est de 5 p. 100 sur les loyers. Intérêts et amortissement payés, frais d'exploitation et déficit antérieurs couverts, il y a, dès cette année, un bénéfice net de 400,000 francs, qui va permettre de réduire la taxe de l'eau, afin d'en répandre plus largement l'usage. On se prépare à doubler les siphons de la ligne maîtresse, et alors, au lieu de 100,000, on amènera 200,000 mètres cubes d'eau d'une limpidité et d'une pureté sans égales, car elle ne marque pas 3° à l'hydrotimètre.

Mais que faire de l'eau sale qui tombe ici, comme à Manchester, dans les cours d'eau, mêlée à tous les résidus de l'industrie? La canalisation est incomplète; il y a des égouts partiels, mais pas de collecteurs. Il y aurait à partager la ville en deux gradins; l'un inférieur, à l'altitude de 15 mètres par rapport à la Clyde, répond déjà à une population de 260,000 habitants, à une distribution de 60,000 mètres cubes d'eau par jour; on ne peut soustraire les liquides d'égout à la rivière qu'en les élevant par machines sur les plateaux. Le second gradin, supérieur, à l'altitude de 15 mètres, a déjà 140,000 habitants, usant de 40,000 mètres cubes d'eau par jour. La pente ici suffirait à conduire les liquides sur 1,200 hectares de prairies naturelles, qu'on engraisserait et qui prendraient probablement 12 à 1,500 francs de plus-value par hectare; c'est-à-dire qu'une dépense de 10 millions serait bientôt couverte par une plus-value de 15 millions. Mais il n'est question là que d'un avant-projet, et il vaut mieux dire que l'avenir de la transformation est dans le succès de l'opération qu'on inaugure à Londres ; si elle réussit, les villes suivront l'exemple de la Capitale, et chercheront, dans l'épandage sur le sol des plateaux perméables, la désinfection, la révivification des liquides d'égout.

Édimbourg.

Application des eaux d'égout aux prairies des nourrisseurs.

Edimbourg est bâtie sur un soulèvement de grès houiller, incliné par sa longue pente vers la mer. Entre la vieille ville, qui descend vers le triste palais d'Holyrood, et la ville moderne, qui se plaît à rappeler Athènes par ses colonnades, est la vallée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans laquelle s'est placée la gare du chemin de fer et qui, plus bas, devenue libre, laisse sortir le ruisseau de Foulburn converti en émissaire des égouts. La population, de 180,000 habitants, se sert de l'eau amenée par les sources de Crawley, qui versent environ 40,000 mètres cubes; mais, comme les water-closets ne sont pas installés partout, le Foulburn ne reçoit pas toutes les vidanges.

L'idée vint, au siècle dernier, de dériver les eaux sales sur les prairies riveraines. On vit l'herbe pousser avec rapidité. Le ray-grass, étouffant presque toutes les autres plantes, donna quatre coupes de nourriture verte bien payée par les nourrisseurs. On étendit successivement l'arrosage à une surface de 300 hectares, qui absorbent environ 20,000 mètres cubes de liquide chaque année par hectare; c'est comme si aux pluies accidentelles du climat on ajoutait une pluie régulière de $0^m,006$ par jour. Les prairies sont louées, par parcelles, sur le pied de 800 francs l'hectare, dont l'herbe fraîche est nécessaire aux vaches laitières. La ville, d'ailleurs, qui n'a pas fait de travaux, ne retire aucun bénéfice de ses eaux d'égout.

Carlisle.

Application des eaux d'égout aux pâtures grasses.

Carlisle, située à l'extrémité ouest de la chaîne qui sépare l'Écosse de l'Angleterre, a 32,000 habitants. Sa distribution d'eau vient de la rivière d'Eden, qui débouche ici dans le golfe de Solway. L'eau est de mauvaise qualité, mais abondante. La ville, adoptant les principes du *Board of health* (Conseil de santé), a réclamé le bénéfice de la loi de salubrité de 1848 et créé de toutes pièces le drainage par système tubulaire.

Chaque maison a des drains partant de l'évier de cuisine et du water-closet et allant au tuyau de grès de la rue, la galerie ovoïde en briques étant réservée seulement pour les collecteurs principaux. Grâce à des pentes de $0^m,006$ dans les conduites, et de $0^m,001$ dans les galeries, grâce aussi aux regards placés à tous les changements de direction, de manière à faire des chasses en cas d'obstruction, le système d'égouts tubulaires fonctionne bien. Il apporte à la bouche en rivière la presque totalité des eaux d'égout, et là sont des prairies déjà livrées au bétail exporté d'Irlande ou d'Écosse à destination du marché de Londres.

Un chimiste de Manchester, M. M'Dougal, s'est offert à répandre les eaux, à les désinfecter par une poudre de son invention, qui n'est autre que l'acide phénique, et à les utiliser en arrrosages. Il a déjà appliqué son opération à une étendue de 30 hectares, qu'il a sous-loués à un boucher de la ville. Avec une petite machine fixe, il puise dans l'émissaire, mélange le courant à un filet de solution désinfectante et l'envoie sur la levée de la prairie, d'où, par des rigoles et des auges en fonte, l'eau déverse sur les portions qui ont été pâturées et qu'il faut ranimer. La prairie est couverte d'animaux qui s'y maintiennent en très-bon état. L'herbe qui devenait du lait à Édimbourg peut donc aussi devenir de la viande.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Croydon.

Application des eaux d'égout aux prés à marcites.

A Croydon, autre exemple de la transformation des eaux d'égout en fourrage vert que consomment des vaches laitières. On est ici dans le rayon de Londres; le sol argilo-sableux repose sur la craie. Le pays, à la crête des collines de Surrey, non loin du palais de Sydenham, est une campagne ondulée, ombragée et verdoyante, où beaucoup de citoyens de Londres, *Londoners* comme on les appelle, ont choisi leur habitation.

Croydon a près de 16,000 habitants. L'Administration municipale, usant aussi du bénéfice de la loi de 1848, a établi d'ensemble la distribution d'eau et le drainage dans toutes les habitations par le procédé économique des égouts tubulaires. Mais, ici, beaucoup de mécomptes ont suivi le travail. Des ruptures de conduites, des obstructions, des rentrées d'air infect dans les maisons et des maladies contagieuses attribuées aux vices du drainage ont d'abord ému l'attention publique; puis, quand le système a marché, à l'aide de beaucoup d'eau et de pentes fortes, des plaintes d'une autre nature se sont élevées: le courant des égouts, versé dans la rivière Wandle, y faisait mourir le poisson, produisait des végétations qui arrêtaient les roues des moulins, et rendait inhabitables des maisons de campagne voisines. Des actions intentées devant la justice de paix furent suivies de condamnations. La ville, contrainte par la voie de l'amende à chercher la désinfection, essaya d'abord des moyens chimiques. N'ayant pas réussi, elle se risqua à tenter la désinfection naturelle, l'absorption des matières suspendues ou dissoutes dans les eaux par la végétation et le sol. Le terrain s'y prêtait, puisqu'il était ondulé et graveleux. On loua 100 hectares de prairies, on les aménagea en marcites; l'eau pouvait parcourir trois ou quatre pentes successives avant de rejoindre la vanne d'embouchure au ruisseau. Cette fois, le succès fut complet. Le liquide, qui, presque noir au départ, ruisselle au travers des bandes de ray-grass, sort presque décoloré et sans goût au bout du circuit. La végétation l'a débarrassé en route; on voit les racines se retourner en coupes pour boire leur alimentation. Le fermier, qui trouve ici une ample récolte de fourrages verts à donner à ses vaches laitières, paye volontiers une sous-location de 300 francs par hectare pour les prairies qui valaient, avant l'irrigation, 240 francs. Ce qui est plus significatif, c'est que les actions judiciaires ont cessé, que les truites ont reparu dans la petite rivière, et que le mauvais air et l'eau fétide ne troublent plus la jouissance des riverains.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Application à Paris.

Résumant le problème de l'assainissement tel qu'il se présente aujourd'hui en Angleterre, c'est-à-dire la distribution d'eau à domicile, l'écoulement aux égouts et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'utilisation des eaux sales, M. Mille montre que l'écoulement aux égouts, en un mot le drainage, n'est pas encore aussi avancé que la distribution d'eau et que l'utilisation des eaux sales; la question la plus difficile à résoudre n'a reçu encore sa solution que sur un petit nombre de points, en même temps que Londres se prépare à faire à cet égard une expérience sur une échelle grandiose.

En indiquant la voie nouvelle dans laquelle on est entré, l'auteur fait remarquer qu'on est aujourd'hui bien loin du temps où l'on considérait les rivières comme des égouts naturels, parce que la pente y conduisait. Infecter un cours d'eau, le *polluer* comme disent énergiquement nos voisins, c'est déjà une faute contre la salubrité et la science économique; ce sera bientôt un délit atteint par la loi; et cela tient, ajoute M. Mille, à la certitude qu'il a qu'on peut livrer avec profit les eaux d'égout aux industries agricoles. Il suffit qu'il y ait, sur le parcours de la conduite, des cultures riches qui s'arrosent à robinet libre pendant la sécheresse et qu'il y ait, à l'extrémité, des terrains pauvres et perméables où l'on jette la masse des eaux aux temps d'arrêt ou de morte-saison.

Cela posé, dit en terminant l'auteur, pouvons-nous donc hésiter, à Paris, à distribuer les eaux d'égout dans la campagne? Ce qui va réussir à Londres réussira encore mieux sous notre climat tempéré. D'autres observations spéciales à la France nous y poussent encore.

Quand on a devant les yeux les cultures du département du Nord, on est frappé des fortes fumures enfouies dans le sol; on oublie les pluies fines et continues, les rosées, les brouillards qui dissolvent l'engrais. Dans le Midi, au contraire, en face des jardins à légumes du Roussillon et de Vaucluse, on ne regarde que l'eau ruisselant en irrigation; on n'observe pas que la terre est noire de fumier. Les praticiens vous remettent dans la vérité : *Pas d'arrosages sans fortes fumures*, vous disent-ils avec raison. A Paris, le double procédé est évident. Le maraîcher ne revient pas de la halle sans une voiture de fumier, dont il fait des couches chaudes, et, pendant l'été, il a toute la journée les deux arrosoirs en main. Or les eaux d'égout représentent ce mélange qu'il faut jusqu'ici composer par une double main-d'œuvre. Grâce à elles, le jardinier, pendant les cent jours de sécheresse, travaillera sans arrosoir et probablement sans fumier; car il aura à sa disposition une eau plus riche que celle des marcites de Milan. Pendant le reste de l'année, pendant les deux cents jours d'humidité, le flot coulera sur des grèves perméables pour les colmater. Qu'on ne redoute pas l'infection; elle ne viendra pas si l'eau filtre en courant, si l'herbe se développe avec les premières tiédeurs du printemps. La putréfaction ne se manifeste que lorsque la végétation n'a pas à dévorer les gaz de la décomposition et à s'en nourrir.

En même temps un autre progrès passera dans les habitudes : c'est le libre écoulement à l'égout de toutes les eaux domestiques, y compris les vidanges. Tant qu'il s'est agi d'accroître la quantité des immondices tombant à la rivière, le cri public a protesté contre l'écoulement des vidanges aux égouts; mais, lorsque les liquides seront des en-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grais à porter dans la campagne, engrais qui ne sauraient être trop chargés, la résistance changera de signe et deviendra un appel. Propriétaires et cultivateurs seront d'accord, et le tiers lésé jusqu'ici, le riverain, mis hors de cause, n'aura plus de plainte à former.

Une considération mérite attention : il convient qu'il n'y ait pas de trouble porté aux industries qui travaillent les eaux-vannes. Ces industries, fabrique de chaux animalisée, ou de phosphate ammoniaco-magnésien, distillation de carbonates et sulfates ammoniacaux, transport d'engrais liquides par waggon-citerne, recherchent les eaux riches et subissent les eaux d'un titre faible. Or il se fera un départ facile à prévoir. Les maisons anciennes, qui garderont la fosse parce qu'elles seront trop éloignées de la canalisation souterraine, deviendront les pourvoyeurs des usines de produits chimiques. Les maisons modernes, celles qui peuvent puiser à robinet libre sur les conduites d'eau et se débarrasser en perdant à l'égout, celles-là profiteront de la voie libre et obtiendront ainsi une salubrité en rapport avec la surface exiguë et chère sur laquelle elles sont bâties. Deux exemples montrent la situation :

A Grenoble toutes les vidanges sont utilisées, emportées directement par les cultivateurs de la vallée de Grésivaudan, pour y faire les chanvres bien connus de l'Isère. Mais Grenoble n'a pas l'eau à domicile et possède peu d'égouts. Aucun obstacle à maintenir le haut titre des engrais; le système est stable.

Visitons Lyon; nous allons traverser cette cité de **350,000** âmes et de **13,000** maisons divisée en deux parts. Les maisons anciennes ont gardé la fosse et produisent **100,000** mètres cubes par an, que les voitures de la banlieue emportent directement à **10** et **12** kilomètres de rayon. Mais déjà les difficultés d'enlèvement vont croissant. L'eau pénètre dans les habitudes et appauvrit le produit, tandis que les exigences de la salubrité, les frais de désinfection augmentent; le paysan dépense plus pour avoir moins. Aussi les magnifiques constructions qui bordent les grands percements et qui peuvent se rattacher à la canalisation, moyennant l'obligation d'une concession d'eau, profitent-elles de la tolérance. Par une nécessité de la vie moderne, les vidanges tombent à l'égout et de là au Rhône, qui les étouffe et qui les noie. Le mal réel, ce n'est pas l'écoulement à l'égout; c'est la perte au Rhône, au lieu d'une irrigation organisée vers les prairies d'aval. La question peut-être n'est pas mûre, mais on peut dire qu'elle viendra et qu'elle sera habilement résolue.

Ces considérations une fois bien établies, il est à espérer que la Ville de Paris, qui a créé le plus beau type de l'assainissement d'une grande cité, couronnera son œuvre en exécutant la distribution agricole, la restitution des eaux d'égout à la campagne.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

DE LA LOCOMOTION SUR ROUTES ORDINAIRES A L'AIDE DE LA VAPEUR, PAR M. LE BARON SÉGUIER.

« L'honneur de la priorité de la pensée de faire progresser sur route ordinaire un véhicule au moyen de la puissance de la vapeur appartient à la France. Cugnot est bien le premier qui, en 1770, a effectivement fait marcher à Paris une voiture sur le sol de l'arsenal, dans lequel il construisit son fardier à transporter les canons. Depuis lui, que de tentatives soit en France, soit en Angleterre! Notre projet n'est pas aujourd'hui de nous livrer à une étude rétrospective sur cet emploi de la vapeur : ce sont les principes suivis par les divers constructeurs que nous voulons discuter, afin de reconnaître si la manière d'appliquer sa puissance au véhicule a réellement fait autant de progrès que le mécanisme qui l'engendre.

« Examinons donc comment Cugnot avait disposé son fardier au point de vue de la progression, et rapprochons ce qui a été fait au début avec ce qui a été pratiqué depuis, avec ce qui est exécuté aujourd'hui.

« L'appareil à transporter les canons était un tricycle, c'est-à-dire une voiture à trois roues; une roue unique formait l'avant-train, deux fortes roues indépendantes montées à l'ordinaire sur un essieu composaient l'arrière-train. C'est à la roue de devant que Cugnot judicieusement appliqua la puissance motrice; bornons-nous à dire que le moteur auquel il donna la préférence se composait de deux cylindres à simple effet dont les pistons étaient poussés par de la vapeur à haute pression, communiquant, par la combinaison de leur mouvement alternatif, à l'aide de cliquets et de rochets, une rotation continue à l'essieu de la roue unique solidement fixée avec lui. Comme on le comprend déjà, la cause de la locomotion se trouvait en avant du fardier, dans cette roue unique qui, pour trouver plus d'adhérence avec le sol, était cerclée d'un bandage strié, et supportait tout le poids de la chaudière, de son eau, ainsi que celui du fourneau formé d'une enveloppe de tôle garnie de terre réfractaire; les chaudières à foyer intérieur n'étaient point encore imaginées. Le système complet pouvait prendre, comme un avant-train ordinaire, des angles même de 90 degrés par rapport à l'arrière-train. Le fardier à vapeur de Cugnot tournait aussi facilement sur le terrain que s'il eût été attelé à des chevaux vivants, Cugnot évidemment s'était inspiré de la construction des véhicules pratiqués avant lui, et il s'était trouvé heureux, en réalisant la substitution de la puissance mécanique de la vapeur à la force musculaire des animaux, de n'avoir pas d'autre problème à résoudre que celui du groupement de son mécanisme dans l'avant-train de son fardier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Est-ce dans la voie ouverte par cet ingénieur novateur que ses successeurs ont marché? Oserons-nous dire, sans être taxé d'avoir injustement cédé au désir de faire, dans cette matière sérieuse, un mauvais jeu de mot, qu'ils ont marché en avant en faisant un pas en arrière? Pourtant nous avons la prétention de démontrer que tous les successeurs de Cugnot en attelant leurs chevaux-vapeur derrière la voiture pour la pousser devant eux au lieu de la traîner derrière eux, comme le font les chevaux vivants, n'ont pu produire des effets supérieurs aux siens que grâce aux progrès réalisés dans les générateurs de vapeur et dans les mécanismes moteurs.

« Entrons dans le fond de la question; disons comment, aujourd'hui, la puissance est généralement appliquée aux véhicules à vapeur; signalons-en les inconvénients; et si nous pouvons être assez heureux pour y parvenir sans placer sous vos yeux des modèles ou des dessins, faisons comprendre quel est le véritable progrès qui reste à réaliser dans les appareils de locomotion sur les routes ordinaires.

« Tous les ingénieurs qui ont construit des voitures à vapeur en France, tels que Révon, Dietz, Galy-Cazalat, Lotz; en Angleterre, tels que Gurney, Hannecok, Dasda, Burrell, Garret, ont appliqué à l'une ou aux deux roues de derrière la puissance motrice; l'Anglais Gordon est le seul qui ait cherché, à l'aide de leviers mis en jeu par le mécanisme à vapeur, à imiter sur le sol l'effet des pieds des chevaux, et encore est-ce par derrière le véhicule qu'il fait agir les organes de propulsion. Tous donc, répétons-le, ont attelé leurs chevaux par derrière la voiture. Nous croyons pouvoir attester en toute vérité, rappelant les souvenirs des essais que nous avons tentés nous-même par un mécanisme construit, il y a plus de vingt années, dans les ateliers de feu Saunier, mécanicien de la Monnaie, et dont tous les organes démontés subsistent encore dans les ateliers de l'habile constructeur de locomobiles, M. Rouffet, que, depuis Cugnot, nous avons seul maintenu sa pensée première de communiquer la puissance motrice aux roues de l'avant-train, pour que cette puissance mécanique s'exerce comme celle des chevaux en avant de la voiture à traîner.

« L'application de la force motrice aux roues de derrière oblige, dans les tournants, à faire le sacrifice de l'adhérence d'une des deux roues sur le sol; aussi tous les constructeurs ont-ils disposé, entre ces roues et l'essieu à double coude qui doit leur transmettre la puissance de la vapeur, des espèces d'embrayages destinés à rendre tour à tour indépendante ou solidaire du mouvement de l'essieu chacune des roues de derrière du véhicule.

« En effet, dans un tournant à 90 degrés, pendant que la roue de devant (et nous raisonnons pour plus de simplicité dans l'hypothèse d'un tricycle) fait cet angle de 90 degrés avec le train de derrière, si la puissance était appliquée au système par les deux roues de derrière d'une façon uniforme, ces deux roues, en développant sur le sol des quantités semblables de mouvement, ne tendraient qu'à imprimer une ligne droite au véhicule, en faisant labourer le terrain par la roue de devant, puisque son essieu est alors dans une position perpendiculaire à celui des roues de derrière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour obvier à cette très-grave difficulté, une des roues de derrière est désembrayée; la puissance ne s'exerce plus que sur l'un des angles de la base de l'espèce de triangle formé par la position relative des trois roues du tricycle; la roue unique placée au sommet éprouve, par suite de la décomposition des forces, un mouvement de rotation, et ajoutons, afin d'être encore plus clair, que, pour que cet effet se produise, c'est nécessairement la roue de la base du triangle opposée à la direction que l'on veut imprimer à la roue du sommet, qui doit rester solidaire avec le moteur.

« Dans la voiture à quatre roues, les effets sont encore les mêmes, puisque, pour transformer le parallélogramme rectangle résultant de la position des quatre roues sur le sol, quand les deux essieux sont parallèles, il faut nécessairement que la puissance reste appliquée à la seule roue de derrière qui doit décrire la courbe extérieure pendant que, par l'effort du conducteur, l'essieu de devant est péniblement sollicité à sortir de sa position parallèle pour former, avec celui de derrière, un angle qui ne peut que très-difficilement approcher de 90 degrés. Aussi les véhicules à quatre roues, ainsi poussés, ne peuvent-ils tourner qu'en décrivant des cercles dont la distance des essieux entre eux règle le diamètre, et pendant cette conversion perdent-ils la moitié de leur adhérence sur le sol! Nous défions les constructions actuelles de pivoter sur elles-mêmes, qu'on nous pardonne la familiarité de l'expression, comme un chien qui cherche à mordre sa queue. Notre vieille construction possédait complétement cette faculté, et nous avons plus d'une fois rendu des spectateurs témoins de cette singulière manœuvre, exécutée en tournant instantanément de gauche à droite et de droite à gauche, dans l'espace rigoureusement circonscrit par la distance de la cheville ouvrière de notre avant-train moteur à l'essieu de derrière de notre véhicule.

« Un tel résultat avait été obtenu par un dispositif emprunté aux solutions théoriques rendues possibles par l'emploi de l'organe dit *pignon satellite*, imaginé par feu Pecqueur, de si regrettable mémoire, et décrit par lui dans une note explicative déposée dans vos archives. Grâce à la combinaison d'engrenages habilement groupés par ce mécanicien, qu'aucune difficulté mécanique n'arrêta jamais, nous trouvions nous-même la possibilité de faire une distribution d'action inégale à chacune des deux roues motrices de notre avant-train et toujours proportionnée au développement exigé par les angles ou les courbes qu'elles devaient décrire sur le terrain. Nous n'offrirons pas cependant comme modèle bon à imiter notre ancienne construction; son succès, pourtant, n'avait été empêché que par une insuffisante production de vapeur. L'admirable chaudière tubulaire inventée par l'honorable correspondant de l'Académie des sciences, M. Seguin aîné, hélas! n'existait pas encore. Une disposition sans engrenage et plus simple nous paraît devoir résoudre encore mieux le problème de la voiture à vapeur sur route ordinaire. Essayons de faire comprendre, par une simple description orale, le dispositif que nous proposons.

« Nous avons dit que revenant à l'idée première de Cugnot, imitant comme lui avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les chevaux-vapeur ce qui se pratique avec les chevaux vivants, nous plaçons le moteur dans l'avant-train. Ce moteur se compose de quatre cylindres groupés deux à deux, dont les tiges de piston sont en connexion avec deux systèmes de manivelles à doubles coudes et angle droit pratiqués dans deux essieux distincts, solidaires chacun avec une des roues de l'avant-train. En termes abrégés, chaque roue est séparément menée par un système de locomobile distinct, à double cylindre à manivelles croisées, pour éviter les temps morts dans chacun des systèmes. La cheville ouvrière de cet avant-train est formée d'un tube creux se laissant traverser par les tuyaux d'entrée et de sortie de vapeur, articulés eux-mêmes de façon à se prêter aux changements d'angle entre l'avant-train et le corps du véhicule. La chaudière est chargée sur le train de derrière, de façon pourtant que son poids principal pèse sur l'avant-train; au travers du tube formant cheville ouvrière passent encore deux tiges attachées par un de leurs bouts aux organes de distribution de vapeur, connues en mécanique sous le nom de *coulisses Stephenson*, par leur autre extrémité à deux leviers articulés sur le support des pieds du cocher, appelé *coquille* en terme de carrosserie. Ces leviers se terminent par deux poignées facilement saisissables par les mains du mécanicien préposé à la direction. Nous pourrions continuer à nous servir du mot *cocher*, car la manœuvre de ces deux leviers sera absolument la même que celle des rênes de cuir d'un attelage ordinaire, et la similitude serait complétée en plaçant au lieu des poignées deux lanières de cuir au bout de nos deux leviers alors chargés d'un contre-poids; les courroies infléchies sur deux poulies pourraient arriver aux mains du directeur; en lâchant ou tirant toutes les deux à la fois, celui-ci pourrait faire imprimer aux deux moteurs des mouvements de progression soit en avant, soit en arrière; tout en soutenant les contre-poids dans une position moyenne, il produirait l'arrêt; enfin, en tirant l'une des courroies, lâchant l'autre, il opérerait le mouvement de conversion, puisque l'on sait que le propre de la coulisse Stephenson est de distribuer la vapeur dans un sens quand elle est dans certaine position extrême, dans un sens opposé quand elle occupe une position complétement inverse, et de supprimer l'introduction quand la coulisse est dans une position intermédiaire, c'est-à-dire où la tige du tiroir occupe précisément la moitié de l'arc de la coulisse. Cet organe de distribution ayant, en outre, la propriété de modifier la durée du temps d'introduction de la vapeur dans le cylindre, autrement dit de ménager une détente variable par ses diverses positions, il permettrait de régler la vitesse de cheminement, en faisant ressembler le jeu des pistons au pas, au trot, ou au galop des chevaux; il suffirait, pour cela, d'admettre la vapeur au 1/5, au 1/4, au 1/3 ou durant la totalité de la course des pistons dans les cylindres.

« Le mode de direction des voitures à vapeur jusqu'ici construites est aussi très-vicieux. Il ne résulte que des angles donnés à l'avant-train par le simple effort de l'homme; or, comme cet effort est grand, la direction ne peut être opérée que lente-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment par des organes multiplicateurs de puissance exigeant un sacrifice de temps, comme le fait un petit pignon agissant sur un assez grand secteur de cercle denté ; plusieurs tours de pignon deviennent donc nécessaires pour faire prendre à l'avant-train un angle presque droit par rapport à l'arrière-train. Pour faire tourner la voiture, cette manœuvre devra être faite et défaite avec précipitation, si l'on veut qu'après un quart de conversion la voiture se remette à suivre la ligne droite. Nous le répétons, cette manœuvre est lente, et, avec un véhicule animé de 16 kilomètres à l'heure, elle expose à voir la voiture prendre, par suite d'une ouverture d'angle pas assez tôt détruite, des écarts latéraux de direction dangereux dans des routes étroites bordées de maisons, funestes sur des chaussées flanquées de précipices.

« Dans la construction que nous conseillons, ces écarts sont évités, puisque notre mécanicien-cocher, tenant dans chaque main un des leviers des coulisses Stephenson, n'a plus à vaincre la résistance considérable de l'avant-train dans ses mouvements de conversion, mais simplement celle très-minime des coulisses Stephenson, manœuvrant des tiroirs équilibrés devenant eux-mêmes, par leur réglage, la vraie cause de la conversion. Dans ce cas, ce n'est plus par l'effort de l'homme, mais bien par la puissance des machines motrices, que les angles de l'avant-train sont rapidement produits et détruits.

« Une voiture à vapeur, construite comme nous le conseillons, recevra son mouvement de progression et de direction de chaque paire de machines, absolument comme si deux chevaux la traînaient et que, pour tourner, le cocher ralentît l'allure de l'un et accélérât l'allure de l'autre.

« Le succès des voitures à vapeur sur routes ordinaires dépendra principalement de leur puissance : l'adhérence continue de deux roues sur le sol est donc bien nécessaire; la direction très-facile et sans effort, par le réglage de la vitesse de fonctionnement de chacune des doubles machines qui communiquent séparément le mouvement de rotation aux roues de l'avant-train, nous paraît une condition absolument indispensable. N'oublions pas que pour la direction d'une voiture ordinaire l'intelligence des chevaux est un constant auxiliaire, que la docilité la plus complète d'un mécanisme ne pourra jamais remplacer; quelque ingénieuse que soit la disposition d'un moteur, il ne pourra jamais prendre d'initiative, et, sous peine d'accidents graves, l'attention du mécanicien-cocher devra rester incessante; il importe donc de ne pas ajouter à sa fatigue intellectuelle de pénibles efforts physiques de direction : c'est cette pensée que nous avons voulu réaliser par le dispositif mécanique que nous venons d'essayer de décrire devant vous. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

SUR L'IODURE DE POTASSIUM, PAR M. PAYEN.

« En continuant mes recherches sur l'iodure de potassium des diverses origines, et sur l'iodure épuré, j'ai obtenu plusieurs résultats nouveaux qu'il me semble utile de faire connaître.

« J'indiquerai d'abord quelques autres caractères distinctifs entre l'iodure de potassium et les chlorures alcalins ; je signalerai ensuite une propriété de cet iodure tendant, sous certaines conditions, à le rendre plus impur par la cristallisation à laquelle on a recours cependant, en vue de l'épurer.

« Ces faits seront succinctement exposés, toutefois avec les détails nécessaires pour que l'on puisse facilement répéter les expériences.

« Dans 5 centimètres cubes d'une solution d'iodure de potassium saturée à la température de 24 degrés, on a délayé $0^{g},1$ de fécule; les grains gonflés en quelques secondes formèrent une sorte de mucilage graduellement épaissi. Au bout de vingt-quatre heures, 35 cent. cub. d'eau y furent ajoutés, et une heure après le mélange, représentant 40 cent. cub. pour $0^{g},1$ ou 400 cent. cub. de liquide pour 1 gramme de fécule, versé sur un filtre préalablement lavé et encore tout humide, laissa passer en quatre heures la plus grande partie de la solution et presque la totalité en vingt-quatre heures.

« L'addition à cette solution limpide de l'iode en léger excès y produisit une coloration violette intense. La substance organique teinte par l'iode se trouva contractée sous l'influence de l'iodure de potassium; elle apparut en flocons séparés en suspension, qui peu à peu se réunirent au fond du tube.

« Ainsi donc, l'iodure de potassium, qui d'abord avait gonflé considérablement et en très-grande partie dissous la substance amylacée, contractait cette substance unie à l'iode comme le font la plupart des sels neutres et des acides.

« La contraction due à l'iodure de potassium est même plus prononcée que celle effectuée par les chlorures de potassium et de sodium : en effet, les précipités d'iodure d'amidon produits par ces deux derniers composés dans une solution faite par l'eau bouillante, à 1/300 de fécule, se dissolvent et se décolorent subitement au contact d'un léger excès d'ammoniaque, tandis que, même en dose plus faible de 1/400, la substance amylacée dissoute à froid par l'iodure de potassium donna par l'iode un précipité de semblable apparence, mais qui, au lieu de disparaître instantanément au contact de l'ammoniaque, ne céda que très-graduellement à l'action de cette base, passant par des teintes peu à peu affaiblies, en trois heures et demie ou quatre heures, du violet bleuâtre au violet rouge ou rose orangé, puis ambré, avant de disparaître entièrement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ainsi, l'iodure de potassium, qui exerce à froid sur la fécule une action dissolvante énergique dont les chlorures alcalins sont entièrement dépourvus, contracte cependant avec une plus grande énergie que ces derniers et rend plus stable la même substance organique unie à l'iode. C'est encore là un caractère qui tend à séparer les deux chlorures alcalins de l'iodure de potassium (1).

« Entre les chlorures de potassium et de sodium j'ai maintes fois observé une différence de réaction sur l'iodure d'amidon (dans la solution précitée à 1/300 de fécule) : cet iodure bleu, précipité par la solution saturée de chlorure de potassium (1/3 du volume total), puis décoloré par un petit excès d'ammoniaque, a perdu, en moins d'une heure, la propriété de reprendre directement une coloration bleue par la saturation avec l'acide acétique en excès; dans les mêmes conditions, le chlorure de sodium laisse, durant plus de cinq heures, à l'iodure d'amidon décoloré, la propriété de reprendre, par la saturation, une couleur bleue intense.

« Dans des essais d'épuration de l'iodure de potassium par le procédé que j'ai décrit d'après MM. Gherardt et Chancel, et qui peut donner de très-bons résultats, plusieurs occasions se sont offertes de constater l'une des causes d'irrégularités de composition et des propriétés de cet iodure.

« Après avoir concentré la solution très-légèrement alcaline jusqu'au terme où elle est saturée pour la température de 90 degrés, le refroidissement gradué donna une cristallisation nette.

« L'eau mère fut décantée, mise à part; les cristaux, égouttés, lavés, furent dissous à l'eau pure. Ces deux liquides ayant été soumis comparativement à l'épreuve rigoureuse de l'acide acétique en léger excès, puis de la fécule à l'état normal (4 à 5 centièmes), il fut dès lors facile de reconnaître que l'eau mère ne renfermait pas d'iode au delà des proportions constituantes du composé neutre, tandis que les cristaux redissous présentaient des traces notables d'iode en excès sur la composition définie d'un équivalent d'iode uni à un équivalent de potassium.

« L'affinité qu'exerce sur l'iode l'iodure de potassium, au moment de sa cristallisation, peut donc lui faire absorber ce corps au point que l'eau mère s'en trouve débarrassée.

« Des recherches ultérieures seront nécessaires pour savoir si une solution plus ou moins étendue d'iodure de potassium, même pur, ne pourrait pas être altérée durant la concentration sous les influences combinées de la chaleur, de l'oxygène et de l'acide carbonique de l'air ambiant.

« Quoi qu'il en soit, ces observations montrent la nécessité de faire disparaître toute trace d'iode en excès avant la cristallisation de l'iodure de potassium; elles signalent

(1) Toutes ces expériences ont été faites dans des tubes que l'on bouchait après chaque addition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une des causes de l'irrégularité de composition et de certains effets de cet iodure que l'on aurait pu croire épuré parfaitement à l'aide de cristallisations répétées. »

(*Ibid.*)

ARTS PHYSIQUES.

EXPÉRIENCES ET OBSERVATIONS SUR L'ÉLECTRICITÉ, PAR M. PERROT.

« D'après la théorie admise, les molécules de la matière électrique sont douées d'une force répulsive en vertu de laquelle elles tendent à se fuir et à se répandre dans l'espace. Elles se portent en totalité vers la surface des corps, et n'y sont retenues que par la pression de l'air, contre lequel, à leur tour, elles exercent une pression proportionnelle, en chaque point, au carré de leur nombre. Lorsque cette dernière pression est devenue supérieure à la première, la matière électrique s'échappe dans l'air en un torrent invisible, ou sous forme d'un trait lumineux que l'on désigne sous le nom d'étincelle électrique. (Extrait de l'instruction de 1823 sur les paratonnerres.)

« A la pointe d'un cône électrisé, la pression du fluide électrique deviendrait infinie si l'électricité pouvait s'y accumuler. (POISSON, *Mémoire sur l'Électricité*, p. 6.)

« Il suit de là, ce me semble, que, si la répulsion théorique existe, il doit être impossible, dans l'air atmosphérique, de s'opposer à l'émission de l'électricité à la pointe d'un cône électrisé, à moins d'expérimenter dans de l'air comprimé à une infinité d'atmosphères.

« Mais on connaît aujourd'hui plusieurs dispositions dans lesquelles une pointe électrisée ne perd pas son électricité, quoique communiquant librement avec l'atmosphère. La pression électrique y est donc très-faible, au lieu d'être infinie. La répulsion électrique n'existe donc pas.

« La théorie ne considère que des cônes mathématiques que nous ne pouvons réaliser dans les arts. Il m'a semblé intéressant et facile d'évaluer, en pressions atmosphériques, la pression théorique à la pointe d'un cône tel que le donne l'industrie, chargé de plus ou moins d'électricité.

« Cette évaluation et ses conséquences mettront de nouveau en évidence, je le crois, l'impossibilité de la répulsion électrique admise.

« Au conducteur d'une machine électrique, munie d'un électroscope très-sensible, j'ai fixé une tige pointue dirigée dans l'air. Après avoir électrisé ce conducteur, j'ai attendu que l'aiguille de l'électroscope, devenue stationnaire, indiquât que la pression électrique à la pointe était réduite à équilibrer la pression atmosphérique; présentant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alors une sphère métallique au conducteur, j'en ai tiré une étincelle de 1/2 millimètre de longueur environ.

« J'ai conclu de ces faits, logiquement je le pense, que si, à l'aide d'un artifice non prévu par la théorie, j'empêchais cette électricité de fuir, je réaliserais la condition indiquée par Poisson, et forcerais l'électricité à s'accumuler à la pointe; alors, la longueur de l'étincelle tirée du conducteur, exprimée en demi-millimètres, me donnerait le nombre d'atmosphères équivalant à la pression exercée sur l'air par le fluide électrique accumulé à cette pointe.

« Parmi ces artifices, j'ai dû choisir celui qui me paraît à l'abri des objections spécieuses. Il est connu depuis plus de trente ans, et consiste à placer la tige pointue au milieu d'un tube de verre sec qui dépasse un peu cette pointe.

« Ce tube ouvert, de $0^m,02$ à $0^m,03$ de diamètre intérieur, étant fixé sur la tige pointue, j'ai pu électriser une petite machine, jusqu'à tirer du conducteur des étincelles de $0^m,100$ au moins de longueur, la pointe ne laissant pas échapper, d'une manière notable, l'électricité accumulée dont elle était chargée. La pression exercée sur l'air par l'électricité accumulée à la pointe devait donc s'élever à 200 atmosphères environ.

« Mais ce n'est pas tout : chacune des pointes collectrices aiguës de mon conducteur avait à peu près la même charge, et cependant aucune n'émettait d'électricité sensible.

« Bien plus, lorsque du conducteur d'une puissante machine électrique on tire des étincelles de $0^m,500$ de longueur, le fluide électrique accumulé aux pointes collectrices exerce donc sur l'air ambiant à une atmosphère, et sans vaincre sa résistance, une pression de 1,000 atmosphères!

« Ces résultats prouvent surabondamment, suivant moi, la non-existence de la répulsion électro-statique. En effet, l'action paralysante d'un tube dont l'ouverture offre une issue libre au jet de fluide supposé si fortement pressé à la pointe par la force répulsive ne suffit-elle pas pour démontrer que cette force n'existe pas?

« Cependant le tube dépasse un peu la pointe; on peut donc imaginer pour le besoin de la cause une nouvelle force répulsive non prévue par Poisson, dont seraient doués les bords du tube, et qui, agissant obliquement sur la pointe, contre-balancerait la force répulsive du fluide accumulé sur cette dernière. C'est à peu près ce qui a été proposé pour expliquer l'action paralysante, connue depuis longtemps, d'une cloche de verre sur une pointe électrisée qu'elle recouvre.

« Mais cette explication ingénieuse me semble en opposition avec la théorie. « Dans « les endroits où la pression vient à surpasser la résistance que l'air lui oppose, « l'air cède, ou, si l'on veut, le vase crève et le fluide s'écoule comme par une ouver- « ture. » (Poisson. Mémoire cité, p. 6.) Or l'air qui entoure la pointe est à une atmosphère seulement et communique avec l'air extérieur; comment donc ce vase d'air n'est-il pas crevé par la pression de 200 atmosphères à la pointe?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« C'est pour démontrer combien est inadmissible cette explication basée sur l'admission d'une nouvelle force répulsive des parois opposées à la pointe électrisée, que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie l'expérience qui montre qu'il suffit d'armer cette pointe d'un disque non conducteur qu'elle dépasse un peu, pour annuler presque entièrement sa puissance émissive. Ici, aucun objet n'est placé devant la pointe; le disque est derrière. Il faudrait donc douer ce disque, non plus d'une force répulsive, mais au contraire d'une puissance attractive équivalente à plusieurs centaines d'atmosphères, pour annuler la force émissive de la pointe! Cela n'est-il pas inadmissible?

« En rappelant cette expérience, je me trouve à regret forcé de répondre à la critique erronée qu'a adressée à l'Académie (*Comptes rendus*, 20 février de l'année 1865) un professeur de physique d'Anvers, M. Montigny. Suivant ce physicien, mon expérience n'infirmerait aucunement les conséquences de la théorie de l'illustre mathématicien Poisson.

« D'après M. Montigny, mon disque non conducteur, qui enserre le cône près de la pointe, met un obstacle à la communication entre la couche électrique répandue sur la surface du cône et celle accumulée à la pointe, communication que la théorie mathématique, dit ce savant, suppose absolument libre.

« Une seule observation suffit pour faire tomber la critique du savant belge; c'est que, d'après la théorie qu'il invoque, la couche électrique n'existe pas au dehors de la surface du cône, comme il l'affirme, mais à son intérieur; mon disque, étant extérieur au cône, ne peut donc interrompre la libre circulation des diverses parties de cette couche qui se meuvent à l'intérieur du cône, et mon objection subsiste dans toute sa force.

« Par déférence pour M. Montigny, j'ai laissé écouler toute une année pour lui donner le temps de rectifier lui-même son erreur. Mais aujourd'hui je suis forcé de faire remarquer que : 1° Poisson a écrit précisément le contraire de ce que lui fait dire M. Montigny. « Cette couche est terminée extérieurement par la surface même du « corps, et à l'intérieur par une surface très-peu différente de la première. » (Poisson, Mémoire cité, p. 3.) 2° On ne trouve l'erreur de M. Montigny dans aucun traité de physique. 3° Il faudrait, dans l'hypothèse de M. Montigny, qu'au lieu de se mouvoir dans le cône métallique conducteur l'électricité se transmît dans l'air non conducteur. 4° Et enfin, si le collet non conducteur en caoutchouc, de $0^m,002$ de longueur, que forme mon disque, pris de la pointe du cône électrisé, suffit pour empêcher la transmission de l'électricité dans ces cônes, comme le prétend M. Montigny, comment donc nos télégraphes électriques, dont les fils sont recouverts de caoutchouc ou de gutta-percha, non pas sur 2,000 mètres de longueur, mais sur un bon nombre de lieues, transmettent-ils les dépêches? Comment encore nos électroscopes, dont les tiges sont enduites de gomme-laque, sont-ils si sensibles?

« En terminant, je crois devoir rappeler que les phénomènes que j'ai signalés comme si opposés à l'hypothèse de la répulsion me paraissent, au contraire, s'expliquer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la manière la plus simple, ainsi que les autres phénomènes électro-statiques, en n'admettant qu'une seule force : l'attraction mutuelle des corps électrisés différemment. »

(*Ibid.*)

ALIMENTATION.

SUR UN PROCÉDÉ DE CONSERVATION, POUR LA VIANDE DE BŒUF, EMPLOYÉ DANS LA RÉPUBLIQUE DE L'URUGUAY, PAR M. VAVASSEUR.

« L'intérêt qui s'attache à la question de l'alimentation à bon marché des masses m'engage à mettre sous les yeux de l'Académie, pour être soumis à son examen, un échantillon de viande conservée, dont l'importation en France pourrait se faire très-facilement, en quantités aussi grandes que les besoins l'exigeraient et à des prix extraordinairement bas.

« La production de la viande en France, malgré tous les efforts des économistes et de l'Administration la plus éclairée, est loin de suffire aux besoins de la population; aussi le prix de cet objet de première nécessité pour la bonne alimentation des masses est-il depuis longtemps très-élevé et tend-il à s'élever encore, en raison de l'épidémie qui ravage plusieurs pays voisins et qui a fait interdire, pendant un certain temps, l'introduction en France du bétail étranger.

« Le produit alimentaire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie pourra-t-il remédier à ce fâcheux état de choses?

« Cette viande provient des innombrables troupeaux de gros bétail qui vivent en pleine liberté dans les immenses et riches pâturages naturels qu'arrosent le Rio de la Plata, l'Uruguay et le Parana, pays que j'ai habité pendant seize ans. Ces animaux, descendants de quelques individus importés d'Europe par les conquérants espagnols, se comptent aujourd'hui par millions et forment la richesse principale de ces contrées. Les cuirs, les graisses, les crins, etc., s'importent depuis longtemps en Europe en quantités considérables; mais la chair de ces animaux, dépassant de beaucoup les besoins de la population, était jusqu'ici à peu près perdue, à l'exception d'une assez minime quantité que l'on préparait et que, sous le nom de *tasajo*, on exportait au Brésil et à la Havane pour la nourriture des esclaves noirs.

« La perte de si grandes quantités d'une si précieuse substance a attiré, depuis une douzaine d'années, l'attention des bons esprits de ces pays, et de nombreuses tentatives ont été faites pour la conserver dans des conditions qui puissent la rendre propre à l'alimentation des peuples civilisés. Divers modes de conservation ont été essayés: procédé d'Appert, conservation à l'aide de préparations chimiques restées plus ou moins secrètes, salaison par les méthodes ordinaires, etc.; rien jusqu'ici n'avait pu réussir,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et les produits présentés sur les marchés d'Europe avaient été repoussés avec juste raison.

« Tout récemment, MM. Cybils et Jackson, riches propriétaires, citoyens de la république de l'Uruguay, sont parvenus, après de longues et dispendieuses expériences, à résoudre le problème et à fabriquer un produit jouissant de presque toutes les qualités de la viande fraîche, et susceptible d'une conservation presque indéfinie sans précautions particulières aucunes. C'est un échantillon de ce produit, préparé depuis environ dix-huit mois et ayant fait la traversée de 2,500 lieues de Montevideo en Angleterre, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

« La méthode de préparation employée par MM. Cybils et Jackson est des plus simples. Voici en quoi elle consiste :

« L'animal amené à l'établissement, *saladero*, est abattu, saigné avec le plus grand soin, condition indispensable à la bonne conservation de la viande dans ces climats chauds, dépouillé en un instant de sa peau, sans recourir au soufflage, comme nous le faisons en Europe, et coupé en quartier, *descuartizado*. La chair, toute palpitante encore, est enlevée rapidement en tranches de $0^m,05$ à $0^m,06$ d'épaisseur et aussi grandes que possible, *mantas*. Sur un plancher de sapin de quelques mètres carrés de superficie est étendue une couche mince de sel de Cadix en petits cristaux (cette espèce de sel, presque aussi blanche et aussi pure que nos sels raffinés de table, est indispensable à la bonne réussite). Les tranches, *mantas*, de viande sont placées les unes à côté des autres sur cette couche de sel et saupoudrées, à leur tour, d'une nouvelle quantité de sel, puis recouvertes d'une nouvelle couche de viande et ainsi de suite, jusqu'à arriver à une certaine hauteur. La pile, abandonnée à elle-même pendant environ vingt heures, est défaite alors et reconstruite sur un autre plancher dans l'ordre inverse, de manière que les parties qui étaient dessus se trouvent en dessous. Après un nouveau séjour de douze à quinze heures, la pile est de nouveau défaite, et les viandes sont empilées dans un coin de l'abattoir, à l'air libre, et seulement recouvertes d'une toile goudronnée pour les préserver de la pluie, du soleil et de la poussière. Elles restent dans cet état pendant plusieurs mois et jusqu'au moment de la vente.

« Jusque-là, c'est la préparation ordinaire du *tasajo*, à laquelle seulement on a apporté plus de soins pour la propreté et le choix des morceaux. C'est au moment de la livraison qu'on applique la modification due à MM. Cybils et Jackson, qui consiste tout simplement à soumettre la viande salée à la pression la plus forte possible; pression qui, outre l'avantage de diminuer considérablement le volume, contribue puissamment à la bonne conservation. Des expériences nombreuses ne laissent aucun doute à cet égard.

« On forme ainsi, au moyen de la presse, des ballots de $0^m,60$ de long sur $0^m,30$ de largeur et $0^m,30$ d'épaisseur, et du poids de 100 livres espagnoles ($46^{kil},638$), qu'on enveloppe d'une toile d'emballage forte et serrée, cousue et ficelée avec soin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ces viandes ne peuvent être que très-saines et d'excellente qualité. En effet, les animaux qui les fournissent ne sont abattus que dans les meilleures conditions d'âge (de quatre à cinq ans), de santé (les épizooties sont à peu près inconnues dans ces contrées) et d'embonpoint, lequel n'arrive jamais à l'obésité artificielle que l'on cherche à donner à nos bêtes de boucherie en Europe. Enfin il n'entre, comme on l'a vu, dans la préparation aucune autre substance que le sel le plus pur et en quantités assez petites.

« La manière de faire usage de cette viande est des plus simples. Un séjour d'une douzaine d'heures dans l'eau fraîche suffit pour enlever l'excès de sel, pour la ramollir et lui rendre, à peu de chose près, l'aspect de la viande fraîche. Cuite dans *le pot-au-feu*, elle donne d'excellent bouillon et un bouilli certainement préférable aux viandes de porc et même de bœuf salées en usage dans la marine. Accommodée en ragoût, surtout avec des légumes, elle fournit un très-bon aliment. Divers essais faits chez moi et chez plusieurs personnes de mes amis ne laissent aucun doute à cet égard.

« Tout me fait donc espérer que ce produit pourra entrer avec avantage dans la consommation générale de la France, en raison de ses bonnes qualités et surtout du prix auquel il pourrait être livré aux consommateurs, savoir : $0^{f},60$ le kilogramme (qui représente, après dessalement, environ $1^{kil},500$) au port de débarquement et $0^{f},75$ dans Paris.

« Déjà des essais ont été tentés en Angleterre, et plusieurs milliers de ballots ont été vendus très-avantageusement à Liverpool et à Londres. »

(*Ibid.*)

ARTS CHIMIQUES.

SUR L'EMPLOI DE LA NITROGLYCÉRINE DANS LES CARRIÈRES DE GRÈS VOSGIEN, PRÈS DE SAVERNE, PAR M. E. KOPP.

« Les propriétés fulminantes de la nitroglycérine $C^{6}H^{5}(NO^{4})^{3}O^{6}$, et la relation d'expériences faites avec cette substance dans diverses localités de la Suède, de l'Allemagne et de la Suisse (1), ont engagé MM. Schmitt et Dietsch, propriétaires de grandes carrières de grès dans la vallée de la Zorn (Bas-Rhin), à en essayer également l'emploi dans leurs exploitations.

« Le succès a été assez complet, tant sous le rapport de l'économie que sous celui de la facilité et de la rapidité du travail, pour qu'on y ait abandonné au moins temporai-

(1) Voir *Bulletin* de 1866, cahiers de mai, p. 311, et de juin, p. 384.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rement l'usage de la poudre, et que depuis environ six semaines on n'exploite plus ces carrières qu'à la nitroglycérine.

« Dès le début, nous avions pensé qu'il fallait préparer cette substance sur place; le transport, soit par navire, soit par chemin de fer, d'un composé aussi fulminant et d'une puissance si effrayante nous paraissait inadmissible; les grands malheurs arrivés à Aspinwall et à San-Francisco ont démontré que ces craintes étaient fondées, et que le transport de la nitroglycérine devrait être défendu d'une manière absolue.

« Après avoir étudié dans mon laboratoire, avec l'assistance de M. Keller, les divers procédés de préparation de la nitroglycérine (mélanges de glycérine avec acide sulfurique concentré et nitrates de potasse et de soude ou avec les acides nitriques de différentes concentrations), nous nous sommes arrêtés au mode de fabrication suivant, qui a été installé dans une cabane en bois construite dans l'une des carrières.

« 1° *Préparation de la nitroglycérine.* — On commence par mélanger dans une tourille de grès, placée dans de l'eau froide, de l'acide nitrique fumant à 49 ou 50 degrés Baumé avec le double de son poids d'acide sulfurique le plus concentré possible. (Ces acides sont préparés tout exprès à Dieuze et expédiés à Saverne.) D'un autre côté on évapore dans une marmite de la glycérine du commerce, mais qui doit être exempte de chaux et de plomb, jusqu'à ce qu'elle marque 30 à 31 degrés Baumé. Cette glycérine concentrée doit être sirupeuse après complet refroidissement.

« L'ouvrier verse ensuite 3,300 grammes du mélange d'acides sulfurique et nitrique bien refroidi dans un ballon de verre (on peut aussi employer un pot de grès ou une capsule de porcelaine ou de grès) placé dans un baquet d'eau froide, et il y fait couler lentement, et en remuant constamment, 500 grammes de glycérine. Le point important est d'éviter un échauffement sensible du mélange qui déterminerait une oxydation tumultueuse de la glycérine avec production d'acide oxalique. C'est pour cette raison que le vase où s'opère la transformation de la glycérine en nitroglycérine doit être constamment refroidi extérieurement par de l'eau froide.

« Le mélange étant opéré bien intimement, on abandonne le tout pendant cinq à dix minutes, puis on verse le mélange dans cinq à six fois son volume d'eau froide, à laquelle on a préalablement imprimé un mouvement de rotation. La nitroglycérine se précipite très-rapidement sous forme d'une huile lourde, qu'on recueille par décantation dans un vase plus haut que large; on l'y lave une fois avec un peu d'eau, qu'on décante à son tour, puis on verse la nitroglycérine dans des bouteilles, et elle est prête à servir.

« Dans cet état, la nitroglycérine est encore un peu acide et aqueuse; mais cela est sans inconvénient, puisqu'elle est employée peu de temps après sa préparation et que ces impuretés ne l'empêchent nullement de détoner.

« 2° *Propriétés de la nitroglycérine.* — La nitroglycérine constitue une huile jaune ou brunâtre, plus lourde que l'eau, dans laquelle elle est insoluble, soluble dans l'alcool, l'éther, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Exposée à un froid même peu intense, mais prolongé, elle cristallise en aiguilles allongées. Un choc très-violent constitue le meilleur moyen pour la faire détoner. Son maniement est, du reste, très-facile et peu dangereux. Répandue à terre, elle n'est que difficilement inflammable par un corps en combustion, et ne brûle que partiellement; on peut briser sur des pierres un flacon renfermant de la nitroglycérine sans que cette dernière détone; elle peut être volatilisée sans décomposition par une chaleur ménagée; mais si l'ébullition devient vive, la détonation est imminente.

« Une goutte de nitroglycérine tombant sur une plaque en fonte moyennement chaude se volatilise tranquillement; si la plaque est rouge, la goutte s'enflamme immédiatement et brûle comme un grain de poudre sans bruit; mais, si la plaque, sans être rouge, est assez chaude pour que la nitroglycérine entre immédiatement en ébullition, la goutte se décompose brusquement avec une violente détonation.

« La nitroglycérine, surtout lorsqu'elle est impure et acide, peut se décomposer spontanément au bout d'un certain temps avec dégagement de gaz et production d'acides oxalique et glycérique.

« Il est probable que c'est à une pareille cause que sont dues les explosions spontanées de nitroglycérine, dont les journaux nous ont fait connaître les effets désastreux. La nitroglycérine étant renfermée dans des bouteilles bien bouchées, les gaz produits par sa décomposition spontanée ne pouvaient se dégager; ils exerçaient donc une très-forte pression sur la nitroglycérine, et dans ces conditions le moindre choc et le plus léger ébranlement pouvaient déterminer l'explosion.

« La nitroglycérine possède une saveur à la fois sucrée, piquante et aromatique; c'est une substance toxique; en très-petites doses elle provoque de forts maux de tête. Sa vapeur produit des effets analogues, et cette circonstance pourrait bien être un obstacle à l'emploi de la nitroglycérine dans les galeries profondes des mines, où la vapeur ne peut se dissiper aussi aisément que dans les carrières à ciel ouvert.

« La nitroglycérine n'est point un composé nitré proprement dit, analogue à la nitro ou binitrobenzine ou aux acides mono, bi et trinitrophénisique. En effet, sous l'influence des corps réducteurs, tels que l'hydrogène naissant, l'hydrogène sulfuré, etc., la glycérine est remise en liberté, et les alcalis caustiques décomposent la nitroglycérine en nitrates et glycérine.

« 3° *Mode d'emploi de la nitroglycérine*. — Supposons qu'on veuille détacher une assise de roches. A $2^m,50$ à 3 mètres de distance du rebord extérieur, on fonce un trou de mine d'environ $0^m,05$ à $0^m,06$ de diamètre, et de 2 à 3 mètres de profondeur.

« Après avoir débarrassé ce trou, *grosso modo*, de boue, d'eau et de sable, on y verse, au moyen d'un entonnoir, de 1,500 à 2,000 grammes de nitroglycérine.

« On y fait ensuite descendre un petit cylindre en bois, en carton ou en fer-blanc, d'environ $0^m,04$ de diamètre et $0^m,05$ à $0^m,06$ de hauteur, rempli de poudre ordinaire. Ce cylindre est fixé à une mèche ou fusée de mine ordinaire, qui y pénètre à une cer-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

taine profondeur pour assurer l'inflammation de la poudre. C'est au moyen de la mèche ou fusée qu'on fait descendre le cylindre, et le tact permet de saisir facilement le moment où le cylindre arrive à la surface de la nitroglycérine. A ce moment, on maintient la mèche immobile, et l'on fait couler du sable fin dans le trou de mine, jusqu'à ce qu'il soit entièrement rempli. Inutile de comprimer ou de tamponner le sable. On coupe la mèche à quelques centimètres de l'orifice du trou et l'on y met le feu. Au bout de huit à dix minutes, la combustion de la mèche étant arrivée au cylindre, la poudre s'enflamme. Il en résulte un choc violent, qui fait détoner instantanément la nitroglycérine. L'explosion est si subite, que le sable n'a jamais le temps d'être projeté.

« On voit toute la masse du rocher se soulever, se déplacer, puis se rasseoir tranquillement sans aucune projection; on entend une détonation sourde.

« Ce n'est qu'en arrivant sur les lieux qu'on peut se rendre compte de la puissance de la force que l'explosion a développée. Des masses formidables de roc se trouvent légèrement déplacées et fissurées dans tous les sens, et prêtes à être débitées mécaniquement.

« Le principal avantage réside dans le fait que la pierre n'est que peu broyée et qu'il n'y a que peu de déchet. Avec les charges de nitroglycérine indiquées, on peut détacher ainsi de 40 à 80 mètres cubes de roc assez résistant.

« Nous espérons avoir démontré par cette note la possibilité de concilier l'emploi de la nitroglycérine avec toutes les garanties de sécurité publique désirables. »

(*Ibid.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Coup d'œil sur le gisement métallique de l'or et sur son équateur aurifère. — La présence de l'or dans les filons de quartz prête aux plus singulières hypothèses; la formation des filons eux-mêmes est encore un champ ouvert aux controverses, sur lequel peu de faits d'expérience ont jeté une lumière douteuse. Werner s'y est trompé lui-même, et les savants modernes ne sont pas d'accord entre eux sur le mode de transport, par sublimation, des matières minérales. A cet égard, la science des rochers a beaucoup à faire encore, et la géologie, sans être aujourd'hui, comme elle a été longtemps, le roman de la science, est encore bien pleine de conjectures.

La singulière manière dont se comportent les métaux précieux, l'argent notamment, sous la zone torride, a, sans aucun doute, été le point de départ de l'opinion générale, qui a voulu, pendant plusieurs siècles, que l'or appartînt aux régions équatoriales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Patrin résume assez bien ce préjugé : « Les mines d'or, dit-il, qu'on trouve dans les « contrées septentrionales, et même dans les régions tempérées, y sont en quelque sorte « étrangères; aussi sont-elles rares et peu riches. La vraie patrie de ce métal est placée « entre les tropiques. La nature a décoré la terre d'une ceinture dorée, parsemée de « diamants et de toutes sortes de pierres précieuses; il ne faut pas moins que la toute- « puissance des rayons perpendiculaires du soleil pour former ces belles productions du « règne minéral; aussi les trouve-t-on presque à la surface du sol. »

Aujourd'hui ces spéculations purement théoriques sont complétement abandonnées; elles n'ont pu soutenir l'examen devant les puissants lavages de l'Oural et de l'Altaï, les découvertes de l'Australie et les richesses de la vaste chaîne des Andes et des Cordilières qui traverse toutes les zones de la terre, et est assez uniforme au même degré sur toute son étendue.

Qui oserait, d'ailleurs, fixer le point où le maximum de chaleur n'a point exercé son influence sur la terre? La présence des plantes et des animaux équatoriaux jusque sous les cercles polaires donne une grande force de probabilité à l'hypothèse de M. de Boucheporn, en la prenant dans sa simplicité primitive et la dégageant de ce qu'elle a de trop hasardé. Pour admettre que les filons aurifères appartiennent presque exclusivement aux pays chauds actuels, il faut reconnaître que l'apparition de l'or est relativement moderne et que sa disposition en filons dans les roches métamorphiques est due au soulèvement d'un de nos derniers équateurs.

C'est une question très-controversable que celle de la création *à priori* des métaux natifs. Les dendrites et filets capillaires d'argent pur qui s'attachent à la gangue des sulfures sont le résultat de la volatilisation du soufre par la chaleur. On produit artificiellement cet effet en chauffant lentement, à une douce température, des sulfures d'argent; à la longue, on voit sortir des filets presque imperceptibles de métal pur qui se répandent hors du minerai et le tapissent exactement comme le fait l'argent natif dans son gisement naturel.

Pour établir la comparaison entre ce qui se passe dans les minerais d'argent, et ce qui se serait passé à une époque inconnue dans les minerais d'or, il faut donc supposer que l'état primitif de ce dernier métal a été le sulfure aureux, dans lequel le nombre d'atomes d'or est double de celui des atomes de soufre; en ce cas, la chaleur qui a présidé à la formation des gangues métamorphiques aurifères eût été très-suffisante pour dégager le métal de sa combinaison sulfureuse, et l'amener à l'état filamenteux, laminaire, dendritique, etc., qu'on lui connaît dans la nature.

Pour embrasser d'un coup d'œil tous les détails de cette vaste formation, il faut remarquer que tous les grands gisements d'or appartiennent à des roches ignées; à la syénite, roche métamorphique par excellence, et qui touche de si près à la masse granitique qui flotte encore sur la pâte incandescente du noyau central; au micaschiste et au gneiss, qui se sont formés aux dépens de la même masse, sous la double influence des actions cristalline et stratifère.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sans tenir compte de la complication et de l'arrangement des roches qui composent les chaînes montagneuses, on peut imaginer un cercle de la sphère soulevé tout autour du centre, en bourrelet prismatique dont l'angle ou sommet est de granit, sur les flancs duquel gît le micaschiste, qui soutient, à son tour, à l'extrémité inférieure de la pente, les strates de transition se fondant dans les vallées. Ce bourrelet traverse les deux Amériques et forme la grande ligne des Andes, en partant de la Patagonie; il s'infléchit légèrement en passant près du détroit de Panama, se relève à la Sierra Nevada et à la Nouvelle-Californie, se retrouve à la hauteur des possessions russes, au cap Yéi, et se rattachant aux montagnes rocheuses de l'Orégon, suivant une ligne parallèle au fleuve Makensie, se perd dans les mers glaciales pour reparaître dans l'autre hémisphère, entre le 60° et le 70° degré de latitude boréale, après avoir plongé sous le détroit de Behring. Alors commencent ces hauts reliefs en zigzag de la grande chaîne du Yablonnoï et de l'Altaï dont le soulèvement se prolonge dans le Kolivan, où les Russes ont exploité des sables aurifères et dans le haut Thibet, d'où les anciens tiraient tant de métal précieux. Il laisse, en passant, des trous dans l'Afghanistan et va rejoindre, en Afrique, la côte de Mozambique, si riche en or, pour venir, une seconde fois, s'affaisser au Cap, sous l'Océan.

Toutes les montagnes dont nous venons de tracer rapidement les principaux reliefs sont composées de roches ignées et donnent des sections perpendiculaires à l'axe, conformes au programme des formations aurifères; cette longue ligne constitue un grand cercle de la sphère sur plus de 7,500 lieues de long et embrasse les sept huitièmes de la circonférence du globe; elle renferme le plus grand nombre de cratères volcaniques actifs et béants.

Il est bon de dire cependant que, si l'on veut expliquer tous les phénomènes de zigzag de cette vaste ride terrestre, notamment les coudes du Chili et de la Colombie, l'inflexion des montagnes de Guatimala, celle du groupe de Kolivan, de l'Altaï vers la Chine, etc., il faut considérer le grand mouvement de relief comme ayant occupé une zone de plusieurs degrés de largeur. Rarement la déviation excède 2 degrés; elle dépasse à peine le centième du grand cercle, et cet écartement de la ligne méridienne ne répugne point, par conséquent, à la raison; elle est, au contraire, en harmonie avec la grandeur des œuvres de la nature.

Ce n'est point ici le cas d'expliquer la théorie nouvelle des soulèvements de montagnes et de la formation successive des équateurs, qui sont une nécessité des lois de l'équilibre du monde; mais on peut considérer comme un corollaire de ces lois leur mouvement séculaire et leur abaissement perceptible seulement à des intervalles éloignés. L'énorme quantité de terrains de sédiment et d'alluvions horizontales qui couvrent l'écorce de la terre atteste la durée, sinon la puissance, de l'action destructive.

Or, si toutes les grandes lignes de relief qui sillonnent la surface du globe et qui, dans l'origine, ont pu embrasser la plus grande partie des cercles de la sphère sont déjà plus ou moins aplaties et ont une tendance à disparaître; si le système qui nous occupe est le moins effacé et présente la plus abondante ligne de volcans qui soit en activité dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le monde; si la matière ignée qui a fait irruption à travers la croûte terrestre et a formé une immense ride, marquée par une suite de gibbosités, n'a pas encore eu le temps de fermer les soupapes brûlantes qui décèlent les derniers soupirs d'une vaste commotion, concluons-en que le système aurifère a marqué la fin des nombreuses convulsions qui ont tour à tour remué, disloqué et bouleversé le globe, et que le phénomène de ce grand soulèvement a dû être signalé par une crise violente et a pu produire, en soulevant les mers sur la ligne de son passage, ces cataclysmes partiels dont les traces se trouvent dans toutes les annales des peuples, sous les noms de Noé, Ogygès, Tas, Deucalion, le Mexique, qui se rencontrent précisément sur cette ligne. H. L.

(*Journal des Travaux publics.*)

Sur la nature et les usages de l'ozokérite ou cire minérale, par M. Fuchs. — Les districts de la Gallicie, qui fournissent les huiles de naphte ou de pétrole, livrent aussi, depuis quelque temps, au commerce un produit analogue à la cire, produit très-riche en paraffine, et désigné sous le nom d'*Ozokérite* ou *cire minérale*. Cette matière, d'un vert noir intense, fond de 50 à 60 degrés centigrades, et peut, dans plusieurs cas, remplacer la cire ou les autres substances du même genre. Comme elle est à peine attaquée par les acides ou les alcalis non concentrés, elle mérite même souvent la préférence sur les autres matières grasses, et a notamment été trouvée fort convenable pour la préparation des toiles et des papiers enduits de cire.

De la tôle, chauffée préalablement, enduite de cire minérale, puis remise au feu jusqu'à la combustion de cette cire, a été ainsi couverte d'une sorte de vernis très-solide qui a protégé, d'une manière durable et très-efficace, la surface contre l'influence de l'air humide, et même des vapeurs acides, ce qui peut fournir un moyen très facile et très économique de garantir le fer de la rouille. Des expériences spéciales pourraient faire connaître jusqu'à quel point la cire minérale conviendrait pour exécuter des peintures isolantes, pour s'opposer à l'humidité des murs, pour préparer des papiers comparables aux papiers bitumés, etc.

(*Breslauer Gewerbeblatt* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Extraction des huiles minérales en Pensylvanie. — D'après le journal *Philadelphia Press*, la production de l'huile de pétrole, en 1865, peut être évaluée à 3,500,000 fûts, dont la valeur, estimée auprès des puits, atteint, pour la matière brute, 183 millions de francs. Le raffinage porte cette valeur à plus de 324 millions de francs, c'est-à-dire à la moitié environ de celle de la récolte de froment. L'emploi de ces huiles pour l'éclairage et pour les machines, tant dans le pays qu'à l'étranger, a pris un rapide accroissement. Durant l'année 1862, l'Europe en a consommé seulement 38 millions de litres, mais, en 1864, ses demandes ont triplé, tandis qu'à l'intérieur on en consommait 114 millions de litres, et tout annonce qu'en 1866 cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quantité s'étendra jusqu'à 312 millions de litres. D'après les autorités les plus sûres, on peut évaluer à dix-huit mois la durée de l'écoulement d'un puits. Quelques-uns se soutiennent davantage, mais la majeure partie sont épuisés plus tôt. L'expérience a cependant fait voir que l'on peut obtenir des puits abondants très-près d'autres puits taris. Beaucoup qui, malgré l'emploi de fortes pompes, ne pouvaient plus remplir même un seul fût redeviennent productifs lorsqu'on les creuse davantage. La profondeur maximum n'est ordinairement que de 150 à 180 mètres, mais les géologues pensent que les nappes les plus riches se trouvent à 300 ou 360 mètres au-dessous de la surface de la terre.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur l'emploi des déchets de fer-blanc, par M. Fuchs. — Dans les fabriques de ferblanterie, de boutons et de plusieurs autres objets, on a jusqu'à présent regardé les rognures comme à peu près sans valeur, bien que, depuis plusieurs années, les recueils techniques aient suggéré divers moyens de les utiliser.

M. Fuchs a eu occasion de soumettre à un examen sérieux les diverses méthodes non-seulement proposées, et en a trouvé le résultat réellement négatif, non-seulement parce que ces méthodes présenteraient de grandes difficultés pratiques, mais encore parce que le calcul rendait fort douteux le bénéfice de leur emploi; mais il en a découvert une qu'il regarde comme satisfaisant à toutes les conditions désirables.

Cette méthode repose sur la propriété que possède le fer, en contact avec l'étain, de n'être attaqué par l'acide chlorhydrique qu'après la dissolution complète de l'étain.

Dans des vases en poterie à l'épreuve des acides (1), on place les déchets de fer-blanc, en les faisant baigner dans un mélange de parties égales d'acide chlorhydrique du commerce et d'eau ordinaire; on y ajoute environ 6 pour 100 d'acide nitrique. Après un délai d'environ douze heures, on s'assure si les rognures sont complétement dépouillées d'étain, en en prenant un échantillon que l'on fait chauffer sur une lampe à esprit-de-vin, ou sur des charbons ardents, puis en observant si la couleur bien connue que le fer prend par ce recuit est modifiée par les taches blanches que produit l'étain, s'il en reste. La rapidité de la dissolution de l'étain dépend, d'ailleurs, de la température environnante. Dès que ce métal est enlevé, on ouvre le robinet, on retire le liquide et on le verse dans un deuxième vase plein aussi de rognures. Les déchets dépouillés d'étain, qui sont restés dans le premier vase, doivent être lavés jusqu'à ce qu'ils ne présentent plus de réaction acide, puis séchés rapidement ou même portés au rouge sur un feu de charbon, et l'on peut alors les vendre comme rognures

(1) Près de Berlin, on fabrique de ces vases qui contiennent 230 litres environ et dont le bas porte un robinet en terre, dressé à l'émeri et bien étanche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de tôle. Le liquide versé dans le deuxième vase doit y être laissé jusqu'à ce que les rognures qui s'y trouvent soient entièrement privées d'étain ou que l'action de l'acide soit tout à fait épuisée. On plonge alors, dans la dissolution, des morceaux de zinc qui précipitent, en moins de vingt-quatre heures, tout l'étain sous forme d'une masse noire et spongieuse qu'on lave à plusieurs reprises, et que l'on fait égoutter sur un linge. On la mêle ensuite avec un peu d'huile ou de graisse et on la fait fondre dans un vase en fer.

(*Breslauer Gewerbeblatt* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Résultats d'expériences nombreuses sur la richesse des pommes de terre, par M. le docteur Nobbe. — D'après les rapports des stations pour les expériences agricoles, M. le docteur Nobbe a essayé, au point de vue de leur richesse en fécule, 140 sortes de pommes de terre, et a trouvé, en moyenne, 17,52 pour 100. Aucune n'en contenait moins de 13, aucune plus de 22 pour 100. Voici, d'ailleurs, un extrait des résultats les plus intéressants :

1° Les pommes de terre rouges ont donné généralement un produit plus fort que les jaunes.

2° La chair compacte et l'enveloppe ferme annoncent plus de richesse que les qualités opposées.

3° Les yeux profonds et la formation d'une écume un peu visqueuse, lorsque, après avoir divisé les pommes de terre par la moitié dans le sens de leur longueur, on frotte l'une contre l'autre les deux surfaces encore fraîches, annoncent généralement plus de fécule que les yeux plats et l'écume aqueuse.

4° La forme générale des tubercules et la couleur de leur chair n'indiquent pas de différences considérables dans leur richesse en fécule.

5° Au reste, la bonté et la richesse des pommes de terre sont des qualités indépendantes l'une de l'autre. Telle sorte convient parfaitement pour la table, quoiqu'elle soit d'une valeur médiocre pour la nourriture du bétail ou la fabrication de l'alcool, et *vice versâ*.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 11 juillet 1866.

Présidence de M. *Balard*, vice-président.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CORRESPONDANCE. — M. *Bryois* (Henri), employé aux archives de la Cour des comptes, présente un sténographe-imprimeur, dont il est l'inventeur. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Molard*, à Lunéville (Meurthe), membre de la Société. — Dessins et nouveaux renseignements sur le régulateur déjà soumis au jugement de la Société. (Renvoi au même comité.)

M. *Lang*, à Montreuil, adresse à la Société une lampe à esprit-de-vin, à flamme forcée, et une lampe à souder inexplosibles. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Moissenet* adresse à la Société un exemplaire de son *Mémoire sur la préparation mécanique des minerais*.

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie à la Société deux exemplaires de la Table des tomes XXI à XL des *Brevets d'invention*.

M. le sénateur *Dumas*, Président, fait hommage à la Société du rapport de l'enquête qui a été faite dernièrement sur les engrais industriels. (Renvoi à la commission du *Bulletin*).

M. *Degravel*, rue des Couronnes, 18, à Belleville, demande l'examen, par la Société, de musettes à avoine pour les chevaux. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Desenfants*, route de Romainville, 61, — passage de l'Hortensia, 2, à Romainville, — demande, par l'intermédiaire de M. *Collignon*, un secours pour utiliser un procédé qu'il a inventé pour empêcher les chandelles et les bougies de couler. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Petit-Demange* demande un secours pour l'aider dans ses recherches sur les moyens de faire rendre à la terre deux récoltes par an. (Renvoi au comité d'agriculture.)

RAPPORT DES COMITÉS. — *Division d'un arc de cercle.* — M. *Benoît* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le procédé proposé par M. *Peraux* pour la division d'un arc de cercle en parties égales; il propose de remercier l'auteur de cette communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

Carrelage mosaïque. — L'agent de la Société lit, pour M. le comte *du Moncel*, empêché, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les carrelages mosaïques en ciment anglais de M. *Carel*, de Cherbourg. Le rapporteur conclut en demandant que des remercîments soient adressés à l'auteur et que le rapport soit inséré au *Bulletin*. (Voir plus haut, p. 518.)

NOMINATION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ D'AGRICULTURE. — Il est procédé au vote, par scrutin secret, pour la nomination d'un membre adjoint au comité d'agriculture.

M. *Heuzé*, professeur à l'École d'agriculture de Grignon, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé membre adjoint au comité d'agriculture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 25 juillet 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. le docteur *Hussey*, colon anglais, est annoncé par M. *Michel Chevalier*, sénateur, comme inventeur d'un procédé nouveau pour produire des dessins variés. (La Société recevra favorablement les communications de M. *Hussey*.)

M. *Berrens*, rue Laffitte, 17. — Mémoire sur la cause de la baisse exagérée du prix du blé et sur les moyens de régulariser ce prix dans l'avenir. (Renvoi au comité de commerce.)

M. *Guiot*, rue Racine, 2, inventeur d'un nouveau baromètre approuvé par la Société (1), demande un secours pour le payement d'une annuité de son brevet d'invention. (Renvoi au comité des arts économiques.)

MM. *Chenet* et *Lacoste*, mécaniciens à Bar-le-Duc, inventeurs de divers perfectionnements à la machine à vapeur, s'adressent à la Société pour la vente de leur brevet. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Faure* (Louis), mécanicien, à Fumay (Ardennes), se plaint du peu de développement qui a été donné au rapport et au dessin qui l'accompagnent, lesquels sont relatifs au système de ferrures de portes qu'il a inventé (2). (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Bazet*, à Puteaux, présente un obturateur-indicateur des fuites applicable aux conduites de gaz. (Renvoi au même comité.)

M. *Cherfils*, rue de Joinville, allée Robert, 9, au Havre, présente une nouvelle machine employant la vapeur d'eau surchauffée par l'hydrogène. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Boissel*, avenue Malakoff, 59, à Passy, est recommandé par M. *Brohyer de Littinière*, député de la Manche, pour des inventions remarquables qu'il a faites à la machine à vapeur. (M. *Boissel* sera invité à se présenter au siége de la Société pour les mesures à prendre dans son intérêt.)

MM. *Bombes Devilliers* et *Dallemagne*, promoteurs actifs de l'emploi des allumettes au phosphore amorphe, donnent communication à la Société des notes imprimées qu'ils ont répandues pour faire connaître les avantages des allumettes faites avec cette matière, la simplicité de leur fabrication et la facilité de leur emploi. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

MM. *Eugène Pihet* fils, membre de la Société, écrit pour inviter le Conseil à faire examiner dans ses ateliers l'outil à perforer les roches dures, au moyen du diamant

---

(1) Voir cahier de juin 1866, p. 326.
(2) *Id.* d'avril 1866, p. 206.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

noir, qu'il a construit conformément à l'invention de M. *Leschot*, et la machine destinée à l'application de cet outil. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Galant*, manufacturier à Liége (Belgique), présente un fusil de chasse se chargeant par la culasse, avec des cartouches particulières. (Renvoi au même comité.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Machine à visser les cuirs.* — M. *Bois* (Victor) lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur la machine de M. *Cabourg*, dite à fil sans fin, destinée à visser les cuirs. Le rapporteur, après avoir fait connaître l'historique des machines à visser les cuirs des chaussures et l'état où était parvenue cette industrie, fait connaître les progrès spéciaux qui constituent l'invention de M. *Cabourg;* il conclut en demandant qu'il soit remercié de cette communication au nom de la Société, et que le rapport soit imprimé dans le *Bulletin*. (Adopté.)

Ferme-portes. — M. *Peligot* (Henri) fait un rapport, au nom du comité des arts économiques, sur un système de *ferme-portes*, dit *va-et-vient*, présenté par M. *Beillard*. Il propose 1° de remercier cet inventeur de cette communication ; 2° d'insérer le rapport au *Bulletin;* 3° d'en remettre 500 exemplaires à M. *Beillard*. (Adopté.)

Fermetures de portes. — M. *Peligot* (Henri) fait aussi un rapport, au nom du même comité, sur un nouveau système de *fermetures de portes* dites *centritors*, présenté par MM. *Lecornu* et *Roserau*. Les conclusions, consistant en des remercîments aux auteurs de cette communication et dans l'insertion du rapport au *Bulletin*, sont adoptées par le Conseil.

Échelles de cordes pour gymnastique. — M. *Peligot* (Henri) fait encore un rapport, au nom du même comité, sur un nouveau système d'échelles de cordes pour gymnastique présenté par M. *Carue*. Le rapporteur propose de remercier M. *Carue* de cette communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Voir plus haut, p. 520).

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société:

MM. *Grootaert*, fabricant de chaussures, à Paris;

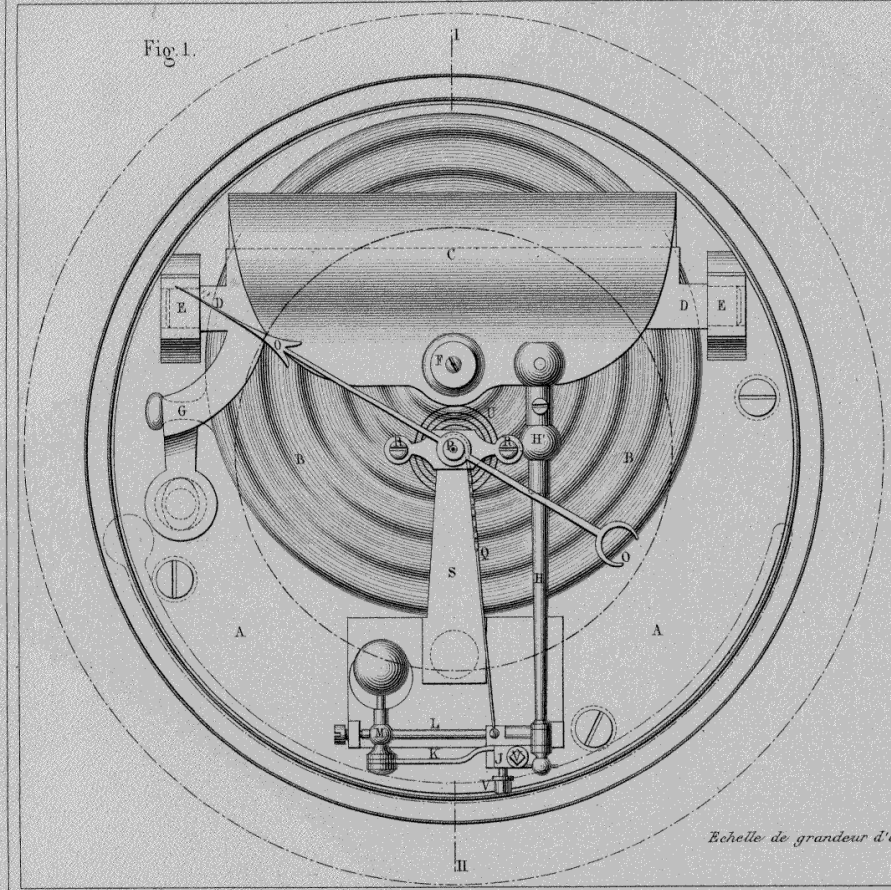
Tailbouis, fabricant de bonneterie, à Paris;

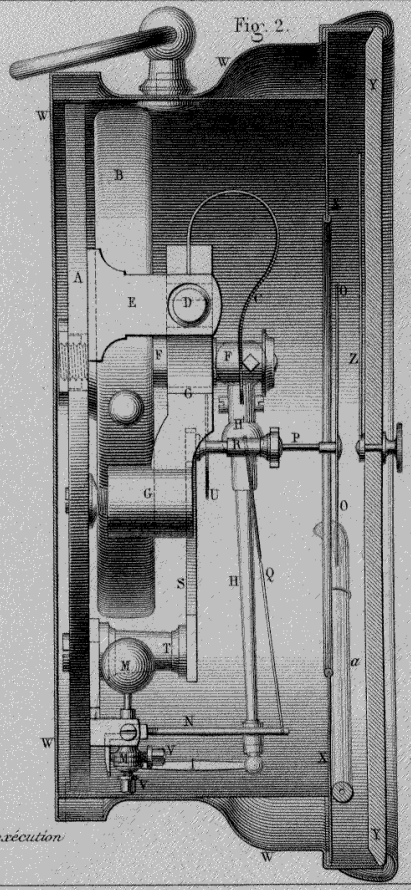
Riess (Ch.), fabricant de gélatine, à Dieuze (Meurthe).

Le Conseil se forme en comité secret.

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE LOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires





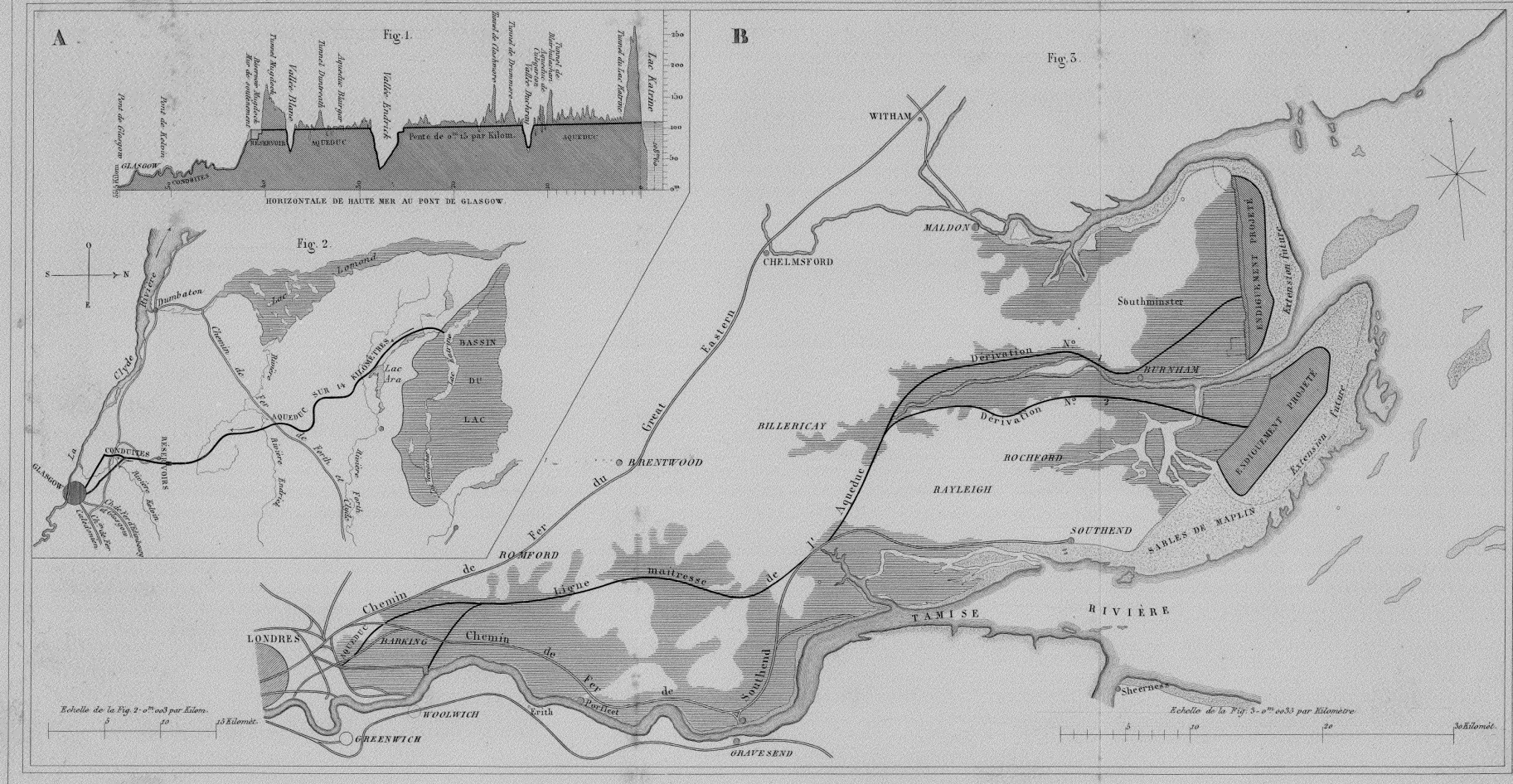
Echelle de grandeur d'exécution

Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38. Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

BAROMÈTRE DIT HOLOSTERIQUE PAR MM. NAUDET, HULOT ET C^IE

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, rue de Lacépède 38. Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

A EAUX DE GLASGOW; DÉRIVATION DU LAC KATRINE – B DISTRIBUTION DES EAUX D'ÉGOUT DE LONDRES; TRACÉ DE L'AQUEDUC ET DES ENDIGUEMENTS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65ᵉ ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Octobre 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BARRESWIL, *au nom du comité des arts chimiques, sur la fabrication de la* BIÈRE DE BAVIÈRE *et sur la brasserie de* M. FÉLIX BOUCHEROT, *à Puteaux* (*Seine*).

Messieurs, la bière, façon Bavière, de la brasserie Peters, appartenant aujourd'hui à M. Boucherot, est renommée à juste titre pour sa saveur qui, excellente, est toujours identique à elle-même, et pour sa conservation relative. Ces qualités tiennent à l'excellente direction de l'établissement de M. Boucherot, dont l'agencement est très-intelligent, et dont la tenue est irréprochable, ainsi que l'ont constaté les délégués du comité des arts chimiques.

Je me propose d'exposer dans ce rapport les diverses phases de la fabrication et de décrire l'outillage employé. J'ai l'espoir que la Société me pardonnera cette description de procédés et de matériel qui lui sont connus, quand je lui aurai dit qu'il est à ma connaissance que des brasseurs bavarois sont venus visiter la brasserie Peters pour la bière de Bavière.

Le premier acte de la fabrication de la bière est la germination des grains.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La brasserie Peters a huit germoirs pour 213 sacs d'orge. L'acte de la germination s'accomplit avec la plus grande régularité par suite de l'attention avec laquelle est réglée la température qui doit être à 10 degrés Réaumur; lorsque le germe intérieur a atteint les deux tiers de la longueur des grains, la germination est complète.

Le séchage du grain germé est une opération délicate. La température varie selon qu'on veut obtenir une bière pâle ou foncée. Dans le premier cas, le thermomètre est maintenu à 55 degrés Réaumur; dans le second, il est poussé à 70. Le renouvellement de l'air se fait très-bien par des cheminées d'appel faciles à régler; l'introduction de l'air froid a lieu par la porte inférieure.

Deux tourailles de 80 mètres suffisent au travail, la dessiccation étant poussée jusqu'au *grain cassant*.

L'orge, germée, séchée, est nettoyée ; on en détache les radicelles (en poids 6 à 7 pour 100 environ), qui sont vendues pour engrais, puis le grain est concassé par le passage dans un laminoir, dont l'un des deux cylindres l'emporte sur l'autre en vitesse.

Les opérations, jusqu'à ce point, sont celles de la brasserie en général ; celles qui suivent caractérisent la brasserie bavaroise.

Tandis que, pour la bière anglaise, on procède par infusion, pour la bière bavaroise on a recours à la macération, qui dure de quatre à six heures, suivant la saison. L'eau est alors froide, c'est-à-dire à sa température propre. Après le temps de la macération, la masse est *vaguée* (remuée) pendant une demi-heure. Cette opération se fait mécaniquement dans des cuves appelées *cuves-matières*, de 4 mètres de diamètre environ. On soutire ensuite la moitié du liquide, qu'on porte à l'ébullition, et on verse de ce liquide chaud dans la cuve en quantité nécessaire pour porter la masse à 47 degrés Réaumur. Après une demi-heure, on soutire encore une partie du liquide, que l'on chauffe, et elle sert à porter la masse à la température de 58 degrés Réaumur. On peut dire que ces soutirages ont conduit à la chaudière et cuit les deux tiers du jus liquide ou *malt*. Cette cuisson du malt reçoit le nom de *Dickmaisch* (cuisson à malt trouble).

La macération achevée, le liquide est définitivement soutiré et envoyé à la chaudière, le résidu du grain ou drêche est mis de côté et vendu pour l'alimentation du bétail.

Chez M. Boucherot, il y a quatre chaudières de 210 hectolitres (pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'ensemble). Ces chaudières sont à double paroi; la vapeur circule entre ces parois, et l'eau de condensation fait retour aux générateurs. Cette disposition est particulière à la brasserie de M. Boucherot.

On ajoute au malt le houblon, 2 kilog. pour 100 kilog. de malt, et on fait bouillir pendant deux heures, après quoi on soutire et l'on envoie au rafraîchissoir. On abaisse ainsi la température jusqu'à + 5 degrés Réaumur.

Les rafraîchissoirs sont des bassins plats, de 7 sur 15 mètres, convenablement aérés par l'air libre; le liquide est sur $0^m,04$ à $0^m,05$ de haut. (M. Boucherot s'étudie en ce moment à obtenir le refroidissement par le froid artificiel, dans le but d'augmenter la durée de sa fabrication.)

Le liquide houblonné refroidi est envoyé aux cuves à fermenter ou *guilloires*; on ajoute 3 ou 4 kilog. de levûre par 1,000 litres, dans ces conditions de basse température.

La fermentation s'établit lentement au bout de vingt-quatre heures.

Ces produits sont, sans doute, différents de ceux de la fermentation rapide, attendu que la levûre s'amasse au fond; *elle ne s'enlève pas*, et c'est là le trait le plus caractéristique de la fabrication bavaroise; l'opération dure de huit à quatorze jours. Pendant l'été, la température est maintenue, pour ainsi dire, constante par l'écoulement de l'eau dans de longs serpentins qui occupent les cuves à fermenter.

M. Boucherot fabrique deux qualités de bière bavaroise : la bière normale, qui est celle dite de conserve; l'autre est la bière jeune. Pour celle-ci, la fabrication est plus accélérée, le houblon est moins abondant, la consommation suivant de près la fabrication; tandis que pour l'autre genre de bière la fabrication est, on l'a vu, très-lente, la richesse en houblon est considérable.

La bière de conserve étant achevée et soutirée est mise en cave. Les caves de M. Boucherot sont situées à Puteaux; comme son établissement, elles sont établies dans un coteau. La circulation des voitures se fait librement dans les caves pour y emmagasiner la bière et pour y opérer les chargements destinés à la consommation. Quatorze galeries de 20 mètres de longueur sur $5^m,50$ de largeur sont établies perpendiculairement à une galerie de service; dans cette galerie, il existe un chemin de fer qui amène les livraisons sur un quai de chargement des voitures. La température des caves est maintenue à 5 ou 6 degrés Réaumur au moyen de deux glacières.

La bière de conserve se maintient très-bien dans ces caves; elle est,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'ailleurs, fabriquée de décembre à mars, pour être conservée de mai à septembre.

A cette température de + 5 degrés la bière bien fabriquée peut se maintenir huit à neuf mois ; à une température de + 8 degrés, elle dure cinq à six mois ; elle fermenterait à + 10 degrés.

La levûre produite par la bière de Bavière est, comme la levûre ordinaire, vendue pour exciter la fermentation soit dans la panification, soit dans la préparation de l'alcool de grains ou de betteraves. Cette levûre diffère un peu de celle qui provient de la préparation de la bière ordinaire ; elle est plus foncée en couleur, ce qui tient à ce que le mode de fermentation a été différent ; on la blanchit par lévigation. Elle est plus amère, en raison de la quantité de houblon employée.

La drêche, ou résidu des grains laissé après la macération, est vendue aux nourrisseurs pour le bétail, ainsi qu'il a été dit.

Voici, en résumé, les produits de l'opération pour 1,000 kilog. de malt et 25 kilog. de houblon (bière de conserve), et 1,000 kilog. de malt et 15 kilog. de houblon (bière jeune).

Ces matières premières produisent :

Bière jeune. . . .	26 hectol. bière. 24 hectol. drêche. 25 kilog. levûre. 60 kilog. germes.
Bière de conserve. .	24 hectol. bière. 24 hectol. drêche. 25 kilog. levûre. 60 kilog. germes.

Les qualités de la bière de la brasserie Peters ont valu à M. Boucherot le succès le plus légitime. La fabrication a progressé de 14,000 à 23,000 hectolitres.

En résumé, l'établissement de M. Boucherot est remarquable par le bel agencement de ses divers services, par la bonne appropriation et le grand confort de son matériel, qui comprend un bon service de pompes, et surtout par l'application des chaudières à double fond avec retour, vers le générateur, de l'eau de condensation, dispositions introduites par M. Boucherot dans la fabrication de la bière, par l'extrême propreté et le soin minutieux qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caractérisent toutes les opérations, par la beauté, la bonne tenue de ses caves. Ces conditions ayant eu pour résultat d'assurer une qualité excellente et constante, et de procurer à la brasserie Peters un développement d'affaires considérable et régulièrement croissant.

Votre comité est heureux de vous exposer la satisfaction que lui a causée la visite du bel établissement de M. Boucherot, et il a l'honneur de vous proposer :

1° De remercier l'auteur de sa communication ;

2° De renvoyer à la commission du *Bulletin* le présent rapport et divers dessins représentant l'établissement de M. Peters.

Signé BARRESWIL, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 *août* 1865.

LÉGENDE DES PLANCHES 348 ET 349 REPRÉSENTANT L'USINE ET LES CAVES A BIÈRE DE M. FÉLIX BOUCHEROT.

Usine pour la fabrication de la bière (*planche* 348) (1).

Fig. 1. Section longitudinale de l'usine suivant la ligne I, II de la figure 2.
Fig. 2. Plan général partiel suivant la ligne III, IV de la figure 1.
Fig. 3. Autre section longitudinale selon la ligne V, VI de la figure 2.
Fig. 4. Section transversale suivant la ligne brisée VII, VIII de la figure 2.
Fig. 5. Coupe verticale d'une cuve-matière.
Fig. 6. Plan de la même.
Fig. 7. Détail, à une plus grande échelle, d'une partie de la cuve-matière.
Fig. 8. Section verticale d'une chaudière.
Fig. 9. Section verticale partielle de la même à une plus grande échelle.
Fig. 10. Coupe verticale d'une cuve à fermenter avec serpentin intérieur.

(1) Les figures de cette planche sont empruntées au *Portefeuille* de M. Armengaud aîné, à qui nous en devons l'obligeante communication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

A, germoirs; au-dessus de ces germoirs se trouvent placés (voir fig. 1) les greniers où l'orge germée est soumise aux différentes opérations du séchage, du nettoyage et du broyage.

B, B, cuves-matières, au nombre de deux, dans lesquelles la masse est vaguée (fig. 3, 4, 5, 6 et 7); nous en donnerons plus loin le détail.

C, C, pompes servant à envoyer le jus dans les chaudières D, après la macération (fig. 3).

D, chaudières pour la cuisson, au nombre de quatre (fig. 3, 4, 8 et 9); elles sont à double paroi pour la circulation de la vapeur, avec tuyau de purge et tuyau de retour aux générateurs.

E, E, bassins de réfrigération pour la bière (fig. 4).

F, cuves *guilloires* (fig. 4).

G, cuves à fermenter (fig. 2, 4 et 10).

H, tonneaux servant à transporter la bière dans les caves situées dans un autre établissement, représenté planche 349.

I, machine à vapeur (fig. 1 et 2).

J, pompe à eau.

K, générateurs de vapeur (fig. 1, 2 et 4).

L, fourneaux des tourailles placés contre la grande cheminée.

Détail d'une cuve-matière, fig. 5, 6 et 7 : M, paroi de la cuve-matière.

N, N, portes grillées, en fer, destinées à briser le mouvement de rotation imprimé au liquide par l'appareil à vaguer.

O, O, palettes de l'appareil à vaguer.

R, roue d'angle donnant le mouvement aux palettes O, O.

R′, pignon d'angle commandant la roue R.

S, poulie de commande, calée sur l'axe du pignon R′, et recevant le mouvement de la machine à vapeur au moyen d'une courroie.

T, débrayage de la courroie de la poulie S.

U, faux fond où circule la vapeur.

V, retour direct de la vapeur dans les générateurs.

W, robinet purgeur.

X, tuyau conduisant les liquides dans un bac de vidange.

Y, robinet à flotteur placé dans la cuve de vidange.

Z, volant de la vis de rappel, qui fait monter et descendre les palettes O; la figure 7 indique, à une plus grande échelle, la disposition de cette vis et le mode d'assemblage des palettes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Caves pour la conservation de la bière (*planche* 349).

L'établissement des caves, situé également à Puteaux, est pratiqué dans le flanc du coteau sur lequel passe l'avenue de Saint-Germain ; il est disposé pour recevoir, par en haut, les bières qui viennent de la fabrique, et pour en permettre la sortie, par en bas, au fur et à mesure des expéditions.

La bière est amenée de l'usine dans des tonneaux de 30 hectolitres, que des chariots viennent déposer sous un hangar; là, on vide ces tonneaux dans les foudres des caves au moyen de tuyaux verticaux placés à demeure. Les foudres sont disposés en trois rangées et gerbés. Chaque cave peut contenir 1,500 hectolitres.

Fig. 1. Section longitudinale des caves et du hangar qui les surmonte.

Fig. 2. Section horizontale passant par la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 3. Section transversale suivant la ligne III, IV de la figure 2.

Fig. 4. Section longitudinale partielle suivant la ligne V, VI de la figure 2.

A, caves inférieures.

B, cave supérieure disposée perpendiculairement aux trois premières caves inférieures de droite.

Les trois premières caves, avec la cave supérieure, servent pour emmagasiner la bière jeune, fabriquée du 1er octobre à fin avril, et vendue au bout d'un mois à six semaines. Les autres caves servent à la conservation de la bière dont la fabrication a lieu de décembre à fin mars, et qu'on vend pendant l'été.

C, grande glacière d'une capacité de 400 mètres cubes.

D, D, petites glacières de 100 mètres cubes.

E, hangar sous lequel arrivent les tonneaux de bière envoyés de l'usine pour être vidés dans les caves.

F, tuyaux verticaux servant à vider la bière dans les foudres.

G, escalier de service conduisant de la cour supérieure aux caves.

H, galerie de service avec chemin de fer pour amener, sur le quai de chargement, la bière qu'on doit expédier. Des portes sont ménagées de distance en distance dans cette galerie, avec d'épais rideaux de toile, pour empêcher la chaleur de pénétrer dans les caves.

J, quai et remise couverte où viennent se ranger les voitures sur lesquelles on charge la bière.

K, maison d'habitation.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ENGRAIS.

RAPPORT ADRESSÉ, AU NOM DE LA COMMISSION DES ENGRAIS, A SON EXCELLENCE M. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS, PAR M. DUMAS, SÉNATEUR, VICE-PRÉSIDENT DE LA COMMISSION (1).

« Les plaintes persévérantes de quelques-unes de nos populations agricoles, au sujet des fraudes commises dans le commerce des engrais, ont fixé, de nouveau, l'attention du Gouvernement ; l'intérêt public était invoqué désormais ; ce n'étaient pas seulement les profits des cultivateurs qu'il s'agissait de sauvegarder, mais la richesse même du pays, menacée par des manœuvres qui, après avoir trompé d'abord les espérances du fermier, appauvriraient la terre à la longue et affecteraient ainsi, pour toujours, la production générale de la France.

« Le Gouvernement impérial avait d'abord à rechercher quelles étaient, en effet,

(1) Cette Commission est ainsi composée :

Son Exc. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *président* ;

MM. DUMAS, sénateur, membre de l'Institut, *vice-président* ;
BEAUMONT (Élie DE), sénateur, membre de l'Institut ;
JOSSEAU, député au Corps législatif ;
HEURTIER, conseiller d'État ;
LESTIBOUDOIS, conseiller d'État ;
BAYLE-MOUILLARD, conseiller à la Cour de cassation ;
RAYNAL (DE), premier avocat général à la Cour de cassation ;
BOUSSINGAULT, membre de l'Institut ;
DAILLY, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture de France ;
VALETTE, propriétaire dans l'Indre ;
MONNY DE MORNAY (DE), directeur de l'agriculture ;
TISSERAND, chef de la division des établissements agricoles de la Couronne ;
BELLA, directeur de l'École impériale d'agriculture de Grignon ;
HERVÉ MANGON, ingénieur, professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'École impériale des ponts et chaussées ;
A. SIMONS, chef du cabinet du Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *secrétaire*, ayant voix consultative ;
PORLIER, chef de bureau au Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *secrétaire*, ayant voix consultative.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'étendue et l'importance du dommage; il avait, le cas échéant, à préparer les moyens d'y porter remède ; et il était indispensable de peser les graves difficultés qui l'attendaient alors. Pourrait-il consacrer et généraliser l'emploi des mesures préventives, dont on a fait l'essai pendant plusieurs années dans quelques départements et qu'il appartient surtout à l'intérêt particulier de mettre en mouvement? Devrait-il se borner, au contraire, à demander à la loi un système de mesures répressives, qui respecterait la liberté du commerce, tout en permettant d'atteindre la fraude et de la punir ?

« Votre Excellence a pensé que le Gouvernement avait besoin de recourir aux lumières d'hommes spéciaux pour l'examen sérieux de ces questions, et, sur sa proposition, Sa Majesté a daigné confier le soin de les étudier à la Commission qui vient, après un long examen, vous présenter son rapport.

« Sa Majesté, prenant en considération l'extrême importance du sujet, avait voulu, dans sa sollicitude pour les intérêts agricoles de la France, que le champ des investigations de la Commission fût élargi, et qu'embrassant la question dans toute son étendue elle fît connaître les mesures propres à favoriser la production ou la conservation des engrais, et à les mettre libéralement à la disposition des cultivateurs.

« La Commission, pour répondre d'une manière plus sûre et plus pratique aux intentions de l'Empereur, a jugé nécessaire d'ouvrir une enquête et d'entendre les agriculteurs, les fabricants d'engrais, les ingénieurs, les savants, tous ceux, en un mot, qui, par leurs occupations journalières, leurs travaux ou leurs études, promettaient d'apporter sur ces intérêts complexes des lumières nouvelles, ou de signaler les besoins sérieux et respectables qui leur sont unis. Elle a l'honneur de présenter à Votre Excellence le résumé de l'enquête et l'expression de son opinion sur les sujets que le Gouvernement a confiés à son appréciation.

« Deux circonstances ont particulièrement appelé son attention.

« En premier lieu, les agriculteurs, qu'elle avait convoqués pour lui faire connaître les besoins des contrées où leurs exploitations se trouvent placées, se sont montrés praticiens consommés, observateurs exacts et même théoriciens judicieux. L'éducation agricole de la France a donc réalisé, depuis vingt ans, des progrès extraordinaires. Tout y a contribué, et, en première ligne, la confiance, le calme et la sécurité rendus au pays ; mais il est permis, néanmoins, d'attribuer aux concours régionaux et aux comices une part sérieuse dans cet heureux mouvement. Notre devoir était de vous le signaler, Monsieur le Ministre, et de vous dire que, si l'industrie des manufactures a obtenu, pendant la première moitié du siècle, une préférence parfois exagérée de la part des capitaux et des esprits actifs, l'industrie de la terre est en progrès ; les capitaux s'en éloignent moins, et les hommes qui s'y consacrent peuvent réclamer une place parmi les plus éclairés.

« C'est ainsi, second point digne aussi de toute votre attention, que des opinions qui avaient, autrefois, leurré l'agriculture de promesses aussi vaines que le mouvement perpétuel, n'ont plus résisté à l'examen sévère et patient de cette génération d'agricul-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs sérieux, appelée à témoigner devant nous. Aucun d'eux n'estime que la terre soit inépuisable dans sa fécondité; que, pour en tirer des récoltes toujours abondantes, il suffise d'un choix heureux dans la succession des assolements ; qu'il y ait, pour le sol, des plantes épuisantes et des plantes réparatrices. Tous ont compris qu'à chaque récolte exportée, sous forme de racines, de fourrages, de grains ou de bétail, la terre a perdu quelques-uns de ses éléments et qu'il faut les lui restituer tôt ou tard ; que, si l'éternelle fécondité de l'Égypte s'explique par l'action annuelle des inondations du Nil, qui en couvrent les terres de leur limon, il faut imiter l'exemple que nous donne cette contrée favorisée, et répandre aussi, chaque année, sur le domaine l'équivalent de ce limon.

« L'homme doit rendre à la terre tout ce qu'il en a reçu ; c'est une loi de la nature ; la statique chimique des êtres organisés nous l'apprend. Les villes, où viennent se consommer une grande partie des produits de l'agriculture, constituent donc, par leurs immondices de tout genre, la première des ressources pour cette réparation. Maintenir, au moyen de sages mesures de police, ainsi que la ville de Paris espère y parvenir, ces rapports de services réciproques entre les villes et les campagnes, entre les campagnes et les villes, c'est garantir la durée des nations, qui s'affaiblissent quand le sol s'épuise, qui se fortifient lorsque, réparé sans cesse, il fournit à la population une nourriture généreuse.

« Mais cela ne suffit pas, et un complément dans la production des engrais est nécessaire ; car il ne faut pas compter qu'on puisse parvenir jamais à régler ce retour vers le sol des débris et des restes de la vie, de manière à ne rien en perdre dans le circuit.

« L'eau des pluies lave la surface des terres ; les rivières et les fleuves emportent les matières dissoutes ou entraînées par elle ; la mer les reçoit ; elles seraient donc perdues pour les besoins de l'homme, si les plantes et les animaux de la mer ne se chargeaient de les recueillir et de les offrir de nouveau à l'industrie humaine, concentrées sous un petit volume. Les fucus, les algues, les débris de poissons, les coquillages, les eaux mères des marais salants, toutes ces substances, que l'agriculteur emploie ou qu'il revendique à titre d'engrais, constituent ce premier complément de la restitution nécessaire au sol ; c'est là que se retrouveraient, en effet, ces éléments fertilisants que les approvisionnements des villes lui ont soustraits et que la récolte de leurs immondices n'a pas su conserver.

« La géologie, de son côté, signale des dépôts organiques modernes, tels que le guano ; des débris fossiles phosphatés, concrétés en nodules ; des masses minérales indépendantes de la vie, telles que les phosphates de chaux de l'Estramadure ; sources diverses, auxquelles l'agriculture pourra recourir longtemps encore, pour restituer le phosphore au sol, celui de ses éléments dont l'absence se fait le plus vite et le plus durement sentir.

« La chimie, enfin, est appelée à intervenir d'une manière sérieuse dans la solution

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de cet important problème et à divers titres : 1° pour régler la manipulation des immondices des villes, rendre facile la concentration de leurs principes fertilisants et éloigner toute cause d'insalubrité de ces amas et des opérations que leur exploitation exige ; 2° pour débarrasser les engrais de mer, organiques ou minéraux, de leurs parties inutiles, et permettre ainsi leur transport à des distances éloignées des rivages qui les fournissent ; 3° pour désagréger les engrais fossiles ou minéraux, concentrer leurs principes utiles et leur assigner ainsi toute leur valeur.

« Mais la chimie ne se borne pas à recueillir, épurer, enrichir les engrais que la ferme, les habitations ou les villes, ceux que la terre et les mers mettent à notre disposition ; elle va plus loin. S'il ne lui est pas permis de créer des éléments et de produire de toutes pièces les phosphates ou les sels de potasse que l'agriculture réclame, elle parvient du moins, par de simples transformations, à fabriquer les sels ammoniacaux ou les nitrates dont elle tire profit. Les premiers de ces sels, résidus de quelques-unes des opérations de la chimie industrielle moderne, et particulièrement de la production du gaz de l'éclairage, sont entrés, largement déjà, dans la fabrication des engrais artificiels, sous forme de sulfate brut d'ammoniaque.

« Ainsi, la chimie a démontré que la ferme est une usine comparable à toutes les autres, où rien ne se perd, où rien ne se crée ; elle a dressé l'exact inventaire de ses exportations et de ses besoins de réparation. Le moment n'est-il pas venu d'éclairer les municipalités et les fermiers, d'assurer ainsi le retour vers le sol des ressources qui lui sont nécessaires, et de mettre, dans toute leur étendue, à la disposition de l'agriculture ces engrais artificiels spéciaux, purs et concentrés, qu'elle réclame, et pour la fabrication desquels les immondices des villes fournissent le principal élément ?

« Tel doit être désormais le but des efforts réunis des administrateurs du pays, des praticiens et des savants. Isolés, leur action resterait inefficace ; réunis dans une pensée commune, ils peuvent en assurer le succès. L'enquête, dont nous allons rendr compte, met en évidence l'utilité et l'urgence de ce concert; elle précise les questions à résoudre, et, si elle montre les difficultés que présentent celles-ci, elle signale aussi les moyens pratiques qui s'offrent déjà pour les écarter.

« Elle autorise à affirmer que l'expérience des fermiers, d'accord avec les théories de la science, reconnaît enfin, sans contestation, que toute agriculture qui ne reconstitue pas le sol est dévastatrice, et que toute population urbaine qui perd ses immondices prépare son suicide. »

Insuffisance de la production des engrais.

« L'insuffisance de la production actuelle des engrais de ferme, comparée aux besoins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de notre agriculture, est constatée dans toutes les déclarations des cultivateurs appelés devant la Commission.

« Les conditions nouvelles, faites à l'industrie agricole, lui imposent une culture intensive, des progrès incessants, et c'est, avant tout, aux engrais de toute nature qu'elle doit demander les moyens d'obtenir l'accroissement de ses récoltes en quantité et en qualité.

« Les renseignements précis, fournis par les agriculteurs les plus éminents des diverses parties de la France, confirment, par la pratique la plus étendue, ce principe de la statique chimique : la terre ne se suffit pas, dès qu'on veut en augmenter les produits par une culture perfectionnée, et il est nécessaire de lui fournir alors des engrais pris hors du domaine. Le fermier élève ainsi la valeur du sol ; il tire meilleur parti des semences qu'il lui confie et de la main-d'œuvre qu'il met en mouvement. A la suppression des jachères franches, répond la nécessité de l'intervention des engrais importés, c'est-à-dire la nécessité d'assurer à la végétation, chaque année, le libre emploi des principes que la terre mettait lentement à sa disposition, soit en agissant comme nitrière, soit parce que le temps amenait la désagrégation des petites parcelles minérales dont le sol est formé et où se trouvent cachés quelques-uns des éléments indispensables des plantes.

« La production plus active des engrais naturels, la création plus abondante des engrais factices, l'abaissement de prix de tous les engrais, voilà donc où tendent les espérances de l'agriculture, comme à la source certaine de cette amélioration des fruits de la terre, vers laquelle le Gouvernement dirige ses efforts.

« On ne pourrait pas citer une seule contrée en France qui ait des excédants en engrais ; presque toutes en manquent. Celles qui en exportent se débarrassent des engrais spéciaux que leur sol ne réclame pas ; mais elles n'en ont pas moins besoin d'engrais d'une autre nature. C'est ainsi que le département du Nord exporte ses noirs en Bretagne, son sol étant riche en phosphates, et qu'il importe ou retient les engrais azotés.

« La diminution du prix des engrais naturels, qui pourrait résulter de leur abondance, n'est donc point à espérer. La consommation et, par suite, la production des engrais artificiels resteront circonscrites d'ailleurs et limitées elles-mêmes, jusqu'à ce que le cultivateur qui les achète soit tout à fait convaincu qu'il peut s'en servir avec confiance et que les promesses des marchands qui les vendent seront réalisées. Mais qu'on lui donne cette certitude, et le commerce des engrais artificiels prendra un essor dont personne ne saurait aujourd'hui apprécier la portée, et dont on peut se faire une idée, cependant, si l'on constate qu'en ce moment le prix de l'engrais entre pour un tiers presque dans le prix du blé ; que de ce chef seul les dépenses en engrais de l'agriculture française atteignent un demi-milliard par an, et que si, par l'emploi d'un engrais plus riche ou plus abondant, il était permis au fermier d'accroître sa production

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un quart ou d'un cinquième, sans élever sensiblement ses déboursés, on aurait assuré, à la fois, la prospérité des campagnes et la subsistance des villes.

« Dans les cultures les plus perfectionnées, le prix de l'engrais entre encore pour 5 francs dans le prix de l'hectolitre de blé, pour 5 francs dans celui de la tonne de betteraves et pour 10 centimes dans le prix du kilogramme de viande. Comment s'étonner qu'en Angleterre on mesure l'estime qu'une contrée agricole mérite à la dose d'engrais complémentaire, artificielle, que reçoivent ses champs ?

« Comment regarder d'un œil indifférent la rareté des engrais ou leur falsification ? »

Fraudes sur les engrais.

« La question des fraudes a donc toujours été posée la première aux personnes entendues dans l'enquête. L'existence de ces fraudes n'a été mise en doute par aucune d'elles; presque toutes ont signalé des actes de déloyauté commis, à leur connaissance personnelle, par des marchands d'engrais au détriment des cultivateurs. On a signalé, même, certaines occasions, où la fabrication la plus normale, en apparence, couvre de tristes pratiques ; on a désigné les intermédiaires, petits marchands sédentaires ou nomades, qui se font les agents ordinaires de la fraude, de complicité avec le fabricant ou pour leur propre compte.

« Les cultivateurs et les chimistes des départements de l'ouest, mieux placés pour étudier les manœuvres déloyales que l'on signale, ont révélé les circonstances qui en facilitent l'exécution. Les petits cultivateurs manquent de crédit pour l'achat des engrais, des semences, des animaux et des instruments qui leur sont nécessaires ; ils s'adressent, pour les obtenir directement ou pour se procurer l'argent qu'exige leur acquisition, à de petits marchands de noir, qui leur font ces avances à gros intérêts ; devenus ainsi les banquiers des cultivateurs, ceux-ci opèrent, à leur égard, comme le ferait une banque d'échange ; les cultivateurs livrent des grains, des bois, etc. ; les marchands donnent, en retour, des noirs frelatés et bénéficient largement des deux côtés. Une fois que le cultivateur est endetté, nous-a-t-on dit, le marchand le tient et en fait ce qu'il veut.

« Le commerce de ces engrais, avili par la fraude, est donc une conséquence de l'embarras des cultivateurs, et, comme il a pour résultat de l'accroître ou du moins de le prolonger, cette situation doit se perpétuer et s'aggraver, si on n'y porte remède.

« Un seul des déposants, vérificateur officiel d'engrais, affirmait que les producteurs d'engrais étaient eux-mêmes les fraudeurs. Toutefois, les livraisons dont ce chimiste s'était occupé ne provenaient pas du lieu de production, mais de ces marchands en gros qui, sans pratiquer une fraude directe, font, à la demande et pour le compte des petits marchands, les manipulations à l'aide desquelles ceux-ci trompent leurs clients;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son opinion n'est donc pas contradictoire, en fait, avec celle de la plupart des déposants, qui s'est montrée favorable, il faut le dire, aux fabricants d'engrais.

« La Commission a constaté avec une satisfaction sincère que les importateurs et les fabricants d'engrais, qui exercent cette industrie sur une grande échelle, portent dans leurs transactions une parfaite loyauté. Ceux d'entre eux qui ont été entendus dans l'enquête regrettent de se voir obligés de faire passer leurs produits par les mains des intermédiaires et de ne pouvoir traiter directement avec le cultivateur ; ils sollicitent des dispositions pénales plus précises, mieux définies, propres à donner entière sécurité aux transactions en matière d'engrais et à restituer à ce commerce une moralité que la concurrence des fraudeurs tendrait à lui enlever pour toujours.

« Les grands cultivateurs ont exprimé une opinion semblable ; tous ceux qui ont déposé devant la Commission ont rendu hautement justice à la probité des consignataires du guano péruvien, comme à celle des fabricants d'engrais en gros. Ce qu'ils réclament, c'est une définition légale de la fraude, meilleure et capable de supprimer, enfin, les tromperies des intermédiaires, sur qui ils font porter tout le poids des désordres dont l'agriculture se plaint.

« Cette modification de la loi devrait s'étendre non-seulement aux tromperies, mais encore aux tentatives de tromperie. Si ces tentatives constituaient un délit, leur répression pourrait fournir, en effet, au ministère public le moyen d'exercer des poursuites d'office, soit qu'il fût armé par la loi du droit de recourir à la fois à des mesures préventives et à des mesures répressives, soit que ces dernières seules fussent édictées dans la loi nouvelle.

« Les fraudes pratiquées sur les engrais s'étendent, d'ailleurs, à la nature, à l'origine, à la qualité, à la composition et à la quantité des substances vendues ; aucune des matières fertilisantes n'échappe à leur action malfaisante ; les fumiers ordinaires eux-mêmes et les vidanges n'ont pu s'y soustraire. »

Insuffisance de la loi.

« L'insuffisance de la loi pour réprimer d'aussi graves désordres a été solennellement constatée par quatre arrêts de la Cour suprême.

« En effet, par un arrêt en date du 1er juillet 1859, la Cour de cassation, s'appuyant sur les dispositions de l'article 3 du Code pénal, ainsi conçu : « Les tentatives de délits « ne sont considérés comme délits que dans les cas déterminés par une disposition « spéciale de la loi, » a décidé que le fait de la mise en vente d'une denrée sous une indication destinée à tromper les acheteurs sur sa nature n'était pas justiciable de l'article 423 du Code pénal ni de la loi du 27 mars 1851.

« Un autre arrêt du 30 décembre 1859, rendu par la même Cour, décide, en outre,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« que la tromperie à l'aide d'une marque contenant de fausses indications n'est pas « atteinte par la loi du 23 juin 1857, lorsqu'elle porte sur la qualité du produit et non « sur sa nature ; qu'on doit considérer comme tromperie sur la nature celle qui porte « sur l'essence même ou l'identité de la marchandise, et l'altération qui a eu pour « résultat de rendre celle-ci impropre à sa destination, et non point les tromperies ou « altérations qui se sont bornées à en affaiblir les propriétés. »

« Dans un troisième arrêt en date du 22 février 1861, la Cour suprême décide encore « qu'il y a tromperie sur la nature, et non pas seulement sur la qualité de la « chose vendue, dans le fait d'avoir, au moyen d'une mixtion frauduleuse, tellement « altéré cette chose, que sa nature première ait disparu ou qu'elle ait été rendue « impropre à l'usage auquel elle était destinée. » La Cour s'était déjà prononcée dans le même sens par ses arrêts des 27 août 1858, 3, 10 février et 3 décembre 1859.

« Enfin un arrêt du 23 août 1861 détermine « que l'addition frauduleuse d'une « certaine quantité de matières inertes à un engrais constitue une tromperie sur la « quantité de la chose vendue, et non plus seulement une tromperie sur la qualité, « qui ne tombe, ajoute la Cour, sous l'application d'aucune loi pénale. »

« Cette dernière décision a semblé, aux yeux de quelques membres de la Commission, présenter un retour vers des doctrines opposées à celles qui avaient dicté les premiers arrêts de la Cour suprême, dont l'équité, blessée du silence de la loi, aurait cherché dans les dispositions pénales une arme à opposer à la fraude; ainsi s'expliqueraient les termes suivants de l'un des considérants de l'arrêt du 23 août 1861 :

« Que le vendeur peut, en effet, tromper l'acheteur sur la quantité de la marchan- « dise, sans agir sur l'instrument du pesage ou du mesurage, puisqu'il atteint frauduleusement le même but, soit en donnant à la marchandise un volume qu'elle n'a pas « naturellement, soit en y introduisant des substances inertes et sans valeur. »

« La différence de doctrine que l'on remarque entre les premiers arrêts et le dernier apparaît en ce que la Cour déclare punissable l'action d'introduire dans l'engrais une certaine quantité de matière inerte, sans faire intervenir cette condition, que la marchandise en ait été rendue impropre à sa destination. Mais la fraude qui consiste à livrer des marchandises renfermant, sans addition de matières infertiles, des éléments fertilisants en quantité insuffisante, celle qui porte sur une fausse déclaration d'origine, celle qui consiste à énoncer une composition mensongère, échapperont encore à l'action de la justice.

« D'ailleurs, une nouvelle variation dans la jurisprudence ne pourrait-elle pas se produire et l'impunité ne se trouverait-elle pas de nouveau assurée aux fraudeurs de toutes sortes ? N'y a-t-il pas urgence, conséquemment, à insérer dans la loi des dispositions mieux définies ? »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comparaison des effets produits par les moyens préventifs et par les moyens répressifs.

« Deux systèmes sont en présence à l'égard des moyens à adopter contre les fraudes ; ils exigent, l'un et l'autre, l'intervention du législateur.

« Certains déposants se sont montrés partisans des mesures préventives ; mais ils demandent, en outre, à la loi une définition plus claire et plus large du caractère constitutif de la fraude, qui permettrait d'atteindre, à la fois, les tromperies de toute nature et les tentatives de tromperie elles-mêmes.

« D'autres pensent que ces dernières dispositions constituent de véritables mesures répressives, qui seraient suffisantes.

« Les premiers déposants invoquent surtout, à l'appui de leur opinion, les résultats obtenus dans un certain nombre de départements par l'application des arrêtés préfectoraux, encore en vigueur, il y a peu de temps, instituant des vérifications préalables, nommant des inspecteurs, et obligeant les marchands d'engrais à apposer, sur les substances mises en vente, des écriteaux indiquant leur composition chimique, qualitative ou quantitative.

« Les partisans des mesures simplement répressives contestent l'efficacité des moyens sanctionnés par les arrêtés dont il s'agit.

« Sans s'occuper de la valeur légale de ces actes, que les arrêts de la Cour de cassation, en date des 28 août 1862 et 6 novembre 1863, ont, d'ailleurs, nettement déterminée, la Commission a voulu se rendre compte de leur efficacité, seule question qui fût soumise à ses appréciations, et dont personne ne contestait l'intérêt sérieux. Elle a interrogé sur ce point les agriculteurs, chimistes et fabricants d'engrais des départements de l'ouest, partie de la France où la réglementation a joué le plus grand rôle ; les opinions se sont partagées.

« Quatre déposants, trois chimistes vérificateurs officiels et un fabricant d'engrais, ont déclaré que les arrêtés rendus dans la Loire-Inférieure, les 6 avril 1850, 9 mai 1851 et 5 juin 1853, avaient été fort utiles ; qu'ils avaient empêché le développement des fraudes et qu'ils en avaient réduit le nombre, sans les faire disparaître toutefois. Les inspections auraient produit d'heureux résultats, non-seulement par le fait des visites, mais aussi par la menace qui pesait incessamment sur les fraudeurs et qui les empêchait de préparer d'avance des mélanges punissables.

« Ces déposants ne contestent pas, cependant, que les marchands en gros, sans faire, à l'avance, ces mélanges frauduleux, avaient en permanence, dans leurs magasins, les matières nécessaires pour les opérer, au compte et sur la demande des petits marchands, leurs acheteurs directs. Abrités sous la vérification officielle, ces négociants facilitaient ainsi la tromperie, et, loyaux dans leurs transactions personnelles, ils n'en devenaient pas moins les agents complaisants ou plutôt les détestables complices d'une fraude rendue presque insaisissable par son instantanéité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Les arrêtés préfectoraux, à leur avis, avaient produit d'excellents effets, tant que les tribunaux, persuadés de leur légalité, en avaient maintenu les dispositions avec vigueur ; mais, lorsque des doutes sur cette légalité s'étant fait jour, l'hésitation s'était introduite dans les parquets, l'Administration départementale, à son tour, avait cru devoir user de ménagements, et les fraudeurs avaient avidement profité de cette nouvelle situation.

« Ces déposants ont conclu en affirmant que du maintien et de la consolidation légale de ces arrêtés dépend le retour sérieux vers la sincérité des transactions.

« Deux autres déposants, deux cultivateurs, ont fait des déclarations entièrement opposées : les arrêtés précités n'auraient, à aucune époque, entravé la fraude; celle-ci, au contraire, gagnant chaque jour en expérience, se serait exercée aussi largement au moins, sous le régime de la réglementation, qu'avant leur publication.

« Le système consacré par ces arrêtés a été combattu, d'ailleurs, par d'autres déposants, fabricants d'engrais ou économistes, parce qu'il exige la création de laboratoires d'essais, dont la multiplicité et la position entraîneraient des inconvénients; parce que le besoin de ces vérifications est local et qu'il ne motiverait pas une organisation générale.

« En résumé, disent ces déposants :

« 1° Ces mesures n'ont reçu et ne pourront recevoir d'application que dans un nombre assez restreint de départements, à raison de la spécialité de leur objet.

« 2° Qui supportera les frais d'analyse ? Les marchands y consentiront sans doute, lorsqu'il s'agira de titrer leurs engrais avant la vente ; mais, après la vente, ils refuseront toute contribution pour cet objet. Les petits cultivateurs, acheteurs les plus nombreux, consentiront-ils à ajouter ces frais à leur prix d'acquisition ? On ne le pense pas ; le budget départemental devra donc supporter la charge, ce que les Conseils généraux n'accepteront pas toujours.

« 3° Il faudra multiplier les laboratoires, les mettre à la portée des cultivateurs, les installer dans les chefs-lieux d'arrondissement, par exemple. Mais, si on rencontre dans les grands centres des hommes que leur science et leur honorabilité mettent à l'abri de toute critique, sera-t-on aussi heureux lorsqu'on descendra aux praticiens des villes moins étendues ? La probité n'est pas rare en France, mais les connaissances nécessaires se rencontreront-elles toujours ? Le contraire ne peut-il pas être affirmé, et la loyauté des marchands honnêtes, ainsi que la confiance des cultivateurs, n'aura-t-elle pas à en souffrir ? Ne vaut-il pas mieux se passer d'analyse qu'avoir une analyse fausse ?

« 4° Le choix des agents de vérification ne fera-t-il pas peser sur le Gouvernement ou sur les autorités locales une responsabilité sérieuse ?

« 5° Enfin, un chimiste pense que, dans certains cas, loin de prévenir la fraude, les analyses préalables à la vente peuvent la favoriser ; il suffit qu'elles soient faites sur des matières amenées à l'état sec. Dès que les fraudeurs sont en possession du certificat

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

délivré par le vérificateur officiel, ils ajoutent de l'eau à l'engrais et en augmentent ainsi le poids. La marchandise, sans avoir été altérée dans ses éléments constitutifs, ne représente pourtant plus, à beaucoup près, la même valeur fertilisante, sous le même poids et pour le même prix.

« Le vérificateur devient ainsi, entre les mains des marchands déloyaux, un instrument de fraude d'autant plus dangereux que la tromperie s'effectue sous la garantie de l'Administration elle-même.

« Ces derniers déposants repoussent donc l'organisation administrative des laboratoires d'essais pour les engrais et le système des vérifications officielles.

« La Commission a cherché des éléments d'appréciation sur cette question dans les délibérations prises, pendant les sessions de **1857, 1859, 1862, 1863** et **1864**, par le Conseil général de la Loire-Inférieure. Cette assemblée, il faut en convenir, n'a cessé de demander au législateur d'édicter des mesures plus sévères et mieux définies, pour mettre un terme aux fraudes nombreuses qui lui étaient signalées dans le commerce des engrais. Cependant, depuis **1850** jusqu'à la fin de l'année **1863**, ce commerce était placé sous le régime de la réglementation préfectorale, dont ces plaintes semblent accuser l'insuffisance.

« De l'ensemble des déclarations précitées et de l'examen des délibérations du Conseil général de la Loire-Inférieure, il résulterait donc que les mesures préventives, édictées par les arrêtés préfectoraux, n'auraient pas eu toute l'efficacité qu'on en avait espérée; que, si ces arrêtés avaient réduit le nombre des fraudes, leur action paraissait avoir été impuissante pour les supprimer ou même pour les rendre supportables.

« D'autres mesures préventives ont été signalées à la Commission, comme étant susceptibles d'un utile emploi.

« Laissant de côté les déclarations préalables à la vente des engrais et les vérifications officielles, quelques chimistes ou cultivateurs ont émis l'opinion que l'on pourrait obliger, du moins, les marchands à étiqueter leurs engrais, c'est-à-dire à en indiquer la composition, quant au titre des éléments utiles. Dans le même ordre d'idées, un économiste voudrait que les fabricants et les marchands d'engrais fussent amenés à adopter une marque qui s'appliquerait sur chacun des récipients, sacs, enveloppes, caisses ou fûts renfermant les engrais vendus. Cette marque indiquerait le titre de la substance.

« Pour les premiers, le titrage commercial devrait donc être obligatoire ; pour ce dernier, il demeurerait facultatif.

« Mais d'autres chimistes, des fabricants d'engrais et les consignataires du guano péruvien repoussent l'emploi de ce moyen. Les fabricants d'engrais, de leur côté, demandent à conserver le secret de leur fabrication ; ils objectent, d'ailleurs, que l'énonciation de la composition quantitative offre des difficultés graves :

« **1°** Les engrais artificiels, disent-ils, ne peuvent pas être homogènes, à cause de la variété extrême des matières brutes employées à leur préparation et de l'impossibi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lité de leur faire subir des manipulations ou brassages qui en élèveraient le prix ; il y a donc incertitude inévitable dans le dosage.

« 2° Le guano lui-même, suivant qu'il provient de couches plus ou moins rapprochées de la surface des dépôts naturels qui le fournissent, présente, quant au dosage de l'azote, des écarts variant de 9 à 18 p. 100, et il n'est pas rare de rencontrer dans le même sac, c'est-à-dire pour une quantité de 100 kilogrammes, des différences très-notables dans ce même dosage.

« 3° Les masses d'engrais, préparées pour la vente, entrent en fermentation, sous l'influence de l'air et de la chaleur de l'été, et peuvent perdre ainsi une partie de leurs éléments constitutifs, notamment de l'azote, perte qui varie avec la durée de leur séjour à l'air.

« Le titrage n'aurait donc pas, à leur avis, le caractère de sûreté désirable, et son application obligatoire pourrait exposer le marchand loyal à être atteint comme fraudeur.

« La Commission n'a pas accepté, sans contrôle, les assertions qui précèdent. Elle a trouvé qu'elles seraient fondées si on se bornait à les appliquer au fumier et aux engrais qui n'ont été l'objet d'aucune manipulation : tels sont le guano, le noir animal, les débris de poissons torréfiés, etc. Le titrage de telles matières serait sans objet et pourrait susciter des entraves fâcheuses dans la marche d'un commerce qu'il convient de laisser libre de toute difficulté. Mais elle a cru interpréter la pensée d'un grand nombre de déposants, en admettant que, s'il s'agit de produits vendus au titre et que si les produits livrés ne sont pas conformes aux annonces des marchands, ceux-ci tombent sous le coup de la loi. En effet, si toutes les difficultés, dont on argumente pour établir qu'il est impossible de titrer une livraison d'engrais, sont réelles, comment le marchand peut-il offrir loyalement à l'agriculture des engrais titrés ?

« D'ailleurs, il ne s'agit point de rendre le titrage obligatoire, mais d'exiger que les marchands d'engrais qui veulent les vendre au titre se conforment à leurs engagements envers les cultivateurs. Il ne faut pas confondre les deux situations ; le marchand qui sera sûr de son titre l'annoncera sans crainte ; celui qui ne pourra point en répondre aimera mieux invoquer d'autres motifs moins précis à la confiance de l'acheteur, et ce dernier saura qu'avec l'un il lui reste un recours en cas de mécompte, qu'avec l'autre il n'aurait point.

« Le facturage obligatoire, avec indication de la richesse des engrais, a rencontré même des adhérents sérieux parmi les cultivateurs entendus dans l'enquête, attendu que le marchand créerait ainsi un titre, qui, en cas de doute ou de litige, donnerait une base certaine aux opérations des experts commis par les tribunaux. La Commission n'a pas cru nécessaire d'aller jusque-là.

« Enfin, un fabricant d'engrais a demandé que les manufactures d'engrais fussent soumises à des inspections confiées à des agents du Gouvernement, qui signaleraient dans des rapports spéciaux toutes les manœuvres frauduleuses qu'ils auraient consta-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tées. Mais, dépourvues de sanction pénale, ces inspections demeureraient vaines; elles entraîneraient pour l'Administration, d'ailleurs, une responsabilité semblable à celle que la nomination des vérificateurs officiels ferait peser sur elle.

« Quant à la valeur des mesures préventives en général, un économiste et quelques praticiens déclarent que, ne pouvant tout prévoir, la réglementation reste nécessairement une œuvre insuffisante, qu'il faut sans cesse reviser ; qu'elle entrave les procédés de la fabrication ; qu'elle met obstacle au progrès et à la concurrence, c'est-à-dire à l'amélioration et à l'abaissement du prix ; qu'enfin elle crée des surveillances, des vérifications, des contrôles, qui ne peuvent être pratiqués qu'au moyen d'un personnel d'agents dont l'action tarde rarement à devenir abusive, partiale, tracassière, au détriment, à la fois, des producteurs et des consommateurs.

« Les mesures préventives sont donc considérées par la plupart des déposants comme des moyens d'une efficacité incertaine; les uns les envisageant au point de vue des doctrines économiques ; les autres, au point de vue pratique de l'expérience qui en a été tentée.

« Les mesures répressives ont rencontré beaucoup plus d'adhérents. Les partisans des moyens préventifs, eux-mêmes, déclarent que la loi devrait être modifiée, en vue de permettre à l'action de la justice d'atteindre, sans exception, toutes les fraudes constatées par les vérifications, ou antérieures ou postérieures à la mise en vente et à la vente des engrais. Une bonne définition de la fraude, énoncée dans la loi, placera, disent-ils, les marchands déloyaux sous le coup de sévérités qui, pouvant ruiner leur fortune et leur crédit, les détermineront à abandonner leur commerce ou à renoncer à leurs pratiques déshonnêtes.

« Enfin, un déposant a soutenu, même, qu'il était inutile de modifier la loi, le marchand fraudeur étant toujours puni par la perte certaine de sa clientèle. On a répondu que ce résultat, très-douteux par suite des relations compliquées qui se nouent entre les petits marchands et les petits cultivateurs et par la facilité qu'ont les marchands d'exploiter diverses contrées tour à tour, constituerait, au point de vue de l'intérêt social, une pénalité insuffisante.

« La tromperie est un délit qui exige une double réparation, civile et pénale. La première pourrait être obtenue par la résiliation du marché, la restitution du prix de la vente, l'allocation de dommages-intérêts et la perte de la clientèle; mais, est-ce là une réparation suffisante ? La seconde correctionnalise le fait, démontre la culpabilité de l'acte, éclaire le public sur la déloyauté du fraudeur par l'éclat d'une condamnation et frappe ce dernier dans sa fortune, dans sa personne, dans son crédit ; c'est là ce qui constitue la réparation efficace, celle dont la terreur prévient le délit.

« En résumé, tous les déposants, même ceux qui veulent l'emploi des mesures préventives, sont donc d'accord sur l'opportunité de l'intervention des mesures répressives ; ils demandent que la loi soit modifiée, qu'elle atteigne toutes les tromperies et que la tentative de fraude soit considérée et punie elle-même à l'égal de la fraude.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« L'énergie des plaintes de l'agriculture est donc toujours la même. Les motifs qui amenaient, il y a quinze ans, les préfets de certains départements à organiser la répression de la fraude subsistent donc toujours. Seulement, éclairés par l'expérience, avertis par les décisions de la Cour suprême, obéissant d'ailleurs au courant d'idées qui domine le monde commercial et qui dirige le mouvement administratif, les agriculteurs demandent que, la liberté des transactions demeurant entière, une loi positive vienne, cependant, armer les tribunaux du pouvoir de punir les fraudes ou tentatives de fraudes de toute espèce, constatées dans le commerce des engrais. »

État actuel de la législation et modifications qu'elle exige.

« Les dispositions légales, qui régissent actuellement la matière, sont renfermées dans les articles 423 du Code pénal, 1, 4, 5, 6, 7 et 8 de la loi du 1er avril 1851 sur la vente des substances alimentaires et médicamenteuses, 8, 11, 12, 13, 14, 15 et 20 de la loi du 27 juin 1857 sur les marques de fabrique.

« L'article 423 du Code pénal punit de l'emprisonnement et de l'amende quiconque aura trompé l'acheteur sur la nature de toutes marchandises ou sur la quantité des choses vendues.

« La loi du 1er avril 1851 prononce les mêmes peines contre celui qui aura trompé ou tenté de tromper sur la quantité des choses livrées.

« Enfin la loi du 27 juin 1857 édicte une pénalité à peu près semblable contre celui qui aura trompé l'acheteur au moyen de marques frauduleuses, d'imitations frauduleuses, enfin de marques portant des indications propres à déguiser la nature du produit.

« On a demandé, dans l'enquête, que les dispositions de ces lois fussent rendues applicables non-seulement à la tromperie, mais à toute tentative de tromperie, portant sur la nature et la quantité des engrais vendus, sur l'origine, la qualité et la composition ou titre indiqués par le marchand dans ses annonces ou factures.

« Plusieurs cultivateurs ont exprimé le vœu que la poursuite pût être dirigée d'office contre le fraudeur ; mais on a remarqué, sur ce point, que, si la tromperie, bien définie dans la vente des engrais, était considérée par la loi comme un délit, la plainte de la partie lésée suffirait pour déterminer l'action du ministère public, sans que le plaignant fût obligé d'intervenir comme partie civile ; qu'il serait bon, cependant, qu'il y eût plainte, pour que le fait parvînt régulièrement à la connaissance du magistrat et pût être poursuivi. »

Mesures accessoires proposées.

« En dehors des mesures préventives ou répressives, quelques déposants ont indiqué des moyens destinés à prévenir les tromperies, à les éviter et à rétablir enfin la sincé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rité des transactions dans le commerce des engrais. Nous les énonçons sommairement.

« 1° Un fabricant d'engrais demande au Gouvernement de favoriser la formation d'une société commerciale qui achèterait les engrais ou qui les recevrait en consignation, et qui, correspondant avec les sociétés agricoles et les autorités locales, vendrait, par leur intermédiaire, aux cultivateurs les substances dont ces derniers auraient besoin. Cette compagnie, sans exercer un monopole, inspirerait, ajoute-t-il, une confiance qui la ferait préférer aux autres marchands.

« 2° Quelques chimistes proposent de répandre dans les campagnes des instructions pour faire connaître aux cultivateurs la nature et la composition des engrais, leur mode d'emploi, et pour recommander les fabricants loyaux d'engrais artificiels ; les sociétés d'agriculture et les grands propriétaires seraient chargés de cette propagande.

« 3° Des propriétaires-cultivateurs rappellent que, dans quelques localités de l'ancienne Bretagne, il se forme spontanément, sous la direction des grands propriétaires, des associations qui achètent les engrais chez les fabricants, directement et en gros, et qui les répartissent après réception ; ce mode d'intervention du propriétaire éclairé et riche, au profit du cultivateur ignorant et pauvre, constitue, en faveur de ce dernier, une protection qui mérite des éloges. Elle a le double avantage de lui procurer des marchandises de bonne qualité à meilleur compte, et de favoriser au besoin la répression. Une association bien dirigée et forte sait mieux choisir, en effet, la marchandise qu'elle achète, et ne craint pas, quand il y a lieu, d'exercer les poursuites. Les petits cultivateurs, au contraire, s'exposent à la fraude par ignorance, et reculent devant la plainte par répugnance pour les procès, pour s'épargner des dépenses hors de proportion avec l'intérêt engagé, par crainte, enfin, de s'aliéner des marchands au crédit desquels ils peuvent être forcés de recourir.

« 4° Un fabricant d'engrais a proposé de faire établir, par l'Administration supérieure, des types d'engrais, ou, du moins, un classement des engrais connus, susceptible de révision chaque année.

« La Commission est d'avis qu'aucun de ces moyens n'offre une efficacité capable de compenser les inconvénients qui résulteraient de son adoption.

« En effet, une société centralisant le commerce des engrais, qui, du reste, est libre de se former, tendrait inévitablement au monopole ; en l'absence de toute concurrence sérieuse, elle maintiendrait à un taux trop élevé le prix des engrais, à cause du poids de ses frais généraux, si elle étendait, comme on le propose, son action sur toutes les communes de l'Empire. Mais la Commission regarde ce projet comme chimérique, s'il s'agit des engrais encombrants, et toute intervention comme inutile, s'il s'agit d'engrais purs et concentrés. La compagnie qui offrira à l'agriculture un engrais fabriqué équivalent au guano, poids pour poids, et à un prix plus modéré que celui du guano péruvien, n'aura besoin d'être protégée par personne.

« Les avis émanés des comices ou sociétés d'agriculture et le classement officiel des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

engrais détermineraient-ils toujours exactement la valeur pratique de ces produits, dont l'emploi se modifie suivant les sols et les climats ? Dispensant la confiance ou le discrédit d'une manière parfois contestable peut-être, ces publications ne seraient-elles pas bientôt attaquées par les fabricants d'engrais lésés ou même par les cultivateurs déçus qui auraient employé d'excellentes fumures en temps inopportun, ou qui auraient choisi, par ignorance, des engrais impropres à leurs terres ?

« Les comices, les sociétés agricoles et toutes les réunions analogues ont certainement le droit d'apprécier avec prudence et sous leur responsabilité le mérite pratique des engrais mis en vente dans leurs circonscriptions, d'indiquer aux cultivateurs leur mode d'emploi, de signaler les sols et les cultures auxquels ils conviennent. On ne saurait trop les encourager à ouvrir, à cet effet, au siége de leurs réunions, un bureau permanent de renseignements, où chacun puiserait, au besoin, les informations précises qu'on y centraliserait. C'est ainsi que les choses se passent en Angleterre ; ordinairement, même, un chimiste est attaché à la Société pour l'essai des engrais que les fermiers veulent faire titrer, et il n'est pas rare que les émoluments de l'essayeur, réglés d'après le nombre et la nature des essais, s'élèvent à 15 ou 20,000 francs par an, ce qui suffit pour démontrer, en même temps, l'importance du commerce des engrais dans ce pays, qui n'en consomme pas moins de 600,000 tonnes, et l'utilité reconnue de l'intervention des essayeurs pour la régularité des transactions.

« Enfin, les associations proposées pour l'achat en gros des engrais sont des sociétés en participation autorisées par la loi, et dont la création peut être librement pratiquée. Mais cette organisation, de nature possible en Bretagne entre de grands propriétaires et de petits cultivateurs, qui, pour la plupart, en sont les métayers, sera moins facile dans ces nombreuses contrées où la propriété est très-morcelée, où l'esprit des cultivateurs est rebelle à l'idée d'association, où les besoins, enfin, sont loin d'être les mêmes pour tous.

« S'il s'agit, seulement, de porter la lumière sur toutes les opérations du commerce des engrais et d'appliquer partout à ce travail des intelligences exercées et animées de l'amour du bien, la Commission ne peut qu'y applaudir. Lorsque l'instruction, plus répandue dans les campagnes, aura appris aux fermiers et aux cultivateurs à être moins défiants et plus prévoyants, l'action des sociétés d'agriculture deviendra plus efficace pour la propagation des bons engrais. Mais nous sommes trop éloignés de cet avenir désirable pour qu'il n'y ait pas autre chose à expérimenter. »

Accroissement de la quantité et de la valeur des engrais mis à la disposition de l'agriculture. — Abaissement de leur prix.

« Diverses propositions ont été faites en vue d'augmenter la quantité et la qualité des substances fertilisantes et d'en abaisser le prix ; mais, avant d'examiner en détail et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour chaque sorte d'engrais quels sont les moyens qu'on a proposés à la Commission pour en accroître la quantité, pour en augmenter la valeur pratique et pour en abaisser le prix marchand, il importe de poser quelques principes.

« L'engrais normal, c'est le fumier de ferme. Sans faire à l'humus une part exclusive, qui ne serait plus motivée, les agriculteurs prudents pensent que celui qui en nierait l'efficacité tomberait probablement dans une erreur dangereuse.

« L'humus reporte à la terre certains principes fournis par le sol aux plantes qui ont servi de litière, et par les fourrages aux animaux dont les urines et les déjections complètent les éléments du fumier.

« Il lui fournit des détritus végétaux, inutiles, peut-être, en ce qui concerne la nourriture immédiate des plantes, mais nécessaires, on le croit pourtant, en ce qui concerne les modifications singulières que leur présence imprime au sol.

« Les pailles, plus ou moins altérées, qui en font partie, ameublissent la terre et en favorisent l'aération.

« Enfin, les matières organiques du fumier, qui se décomposent, qui fermentent et qui se brûlent par l'action lente de l'air, maintiennent autour des graines en germination et, plus tard, des spongioles et du chevelu des racines, une température favorable.

« Le fumier de ferme ne restitue pas seulement à la terre les phosphates ou les sels de potasse qu'elle avait cédés aux cultures ; il constitue, en outre, avec les éléments calcaires ou alcalins du sol, une nitrière artificielle, où se régénère, en abondance, le nitre auquel la plante emprunte surtout son azote.

« Cet engrais de ferme peut néanmoins être économisé ; il peut, à plus forte raison, être enrichi. Celui qui exploite un domaine dans lequel l'élève du bétail occupe une grande place trouvera profit, quoiqu'il ne manque pas de fumier, à augmenter sa puissance par l'addition de substances commerciales, propres à élever son titre et appropriées au sol qu'il cultive. Celui qui manque de fumier de terre pour entretenir ses terres en bon état de rapport sera bien aise, à plus forte raison, de trouver à sa portée les matières capables de le remplacer, en ce qu'il a d'essentiel ou d'indispensable.

« Aménager convenablement la production du fumier de ferme, n'en rien laisser perdre, utiliser tout ce qui peut augmenter son activité, ce sont là des soins qu'il appartient à chaque fermier, à chaque cultivateur de prendre ; le Gouvernement n'y doit intervenir qu'en élevant le niveau intellectuel des populations des campagnes par les moyens qui sont en son pouvoir ; plus ces populations seront éclairées, plus elles deviendront prévoyantes et soigneuses de conserver l'un des principes fondamentaux de leur bien-être et de leur sécurité.

« Mais il n'en est pas moins incontestable que, si un fermier avait à sa disposition, outre le fumier de ferme qu'il produit, une certaine quantité de guano, il y aurait profit pour lui à s'en servir pour améliorer ses fumures. Ce que nous disons du guano, il faut le répéter, pour certains pays, du noir animal et du phosphate de chaux fossile ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour presque tous, du nitrate de potasse, et, à son défaut, du nitrate de soude ou des sels ammoniacaux et des minerais potassiques.

« Mettre à la disposition de l'agriculture du guano, du phosphate de chaux, du nitrate de potasse, du nitrate de soude, du sulfate d'ammoniaque, des feldspaths, c'est donc lui fournir des engrais concentrés, éminemment propres à améliorer l'engrais de ferme, sinon à le remplacer d'une manière permanente.

« A défaut de ces composés phosphatés ou azotés, concentrés et purs, il est possible de trouver dans la nature leurs équivalents, associés à des quantités plus ou moins grandes de matières inertes. Les déjections, les os et les noirs qui en dérivent, les débris des abattoirs, les cornes, poils et laines, les débris de tanneries, etc., constituent d'excellents produits capables d'enrichir les engrais de ferme.

« Les tourteaux de graines oléagineuses, les graines en nature, les eaux de condensation du gaz de l'éclairage par leur ammoniaque, les eaux mères des marais salants par leur potasse, offrent des ressources que l'agriculture sait mettre à profit dans le même but.

« Mais ce sont surtout les vidanges, les immondices et boues des villes, les eaux d'égouts, qui constituent des matériaux propres à améliorer les engrais ou à leur servir d'auxiliaires.

« A mesure que l'industrie appelle au sein des villes, c'est-à-dire auprès des machines motrices, des institutions de crédit et des maisons de commerce, les populations ouvrières, dont l'intelligence ou la force lui est indispensable, on voit augmenter l'importance de ces résidus des villes, en même temps que les campagnes délaissées réclament plus vivement les engrais qui leur font défaut.

« Les lois de la nature ne sont pas impunément violées ; ce n'est pas sans dommage qu'un point circonscrit du pays concentre une portion de la population qui devrait être répartie sur une grande étendue du territoire, qu'il attire les récoltes et qu'il dissipe ces résidus que l'agriculture aurait mis spontanément en œuvre, si cette population fût demeurée disséminée. La conséquence logique de la création des villes, c'est l'obligation de ramener aux campagnes, par un mouvement prévu et régulier, la totalité des engrais que fournissent ces agglomérations urbaines, ou de les remplacer.

« Un illustre savant étranger, à qui l'agriculture doit une partie de sa nouvelle impulsion, après avoir montré l'Angleterre parcourant le monde, enlevant partout, au profit de ses domaines et de la nourriture de ses habitants, les os, le guano, les tourteaux, les blés, les bestiaux, les racines, les fruits, et rejetant dédaigneusement les immondices de ses villes dans la mer, s'est élevé contre ce système barbare et égoïste auquel, dans l'excès de son indignation, il a infligé l'épithète de système d'agriculture vampire ou de rapine.

« Toutes les cités qui versent dans les fleuves les produits qu'elles devraient recueillir pour les besoins de l'agriculture pourraient exciter le même sentiment. Elles absorbent de plus en plus et elles restituent de moins en moins. A mesure, en effet,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que leur édilité se perfectionne et qu'elle devient plus soigneuse des nécessités de l'hygiène, elle se hâte davantage de noyer et d'éloigner tout ce qui offusque la délicatesse des habitants, offense leurs sens ou inquiète sa prudence. Le premier devoir des édiles consisterait-il, en effet, non à utiliser, mais à supprimer, pour ainsi dire, tous ces débris, tous ces restes, qui sont une des richesses du laboureur ?

« C'est cette imprévoyance qu'il importe de corriger. Le moment est décisif : les villes augmentent en nombre et en population ; beaucoup d'entre elles se transforment. Qu'on laisse leur nouvelle assiette s'organiser sur les traditions du système égoïste, elles auront réglé leur propre hygiène, sans doute, mais n'auront-elles pas oublié les intérêts des populations à venir ? Quand il faudra transformer leur canalisation, pour recueillir ces matières premières de l'agriculture qu'elles auront dédaignées, ne sera-t-il pas trop tard, et ne se trouvera-t-on pas en présence de nouveaux travaux et de dépenses immenses, devant lesquels on devra hésiter toujours et reculer souvent ?

« Londres et Paris ont été le théâtre des mêmes difficultés et des mêmes luttes. L'exemple donné par ces deux grands foyers de la civilisation moderne ne doit pas être perdu. Si, après une longue lutte entre ceux qui ne songeaient qu'à débarrasser ces villes de leurs immondices et ceux qui songeaient surtout à en tirer parti pour l'agriculture, ces derniers l'ont emporté, c'est que les progrès de la science et l'heureuse impulsion donnée aux travaux de la terre ont fini par avoir raison des procédés trop sommaires qu'auraient préférés, peut-être, les préposés au nettoyage de ces cités. On ne veut plus corrompre les rivières pour assainir l'air.

« Du reste, toute l'agglomération urbaine considère d'abord le cours d'eau sur lequel elle s'est établie comme un égout. Elle ne renonce à cette opinion qu'au moment où l'infection de la vase la met en péril, ce qui arrive tard si le cours est rapide, plus tôt s'il est lent. C'est ainsi que les eaux de Lille, presque en repos, étant promptement devenues des foyers dangereux, les habitants se sont interdit depuis longtemps d'y laisser couler les vidanges et sont parvenus à trouver à celles-ci, pour en débarrasser la ville, un emploi agricole régulier, qui a fait la fortune de la contrée.

« Parmi les moyens que la Commission doit recommander à l'attention du Gouvernement pour accroître et enrichir la masse des engrais, le plus général et le plus sûr consiste donc à recueillir les immondices des villes, à n'en rien laisser perdre et à les exploiter régulièrement.

« C'est un gîte de guano qui s'accroît et se régénère, à mesure que la population, qui appauvrit les champs par ses exigences, augmente elle-même et s'accroît, et non un gîte temporaire, comme les Huaneras du Pérou, dont l'exploitation aura fait disparaître, en quelques années, une richesse accumulée pendant une longue suite de siècles.

« Les motifs qui n'ont pas permis à l'Administration de la ville de Paris de faire connaître dans l'enquête les projets qui l'occupent, à cet égard, seront compris, dès

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on ajoutera que, s'ils sont arrêtés en principe, ils ne le sont pas dans les détails d'exécution, et qu'en conséquence il importe de ne point attirer l'attention sur des emplacements que la spéculation pourrait rendre indisponibles, quand le moment sera venu de les utiliser.

« Mais, sans entrer ici dans un exposé prématuré des vues qui dirigent l'Administration parisienne, il est permis d'énoncer qu'elle dispose les services de la voirie de telle façon, qu'il ne soit rien perdu, ni des matières des vidanges, ni des immondices des rues, ni des eaux des égouts, et que tous les engrais qui se produisent dans la cité soient recueillis et mis à la disposition de l'agriculture. »

Guano.

« Le guano a été présenté, d'un commun accord, comme l'engrais qui se rapproche le plus, par ses qualités fertilisantes, du fumier de ferme, dont il offre, sous une forme concentrée, la plupart des éléments efficaces réunis. 1,000 kilogrammes de guano représentent 50,000 kilogrammes de fumier de ferme.

« Il a été reconnu par tous les intéressés que les consignataires du gouvernement péruvien pratiquent la vente de cette substance avec la plus honorable loyauté. Malheureusement, le guano a, par lui-même, un prix déjà élevé ; et, en outre, des droits différentiels le frappent à l'importation.

« Le gouvernement péruvien vend le guano à un prix uniforme; mais, lorsqu'il devient, dans un pays quelconque, l'objet d'un revenu fiscal pour le gouvernement de ce pays, le Pérou en surélève le prix d'une somme à peu près égale.

« Le guano, livré à l'Angleterre, à la Belgique, à l'Allemagne, aux États-Unis, à tous les pays, en un mot, où cet engrais n'est frappé d'aucun droit à l'importation, est donc soumis à un tarif qui ne dépasse pas 300 francs les 1,000 kilogrammes, tandis qu'il était payé 325 francs les 1,000 kilogrammes dans nos ports, aux lieux d'arrivée et de dépôt. La convention intervenue le 15 janvier 1865 entre les cabinets des Tuileries et de Lima, et dont la France agricole est très-reconnaissante, a modifié ce dernier tarif.

« Le guano n'arrive encore, cependant, entre les mains du cultivateur français qu'au prix de 310 francs, les pays voisins le payant 300 francs au plus, ce qui constitue une différence de 10 francs, qui s'accroît de celle de 18 francs par tonne, montant du droit d'importation, et s'élève ainsi à 28 francs au total, augmentation de 9,33 pour 100 à la charge de nos cultivateurs. Quoique minime, cet écart constitue une inégalité dans les conditions de production entre les agriculteurs français et leurs concurrents de Belgique, d'Allemagne, d'Angleterre, etc.

« L'agriculture sollicite du Gouvernement français l'abolition du droit différentiel ; elle espère qu'il pourra réclamer, par suite, du gouvernement péruvien une réduction de prix, mettant la France au niveau des nations les plus favorisées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Ils ont aussi vivement sollicité l'uniformité du prix de vente, sans distinction de la quantité vendue. Leurs vœux, sur ce point, ont été réalisés au mois de juin dernier, grâce à l'intervention du Gouvernement français auprès du cabinet de Lima. La Commission n'a donc qu'à témoigner sa satisfaction de l'adoption d'une semblable mesure, appelée à propager l'emploi du guano et à le mettre plus à la portée des petits cultivateurs.

« Cette dernière amélioration, dans la condition commerciale du guano consommé en France, ne semble comporter, du reste, aucune difficulté. Il n'en est pas de même de la suppression du droit différentiel qui protége encore notre pavillon. Aux réclamations de l'agriculture, il serait juste d'opposer les réponses de la marine marchande ; il appartient au Gouvernement seul de pondérer ces deux grands intérêts.

« Malheureusement, le guano ne peut offrir qu'une ressource temporaire. Dans dix-huit ou vingt ans, dans trente ans peut-être, au plus, les gisements de guano auront disparu. Or, les recherches actives, poursuivies depuis plus de dix ans par les navigateurs, n'ont fait découvrir aucun autre véritable dépôt de guano que ceux que l'on connaît sur la côte péruvienne ; aucun, offrant la même composition et renfermant des substances douées des mêmes qualités fertilisantes. La formation du guano est, en effet, soumise à des conditions météorologiques exceptionnelles qui en limitent la production : ce n'est que sous des climats où il ne pleut, pour ainsi dire, jamais, que les matières animales, qui constituent le guano, conservent tout leur azote, élément auquel est due, pour une large part, la richesse de cet engrais.

« On ne saurait donc trop se hâter, a-t-on dit dans l'enquête, de lever les entraves qui arrêtent encore l'introduction et l'emploi général du guano en France, si l'on veut que notre agriculture puisse en profiter, pendant qu'il en est temps, d'une manière aussi large que l'Angleterre. »

Vidanges.

« Dès qu'on est convaincu que la fertilité du sol n'est pas inépuisable et qu'il est indispensable de lui restituer ce qui en a été enlevé par les récoltes exportées du domaine, il est naturel d'en observer les emplois et de chercher à recueillir tout ce qu'elles peuvent rendre à l'alimentation de la terre, après leur destruction.

« La science moderne a jeté un grand jour sur ces questions, en montrant que le tissu des organes des plantes emprunte à l'air et à l'eau ses éléments les plus abondants, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. S'ils sont accompagnés de quelques sels, ceux-ci proviennent du sol même du domaine ou des eaux d'infiltration, qui ont pu les apporter de loin. Le tissu des organes des animaux herbivores ne peut, à son tour, contenir autre chose que ce qu'il a reçu des plantes.

« Il résulte de ces principes fondamentaux de la statique chimique des plantes et des animaux que les récoltes fournies par l'agriculture, employées comme aliments ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme objets de consommations diverses dans les villes, s'y résolvent, soit en produits gazeux, qui retournent dans l'atmosphère, soit en produits liquides ou solides, qui se réunissent dans les détritus ou déjections de tout genre que ces villes rejettent.

« Toute matière fertilisante, qui sort des villes sous forme solide ou liquide, doit donc être restituée à la terre, puisque c'est là que se trouve ce qui a été enlevé à l'agriculture au profit des cités. Les produits d'égouts, les immondices des rues, les vidanges, sont donc des matières dont les villes doivent compte à la terre et qu'elles n'ont plus le droit de laisser pourrir et se perdre dans les airs et dans les eaux, ni sous le rapport de l'hygiène publique, ni au point de vue de la reproduction agricole.

« L'utilisation des vidanges a été présentée par plusieurs déposants d'après leur expérience personnelle, venant à l'appui des vues qu'on vient d'exposer, comme une ressource capable d'offrir, en tout temps, d'importants compléments aux ressources naturelles du sol. Malheureusement, cet emploi est subordonné à de certaines conditions, qui en restreignent la portée ; les vidanges ne peuvent être appliquées indifféremment à tous les sols et à toutes les cultures ; elles ne supportent pas de gros frais de transport, et, en l'état actuel, tout tend à exagérer cette dépense. Les règlements de police ne permettent pas aux administrations de chemins de fer d'exécuter librement le transport des vidanges. Les compagnies doivent avoir des dépotoirs spéciaux dans leurs gares pour y entreposer, avant le départ comme à l'arrivée, les matières qu'ils ont à transporter ; ces dépotoirs doivent être éloignés des habitations ; les vidanges ne peuvent circuler que la nuit, au dehors de la gare ; il faut, pour ces transports, des waggons spéciaux dont l'entretien exige soins et dépenses ; la manipulation des vidanges, enfin, inspire aux ouvriers une répugnance qui ne peut être vaincue qu'à prix d'argent.

« Toutes ces circonstances tendent à augmenter la valeur vénale des vidanges qui, dans l'état actuel de la réglementation spéciale et de l'organisation du matériel roulant sur nos voies ferrées, ne peuvent être utilisées avec profit autour des lieux de production que dans un rayon circonscrit.

« D'autres obstacles s'opposent encore à une fructueuse application des vidanges.

« Ces matières se reproduisent tous les jours, tandis que leur emploi au profit de l'agriculture est restreint à quelques époques déterminées. Ces circonstances forcent le cultivateur ou le marchand à conserver les vidanges dans des citernes, dépotoirs ou lieux de dépôt quelconques. Mais la loi qui régit les établissements insalubres détermine une distance, autour des habitations, en deçà de laquelle les matières fécales ne peuvent séjourner. Il résulte de là que, dans un grand nombre de circonstances, les cultivateurs ne pourraient ouvrir des citernes, même sur leurs propres terrains, pour y déposer les vidanges dont ils auraient à disposer.

« La manipulation des vidanges rencontre souvent, d'ailleurs, de la part des ouvriers agricoles, comme de celle des ouvriers de chemins de fer, une répugnance avec laquelle il faut compter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Cependant, si l'emploi des vidanges parvenait à se généraliser, il présenterait des ressources considérables à l'agriculture.

« Il ressort de la déclaration d'un entrepreneur de vidanges, à Paris, et de calculs basés sur des faits pratiques, que les matières recueillies dans la capitale suffisent pour la fumure de 50,000 hectares, à raison de 20 mètres cubes par hectare. Comme le blé nécessaire à la nourriture du quart de la population de Paris pourrait être fourni par cette surface de terrain, maintenue en bon état de production, il n'est pas besoin d'insister sur l'importance d'une ressource agricole qui demeurera toujours de l'ordre le plus élevé, quelques atténuations qu'on lui fasse subir.

« Si, dans tous les centres de population, les vidanges étaient recueillies avec le même soin qu'à Lille ; si, dans chaque ville, chaque village même, des fosses spéciales ou communes étaient établies, on obtiendrait ainsi une masse de substances fertilisantes qui suffirait, sur la base ci-dessus indiquée, pour féconder 1,100 à 1,200,000 hectares de terres de labour ou de prairies.

« Il serait désirable, en conséquence, que l'emploi des vidanges, déjà vulgarisé dans plusieurs de nos départements, le Nord, le Rhône, l'Isère, le Var, les Alpes-Maritimes, surtout, et qui, depuis quelques années, ouvre à la Champagne une ère agricole nouvelle, se répandît dans toute la France. Il fournirait le véritable supplément qui manque aux fumiers de ferme. Ce serait un guano susceptible de reproduction, récolté et utilisé sur place. Son emploi universel réaliserait, pour chaque centre de population et à son profit, l'application locale de la loi, qui, pour l'ensemble de la création et plus en grand, règle les rapports des trois règnes de la nature entre eux. Mais, en l'état des choses, il faudrait que la législation des établissements insalubres se départît, au sujet du transport et de la conservation des vidanges, de quelques-unes de ses rigueurs, et que les administrations municipales adoptassent, partout, les mesures nécessaires pour assurer la récolte et la garde des déjections.

« Mieux vaudrait encore, assurément, que la science fît connaître un procédé de conservation, de désinfection et de concentration, qui ferait de ces matières répugnantes une marchandise comme toute autre, et susceptible, sans plus d'inconvénient, de manipulation, de transport et d'emmagasinement. Une réflexion trouve, en effet, ici sa place naturelle. La science a accompli la moitié de sa tâche, en montrant par une analyse irréprochable comment la dispersion des produits laissés par les animaux se lie au maintien permanent de la force génératrice du sol. Il lui reste à exonérer la dignité humaine de tout rapport direct avec des restes pour lesquels l'homme éprouve une répugnance qu'il faut respecter.

« La perfection de l'état social ne consiste pas à recueillir ces restes et à les utiliser en surmontant le dégoût qu'ils inspirent, comme on le pratique en Chine. Non ! elle consiste à les dénaturer, à les transformer et à en rendre les dérivés maniables, en leur conservant toute leur valeur, mais en leur enlevant tout ce qui provoque un légitime dégoût. Ce qui est réclamé par l'agriculture dans les déjections des villes se réduit, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

définitive, à quelques substances qui n'ont rien de plus repoussant que la craie ou le plâtre, à quelques sels incolores et inodores, les phosphates, les sels de potasse et les sels ammoniacaux ; réunir ceux-ci et détruire les autres ingrédients, dangereux ou stériles, ce n'est pas un problème au-dessus des forces de la science.

« L'Administration de la ville de Paris fait essayer, à ce point de vue, avec persévérance, depuis dix ans, tous les procédés dont elle a connaissance. Elle n'admet pas que les matières des déjections puissent être soustraites à l'agriculture, et, encore moins, que l'industrie des vidanges doive renoncer, pour toujours, à une solution favorable et complète, dont chaque étude nouvelle nous rapproche. Sans entrer, à ce sujet, dans des détails prématurés, on peut affirmer, cependant, que cette industrie est en voie de transformation, et l'on prévoit l'époque où l'état actuel de ce service ne sera plus qu'un fâcheux souvenir.

« Les villes et les campagnes ont le même intérêt à réclamer l'étude persévérante de ce problème : désinfection instantanée et durable des déjections humaines, suivie de leur concentration, sans perte pour l'agriculture.

« La science moderne a non-seulement posé, par ses théories, les vrais principes de l'économie rurale, mais elle a introduit dans nos fermes, par ses leçons pratiques, l'usage du guano, du noir d'os, des phosphates naturels, des sels ammoniacaux, des nitrates, des sels de potasse ; elle a fait connaître à nos cultivateurs toute la valeur des débris animaux ; il est donc naturel qu'on en sollicite et qu'on en espère un nouveau service, le plus important de tous.

« L'enquête a mis en évidence plusieurs procédés en cours d'étude, parmi lesquels la Commission a spécialement remarqué celui qui a pour objet la conversion en phosphate ammoniaco-magnésien de la partie utile des vidanges. Il résulte des expériences de M. Boussingault que ce sel est le plus efficace de tous les engrais connus, et sa préparation économique et abondante dans les fosses même paraît aujourd'hui facile à réaliser.

« En faisant intervenir dans la fosse l'acide phosphorique, la magnésie et l'oxyde de fer, on peut obtenir, ainsi que l'ont fait MM. Blanchard et Chateau, une désinfection durable. Après la dessiccation des produits à l'air libre, il reste pour résidu un engrais pulvérulent, sans odeur, qui a fixé toute la richesse de la vidange en lui ajoutant la sienne, et qui jouit, par conséquent, d'une grande valeur agricole. L'hygiène des villes et la prospérité des campagnes trouveraient donc un profit égal à l'adoption d'un procédé de ce genre.

« En attendant, il convient de remarquer que les agriculteurs sont parvenus, sur divers points du pays, indépendamment des Flandres et de l'Alsace, à vaincre les répugnances des ouvriers et à faire un usage régulier des matières fécales avec grand profit. Dans certaines communes rurales même, des habitudes d'ordre ont été récemment introduites, et on y recueille les déjections humaines, dispersées autrefois.

« La conversion des déjections en poudrette offrirait bien un moyen d'utiliser les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

matières fécales et d'en faciliter le transport, car la poudrette constitue un engrais excellent, mais il représente une faible partie seulement des substances fertilisantes contenues dans la vidange. La fabrication de cet engrais, qui pourrait rendre d'importants services, puisqu'il permettrait d'étendre au loin le rayon d'emploi des matières fécales, n'avait pas suivi, jusqu'ici, la marche du progrès des sciences. Qu'elle emploie des procédés de désinfection certains, durables et à bon marché, elle pourra se modifier utilement ; mais, telle qu'elle est, la confiance qu'elle a dans son propre avenir est trop faible pour qu'on puisse y engager de grands capitaux en améliorations.

« Tout ce qui concerne la récolte, la manipulation et l'emploi des déjections humaines reste donc sous le coup d'un état provisoire, qu'il appartient à l'Administration, aidée de la science, de faire cesser. »

Immondices des villes.

« Plusieurs déposants, ingénieurs et agriculteurs ont présenté des observations sur l'utilité des débris des villes : balayures, gadoues, etc.

« A Paris, à Lyon et dans quelques autres villes, ces matières sont recueillies avec soin et appliquées avec profit ; elles offrent de précieux matériaux à la préparation de composts préférés à tous les autres pour la culture maraîchère, pour celle des jardins et potagers, des pépinières et des arbres à fruits. Les déposants entendus sur cet objet ont donc exprimé l'opinion qu'il convenait de favoriser l'emploi de ces débris ; ils ont demandé que les municipalités fussent sollicitées à adopter des mesures analogues à celles dont l'édilité de Lyon a donné l'exemple. Toutefois, elles ont reconnu que ces matières ne pouvant supporter de grands frais de transport et devant, par suite, être utilisées dans une zone bornée autour des centres de population qui les produisent, leur application, quant à présent, demeurerait circonscrite.

« Mais, comme il est manifeste que c'est surtout en fonctionnant à la façon des nitrières que les immondices des villes sont utiles, on a toute raison d'espérer que ce point de vue conduira à perfectionner leur récolte, leur manipulation et leur emploi. Des essais satisfaisants, tentés il y a quelques années par le rapporteur de la Commission, lui permettent, du moins, de le penser. »

Débris d'animaux.

« Les débris d'animaux ont été signalés, depuis longtemps, comme donnant aux praticiens qui savent les utiliser des moyens de fertilisation d'une grande valeur. Un des déposants en fait un emploi régulier.

« A leur égard, il convient de répéter, toutefois, ce qui est dit plus haut des déjections. Il est plus digne d'une civilisation avancée de supprimer les émanations nui-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sibles des débris animaux que d'obliger les habitants à s'y accoutumer. C'est à la science à fournir le moyen d'approprier aux besoins de l'agriculture tous les restes des animaux, en préservant les populations des incommodités causées par l'odeur repoussante de pareils amas et des dangers qui en peuvent naître, au point de vue des maladies contagieuses ou infectieuses. »

Engrais fournis par la mer.

« Les débris de poisson font actuellement l'objet d'une industrie qui, en se développant, offrira des ressources importantes. Ces débris, recueillis sur nos propres côtes et même dans les mers du Nord, ont besoin d'être séchés sur place ; la Commission pense qu'il est utile d'en encourager la préparation.

« On a vu plus haut que le lavage incessant des terres entraîne dans les mers tous les produits solubles qui ont fait partie des plantes ou des animaux. Il est donc naturel de considérer les plantes et les animaux de la mer comme étant destinés à réparer les pertes du sol des continents. Le guano, il n'est pas sans intérêt de le remarquer, contient tous les principes utiles à la nourriture des plantes, qui se trouvaient réunis dans le corps des poissons, dont les oiseaux de mer, d'où il provient, s'étaient alimentés. Le rôle bienfaisant des êtres organisés vivant dans la mer, au point de vue de l'économie générale de l'agriculture, est donc hors de doute, car il importe peu que leur substance soit mise directement à profit ou qu'on l'emploie seulement après sa conversion en guano. Les principes utiles sont les mêmes dans les deux cas et en même quantité; ce que l'oiseau dissipe, parmi les matériaux de ses aliments, est sans intérêt pour la végétation, et ce qu'il rejette à l'état de guano renferme tout ce qui convient à la vie des plantes.

« Si, comme personne ne le nie, le guano est le plus recommandable des engrais commerciaux, il n'est donc pas douteux que les poissons et les débris de pêcheries desséchés peuvent en fournir le véritable équivalent ; l'expérience directe le confirme et l'agriculture fait indifféremment usage de guano et de poissons desséchés.

« On peut donc prévoir qu'à une époque plus ou moins rapprochée il se formera de nouveaux établissements destinés à conserver à l'agriculture tous les débris de pêcheries, ou même à développer la pêche spéciale des poissons pour engrais. La Commission d'enquête a entendu, avec le plus vif intérêt, les détails qui lui ont été fournis par M. de Molon, qui le premier s'est occupé de cette industrie, et par M. Rohart, vice-consul de Norwége, qui exploite dans les mers du Nord des ateliers pour la préparation des débris de pêcherie et pour celle de certains poissons non comestibles, dont l'abondance garantit une récolte annuelle régulière. Des entreprises de ce genre excitent toutes les sympathies de la Commission.

« La Commission a entendu les représentants des localités où l'on fait usage des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fucus, varechs, goëmons, etc., et elle a pu se rendre compte des avantages que l'agriculture retire de l'emploi de ces matières végétales.

« Mais celles-ci son généralement répandues sur les terres à l'état humide et ne sauraient supporter de grands frais de transport, condition qui localise leur emploi et a fait obstacle à sa généralisation jusqu'à présent.

« C'est sur les rivages de la Manche et de l'Océan, de Saint-Malo à Vannes, que les goëmons et les varechs sont utilisés avec grand profit. Leur puissance fécondante les place au premier rang des engrais. Des terres, qui n'en ont pas connu d'autres, produisent encore tous les ans des récoltes capables de dépasser les rendements les plus vantés, après des siècles de culture non interrompue. Sur les côtes de la Méditerranée, qui découvrent peu, on se sert aussi des fucus, mais on n'en fait qu'un usage relativement restreint.

« Les tangues, employées en Normandie, où elles sont si recherchées, et avec tant de raison, par les cultivateurs riverains de la mer ; les sables marins, maërls, trez, sables coquilliers, etc., appliqués avec grand succès depuis le Calvados jusqu'à Vannes, fournissent l'élément calcaire qui fait défaut à la terre. On ne peut donc point considérer ces matières comme représentant des produits organisés que les mers rejetteraient, encore bien qu'ils soient, pour la plupart, des résidus ou des débris de l'organisation. La prédominance du calcaire, la faible proportion d'azote ou de phosphates, que l'analyse indique dans ces productions, les classent souvent à côté des marnes et les éloignent des engrais animaux proprement dits, exception faite, toutefois, en faveur des bonnes espèces de tangues, qui, employées d'ailleurs en grandes masses, agissent incontestablement par les phosphates qu'elles contiennent.

« Depuis longtemps, la législation qui régit la récolte ou la pêche des fucus, et qui est contenue tout entière dans les décrets des 9 janvier 1852 et 4 juillet 1853, a été l'objet d'observations. La Commission a dirigé sur ce point ses investigations dans l'enquête, et elle a interrogé, à ce sujet, plusieurs cultivateurs habitant les localités que la question intéresse.

« Les déposants ont présenté cette législation comme défavorable aux cultivateurs, ainsi qu'aux marins eux-mêmes ; ils ont déclaré qu'à leur avis elle ne favorisait pas la production du poisson qu'elle avait en vue ; enfin ils ont demandé un retour aux anciens règlements de 1681, 1731 et 1772. La Commission n'a pas cru utile de poursuivre l'étude d'un objet qui l'aurait entraînée à discuter un ensemble de mesures prises au profit des populations maritimes, et dont elle n'avait pas l'appréciation. Elle se borne à déclarer que, dans son opinion, les fucus, algues, goëmons et plantes marines se rangent parmi les meilleurs des engrais connus ; tout ce qui en étendrait l'application serait donc profitable, à la fois, à la population maritime qui en ferait la récolte, et à la population rurale qui en ferait l'emploi. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Phosphates naturels.

« Les phosphates de chaux fossiles ont été signalés comme devant jouer un rôle décisif dans le travail de fertilisation du sol : « Le guano, disait-on dans le cours de « l'enquête, n'est qu'une ressource temporaire, limitée. La découverte des phosphates « fossiles est donc une découverte providentielle. » Pour justifier ces appréciations, il suffit de rappeler que le sol cultivé en France a besoin, chaque année, d'une restitution de phosphate de chaux, qui atteint près de 2 millions de tonnes, abstraction faite des contrées qui en sont naturellement pourvues. Il ne paraîtra pas surprenant, d'après cela, que les terrains des Ardennes et de la Meuse, propres à l'extraction des nodules de phosphate de chaux, offrent à l'activité nationale une mine dont les ressources s'élèvent à des sommes d'une grande importance, dans lesquelles le droit d'exploitation, perçu par le propriétaire du sol, comptera pour plusieurs centaines de millions.

« Pour le même prix, le noir animal et le phosphate fossile donnent des effets comparables ; mais le phosphate fossile présente cet avantage, que, si son action est plus lente, elle est plus durable, constituant ainsi pour le sol un fonds de richesse. Le succès de l'emploi du phosphate de chaux fossile, en Bretagne, a été extraordinaire ; et, quoique cet engrais manque d'un élément essentiel, l'azote, il est d'une application pleine d'intérêt pour la fertilisation des terres nouvellement défrichées.

« Les gisements de ces phosphates naturels sont nombreux et importants en France ; mis en exploitation par M. de Molon, le premier et le plus actif explorateur de ces dépôts, ils ont été signalés à l'attention publique par un géologue illustre dans un ouvrage qui restera classique. Ce qui importe, c'est que de telles richesses soient bien administrées, et que leur exploitation, dirigée avec prudence et loyauté, accoutume l'agriculteur à s'en servir avec confiance, dans tous les cas où l'usage en est indiqué. »

Noir animal.

« Le noir animal, de même que les phosphates naturels, constitue une de ces substances dont l'application est restreinte à certains sols et à certaines conditions de culture ; aussi n'a-t-il point été présenté dans l'enquête comme pouvant offrir, en toutes circonstances, un supplément utile aux fumiers de ferme.

« A considérer l'agriculture de la Bretagne, le noir animal constitue l'un des plus intéressants produits que la terre ait à sa disposition. Il a régénéré cette contrée ; et si, aujourd'hui, il y est remplacé en partie par les phosphates naturels, il a le mérite d'avoir ouvert la voie, et il garde l'avantage sur son rival, quand le fermier a besoin d'une action rapide ou quand il veut faire concourir l'action des produits azotés avec celle des phosphates. Le noir animal est, en effet, mêlé de sang coagulé et de matières organiques azotées qui interviennent dans la fabrication du sucre et qui sont retenues par cet ingrédient de décoloration et de clarification des jus et des sirops.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La production du noir animal est même destinée à s'étendre, à mesure que la culture de la betterave prendra plus d'importance encore. C'est donc un des engrais qu'il importe le plus de sauvegarder contre les falsifications ; malheureusement, c'est celui qui en a le plus souffert, son immense commerce, son état pulvérulent et son aspect physique, facile à imiter, les ayant singulièrement favorisées. »

Engrais artificiels.

« Les engrais artificiels, fabriqués dans les différentes villes de France où cette industrie s'est établie, sont des mélanges de toutes les matières citées plus haut, vidanges, guanos, débris d'animaux, de poissons ou de végétaux, chiffons, gadoues, etc. Signalés, parfois, comme utiles, quand leur préparation est conduite avec intelligence et loyauté, ils offrent de telles facilités à la sophistication ou à l'exagération des prix, qu'ils ne sauraient être toujours accueillis avec confiance.

« Une législation précise et claire, réclamée par tous les intérêts sérieux, fera disparaître nombre des usines consacrées à ces fabrications suspectes et ne laissera subsister que l'industrie loyale. C'est sous sa protection seulement qu'on pourra songer à fonder en France des établissements capables de rivaliser, pour la production des engrais factices, avec les plus recommandables de ceux que l'Angleterre possède, où la loyauté commerciale est unie à la science, véritables écoles d'agriculture théorique et expérimentale. »

Chaux. — Marnes. — Plâtres.

« Divers déposants, agriculteurs ou chaufourniers, ont appelé l'attention de la Commission sur les utiles effets de la chaux, de la marne et du plâtre, et ils ont demandé à l'Administration de favoriser l'emploi de ces substances en développant le système des encouragements qu'elle distribue pour cet objet.

« Depuis plusieurs années, une allocation spéciale est accordée, en effet, aux trois départements des Côtes-du-Nord, du Morbihan et du Finistère, afin d'y faciliter l'introduction de la chaux, réclamée par les cultivateurs chargés d'exploiter les terres qui sont trop éloignées de la mer pour qu'on puisse y mettre à profit les engrais calcaires qu'elle fournit.

« En 1863 et 1864, cette allocation a été de 20,000 francs pour les Côtes-du-Nord, 14,000 francs pour le Morbihan et 12,000 francs pour le Finistère. Ces sommes sont réparties, sur les lieux, par les préfets, entre les associations agricoles, et celles-ci allouent aux bateliers, faisant le transport de la chaux sur le canal de Nantes à Brest, des subventions proportionnées aux quantités de matières transportées et aux distances parcourues. Ainsi, la chaux peut être livrée aux cultivateurs à un prix à peu près égal à celui qu'elle coûte sur les lieux de production.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Depuis que la chaux pénètre ainsi dans l'intérieur de la Bretagne, une grande quantité de landes a été défrichée ; la fertilité et l'aisance ont remplacé la stérilité et la misère.

« En Sologne, où la marne était l'élément indispensable, son transport en élevait le prix au delà des ressources de l'agriculture. Le 30 décembre 1859, le Gouvernement s'entendit avec la Compagnie du chemin de fer d'Orléans pour adopter une convention renouvelée plus tard, qui engageait celle-ci à transporter des marnes extraites aux environs d'Orléans et de Vierzon, et à les échelonner, en Sologne, sur un parcours de 65 kilomètres, dans dix stations convenablement espacées (1). L'état paya les indemnités aux propriétaires des terrains marneux, les travaux de terrassement et d'extraction, enfin les frais de chargement sur les waggons de la Compagnie.

« Cette dernière gardait à sa charge les frais de mesurage dans les dépôts établis aux stations.

« En outre, l'État s'engagea à payer à la Compagnie, pour le transport de chaque mètre cube de marne, une indemnité variant de 1 fr. 70 cent. à 3 fr. 70 cent., suivant la distance parcourue, afin que, dans les dix dépôts, la marne fût livrée à un prix uniforme.

« Les cultivateurs de la Sologne ont mis à profit les avantages que ce traité leur assurait. La marne s'est répandue abondamment dans une zone de 10 kilomètres de chaque côté de la ligne, et la consommation annuelle s'est réglée à 20,000 mètres cubes, vendus dans chaque dépôt au prix uniforme de 2 fr. 50 cent.

« L'honorable directeur de la Compagnie d'Orléans disait à la Commission, au sujet des conséquences de ce traité :

« L'emploi de la marne a produit les meilleurs effets. Lorsque nous construisions « le chemin de fer, il y a dix-huit ans, on voyait à peine sur ses rives des traces de « culture. Aujourd'hui, une grande partie du sol est défrichée et donne des récoltes « très-satisfaisantes. La marne a transformé la Sologne, et les résultats obtenus s'amé- « liorent de jour en jour... La zone d'emploi de la marne augmentera, quand les « routes agricoles seront construites et à mesure que la vicinalité s'améliorera. La « marne est transportée à des prix tellement réduits, qu'elle constitue la Compagnie « en perte et qu'elle ne lui laisse pas de bénéfice direct. Mais, en favorisant l'emploi « de cet amendement, la Compagnie enrichit le champ qu'elle a à exploiter, et elle « retrouvera largement dans le transport des produits la compensation des sacrifices « qu'elle a consentis pour le transport des matières premières. La Sologne est presque « exclusivement agricole, et, par conséquent, les intérêts de la Compagnie sont étroi- « tement liés à ceux de l'agriculture. »

---

(1) Ces dix stations sont celles de Saint-Aubin, la Boulaie, Gyons, la Motte-Beuvron, Nouan, Mazère, Salbris, la Billarderie, le Pin et Theilley.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Cette déclaration montre qu'un abaissement des tarifs de transport pour les engrais, c'est-à-dire pour les matières premières de la production agricole, intéresse autant l'industrie des chemins de fer que l'industrie elle-même.

« On pourrait ajouter à ces appréciations précises que l'État recouvrera à son tour, dans cette contrée, par l'accroissement des revenus produits par les impôts de tout genre, une compensation, probablement large, des avances qu'il accomplit aujourd'hui.

« On demande que l'État continue ces encouragements, si fructueusement distribués jusqu'à ce jour, et qu'il complète son œuvre en favorisant la distribution des amendements, chaux, marne ou plâtre, suivant les besoins des localités. Il pourrait y parvenir, par exception, en distribuant des subventions à l'agriculture ou en faisant avec les compagnies de chemins de fer des traités analogues à celui du 30 décembre 1859 ; plus généralement, en facilitant à ces sociétés, par une modification de leurs cahiers des charges, le moyen de faire des traités particuliers pour le même objet. »

Sel marin.

« La Commission n'a point négligé de porter ses investigations sur l'emploi du sel. Il est résulté des déclarations qu'elle a recueillies que le sel serait employé, non pas comme engrais proprement dit, application qu'il n'a jamais reçue, mais comme propre à favoriser la dissolution de certaines substances fertilisantes peu solubles. En outre, mélangé avec le guano, le sel servirait à fixer l'humidité de l'air et à retenir notamment l'ammoniaque, que les alternatives de sécheresse et d'humidité de l'atmosphère, le soleil et la pluie leur enlèvent. C'est, du moins, dans ce but un peu vague que le sel serait employé, dit-on, par les cultivateurs anglais.

« Un déposant, après avoir fourni des renseignements sur les bons effets du sel, a exprimé l'avis qu'il serait utile de favoriser en France l'emploi de ce produit, et il a pensé qu'il suffirait, pour y parvenir, de modifier l'ordonnance du 26 février 1846, et de lever les obstacles qui s'opposent à la délivrance en franchise du sel aux agriculteurs.

« Il ne faut pas confondre, comme on le fait souvent, les résidus de saumure et les eaux mères des marais salants avec le sel marin. Ces produits sont riches en sels à base de potasse et, sous ce rapport, conviennent aussi naturellement aux plantes que le sel marin leur semble peu favorable. Il y a donc lieu de recommander l'emploi des eaux mères des marais salants comme matière propre à enrichir le fumier de ferme en sels à base de potasse ; l'expérience semble avoir confirmé, d'ailleurs, toutes les indications de l'analyse chimique à cet égard. »

Soufre.

« La Commission a constaté avec satisfaction que l'emploi du soufre, uniquement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

destiné d'abord à combattre l'oïdium, était appelé à jouer, dans l'avenir, un rôle important pour la fertilisation de la vigne. L'application de cette substance, suivant la déclaration de l'un de nos viticulteurs les plus savants du Midi, entendu dans l'enquête, M. Marès, a été pratiquée avec un grand succès dans l'Hérault par nombre de propriétaires de vignes, et notamment par ceux que distinguent leurs lumières, leur expérience et la bonne direction de leurs vignobles.

« Le soufre a été reconnu, on le sait, comme un remède efficace contre l'oïdium, quand il est employé préventivement, c'est-à-dire avant l'apparition du mal. Or, en pratiquant ainsi le soufrage, on s'aperçut que non-seulement la vigne échappait aux atteintes de l'oïdium, mais encore qu'elle présentait un feuillage plus vert et des fruits plus nombreux, plus beaux, d'une maturité plus précoce et meilleurs. On fut conduit ainsi à appliquer le soufre comme moyen de fertilisation sur des vignes saines, et l'on reconnut que celles-ci développaient, sous cette influence, un luxe de végétation tout à fait pareil à celui qu'on avait observé sur les vignes atteintes de la maladie et soufrées. Huit jours suffisaient pour transformer le cep. Enfin il a été établi que le soufre agit, d'une manière non moins décisive, sur la floraison et la fructification, que les vignes soufrées échappent à la coulure, que la maturation a lieu quinze jours plus tôt, et que la qualité des produits s'améliore.

« Nous pouvons maintenant, disait l'agronome éminent entendu par la Commission, avec le produit de terres qui ne donnaient que des vins de chaudières, faire des vins de commerce. Cette pratique a révolutionné la culture de la vigne, et nous pouvons vendre au loin aujourd'hui des vins qui autrefois devaient se consommer sur place. Des vins qui, jadis, ne s'exportaient pas ont un nom aujourd'hui, grâce au soufrage.

« Le soufre est appliqué sur la vigne elle-même, sur les pampres et sur les fruits.

« La dépense pour un hectare de vigne se décompose ainsi : 78 à 80 kilogrammes de soufre, qui coûtent de 20 à 25 francs; main-d'œuvre pour les trois soufrages nécessaires, 4 fr. 50 cent. Soit 25 à 30 francs en chiffres ronds par hectare. Cette dépense est considérée comme extrêmement minime relativement aux bénéfices qu'elle procure.

« Le soufre devient donc un auxiliaire très-important des engrais ; peut-être l'expérience révélera-t-elle l'utilité de son emploi pour d'autres cultures que celle de la vigne, probablement pour celle de certains arbres fruitiers. Mais, dût-il se borner à la vigne, le soufrage rendrait encore d'immenses services ; car il protége la vigne contre l'oïdium, il augmente ses produits, il les améliore lorsqu'il s'agit des vins ordinaires, il permet à la culture de la vigne de s'étendre vers le nord, en rendant la maturation du raisin plus précoce. Aussi a-t-on demandé dans l'enquête que son emploi fût recommandé, et qu'on fît connaître dans les contrées viticoles le mode suivant lequel il est pratiqué et les heureux résultats qu'on en obtient.

« On a signalé à la Commission une nouvelle forme sous laquelle le soufre a été appliqué avec succès ; il s'agit de la dissolution dans l'huile de lin et de l'application

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du liquide sur les ceps. D'après M. de Lapparent, les résultats en auraient été très-satisfaisants. S'il s'agissait d'étendre l'emploi du soufre aux arbres à fruit, ce serait sous cette forme qu'elle semblerait digne d'être tentée. »

Transport des engrais.

« La plupart des déposants demandent que les tarifs de transport, en vigueur dans les différentes compagnies de chemins de fer pour les engrais, soient modifiés et rendus uniformes.

« Voici, en effet, quels sont les prix exigés par les diverses compagnies pour le transport des engrais :

NORD.	0f,06c	par tonne et par kilomètre pour waggon complet de 5,000 kilogrammes au moins.
ARDENNES.	0 05	par tonne et par kilomètre pour waggon complet de 10,000 kilogrammes au moins.
EST.	0 06	pour un parcours de 100 kil. ou au-dessous. — Par tonne et par kil. pour waggon complet de 5,000 kilog.
	0 05	— de 100 à 200 kilom.
	0 04	— de 200 kilom. ou plus.
LYON-MÉDITERRANÉE.	0 06 0 05 0 04	Pour des parcours analogues, par tonne et par kilomètre, pour waggon complet de 5,000 kilogrammes.
DAUPHINÉ.	0 06	pour des parcours analogues, par tonne et par kilomètre, pour waggon complet de 5,000 kilogrammes.
ORLÉANS.	0 05 0 04 0 035	Pour des parcours analogues, par tonne et par kilomètre, pour chargement d'au moins 1,000 kilogrammes.
MIDI.	0 05 0 045 0 04	Pour des parcours analogues, par tonne et par kilomètre, pour waggon complet de 7,000 kilogrammes.
OUEST.	0 07 0 05 0 04	Pour des parcours analogues, par tonne et par kilomètre, pour waggon complet de 5,000 kilogrammes.
CHEMIN DE CEINTURE.	0 175	environ, en moyenne, par tonne et par kilomètre, pour chargement d'au moins 1,000 kilogrammes.

« En outre, les compagnies exigent des frais de gare, qui s'élèvent à peu près, pour chacune d'elles, à 20 centimes par 1,000 kilogrammes au départ et autant à l'arrivée, en sus des frais de chargement et de déchargement. Ces tarifs offrent des différences dont les expéditeurs ne se rendent pas facilement compte ; c'est toujours la même marchandise à transporter, disent-ils, et les frais de traction doivent être à peu près les mêmes sur toutes les lignes. Sur le chemin de fer de ceinture, gare prolongée des voies aboutissant à Paris, le tarif est porté, cependant, à un prix hors de toute propor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion avec celui qui est réclamé sur les lignes qu'il relie. Le tarif de la compagnie d'Orléans est digne d'attention. Fidèle aux principes exposés devant la Commission par son honorable directeur, cette société est celle qui transporte les engrais au plus bas prix.

« La Commission est convaincue que les sociétés de chemins de fer feront toujours un acte conforme à leurs propres intérêts, quand elles abaisseront leurs tarifs ponr le transport de matières destinées à l'agriculture ou produites par elle.

« Les agriculteurs, les fabricants d'engrais, les économistes, qui ont été entendus dans l'enquête, sont unanimes pour solliciter des compagnies de chemins de fer une réduction dans les tarifs du transport des engrais. Ils demandent que les compagnies perfectionnent leur matériel roulant et le mettent en mesure d'effectuer le transport de toutes les substances utiles à l'agriculture, et notamment celui des vidanges.

« Ils réclament surtout pour que le service des gares soit organisé dans des conditions plus praticables, soit pour le dépôt, soit pour l'enlèvement des matières transportées.

« Enfin on demande que, de son côté, le Gouvernement, en vue de favoriser le transport des engrais, réduise à leur dernière limite les droits de batelage partout où ces droits existent. »

RÉSUMÉ.

« Les demandes des déposants, en vue de réprimer la fraude, de multiplier les engrais et d'en abaisser le prix, sont donc les suivantes :

« 1° En ce qui touche la falsification des engrais : obtenir une loi qui permette l'énergique répression de la fraude ;

« 2° A l'égard du guano : qu'il soit dégrevé de la surtaxe pour son importation sous pavillon étranger, ou des entrepôts d'Europe ; que le Gouvernement poursuive, au moyen de l'abolition de ce droit différentiel, la réduction du prix de ce produit au taux fixé pour l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne, etc.;

« 3° A l'égard des vidanges et des débris d'animaux : que leur emploi soit favorisé par des modifications à la loi sur les établissements insalubres ; par l'adoption, du chef des autorités municipales, de mesures propres à faciliter le dépôt, la préparation et la conservation de ces matières ; enfin par l'adoption de tous les moyens de désinfection et de concentration économiques qu'il appartient à la science d'indiquer ;

« Que des instructions, émanées des comices, invitent les cultivateurs français à suivre l'exemple des cultivateurs chinois, qui recueillent, avec autant de soin que de profit, les vidanges et les débris animaux de toute nature ;

« Que des perfectionnements, poursuivis avec persévérance et encouragés par l'État, amènent une préparation plus systématique et plus scientifique des poudrettes ;

« 4° A l'égard des gisements de phosphate de chaux : que leur exploitation soit surveillée, et que l'emploi de cette précieuse substance soit vulgarisé ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 5° En ce qui concerne l'emploi des gadoues : qu'il soit favorisé par des mesures municipales, analogues à celles qui ont été édictées par les municipalités de Lyon, de Paris et de quelques autres grandes villes ;

« 6° Relativement aux engrais de mer : on demande que l'utilisation des débris de poisson et la création d'usines spéciales pour la récolte des engrais d'animaux, dans tous les pays où la pêche et la préparation du poisson font l'objet d'une industrie sérieuse, soient favorisées et encouragées ;

« Que la législation de 1852 et 1853, sur les varechs et les goëmons et autres engrais marins végétaux ou coquillages, soit revisée dans un sens plus favorable aux intérêts de tous, agriculteurs et marins ;

« 7° On exprime le vœu que l'ordonnance du 26 février 1846 sur le sel soit modifiée, en vue de mettre le sel à la portée des cultivateurs en franchise, par des moyens pratiques ;

« 8° En ce qui concerne le transport des engrais : on sollicite la réduction et l'uniformité des tarifs ; on demande aux compagnies de chemins de fer d'assurer de meilleures conditions pour le garage de ces matières ; de provoquer des perfectionnements au matériel roulant, pour que les vidanges et les gadoues puissent circuler plus facilement ;

« Qu'enfin l'État réduise au taux le plus bas possible les droits de batelage, pour le transport des engrais, partout où ces droits existent. »

« Après avoir eu communication de ce rapport, la Commission des engrais, à la suite d'une discussion approfondie, a décidé :

« Qu'il n'y avait pas lieu, pour rétablir la sécurité des transactions dans le commerce des engrais, d'adopter des mesures préventives ;

« Que les mesures répressives lui paraissaient seules nécessaires ;

« Qu'on ne devait exiger ni la formalité de l'étiquetage, ni celle du facturage ;

« Que plusieurs modifications devaient être introduites dans la législation pénale actuelle pour arriver à la répression de la fraude dans le commerce des engrais, et elle a arrêté les bases suivantes d'un projet de loi :

« Art. 1er. Seront punis d'un emprisonnement de trois mois à deux ans et d'une amende de 50 à 200 francs :

« 1° Ceux qui auront vendu ou mis en vente des engrais ou amendements non composés, tels que guano, phosphates, noir animal, tourteaux, poudrettes, sang desséché, fumiers, etc., qu'ils sauront être falsifiés ou altérés, soit par un mouillage artificiel, soit par le mélange, l'addition de la combinaison des substances inertes ou de matières étrangères ;

« 2° Les fabricants qui, en falsifiant ou altérant ainsi lesdits engrais ou amende-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ments, auront sciemment coopéré aux délits ultérieurement commis par les habitants;

« 3° Ceux qui auront trompé ou tenté de tromper l'acheteur d'engrais ou d'amendements composés sur leur nature, ou leur composition, ou le dosage des éléments qu'ils contiennent.

« Le tout sans préjudice de l'application de l'article 1^er^, § 3 de la loi du 27 mars 1851, en cas de tromperie sur la quantité de la marchandise.

« Art. 2. Seront punis d'un emprisonnement d'un mois à treize mois et d'une amende de 25 francs à 1,000 francs, ou de l'une de ces deux peines seulement, ceux qui auront vendu ou mis en vente des engrais ou amendements composés ou non composés, soit avec indication ou déclaration d'une fausse provenance, soit sous un nom qui, d'après l'usage, sert à désigner d'autres engrais ou amendements, sans préjudice de l'application, s'il y a lieu, de la loi du 27 juin 1857 au cas d'usurpation des marques de fabrique ou de commerce.

« Art. 3. Les jugements de condamnations seront, par extraits ou intégralement, et aux frais du condamné, affichés dans les lieux et publiés dans les journaux que le tribunal déterminera.

« Art. 4. L'article 463 du Code pénal est applicable aux délits prévus par la présente loi. »

ARTS CHIMIQUES.

SUR UN MORDANT DE FER NOMMÉ VULGAIREMENT *rouille*, EMPLOYÉ POUR LA TEINTURE DES SOIES EN NOIR, PAR M. CH. MÈNE.

« Dans la teinture en noir, sur soie, on se sert depuis quelques années, à Lyon, Saint-Étienne, Saint-Chamond, etc., d'un produit que l'on désigne communément sous le nom de *rouille :* c'est un sel ferrique que l'on combine ensuite avec les acides gallique, tannique, etc. Comme cet agent, à ma connaissance, n'est indiqué dans aucun ouvrage de chimie ou de teinture, et que j'ai eu récemment à m'en occuper d'une manière toute spéciale, je ferai part à l'Académie du résultat de mes observations et de mes analyses à ce sujet, d'autant plus volontiers que l'article dont il s'agit est aujourd'hui fabriqué en grand par plusieurs industriels, et que sa consommation atteint le chiffre de 12,000 kilog. par jour, à Lyon seulement.

« Le produit dont il s'agit est toujours à l'état liquide : il a une couleur rouge-marron foncé très-franche; il marque à l'aréomètre Baumé 40 ou 45 degrés, suivant le désir de l'acheteur, et son prix varie de 12 à 15 francs les 100 kilogrammes, par quantités. Sa densité (méthode du flacon) est de 1,300 à 40 degrés et de 1,350 à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

45 degrés (Baumé). Ces chiffres sont la moyenne résultant de plus de soixante échantillons divers que j'ai eus à ma disposition. L'analyse de ce produit m'a donné (en moyenne):

	Pour le rouille à 40 degrés.	Pour le rouille à 45 degrés.
Protoxyde de fer.	0,015	0,015
Peroxyde de fer..	0,165	0,200
Acide sulfurique.	0,175	0,205
Acide azotique.	0,005	0,005
Acide chlorhydrique.	0,010	0,005
Eau.	0,630	0,570
	1,000	1,000

« Ce qui indiquerait, abstraction faite de l'eau et des acides azotique et chlorhydrique, qui ne sont qu'accidentels, une formule chimique nette de Fe^2O^3, $2SO^3$. Ce produit doit être le même que M. Stolba a décrit (*Répertoire de Chimie appliquée*, 1863, p. 468) comme formé de :

Sulfate ferrique (Fe^2O^3, $3SO^3$).	36,88	100,00
Chlorure ferrique (Fe^2Cl^3).	7,98	
Azotate ferrique basique (Fe^2O^3, AZO^5).	3,22	
Eau.	51,92	

et que l'on emploie à Berlin dans la teinture. Et il est le même que celui qui a été indiqué par M. Mans (Pelouze et Fremy, *Chimie générale*, t. II), en faisant digérer le sulfate Fe^2O^3, $3SO^3$ avec un excès d'hydrate de peroxyde de fer; seulement il est préparé différemment.

« L'analyse des échantillons de rouille que j'ai examinés a été faite de la manière suivante : un certain poids du liquide a été traité par l'ammoniaque pour en avoir le fer à l'état de peroxyde; puis par du chlorure de baryum acidifié, pour en obtenir l'acide sulfurique. Un autre poids de rouille a été traité par l'acide azotique, et précipité par l'ammoniaque, pour en avoir tout le poids de fer, dont la différence avec le premier essai a marqué le protoxyde de fer; l'acide chlorhydrique a été trouvé par le nitrate d'argent, et l'azotique en calcinant dans un tube à analyse organique une certaine quantité de ce liquide versée sur du bisulfate de soude, et en faisant passer les vapeurs sur du cuivre en tournure rougi, de manière à doser l'azote en volume.

« La préparation du rouille pour la teinture peut se faire de plusieurs manières; mais voici celle qui est suivie le plus habituellement en grand : dans une grande marmite de fonte, on met, pour 100, 83 kilog. de couperose (sulfate de fer ordinaire), 13 kilog. d'acide azotique à 36 degrés et 5 kilog. d'acide sulfurique à 66 degrés; on chauffe doucement le tout, en recueillant les vapeurs nitreuses qui se dégagent. Le protoxyde de fer se peroxyde et se redissout dans la masse; on ajoute de l'eau pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reprendre le produit et l'amener au degré aréométrique voulu. Le résidu est traité par de l'acide chlorhydrique et forme un perchlorure de fer que l'on ajoute au rouille (par fraude); le liquide est ensuite mis à reposer avec de la limaille de fer pour saturer les acides en excès.

« J'ai trouvé la méthode suivante pour préparer le rouille dans les laboratoires, ou dans les teintureries qui veulent un produit pur et spécial : on prend 200 grammes de sulfate de fer, par exemple, et 250 grammes d'eau ; on fait bouillir, puis on ajoute peu à peu, et doucement, 40 grammes d'acide azotique à 36 degrés; à chaque versée d'acide une effervescence se produit, et des vapeurs rutilantes se dégagent; la liqueur devient rouge : on attend la fin de l'effervescence pour remettre une nouvelle quantité d'acide. L'opération est terminée dès que toute effervescence a cessé; seulement alors on doit craindre d'avoir mis trop d'acide; on ajoute, pour y obvier, de la couperose dissoute dans l'eau et marquant 35 degrés à l'aréomètre (moitié sulfate de fer et moitié eau à chaud) jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé, et en versant peu à peu et doucement comme pour l'acide (1).

« Voici, avec le rouille, comment les teinturiers de Lyon opèrent pour teindre la soie en noir : ils mouillent d'abord la soie à l'eau acidulée; puis ils font passer les matteaux pendant toute une nuit dans un bain de rouille à 40 degrés Baumé; ils lavent et trempent ensuite dans un bain de cyanoferrure de potassium (prussiate jaune) à 15 degrés aréométriques, acidulé à l'acide chlorhydrique, et lavent à grande eau. Quand on veut charger la soie, ce qui n'est que malheureusement très-fréquent, on répète plusieurs fois ces opérations.

« La soie est alors teinte en bleu, c'est ce qu'on nomme le *bleutage* ; on donne, après cela, un bain de bois d'Inde tiède, avec un peu de sel d'étain, et l'on passe au cachou bouillant, en faisant traîner toute la nuit. Le lendemain, suivant la teinte désirée, on donne un pied de bois d'Inde et de pyrolignite de fer; on lave, et finalement on fait l'avivage à l'acide citrique, puis on assouplit à l'huile saponifiée par la soude. La soie augmente de 25 à 60 pour 100 de poids par ce procédé qui, sauf quelques variantes, est généralement suivi dans tous les ateliers de Lyon et des environs. Pour ne pas sortir des bornes d'un mémoire à l'Académie, je ne dirai rien de la charge des soies, si ce n'est qu'ainsi teinte elle n'a aucune durée, et que c'est à cette fabrication que nous devons le peu de solidité de nos étoffes noires, quelles qu'elles soient.

« En concentrant le rouille de manière à lui faire acquérir 50 degrés à l'aréomètre, on obtient un liquide rougeâtre-noir, qui a une densité de 1,400. Ce produit est curieux, en ce qu'il présente la particularité de changer, au bout de quelques jours,

(1) J'insiste sur le versement d'acide par petites quantités; autrement, on n'aurait pas du rouille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'état moléculaire et de devenir jaune, sans rien perdre de ses principes (1). Voici son analyse avant et après :

	Rouille à 50 degrés.	Rouille solide.
Peroxyde de fer.	0,275	0,275
Acide sulfurique.	0,275	0,275
Eau.	0,440	0,440
Autres acides ou impuretés. . . .	0,010	0,010
	1,000	1,000

« En reprenant par l'eau le produit solide, il se dissout, et par concentration il monte au degré voulu. Ce sel, qui a, comme le précédent, la formule de $Fe^2\,O^3$, $2\,SO^3$, $x\,Aq$, peut servir à la teinture, et donne même, suivant des essais que j'ai fait exécuter par des teinturiers, de meilleurs résultats que le rouille, en ce qu'il est plus régulier dans sa composition, après avoir été solide.

« Avec le rouille des teinturiers, j'ai obtenu, en acidifiant à l'acide sulfurique et en ajoutant du sulfate de potasse ou d'ammoniaque, des aluns de fer très-purs et très-bien cristallisés. A l'aide de ces sels, j'ai fait des essais de teintures noires ou bleues, qui m'ont parfaitement réussi, de l'aveu même des teinturiers, sauf la charge. Aussi je profite de ces circonstances pour en indiquer l'emploi, attendu que sa composition est nette, son emballage facile et son usage très-commode. Dans certains cas, on peut, à l'aide de ce sel, obtenir des charges, mais moins fortes que par le rouille. L'effet du trempage des soies, dans le rouille, est, outre l'action tinctoriale avec le gallique, de précipiter sur la fibre textile du peroxyde de fer $Fe^2\,O^3$; car les bains qui ont servi longtemps s'éclaircissent et montrent à l'analyse la formule $3\,SO^3$, $Fe^2\,O^3$. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Préparation en grand de la pâte de bois, en Amérique, pour la fabrication du papier. — On a récemment monté, aux environs de Philadelphie, pour le traitement de la pâte de bois, des établissements importants qui ont coûté près

(1) Car le changement se fait dans des flacons bouchés, lorsque la température baisse de + 5 degrés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 3 millions. Voici les renseignements que donne à cet égard le journal américain *The Tribune :*

Les usines sont situées sur les bords de la rivière Schuylkill, près du canal et du chemin de fer; les bâtiments sont en pierres et briques, et occupent un espace de 1,000 pieds de long (300 mètres) sur 350 de large (105 mètres). L'ensemble des constructions occupe un terrain d'environ 5 hectares; ce sont, dans ce genre d'industrie, les plus grandes usines du monde, pouvant produire, par jour, 12 à 15 tonnes de pâte. Avant d'entrer dans les bâtiments, on trouve un grand filtre situé du côté nord, et servant en même temps de réservoir aux énormes quantités d'eau employées journellement; il a 10 pieds (3 mètres) de profondeur sur 300 pieds carrés de superficie (37^{m2}). A proximité de ce réservoir sont deux fours continuellement occupés à la calcination de la chaux employée dans l'usine. La pierre à chaux est amenée par bateaux de carrières situées à quelques milles de là.

La partie la plus importante de l'usine est le bâtiment dans lequel se fait l'évaporation des lessives. On sait que l'une des raisons qui se sont le plus opposées à la fabrication de la pâte de bois ou d'autres substances, c'est le prix élevé de la soude que l'opération réclame en si grande quantité. Or, par un procédé d'évaporation spécialement employé ici, la liqueur alcaline ayant déjà servi une première fois à la désagrégation du bois est soumise à une régénération qui permet de retrouver 80 p. 100 de soude; telle est la cause du succès de l'opération. Dans ce même bâtiment se trouvent le dépôt des soudes, ainsi que plusieurs filtres et de grands réservoirs; ses dimensions sont de 75 pieds sur 132 ($22^{m},50$ sur $39^{m},60$). On y a installé dix chaudières produisant, chacune, 1,500 kilog. de pâte sèche par vingt-quatre heures, et l'on y rencontre également un puissant ventilateur, un condenseur et un réservoir d'eau chaude d'une très-grande capacité.

Le bois, réduit en petits copeaux, est conduit au moyen de la vapeur dans des chaudières sous lesquelles sont des foyers chauffés à grand feu; la lessive est introduite ensuite par un conduit venant des réservoirs, et le bois ne tarde pas à se réduire en une pâte d'un blanc sale. Le lessivage terminé, la pâte est amenée par de grands waggons en fer dans le bâtiment où, quelques heures auparavant, elle se trouvait encore à l'état de masse dure et noueuse.

A côté du lessivage est installé un atelier de 82 pieds sur 24 ($24^{m},60$ sur $7^{m},20$), où le bois subit l'opération du découpage, opération qui se pratique au moyen de deux énormes rouleaux en fer de 6 pieds ($1^{m},80$) de diamètre, munis de couteaux d'acier pouvant être déplacés à volonté et animés d'une grande vitesse de rotation. Le bois, ainsi découpé, est porté au lessivage que nous venons de voir.

Dans le même bâtiment se trouvent trois grands raffineurs, pouvant contenir chacun 1,000 livres de pâte (453 kilogr.), et deux cylindres laveurs de 84 pouces de diamètre ($2^{m},10$), pouvant laver 25 à 30,000 livres de pâte (de 11 à 13 tonnes et demie), enfin les appareils servant à préparer les matières employées au blanchiment. Toutes les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machines de ce bâtiment sont mues par deux puissantes turbines. Quant au blanchiment et au séchage, ils sont installés près de la rivière. La salle de séchage, qui n'a pas moins de 118 pieds sur 36 (35^{m},40 sur 10^{m},80), renferme un appareil composé de treize sécheurs, pouvant sécher de 14 à 18,000 livres de pâte (6 à 8 tonnes environ) par vingt-quatre heures.

(*Journal des fabricants de papier.*)

Système télégraphique essayé en France au chemin de fer du Nord permettant aux voyageurs, en cas d'accident, de communiquer avec les conducteurs de trains. — Voici les renseignements donnés à cet égard à la Société des ingénieurs civils par M. Bricogne, l'un des ingénieurs du chemin de fer du Nord :

Une tringle traverse le waggon, dans l'épaisseur et à la partie supérieure de la cloison qui sépare deux compartiments; elle porte extérieurement au waggon, à ses deux extrémités, des ailettes peintes en blanc, dont l'une correspond à un petit commutateur. Cette tringle, fixée par des brides, peut prendre deux positions à 90 degrés; les ailettes qui en dépendent suivent le même mouvement, de façon que, horizontales dans l'état ordinaire, elles deviennent verticales en cas d'appel.

Le mouvement est donné au moyen d'un petit levier fixé à la tringle, lequel est manœuvré par une chaîne terminée par un anneau, lequel pend au milieu d'une ouverture traversant la cloison un peu au-dessous de la tringle. Cette ouverture est vitrée sur les deux faces de la cloison, pour permettre de voir d'un compartiment dans l'autre. Le voyageur qui veut appeler casse la vitre qui est dans son compartiment, et tire sur l'anneau. Le déplacement de la tringle provoque, au moyen du commutateur extérieur auquel aboutissent les fils conducteurs, la fermeture du circuit des piles et des sonneries placées dans les guérites des conducteurs et garde-freins.

Une fois l'appel produit, il n'est plus possible au voyageur, à cause de la flexibilité de la chaîne de tirage, de remettre la tringle dans la position de repos. Mais l'agent du train, qui, à l'appel qui lui est fait, se rend par les marchepieds jusqu'au compartiment dont l'ailette a été déplacée, remet cette ailette en position après avoir constaté la cause de l'appel, et dès lors le commutateur et la tringle reprennent leur position normale.

On comprend que le bon fonctionnement de tout le système dépend principalement de celui de la pile; aussi cette partie de l'appareil a-t-elle été l'objet d'études sérieuses. Après différents essais, on s'est déterminé à employer la pile Marié-Davy ordinaire, c'est-à-dire avec vases poreux ordinaires et sulfate d'oxydule de mercure; seulement on a modifié la forme des éléments afin d'en rendre le casement et le fonctionnement plus faciles dans les fourgons. A cet effet, les rivets et soudures ont été supprimés, les charbons ont été munis d'une calotte de plomb, et on a interposé, entre le zinc et le vase poreux d'une part, et entre le zinc et le vase extérieur d'autre part, des éponges, dont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'effet est d'entretenir l'humidité de ces organes sans employer pour cela beaucoup de liquide, et surtout d'empêcher l'épanchement de ce liquide par suite des secousses du train.

Au chemin de fer de l'Est, on fait usage d'un autre genre de pile qui présente sur les autres deux avantages marqués : d'abord d'être composée d'éléments très-petits et, par conséquent, faciles à caser, ensuite de ne consommer que lorsqu'elle fonctionne.

(*Société des Ingénieurs civils.*)

Application du principe de la transparence des métaux, par M. Melsens. — L'auteur raconte que, ayant été sous l'influence d'une photophobie assez prononcée venue à la suite d'une inflammation des yeux produite par un accident de laboratoire, il a fait usage de conserves avec verres d'un bleu pâle recouverts d'une simple feuille d'or ou d'argent appliquée mécaniquement. Dans ces conditions, il a constaté que la lumière transmise était d'une douceur toute particulière, surtout lorsqu'elle avait traversé l'or. Les feuilles d'or du commerce présentent à la transparence deux teintes distinctes : l'or jaune laisse passer la lumière verte; l'or vert du commerce (alliage d'or et d'argent) transmet une lumière bleue, d'une nuance qui peut varier avec les quantités relatives des métaux qui constituent l'alliage.

M. Melsens pense donc que l'usage de lunettes dorées ou argentées dans le sens qui vient d'être expliqué pourra rendre service dans le cas de photophobie, et que l'industrie saura réaliser facilement la fabrication de verres dorés et argentés ou recouverts d'un alliage de ces métaux. Bien que n'ayant fait qu'un usage très-restreint de ce genre de lunettes, il a constaté la pureté des teintes et la netteté de la vision sans aucune fatigue, et il fait remarquer que cette constatation coïncide avec celle de M. Foucault, qui s'est occupé de la même question en argentant l'objectif d'une lunette astronomique pour permettre d'étudier, sans fatigue pour l'œil, la constitution physique du soleil.

(*Extrait des Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 3 *sept.* et 1er *oct.* 1866.)

Fabrication des allumettes chimiques en Amérique. — Parmi les fabriques d'allumettes chimiques de l'Amérique, celle de Frankfort (État de New-York) est remarquable par l'ensemble des machines qui y sont installées, et dont l'invention est due à M. Gates. On aura une idée de l'importance de cet établissement et de l'énorme quantité de produits qu'il livre au commerce quand on saura que, chaque année, on n'y emploie pas moins de 700,000 pieds de sapins pour la confection des allumettes, 400,000 pieds de tilleul pour celle des caisses d'emballage, 400 barils de soufre et 9,600 livres (4,349 kilog.) de phosphore.

Les machines fonctionnent jour et nuit dans des ateliers dont la population est de 300 ouvriers. La préparation des boîtes n'est pas une des parties les moins curieuses de la fabrication; elle exige, pour les petites, 500 livres (226 kilog.) de papier par jour;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour les grandes, 676 kilog. de carton, et, pour la colle, 66 livres de farine (environ 30 kilog.); enfin le timbre que le gouvernement exige sur les boîtes ne constitue pas moins de 1,440 dollars (plus de 7,200 fr.) de dépense journalière.

Quatre machines fonctionnent continuellement pour couper le bois, pour tremper les allumettes dans la pâte et pour les livrer à la mise en boîtes. Le bois de sapin est débité d'abord en planches de 2 pouces (0^m,05) d'épaisseur; ces planches sont divisées ensuite en petits blocs de la longueur de l'allumette, qui est de 2,25 pouces (0^m,056); les blocs sont ensuite repris par une machine à découper qui, à chaque coup, débite à la fois douze allumettes. Pendant le coup suivant, les allumettes sont poussées dans des espèces d'étuis disposés sur une chaîne sans fin de 250 pieds de long (75 mètres), qui les amène à la cuve de soufre et de là à celle de phosphore; puis elles reviennent à leur point de départ dans le même ordre, et sont recueillies dans des baquets par un enfant qui les envoie à l'atelier d'empaquetage. Grâce à cette rapidité d'exécution, la fabrique produit, par jour, 1,000 grosses ou 144,000 boîtes d'allumettes.

Les machines qui servent à faire les petites boîtes en papier ainsi que les couvercles, ne sont ni moins ingénieuses ni moins expéditives. Le papier, dont la largeur est égale à la longueur que doivent avoir les boîtes, est enroulé sur un axe mobile et présente son extrémité à la machine; à mesure qu'il se déroule, il passe d'abord entre des cylindres imprimeurs où il reçoit sa légende; un peu plus loin ses bords sont enduits de colle; enfin, dernière opération, il est coupé, ses bords rapprochés et collés, et la boîte, entièrement terminée, tombe dans un panier. Il y a deux machines semblables l'une pour les boîtes et l'autre pour les couvercles.

(*Journal of the Society of arts.*)

Nouvelle lampe à magnésium, par M. H. Larkin. — Pendant les réunions qui ont été tenues, cette année, à Nottingham, par l'Association britannique, on a expérimenté une lampe à magnésium d'un nouveau genre, dont voici la description :

Ce qui distingue avant tout l'invention, c'est que, au lieu d'être employé sous forme de ruban ou de fil, le magnésium est brûlé à l'état de poudre ou limaille et qu'on n'emploie pour faire fonctionner l'appareil ni mouvement d'horlogerie ni aucun autre mécanisme. La poudre métallique est contenue dans un large réservoir, dont le fond percé d'un petit orifice la laisse passer de la même manière que le sable qui tombe dans un sablier-horloge. Pour assurer un facile écoulement et afin de pouvoir donner à cet orifice un diamètre convenable qui ne débite pas trop à la fois, on mélange la poudre métallique avec du sable fin dans des proportions qui varient suivant l'intensité de lumière qu'on désire, c'est-à-dire suivant la quantité de métal qu'on veut dépenser.

En quittant le réservoir, le mélange traverse un tube métallique dans le haut duquel un filet de gaz d'éclairage est introduit, en sorte que la poudre et le gaz sortant ensemble au bas de ce tube, on n'a qu'à y mettre le feu pour obtenir une lumière brillante, qui dure aussi longtemps qu'on entretient le courant. A mesure que le métal

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se brûle, le sable auquel il était mélangé tombe dans un récipient spécial pendant que les vapeurs produites par la combustion sont entraînées au dehors par un petit tube faisant fonction de cheminée.

L'orifice du réservoir qui donne passage au mélange de poudre et de sable est muni d'une petite soupape, qui permet de régler ou d'arrêter à volonté l'écoulement. Lorsqu'on veut faire fonctionner la lampe, on commence par ouvrir le petit jet de gaz, puis on l'allume et on le règle convenablement en attendant qu'on fasse arriver le magnésium. On ouvre alors, au moment voulu, la soupape et la poudre métallique arrivant s'enflamme aussitôt. Comme le jeu de cette soupape est indépendant du robinet à gaz, on peut faire arriver le magnésium d'une manière intermittente et produire ainsi, avec la plus grande facilité et sans aucune perte, des effets de lumière susceptibles de trouver de nombreuses applications.

Dans la première expérience qui a été faite avec cette lampe la lumière, quoique très-éclatante, avait une teinte bleuâtre que l'inventeur a fait disparaître dans l'expérience suivante, en ajoutant à la poudre de magnésium une certaine quantité de nitrate de strontiane.

(*Ibid.*)

Nouveau procédé de fabrication du blanc de plomb, par M. Peter Spence. — Nous empruntons les détails qui suivent à un mémoire lu récemment devant la section chimique de l'Association britannique.

Parmi les produits chimiques dont l'industrie fait le plus grand usage, le blanc de plomb ou céruse est un de ceux dont on peut dire qu'il est en quelque sorte de première nécessité. Depuis longtemps il sert de base dans la préparation de presque toutes les couleurs employées dans la peinture à l'huile, car il est peu de matières colorantes qui possèdent par elles-mêmes les qualités exigées pour ce genre de peinture; et, bien qu'on ait cherché et qu'on cherche tous les jours à le remplacer à cause de son caractère toxique et de sa facilité à s'altérer au contact des moindres traces d'hydrogène sulfuré, on n'a pas encore réussi à lui trouver un substitut d'égale valeur. Le blanc de zinc a bien, jusqu'à un certain point, paru lui faire concurrence, mais les applications qu'on en a faites sont relativement restreintes; il est loin, d'ailleurs, de *couvrir* aussi bien que son rival, et son principal défaut est de manquer de solidité. La céruse a la propriété de former avec l'huile un composé pour ainsi dire indestructible, tandis que le blanc de zinc ne donne lieu qu'à une sorte de mélange.

Les différents modes de fabrication du blanc de plomb sont aujourd'hui bien connus; ils reposent presque tous sur l'action de l'acide acétique sur le plomb ou l'oxyde de plomb, à l'exception cependant du procédé Pattinson, breveté en 1841, qui comprend la décomposition de la galène par l'acide chlorhydrique, d'où la formation d'un chlorure de plomb, puis la décomposition de ce chlorure par les alcalis ou les terres alca-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lines, telles que la chaux ou la magnésie (1). En pratique, ce dernier procédé ne sert plus guère aujourd'hui qu'à la préparation de l'oxychlorure de plomb, qui semble, jusqu'à un certain point, se comporter avec l'huile aussi bien que le blanc de plomb ordinaire.

La méthode de fabrication la plus ancienne, celle qui est le plus généralement en usage et qui donne les meilleurs résultats, est la méthode hollandaise. L'opération consiste, en résumé, à prendre des lingots de plomb pur auxquels on a donné une forme convenable et à les placer les uns sur les autres dans des pots de grès, au fond desquels on a versé une certaine quantité d'acide acétique ou de vinaigre. On recouvre ensuite ces pots assez librement, c'est-à-dire sans établir d'herméticité et, après les avoir empilés, on étend sur le tout une couche de tan épuisé ou de toute autre matière fermentant d'une manière lente, capable de développer et d'entretenir pendant long temps une petite quantité de chaleur. Sous l'influence de cette chaleur, l'acide acétique se vaporise et agit sur le plomb, qui passe à l'état d'oxyde, puis est partiellement transformé en carbonate. En deux mois environ, la majeure partie du plomb est attaquée et convertie en oxyde et en carbonate; l'acide acétique se trouve épuisé, et la céruse obtenue, qui est encore à l'état brut, est broyée pour en séparer les morceaux de plomb métallique qu'elle peut contenir; alors on n'a plus qu'à laver le produit et à le livrer au commerce. Presque toute la céruse qu'on fabrique en Angleterre est faite par ce procédé. Quant à la méthode allemande, elle est, en principe, la même que la méthode hollandaise; elle n'en diffère que par quelques détails. Enfin plusieurs essais ont été tentés qui reposent sur ce fait, que l'acétate de plomb en solution a la propriété de dissoudre l'oxyde de plomb, formant ainsi un composé basique.

C'est en suivant une direction, suivant lui, entièrement nouvelle, que M. Spence est arrivé à découvrir le procédé qui va être décrit et qui, entre autres avantages, offre celui de permettre de fabriquer de la céruse avec des matières qu'on n'avait pu jusqu'ici utiliser dans ce but. Or on sait que les autres procédés exigent soit du plomb métallique soit de l'oxyde de plomb, tous deux à l'état très-pur. Il en est de même de la méthode Pattinson, pour laquelle il faut n'employer que de la galène très pure, c'est-à-dire ne contenant ni fer ni cuivre, ou bien avoir grand soin, dès que le chlorure est obtenu, d'en séparer les métaux étrangers avant qu'on ne procède à la formation de l'oxychlorure. Par son mode d'opérer, au contraire, M. Spence prétend employer toute espèce de minerai renfermant 8 à 10 onces de plomb (en moyenne, 280 gr. (2)), et sans que la présence d'aucun autre métal puisse en rien nuire à l'opération; le plomb est séparé directement et la céruse est obtenue parfaitement pure. Dans ces conditions, il estime qu'on peut utiliser économiquement les nombreux dépôts de minerais de plomb consi-

(1) Voir *Bulletin* de 1850, 1re série, t. XLIX, p. 185.

(2) Bien que le texte anglais ne l'indique pas, il s'agit probablement ici de 8 à 10 onces par 100 livres de minerai, ce qui fait 6k,180 pour 100 kilog.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dérés comme trop pauvres pour être traités, et les faire servir à la fabrication de toute la céruse employée dans l'industrie. Sa méthode est fondée sur ce fait que l'oxyde et le carbonate de plomb sont solubles dans des liqueurs de soude ou de potasse caustique, tandis qu'ils sont insolubles dans les carbonates de ces alcalis. Cela étant, on prend du minerai contenant soit de l'oxyde, soit du carbonate de plomb, soit du plomb dans un tout autre état qui lui permette d'être converti en oxyde ou en carbonate par voie de calcination ou autrement, puis, en le faisant macérer ou bouillir dans une solution caustique, tout le plomb se trouve dissous et séparé à l'état de liqueur limpide et incolore, tandis que les oxydes des autres métaux, s'il s'en trouve, restent inattaqués. Alors on fait passer dans cette liqueur un courant d'acide carbonique, et le gaz, en se combinant avec l'alcali, précipite instantanément le plomb, partie à l'état d'oxyde et partie à l'état de carbonate. La céruse ainsi obtenue est séparée ensuite par un lavage, après quoi on n'a plus qu'à la faire sécher avant de l'employer. Quant au carbonate alcalin, on le traite par de la chaux vive et on a de nouveau une solution alcaline qui sert à agir sur une nouvelle quantité de matière.

Pour faire juger de la rapidité du procédé, M. Spence, joignant l'exemple à la démonstration, a expérimenté devant l'Association avec un échantillon de minerai qu'il avait préalablement calciné et dont la composition, avant calcination, était la suivante. L'opération n'a pas duré plus d'une demi-heure :

Zinc.	30,656
Soufre.	26,483
Silice.	19,154
Plomb.	13,148
Fer.	9,121
Cuivre.	1,027
Alumine.	0,216
Argent.	0,022
Eau.	0,122
	99,949

La céruse de M. Spence a été essayée pour la peinture et pour le vernis des potiers, et on lui a trouvé des qualités égales à celles des céruses qu'on emploie ordinairement.

(*Ibid.*)

École supérieure de commerce de Mulhouse. — La Société industrielle de Mulhouse, qui exerce depuis longtemps par ses travaux une si heureuse influence sur la prospérité du centre industriel au milieu duquel elle est établie, a récemment pris sous son patronage une institution nouvelle qui, grâce à son puissant concours, ne peut manquer de réussir; nous voulons parler de l'*École supérieure de commerce* créée à Mulhouse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En accordant son concours à cette institution, la Société industrielle a désigné, parmi ses membres, une commission chargée de tous les détails d'organisation et de surveillance. Cette commission, composée de MM. Auguste Dollfus, président, Schlumberger (Jules-Albert), G. Steinbach, Engel-Dollfus, Spœrry et A. Penot, secrétaire, a rédigé un programme (1) dans lequel les motifs qui ont conduit à la création de la nouvelle école sont ainsi exposés :

« Les traités, déjà signés ou encore à conclure, entre la France et les autres nations tendent à modifier profondément le système industriel et commercial de notre pays. Mais pendant que nos fabricants se disposent, par les plus vigoureux efforts, à lutter avantageusement contre toute concurrence étrangère, notre commerce semble encore loin de suivre la même impulsion et nous nous trouvons, surtout à l'égard de nos relations lointaines, dans un état inférieur à celui où nous devrions prétendre. Il faut donc songer, dès à présent, à préparer des jeunes gens, par de fortes études spéciales, à représenter directement les intérêts français sur tous les marchés du monde, afin de nous affranchir désormais d'intermédiaires onéreux; et c'est cette pensée, unie au désir de faciliter à nos grandes maisons le choix de commis intelligents et instruits, qui a provoqué la création d'une École de commerce à Mulhouse. »

Voici le programme des cours.

Première division. — Anglais, allemand, italien, espagnol; calligraphie; géographie commerciale et économique; bureau commercial (revue et complément de l'arithmétique, opérations commerciales, comptabilité et tenue de livres); enfin, étude des marchandises.

Seconde division. — Langues étrangères; géographie commerciale et économique; bureau commercial (arithmétique supérieure, opérations commerciales, comptabilité et tenue de livres); étude des marchandises; économie commerciale et industrielle; droit commercial et industriel.

(M.)

Sur une nouvelle couleur rouge extraite de l'écorce de la bourdaine, par M. le docteur Buchner. — L'auteur a fait, il y a environ douze ans, à l'Académie royale de Bavière, une communication sur une nouvelle matière tinctoriale jaune et volatile qu'il avait découverte dans l'écorce de la bourdaine (*rhamnus frangula*) et à laquelle il avait donné le nom de *rhamnoxanthine*. Ce qui avait surtout attiré son attention, c'était la propriété qu'elle possède de se volatiliser peu à peu, même à la température ordinaire. Du papier blanc, dans lequel cette écorce est enveloppée, se colore visiblement en jaune au bout de quelque temps, et la surface intérieure de l'écorce des racines se couvre d'une certaine quantité de petits cristaux, que

(1) On peut consulter ce programme au secrétariat de la Société d'encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'on peut observer facilement avec une loupe, et qui sont d'un beau jaune doré analogue à celui de la soie.

Malgré cette volatilité de la rhamnoxanthine, l'auteur n'a pas encore réussi à en sublimer une quantité suffisante pour la soumettre à une étude plus approfondie. On peut cependant l'obtenir plus abondamment, sous forme d'une poudre jaune, en faisant évaporer l'extrait alcoolique ou éthéré de l'écorce de bourdaine, et en purifiant la rhamnoxanthine qui se sépare de cet extrait concentré. Mais, comme ce mode de préparation par la voie humide ne paraît offrir aucune garantie de la pureté du produit, M. Buchner a repris ses expériences par voie de sublimation. La rhamnoxanthine préparée par la voie humide a donc été mêlée avec du sable quartzeux dans un vase fermé par une plaque de verre, dépolie à l'émeri, placée sur un fourneau chauffé, et abandonnée ainsi à elle-même pendant les mois d'hiver. D'abord il se sublima une faible quantité de petites paillettes cristallines de rhamnoxanthine, couleur jaune d'or, mais ensuite on vit apparaître un sublimé aurore, constituant la nouvelle matière colorante, cristallisée en aiguilles prismatiques.

Cette matière, déjà indiquée dans la précédente communication de l'auteur, est évidemment un produit de l'altération de la rhamnoxanthine sous l'influence de la chaleur. Son aspect présente une si grande ressemblance avec l'alizarine (*rouge de garance*) que l'on peut à peine l'en distinguer (1). Cependant elle n'est pas identique avec elle, car elle est plus soluble dans l'alcool; et, si l'on ajoute un alcali à ce liquide, on voit la couleur passer au rouge-cerise, tandis que la solution semblable d'alizarine, traitée de la même manière, prend, comme on le sait, une nuance pourpre dont le reflet est violet.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur la nature et les causes de la rupture des arbres tournants en fer, par M. Wedding. — M. Wedding, constructeur de machines, à Berlin, a exprimé dernièrement, dans une des séances de la Société pour l'encouragement des arts techniques (*Verein für Gewerbefleiss*), ses doutes sur l'exactitude de l'opinion qui attribue la rupture des arbres tournants en fer, à un état cristallin, développé dans le métal par des chocs ou des ébranlements répétés. Il a conçu ces doutes en examinant la fracture d'un des arbres de son établissement, qui n'avait été soumis à aucun choc ni à aucune secousse, et dans lequel on ne pouvait supposer qu'il se fût opéré un déplacement des molécules. Il a donc tenté une expérience directe dont les résultats, complétement conformes à ceux des investigations de M. le mécanicien en chef Wöhler, semblent donner une explication fort simple du phénomène. Un arbre fut engagé

(1) Elle a aussi beaucoup d'analogie avec la *nucine*, matière colorante volatile contenue dans le brou de noix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

horizontalement dans un palier par une de ses extrémités, et l'on attacha un poids assez fort à l'autre extrémité qu'on laissa libre. Cette disposition portait naturellement les fibres supérieures à s'étendre et les inférieures à se comprimer. On fit alors tourner l'arbre, ce qui produisit sans choc une succession de compressions et d'extentions alternatives qui détruisirent les fibres du fer. Aussi l'arbre se rompit-il après quatre heures environ. Au point de rupture du fer forgé, l'aspect dépend beaucoup de la rapidité ou de la lenteur de l'accident. Lorsque la fracture est soudaine, les fibres rompues sont courtes et perdent toute apparence de nerf ; mais, quand la fracture est réellement cristalline, on peut supposer que cette disposition était préexistante dans le fer. L'auteur a présenté plusieurs échantillons de fractures opérées dans des circonstances variées, et a fait remarquer combien serait dangereux l'emploi du fer dans l'industrie et dans les constructions, si la théorie proposée sur le changement de la constitution de ce métal et sur sa rupture par suite des chocs et des secousses était réellement exacte (1). (*Verhandlungen der Vereins zür Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen*, et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Emploi de la paraffine purifiée dans la préparation des tonneaux à vin ou à bière, par le docteur Vohl, de Cologne. — On sait que les vins diminuent de quantité en séjournant dans les tonneaux, où l'eau se dissipe à travers les pores du bois, et que la proportion de l'alcool s'augmente, tandis que l'absorption de l'oxygène de l'air et d'autres causes produisent différentes altérations dans les liquides. Cette diminution oblige de remplir les tonneaux, et l'on soufre même souvent les vins blancs pour s'opposer à l'action de l'oxygène.

L'auteur a commencé en 1862 une série d'expériences consistant à faire sécher à peu près les tonneaux après les avoir échaudés, puis à en imbiber l'intérieur avec de la paraffine purifiée en fusion.

On a rempli de vin nouveau les tonneaux ainsi préparés, et on les a bien bondonnés sans les soufrer. Jusqu'au printemps de 1865, ces tonneaux n'avaient presque rien perdu de leur poids, et le vin y était resté semblable à ce qu'il était lorsqu'on l'avait entonné, en sorte qu'il n'avait nullement vieilli et que tout le monde l'aurait pris tout au plus pour du vin de l'année précédente. Il serait à désirer que de nouvelles expériences servissent à constater le temps pendant lequel le vin peut ainsi rester sans changement, et à faire savoir si la préparation des tonneaux avec la paraffine peut réellement faire éviter le remplissage des fûts.

---

(1) Une expérience facile prouve cependant que les vibrations modifient la constitution moléculaire. Que l'on tourne au burin une barre d'acier faible pour sa longueur, et telle que, malgré les précautions, l'outil broute fréquemment et assez longtemps sur la pièce, et l'on reconnaîtra bientôt que l'acier, d'abord très-doux, s'est promptement rempli de grains qui le rendent de plus en plus intraitable, à moins qu'on ne le recuise avec soin. (V.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette méthode paraît convenir également pour la bière, qu'elle empêche même de contracter, dans le bois, l'arrière-goût de goudron qui déplaît à beaucoup de personnes.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Préparation d'une encre d'imprimerie, par M. le docteur Artus. — On peut préparer économiquement une belle encre d'imprimerie par la méthode suivante.

On prend :

9	parties	de térébenthine de Venise;
10	—	de savon mou de potasse;
4	—	d'oléine;
6	—	de suie calcinée;
1	—	de bleu de Paris;
0,5	—	d'acide oxalique;
1	—	d'eau.

On fait chauffer doucement la térébenthine de Venise, qui doit être belle et bien transparente, avec l'oléine purifiée, car l'oléine brute contient de la stéarine; puis, après avoir placé le savon de potasse sur une pierre à broyer, on y incorpore peu à peu, sous l'action de la molette, le mélange de térébenthine et d'oléine suffisamment chauffé. Lorsque le mélange des trois substances est parfaitement opéré, on y fait entrer, par un nouvel emploi de la molette, le noir de fumée qui doit avoir été préalablement broyé et passé sur un tamis serré de crin. Enfin on y mêle, toujours en broyant avec la molette, le bleu de Paris délayé dans l'acide oxalique. On prépare ce mélange, qui donne à l'encre une nuance agréable, en broyant très-fin le bleu de Paris, l'acide oxalique et la proportion d'eau indiquée, en chauffant un peu et en continuant le tout avec la masse ci-dessus par un broiement convenable. On peut remplacer le bleu de Paris et l'acide oxalique par environ 1/3 ou 1/2 partie de carmin d'indigo, broyé préalablement avec un peu d'eau. Les essais d'impression tentés avec cette encre ont parfaitement réussi.

Pour nettoyer les caractères, on s'est servi d'une solution, tantôt de soude ordinaire, tantôt de soude caustique, mais cette dernière doit être préférée à tous les autres moyens. Lorsque l'on ne veut pas prendre la peine de décomposer la soude par la chaux caustique, on peut dissoudre 1 partie de soude à la chaux du commerce dans 12 ou 15 parties d'eau.

(*Ibid.*)

Conservation des peintures à fresque, par le moyen de la paraffine, par M. le docteur Vohl, de Cologne. — Les substances employées à la con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

servation des peintures à fresque doivent satisfaire à la double condition de les défendre des altérations et de leur donner de la transparence, afin d'en rendre l'aspect plus chaud.

On a récemment proposé et même employé, dans une certaine mesure, le verre soluble pour cet usage. Mais M. Kaulbach, de Munich, dont l'opinion en cette matière a certainement beaucoup de poids, s'est prononcé contre l'usage de ce verre, pour les fresques tant anciennes que nouvelles, et M. Vohl ne peut, d'après ses propres expériences, qu'adhérer à l'opinion de ce savant.

Si l'on considère de près, en effet, la composition, les propriétés et les réactions du verre soluble sur une substance contenant de la chaux, on observe que ce verre étant une combinaison d'acide silicique avec un alcali (soude ou potasse) exerce une forte réaction alcaline, et se décompose en présence des sels calcaires, de manière à former du silicate de chaux et à laisser en liberté une certaine quantité d'alcali, qui se combine ensuite avec l'acide carbonique de l'air.

Si donc on enduit une peinture à fresque de verre soluble à base de potasse, cet alcali devient libre, attire l'acide carbonique de l'air et forme un sel qui, même à l'état neutre, est déliquescent et rend le mur humide.

Quelque temps après néanmoins, ce sel, en absorbant une nouvelle quantité d'acide carbonique, se change en bicarbonate de potasse, et n'attire plus l'humidité de l'air, mais s'effleurit en très-petits cristaux et se sépare du mur. La couche mince de silicate de chaux avec excès d'acide cristallise bientôt et s'écaille, en emportant une partie de la couleur. Si le verre soluble a été préparé avec de la soude, les réactions s'exercent de la même manière, si ce n'est que, dans les journées sèches et chaudes, surtout dans l'été, le carbonate de soude formé s'effleurit d'une manière très-prononcée et couvre le mur d'une masse blanche cristalline, semblable à une moisissure, qui, en tombant, entraîne la couleur et détruit graduellement le tableau. C'est donc seulement dans les premiers temps que le verre soluble consolide les couleurs, mais il tend ensuite, de plus en plus, à détruire la peinture. On peut observer ces effets successifs à Cologne, dans l'église de Saint-Géréon. Dans plusieurs cas, lorsque le sulfure d'arsenic ou les divers oxydes de cuivre sont entrés dans la composition de la palette du peintre, l'alcali du verre soluble peut modifier et même détruire les couleurs.

Le procédé qui, dans presque tous les cas, a été employé de préférence et qui non-seulement consolide, mais encore conserve la peinture et la rend plus transparente, plus brillante et plus chaude, consiste dans l'emploi d'une solution de savon neutre de cire dans l'alcool, ou de cire dans la benzine.

L'emploi de ces solutions permet de donner aux murs un poli brillant ; les couleurs ressortent bien et deviennent solides et durables. Le seul inconvénient de ce traitement est que, dans les édifices humides, la couche d'enduit jaunit promptement, assombrit les clairs du tableau, et fait même varier sur plusieurs points la nuance des couleurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a fort longtemps que ce procédé a été employé en Italie, notamment à Herculanum et à Pompéi.

Depuis plusieurs années l'auteur a essayé, avec beaucoup de succès, d'employer pour le même usage une solution de paraffine pure dans la benzine ou l'huile du Canada. On sature à froid l'une de ces huiles volatiles avec de la paraffine, et l'on étend la combinaison sur la fresque. Lorsque le dissolvant est évaporé, on frotte modérément la peinture avec une brosse ou un drap fin pour la rendre brillante.

Cette méthode est plus économique que l'emploi de la cire ou du savon de cire, et l'enduit n'a pas le défaut de brunir. M. Hohe, professeur à l'Académie de Bonn, l'a essayée avec avantage dès l'année 1861, notamment sur les fresques de l'église de Schwarzrheindorf, près de Beuel.

(*Ibid.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 8 août 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Vulwerick* demande la visite de sa fabrique de toiles imprimées, à Rouen, et l'examen des procédés mécaniques nouveaux qui y sont employés. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *L. Treholan*, à Redon (Ille-et-Vilaine), présente une machine à fabriquer les briques. (Renvoi au même comité.)

M. *Maurel*, membre de la Société, Grande Rue, 21, à la Chapelle, indique un moyen pour faire un signal de détresse très-apparent dans les trains de chemins de fer. (Renvoi au même comité.)

M. le baron *de Cartier*, membre de l'association pour la fabrication du minium de fer d'Auderghem, demande, au nom de cette fabrique, l'examen des produits qu'elle met dans le commerce et des procédés qu'elle emploie. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* adresse à la Société deux exemplaires du n° 3 du *Catalogue des brevets d'invention pris en* 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Betz-Penot*, propriétaire à Ulai, membre de la Société, envoie une note et des documents sur l'engraissement économique des veaux. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Lesens*, marquis *de Morsan*, à Morsan-Brionne (Eure), envoie une note et un échantillon relatifs à la préparation qu'il a inventée pour l'utilisation de l'engrais humain et sa désinfection. (Renvoi au même comité.)

M. *Ch. Gérard*, fabricant de limes à Breuvannes (Haute-Marne), demande une médaille de contre-maître pour un ouvrier employé dans sa fabrique depuis 1823. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Monthiers*, rue Neuve-des-Petits-Champs, 64, a fait présenter par M. *Barreswil*, membre du Conseil, une note autographiée sur la ventilation, *per descensum*, des salles de spectacle. (Renvoi au comité des arts économiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Appareil à patiner sur l'eau.* — M. *Amédée-Durand* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un appareil de M. *Filleul* pour patiner sur l'eau tranquille.

Après cette lecture, une discussion s'engage sur les conclusions présentées, au nom du comité, à l'issue de laquelle le Conseil adopte les propositions faites par un membre pour l'ajournement de ce rapport et son renvoi au comité des arts mécaniques, avec demande à la commission des fonds d'un secours pour faire expérimenter le procédé devant le comité.

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Ser*, professeur à l'École centrale des arts et manufactures;

M. *Méricant*, fabricant de coutellerie et d'instruments de chirurgie vétérinaire, à Paris, sont nommés membres de la Société.

NOMINATION D'UN MEMBRE ADJOINT AU COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES. — Il est procédé au vote, par scrutin secret, pour la nomination d'un membre adjoint au comité des arts économiques.

M. *Wolff*, directeur de la maison Pleyel, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé membre adjoint du comité des arts économiques.

Séance du 17 octobre 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

S. Exc. M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie à la Société deux exemplaires du LIII^e^ volume des *Brevets d'invention* et des n^os^ 4, 5 et 6 du Catalogue de ces brevets.

M. *Wolff* écrit pour remercier la Société de sa nomination comme membre adjoint au comité des arts économiques.

M. *Ledeuil*, agent voyer, à Dijon, demande une subvention pour aider un jeune

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

homme sans fortune à faire ses études à l'École centrale. (Il sera répondu à M. *Ledeuil* que la Société ne dispose d'aucune bourse à cette École et n'a aucun crédit ouvert pour cette nature de dépenses.)

M. *Warnier*, président de la Société industrielle de Reims, demande à la Société d'encouragement de consentir à l'échange du *Bulletin* de ses séances contre celui de la Société industrielle. (Renvoi à la commission du *Bulletin*.)

M. *Lascomères* demande un secours à la Société pour tirer parti de son invention relative à des appareils de chauffage. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Thunot*, imprimeur, à Paris, demande une médaille pour un de ses ouvriers, qui est, depuis cinquante-sept ans, dans son imprimerie. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Gueunier*, chez M. *Plichon*, rue des Amandiers-Popincourt, 25 et 27, fait connaître à la Société un nouveau procédé qu'il a inventé dans le but de recouvrir la fonte grise d'une couche de fonte blanche. (Renvoi aux comités des arts chimiques et mécaniques.)

MM. *Gossin* frères, rue de la Roquette, 57, demandent à la Société de vouloir bien faire examiner un groupe de grandeur naturelle composé de onze personnages en terre cuite. (Renvoi à la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie.)

M. *Gellée*, rue Barbette, 13, présente un nouveau système de frein pour chemins de fer. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Doury*, rue Oberkampf, 122, présente un système de son invention pour fixer dans diverses positions les persiennes. (Renvoi au comité des arts économiques.)

MM. *Walter-Berger*, à Goetzenbruck (Moselle), présentent des verres de lunette de couleur neutre dont ils ont maintenant la fabrication d'une manière exclusive. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Florent Gry*, boulevard des Batignolles, 62, fait connaître un système pour transformer complétement la chaleur en travail mécanique. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Renouard*, place Vendôme, 8 : échantillons de sels de potasse destinés à l'agriculture. (Renvoi aux comités des arts chimiques et d'agriculture.)

M. *Violette*, à Lille (Nord), fait connaître un nouveau mode d'emploi des résines pour la fabrication des vernis. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Caudron*, à Malaunai (Eure), présente dans trois lettres diverses considérations sur les pompes à incendie dans les campagnes — les moyens de sauvetage et l'emploi des timbres-poste. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Fleurquin*, rue de l'Abbaye-des-Prés, 17, à Douai (Nord), présente une balayeuse à main. (Renvoi au même comité.)

M. *Challeton de Brughat* envoie un mémoire imprimé et offre de faire des expériences sur un nouveau système d'armes se chargeant par la culasse. (Renvoi au même comité.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Constantin*, rue Ballerie, 8, à Avignon (Vaucluse), demande qu'on lui fasse connaître l'opinion du Conseil sur les procédés d'épuration de l'huile d'olive qu'il a présentés à la Société. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Achille Brachet*, rue Mouton-Duvernet, 11, adresse à la Société diverses communications relatives à divers instruments d'optique. (Renvoi au comité des arts économiques.)

MM. *Dausque* père et fils, distillateurs, à Laverdine (Cher), envoient à la Société une notice sur leur appareil à rectifier l'alcool. (Renvoi au même comité.)

BIBLIOGRAPHIE. — La Société a reçu les ouvrages suivants :

Notice sur Barthélemy Thimonier, inventeur de la machine à coudre, par *J. Meyssin*. Br., Lyon, 1866.

Générateurs inexplosibles de M. J. Belleville, par M. *Paul Dalloz*. Br., Paris, 1856.

Extrait de mémoires sur l'emploi thérapeutique de l'iodure de potassium, par M. *Melsens*. Bruxelles, 1866. Br. in-8.

Note sur l'action mutuelle des éléments des sels solubles dans l'économie animale, par M. *Melsens*. Bruxelles, 1866.

Annuaire de la Société des anciens élèves des écoles d'arts et métiers. — Année 1866, Paris.

Bulletin de la Société d'agriculture et de commerce de Caen. — Année 1866.

Annales des sciences physiques et naturelles de la Société d'agriculture et d'industrie de Lyon, 1864-1865.

Carte géologique du département de la Seine, par M. *Delesse*, ingénieur des mines. 4 feuilles, Paris, 1865.

Collection des dessins de l'École des ponts et chaussées. 9e livr.

COMMUNICATIONS. — M. *Barreswil*, membre du Conseil, fait, au nom de M. *Godin-Lemaire*, de Guise, une communication consistant :

1° Dans la présentation de divers produits et appareils en tôle émaillée pour le chauffage des appartements ;

2° Dans l'exposition de l'installation de la fabrique où ils sont confectionnés, qui occupe près de 800 ouvriers ;

3° Dans la description de l'établissement (*familistère*) créé par M. *Godin-Lemaire* pour le logement et l'installation des ménages de ces ouvriers.

Le Conseil écoute cette communication avec intérêt et renvoie l'examen des produits et de l'établissement de M. *Godin-Lemaire* aux comités des arts chimiques, des arts économiques et du commerce.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

La Société d'encouragement a reçu, dans les séances des 8 août et 17 octobre 1866, les ouvrages dont les titres suivent :

Ouvrages offerts à la Société.

ANNALES du commerce extérieur. Juillet, août.
ANNUAIRE de la Société météorologique de France. Tabl. météorol., feuilles 1-12, t. II.
ANNALES de l'agriculture française.
ANNALES des sciences physiques et naturelles de la Société impériale d'agriculture de Lyon. 1864-1865.
BULLETIN de la Société française de photographie. Juillet, août, septembre.
BULLETIN de la Société protectrice des animaux. Juillet, août, septembre.
BULLETIN de la Société de l'industrie minérale. Octobre, novembre, décembre 1865.
BULLETIN de la Société industrielle d'Amiens. N° IV, 1866.
BULLETIN de la Société industrielle de Mulhouse. Juin, juillet, août 1866.
BULLETIN de la Société d'agriculture de la Drôme. N^os 10, 11.
BULLETIN des travaux de la Société libre d'émulation, du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure. 1864-1865.
BULLETIN de la Société industrielle de Reims. N^os 7 à 10.
BULLETIN des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture de France. N^os 7, 8, 9.
BULLETIN du musée de l'industrie. Juin, juillet, août 1866.
BULLETIN du comité des forges de France. N^os 23, 24.
BULLETIN de la Société d'agriculture et du commerce de Caen. 1865.
BREVETS d'invention. T. LIII.
CATALOGUE des brevets d'invention. N^os 3 à 6.
CULTIVATEUR de la Champagne (le). Juillet, août, septembre.
COMPTES RENDUS hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. N^os 4 à 15.
GÉNIE industriel (le), par MM. ARMENGAUD frères. Août, septembre, octobre 1866.
JOURNAL de l'agriculture française, par M. BARRAL. N^os 2 à 6.
JOURNAL d'agriculture pratique. N^os 15 à 19.
JOURNAL des fabricants de sucre. N^os 14 à 27.
JOURNAL d'éducation populaire. Juin à septembre.
JOURNAL d'agriculture de la Côte-d'Or. Année 1865.
JOURNAL des fabricants de papier. N^os 15 à 19.
JOURNAL de la Société impériale et centrale d'horticulture. Juillet, août 1866.
LA LUMIÈRE. N° 14.
MONITEUR scientifique (le), par le docteur QUESNEVILLE. N^os 231 à 236.
MONITEUR de la papeterie française (le). N^os 20 à 24, vol. II, et n° 1, vol. III.
MONDES (les), par M. l'abbé MOIGNO. Livr. 13 à 18, t. XI, et livr. 2 à 6, t. XIII.
MERVEILLES de la science, par M. L. FIGUIER. 4^e, 5^e et 6^e séries.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MONITEUR d'hygiène et de salubrité publique, par M. A. CHEVALLIER fils. Août, septembre, octobre.
PROCÈS-VERBAL du Comice agricole de Provins. 1855-1856.
PROPRIÉTÉ industrielle (la). Nos 448 à 458.
PRESSE scientifique et industrielle des deux mondes (la). Nos 1 à 11.
REVUE agricole, industrielle, etc., de Valenciennes. Juin 1866.
REVUE générale de l'architecture et des travaux publics, par M. César DALY. Nos 1, 2.
REVUE universelle des mines, de la métallurgie, etc., sous la direction de M. CH. DE CUYPER. 3e livr.
SOCIÉTÉ des ingénieurs civils. Séances des 20 juillet et 7 septembre.
SOCIÉTÉ agricole, scientifique, etc., des Pyrénées-Orientales. Vol. XIV.
SOCIÉTÉ des anciens élèves des écoles impériales d'arts et métiers. Annuaire 1866.
TECHNOLOGISTE (le), par MM. MALEPEYRE et VASSEROT. Septembre, octobre 1866.
AMERICAN Artizan. Nos 10 à 22.
AMERICAN Journal of science and arts, par SILLIMAN et J. DANA. No 123.
GIORNALE di scienze naturali ed economiche. Fascicule 1, vol. II.
JOURNAL of the Society of arts (the). Nos 714 à 725.
JOURNAL of the Franklin institute (the). Juillet, août, septembre.
POLYTECHNISCHES Journal von Dingler. Nos 1045 à 1049.
PHOTOGRAPHIC Journal (the). Nos 172, 174.
REVISTA de obras publicas. Nos 15 à 19.
WOCHENSCHRIFT des Niederosterreichischen Gewerbe-Vereines. Nos 40, 41.
VERHANDLUNGEN des Bereins. Mars à juin.
EXTRAIT de mémoires sur l'emploi de l'iodure de potassium, par M. MELSENS, br.
LA MACHINE A COUDRE. Notice sur B. Thimonnier, par M. MEYSSIN, br.

Abonnements.

ANNALES de chimie et de physique. Août, septembre, octobre.
ANNALES des ponts et chaussées. Mars et avril.
JOURNAL des économistes. Juillet, août, septembre.
THE Artizan. Août, septembre, octobre.
THE Chemical news. Nos 346 à 353.
THE Mechanic's Magazine. Juillet, août.
THE practical Mechanic's Journal. Août, septembre, octobre.
THE Technologist. Août, septembre.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

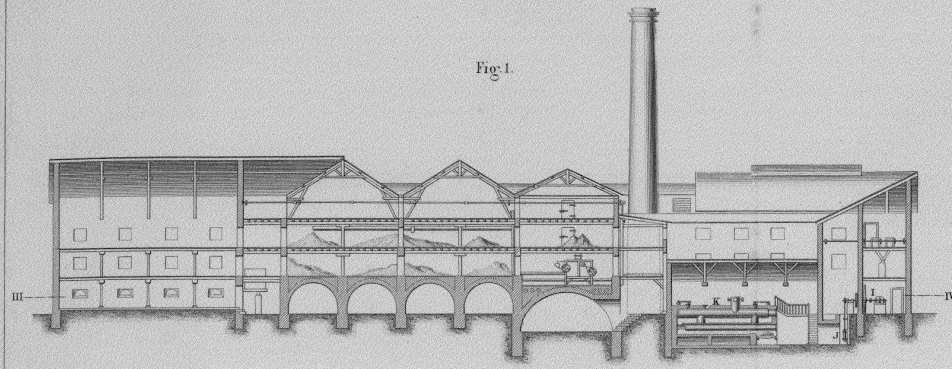


Fig. 3.

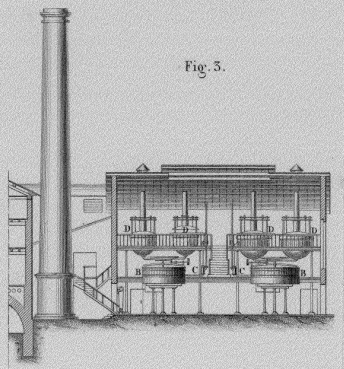


Fig. 4.

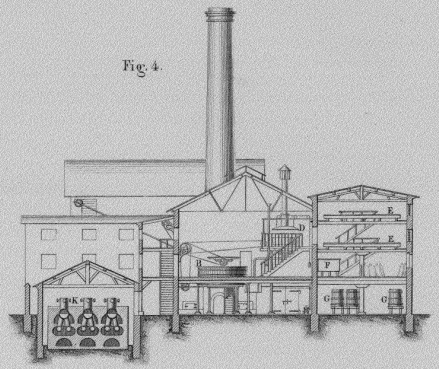


Fig. 2.

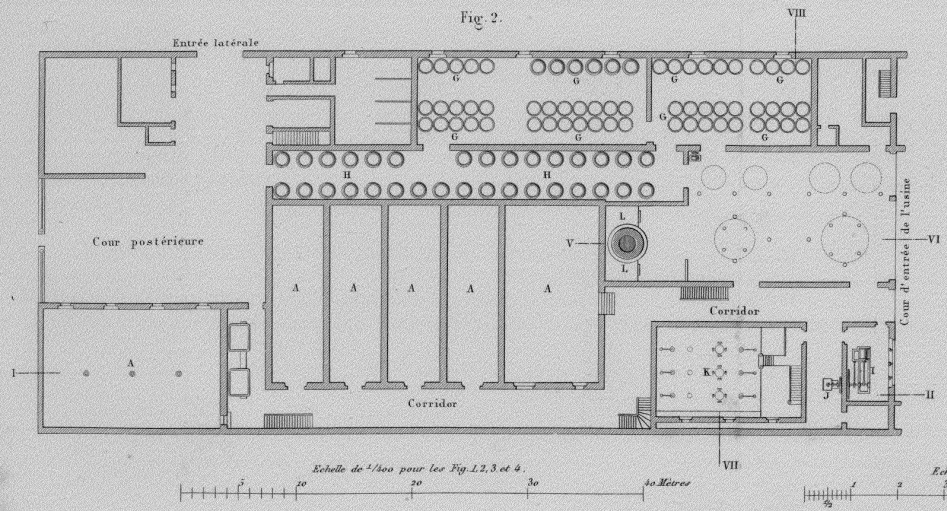


Fig. 5.

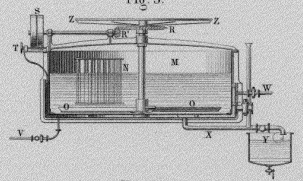


Fig. 6.

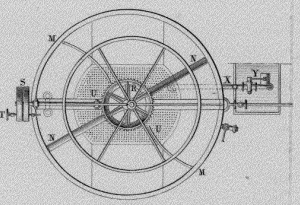


Fig. 8.

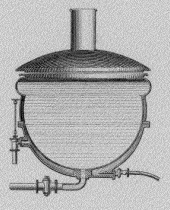


Fig. 9.

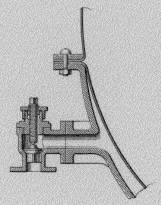


Fig. 7.

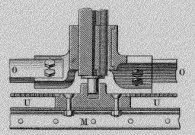
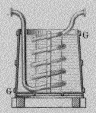
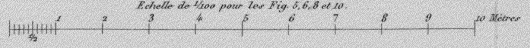


Fig. 10.

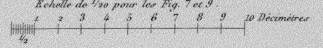


Echelle de 1/600 pour les Fig. 1, 2, 3 et 4.

Echelle de 1/100 pour les Fig. 5, 6, 8 et 10.



Echelle de 1/10 pour les Fig. 7 et 9.

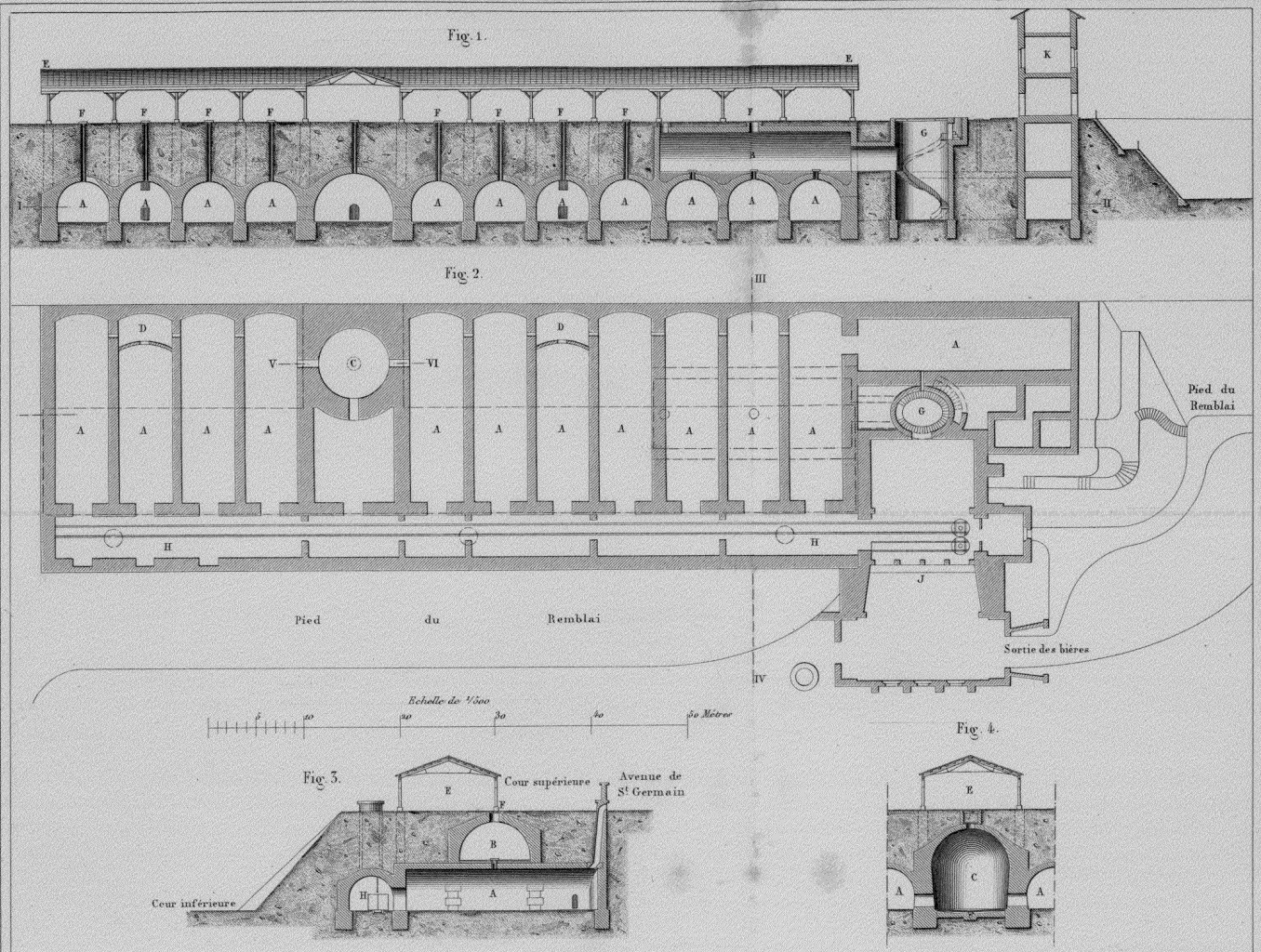


Imp. Lamoureux, rue de Lacépède 38, Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

FABRICATION DE LA BIÈRE DE BAVIÈRE, PAR M. FELIX BOUCHEROT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris.

Ad. Leblanc, del. et sc.

CAVES DE M. FELIX BOUCHEROT, POUR LA CONSERVATION DE LA BIÈRE DE BAVIÈRE

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Novembre 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BENOÎT, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* INSTRUMENT DE GÉOMÉTRIE PRATIQUE *destiné à mesurer les distances, présenté sous le nom de* LONGIMÈTRE, *par* M. SANGUET, *rue du Vertbois, n° 34.*

Messieurs, M. Sanguet, géomètre-arpenteur, a soumis à votre appréciation un instrument de géométrie pratique, qu'il a fait breveter sous le nom de Longimètre, destiné à *donner immédiatement, sans chaînage et sans calculs, les distances* auxquelles une *Mire parlante* disposée verticalement est observée ; et, par conséquent, la longueur de la *projection horizontale de toute ligne du terrain dont la mire et l'instrument occupent les deux extrémités.*

« Assurément, lorsqu'on considère que les plus longues des opérations « d'un arpentage sont précisément la mesure des bases et le transport de la « planchette en divers lieux d'un contour polygonal, il est très-avantageux « de pouvoir se dispenser de ces pénibles pratiques : mais il faut que le pro- « cédé qu'on leur substituera offre la précision qu'on a coutume de rencon- « trer dans ces sortes d'opérations; car on ne doit pas acheter la prompti- « tude des effets aux dépens de l'exactitude des résultats. »

C'est ainsi que s'exprimait M. Francœur, dans un rapport sur un instru-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment ayant aussi pour objet de *mesurer les distances sans les chaîner*, imaginé en 1825 par M. Barbou, ancien géomètre du cadastre. Bien que cet instrument, est-il dit dans ce rapport, fût de nature à être perfectionné, non-seulement pour en diminuer la complication et par suite le prix, mais aussi pour en accroître la précision, le conseil jugea qu'il pouvait être utile de le figurer et de le décrire dans le *Bulletin* de la Société, afin de le signaler aux arpenteurs et aux constructeurs qui pourraient l'améliorer dans la suite.

Si l'on se reporte à la 24e année de ce *Bulletin*, p. 407, pl. 291, pour connaître la composition de l'instrument de M. Barbou, le seul de son espèce qui ait été présenté à la Société, et la manière de s'en servir, on verra que son emploi est assez compliqué, et que, pour avoir la valeur métrique des distances observées, il est toujours indispensable de faire certains petits calculs dont il était bon d'être dispensé.

C'est ce qu'a pensé, sans doute, M. Sanguet, puisque son Longimètre, combiné avec une *mire parlante tenue verticalement* et non pas inclinée de manière à être croisée à angles droits par le rayon visuel dirigé vers son pied, comme il faut le faire avec l'instrument de M. Barbou, *donne immédiatement sans calculs la distance métrique horizontale du point de station du Longimètre à la verticale occupée par la mire,* ainsi que les détails ci-après vont l'expliquer.

Votre comité des arts mécaniques m'ayant chargé de vous rendre compte de l'examen qu'il a fait du Longimètre, sur votre demande, je dois vous exposer d'abord le principe sur lequel la construction de cet instrument est basée. Si l'on conçoit 1° le triangle formé par un Jalon vertical d'une longueur quelconque, et les deux rayons visuels émanant d'un point d'observation aussi quelconque, vers les deux extrémités de ce jalon ; 2° le petit triangle dessiné au point de station, par des perpendiculaires à ces rayons visuels et une horizontale quelconque, situées dans le plan du premier triangle, il est évident que les deux triangles considérés sont semblables, et que, par conséquent, *la distance horizontale du point d'observation à la verticale du jalon est, à la longueur de ce jalon, comme la hauteur du petit triangle est à la longueur de sa base horizontale.*

Il résulte de là que la distance à mesurer est égale à la longueur du jalon multipliée par le rapport de la hauteur du petit triangle à la longueur de sa base, et que, par suite, tout instrument qui, comme celui de M. Sanguet, matérialisera le petit triangle considéré et donnera la valeur du rapport indiqué fournira la solution du problème qui nous occupe.

Le Longimètre est, en effet, composé d'une *Lunette à réticule,* et à tourillons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

horizontaux, supportés par une fourchette terminant une Colonne élevée sur un Patin à trois branches, munies chacune d'une *Vis calante*. Cette lunette peut ainsi se mouvoir dans tout plan vertical de la station et diriger des rayons visuels vers les extrémités du jalon observé : et, comme une sorte de Bras est fixé d'équerre à l'une des extrémités des tourillons de la lunette et perpendiculairement à l'axe optique de celle-ci, ce bras matérialise les perpendiculaires aux rayons visuels dirigés.

La direction de la *base du petit triangle* considéré est représentée par une *Règle* métallique fixée d'équerre sur l'axe de la colonne, parallèlement au plan que l'axe optique de la lunette peut décrire quand elle est mue autour de ses tourillons. Cette règle prend évidemment une position horizontale quand la colonne est ramenée dans une situation verticale, et M. Sanguet obtient la *longueur de cette base* par deux combinaisons mécaniques différentes.

Dans l'instrument, objet de son brevet, le bras de la lunette est engagé dans une Pièce à écrou menée par une *Vis d'appel* parallèle à la règle, le long de laquelle on peut, en agissant sur une vis de serrage, arrêter à volonté, ou rendre libre de glisser, le *Curseur* support de cette vis. Il est facile de voir que, par cette disposition, on pourrait, d'après la dimension du pas de la vis d'appel et le nombre de tours qu'on lui ferait faire, déduire la longueur de la base du petit triangle dont la hauteur est la distance de l'axe des tourillons de la lunette à l'axe de la vis.

Il est, d'ailleurs, également évident que, par cette disposition, on peut reproduire dans un endroit quelconque de la direction de cette base, qui est celle de l'axe de la vis d'appel, une base d'une longueur voulue, soit en marquant par deux *repères* convenables, sur le support de cette vis, qui est alors munie d'un petit *index* spécial, l'amplitude du mouvement à lui donner pour cela; soit en lui faisant faire le nombre de tours nécessaire.

M. Sanguet, dans une combinaison postérieure, ménage dans le bras de la lunette une coulisse dans laquelle peut se mouvoir un Glissoir lié à une petite Équerre appliquée sur un *Curseur* mobile le long de la règle, à l'aide d'un pignon à bouton engrenant sa rive antérieure dentée, et pouvant être arrêté à volonté, sur cette règle, par une pince à vis de serrage. Un *Ressort* fixé au curseur et *contre lequel le long bras de l'équerre appuie au départ*, et qui cède quand on agit sur ce bras pour l'amener contre une *Vis de buttée* taraudant dans une saillie du curseur, sert évidemment à obtenir, à partir d'une première position donnée à la lunette au moyen du curseur, un petit triangle d'une base voulue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit, d'après ces détails, que si l'on a tracé les deux *repères* du premier instrument et réglé la *vis de buttée* du second, de manière que si la lunette étant d'abord dirigée sur le pied d'un *jalon vertical de* 2 *mètres de longueur, observé à* 200 *mètres de distance horizontale,* le second rayon visuel dirigé par la lunette amenée dans sa position finale indiquée par le second repère ou relative à la vis de buttée, passe par l'extrémité supérieure du jalon, on sera en droit de conclure que tout corps, à quelque niveau qu'il se trouve, dont la dimension verticale observée sera exactement embrassée par les rayons visuels dirigés par la lunette, dans ses deux positions extrêmes, est situé à une distance horizontale de l'instrument, égale à cent fois cette dimension verticale.

Si donc le corps observé est une *Mire parlante,* c'est-à-dire *lisible à distance, par l'observateur lui-même,* en agissant d'abord sur le curseur de la règle pour diriger l'axe optique de la lunette vers le pied de la mire disposée verticalement, et en lisant ensuite la hauteur métrique du point de la mire sur lequel se dirigera cet axe optique dans la dernière position à donner à la lunette, indiquée par le second repère de la vis d'appel ou par la vis de buttée, l'observateur aura mesuré, par cela même, l'éloignement de la mire, qui est exactement le centuple de la hauteur métrique qu'il a lue.

Pour faciliter la manœuvre du Longimètre, sa colonne est formée de deux parties, l'inférieure fixe, faisant corps avec le patin, pour servir de pivot à sa partie supérieure, dont on peut ainsi diriger la lunette vers un endroit quelconque et l'y maintenir ensuite, au moyen soit d'une vis de serrage, soit d'une pince à vis liée au patin et embrassant un petit rebord en forme de collerette, qui termine le bas de la partie mobile.

Le Longimètre, combiné avec une Mire parlante, peut être évidemment d'un grand secours dans l'arpentage et pour *la levée des plans :* afin de le rendre plus applicable à cette dernière sorte d'opérations, M. Sanguet le munit d'un Disque horizontal ayant le même axe que la colonne et divisé en degrés, pour mesurer les angles azimutaux donnant la position relative des projections horizontales des distances mesurées.

Et, pour appliquer enfin son instrument aux *Nivellements,* il place à volonté, à cheval sur la lunette, un Niveau à bulle d'air rectifié de telle sorte que, lorsque sa bulle occupe l'intervalle de ses repères particuliers, l'axe optique de la lunette soit exactement horizontal.

M. Sanguet, ayant bien et complétement résolu l'utile problème qu'il s'est proposé et dont, suivant M. Francœur, la solution n'est qu'imparfaitement ob-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tenue par des lunettes soit à fils micrométriques, soit munies de prismes à double réfraction, j'ai l'honneur de vous proposer, Messieurs, au nom de votre comité des arts mécaniques,

1° De remercier M. Sanguet de sa très-intéressante communication et d'approuver son Longimètre;

2° D'insérer le présent rapport dans le *Bulletin;*

3° Enfin de publier le dessin de cet instrument accompagné d'une légende explicative.

Signé Benoît, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 juin 1866.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 350 REPRÉSENTANT L'INSTRUMENT DE M. SANGUET.

Fig. 1. Vue de l'instrument dans un plan vertical parallèle à l'axe de la lunette; il est dépourvu du pied sur lequel il doit être monté.

Fig. 2. Section verticale partielle, passant par l'axe de rotation de ladite lunette.

Fig. 3. Section horizontale d'une partie de l'instrument.

Les figures 1 et 2 sont à l'échelle de moitié, et la figure 3 à celle de grandeur d'exécution.

A, lunette à réticule, s'emboîtant dans un manchon muni de deux tourillons horizontaux d'inégale longueur.

B, manchon muni des deux tourillons qui servent d'axe de rotation à la lunette.

C, patin à trois branches supportant l'instrument; chacune de ces trois branches est munie d'une vis calante.

D, vis calantes du patin C.

E, colonne verticale faisant corps avec le patin C, au centre duquel elle s'élève; elle se termine par un pivot (fig. 2) sur lequel s'emboîte à frottement, et dans le prolongement de la colonne, la douille cylindrique d'une fourchette qui porte le manchon de la lunette.

F, fourchette portant le manchon à tourillons de la lunette.

Il résulte de ces dispositions, d'une part, qu'au moyen des tourillons du manchon B la lunette peut prendre différentes inclinaisons dans le plan vertical et, d'autre part,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'au moyen du pivot de la colonne E et de la douille de la fourchette F elle peut également décrire à l'horizon tous les angles que l'on veut.

G, vis de pression agissant sur la douille de la fourchette F, et servant à fixer la lunette d'une manière invariable dans le plan horizontal.

H, règle à crémaillère fixée à une console faisant corps avec la douille de la fourchette F ; elle est perpendiculaire à l'axe de la colonne E, et parallèle au plan vertical que peut décrire l'axe optique de la lunette.

I, curseur rectangulaire creux, placé et retenu sur la règle H au moyen d'une vis à pince et d'un pignon à bouton qui lui permet de glisser horizontalement.

J, pignon vertical maintenu au curseur, et engrenant avec la crémaillère le long de laquelle il peut entraîner le curseur.

K, pince à vis de serrage servant à arrêter, d'une manière invariable, le curseur en un point quelconque de la règle H.

L, levier-équerre fixé, dans l'intérieur du curseur I, à un axe vertical autour duquel il peut tourner ; l'extrémité de son grand bras sort du curseur et se termine par un bouton de manœuvre.

M, lame de ressort tendant constamment à repousser le levier L, et le maintenant dans l'état de repos suivant la position indiquée par la figure 3.

N, vis de buttée (fig. 3) taraudant horizontalement dans une saillie du curseur, et servant à régler la course angulaire qu'on peut faire prendre au levier L.

O, sorte de bras fixé invariablement d'équerre à l'extrémité du plus long tourillon du manchon de la lunette et dans une direction perpendiculaire à l'axe optique de celle-ci, dont il suit par conséquent tous les mouvements ; ce bras est muni d'une fenêtre rectangulaire qui en occupe à peu près la moitié de la hauteur à partir du bas, et dans laquelle peut se mouvoir un glissoir P. Les parois longitudinales de cette fenêtre sont taillées suivant de doubles pans obliques égaux (fig. 3), de telle sorte que la section de chacune d'elles présente la forme d'un trapèze.

P, glissoir formé de deux prismes trapézoïdaux assemblés au moyen de vis, et engagé dans la fenêtre du bras O ; cette disposition a pour but de permettre, en cas d'usure latérale, de remédier au jeu transversal qui pourrait se produire ; pour cela, il suffit de serrer les vis d'assemblage des deux prismes. Il est, en effet, essentiel d'éviter ce jeu, qui aurait pour résultat de créer une perte de temps dans le mouvement que le glissoir est chargé de transmettre à la lunette ; cette transmission est obtenue au moyen du petit bras du levier L dont l'extrémité, terminée en pivot, s'engage librement dans un trou que lui présente la partie postérieure du glissoir.

Comme il est essentiel, lorsque l'on doit opérer, que la règle à crémaillère H soit parfaitement horizontale, on place sur elle un petit niveau à bulle d'air.

Enfin, lorsqu'on veut faire des nivellements, on place également un niveau à bulle d'air sur la lunette.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Manière d'opérer.

Mesure des distances. — L'instrument et la mire parlante étant placés aux extrémités de la ligne à mesurer, on commence par établir la verticalité de l'instrument au moyen des vis calantes D, puis on dirige la lunette sur la mire et, en tournant dans le sens convenable le bouton du pignon J, on incline cette lunette de façon que son axe optique indiqué par le croisement des fils du réticule vienne passer par le zéro de la mire. On serre alors la vis K, on applique le levier L contre la vis de buttée N, mouvement qui a pour effet de donner à la lunette une position nouvelle, et, tout en maintenant le levier pour empêcher le ressort M d'agir, on regarde de nouveau à travers la lunette, et la cote qu'on aperçoit sur la mire représente le centième de la distance cherchée; par conséquent, toute cote lue multipliée par 100 donnera la longueur de la ligne qu'on voudra mesurer.

En général, pour éviter toute espèce de temps perdu dans la marche des pièces de transmission de mouvement, il sera bon de commencer toujours par pointer la lunette au-dessous du point à viser, puis de l'amener à ce point en suivant le mode d'opérer indiqué ci-dessus; de cette manière on sera assuré que toutes les pièces sont bien en contact au moment du départ.

Nivellements. — Après avoir placé le niveau à bulle d'air sur la lunette, on amène la bulle entre ses repères en agissant sur le bouton du pignon J, puis l'on serre la vis K pour assurer l'horizontalité de la lunette et on donne le premier coup de niveau; on retourne ensuite le niveau bout pour bout, et on donne un second coup de niveau au même point afin de prendre la moyenne des deux coups; en un mot, on opère comme on a l'habitude de le faire avec les différents niveaux en usage.

Manière de régler l'instrument

Comme il peut se faire que l'instrument vienne à se déranger, à la suite, par exemple, d'un transport en voiture, il sera bon de le vérifier de temps en temps; dans ce cas, voici comment on doit opérer :

Après avoir mesuré très-exactement une base horizontale de 200 mètres par exemple, on place l'instrument et la mire aux extrémités de cette base, on pointe la lunette au zéro de la mire et l'on serre la vis K; ensuite, appuyant le levier L contre la vis de buttée, on fait tourner celle-ci dans le sens convenable jusqu'à ce que l'axe optique de la lunette soit amené à coïncider avec la division de la mire qui est marquée 2 mètres. Cette opération doit être faite avec le plus grand soin, car c'est sur elle que repose l'exactitude des résultats qui doivent être ensuite fournis par l'instrument.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. BENOÎT, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* NOUVEAU COMPAS *à tracer les ellipses, imaginé par* M. ALBERT THOMAS, *ingénieur civil, à Saint-Laurent-du-Var.*

Messieurs, le Compas à tracer les ellipses que M. Albert Thomas, ingénieur civil à Saint-Laurent-du-Var (Alpes-Maritimes), vous a présenté, et que vous avez chargé votre comité des arts mécaniques d'examiner, diffère, par sa composition, des nombreux instruments de ce genre, déjà connus ou mentionnés et décrits dans votre *Bulletin*.

Après avoir rappelé que les coordonnées rectangulaires de deux points choisis sur une droite transversale qui part de l'origine des coordonnées dans une direction quelconque, se croisent toujours sur l'ellipse dont les demi-axes sont respectivement égaux aux distances des deux points choisis à l'origine, M. Thomas fait remarquer qu'une circonférence de cercle auxiliaire ayant pour diamètre la distance de ces deux points et pour centre le point équidistant, passe nécessairement par les points de l'ellipse mentionnés : et qu'en considérant le rayon de cette circonférence, dirigé vers l'un de ces points, il fait avec la transversale un angle double de celui compris entre celle-ci et le petit axe de l'ellipse.

M. Thomas conclut de là, avec raison, que « l'Ellipse est une courbe engen-« drée par un point qui se meut avec une vitesse angulaire ω, sur un cercle « dont le centre parcourt lui-même, dans le même sens, un autre cercle avec « une vitesse 2ω. » Tel est le mode de génération de l'ellipse que l'instrument de M. Thomas réalise avec assez de simplicité, mais qui n'était pas aussi ignoré que cet ingénieur le suppose, puisque c'est sur cette même propriété que MM. Hamann et Hempel ont basé la construction de leur propre Compas à tracer les ellipses, décrit page 205 du *Bulletin* de la Société pour 1842, où on lit « qu'on peut concevoir une Ellipse engendrée par le mouvement d'un « point qui se meut circulairement autour d'un autre, tandis que celui-ci « tourne en sens contraire, avec une vitesse, sous double, autour d'un point « fixe. »

La composition de l'instrument de MM. Hamann et Hempel diffère, d'ailleurs, entièrement de celle du compas de M. Thomas, qui fournit, quand on le fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mouvoir dans le même sens, sans discontinuité, une courbe d'autant plus exacte que le jeu de roues d'engrenage cylindriques et les deux jeux de roues coniques qui entrent dans sa construction, sont taillés avec plus de précision et permettent moins de temps perdu dans les transmissions de mouvement qu'ils ont pour objet d'effectuer.

Votre comité des arts mécaniques vous prie, Messieurs, de remercier M. Thomas de son intéressante communication, et de faire insérer dans votre *Bulletin* le présent rapport et le dessin de cet instrument, accompagné de la description que son inventeur en a fournie, avec indication de la manière de s'en servir.

Signé BENOÎT, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 18 *avril* 1866.

DESCRIPTION DU COMPAS A TRACER LES ELLIPSES, IMAGINÉ PAR M. ALBERT THOMAS, ET REPRÉSENTÉ PLANCHE 351.

Fig. 1. Vue de l'instrument en élévation.

Fig. 2. Vue en dessus avec indication d'une portion du tracé.

Fig. 3. Vue séparée de l'organe qu'on appelle *coulisseau*.

A, pivot de centre armé à sa base de quatre aiguilles disposées suivant deux diamètres perpendiculaires, et destinées à centrer ce pivot sur les deux axes de l'ellipse à tracer.

B, couronne dentée fixe, surmontant le pivot A.

C, tourillon vertical placé au centre du pivot A.

D, chape s'adaptant sur le tourillon C, de manière à pouvoir tourner librement dans le sens horizontal.

E, roue dentée calée sur un petit axe vertical que porte sur le côté la chape D; son rayon est moitié de celui de la couronne B, avec laquelle elle engrène, ou plus exactement le nombre de dents de ces deux engrenages est dans le rapport rigoureux de 1 à 2.

F, pignon d'angle fixé au-dessus de la chape, sur le même axe que la roue E; il est entraîné par le mouvement de cette roue avec une vitesse double de celle qu'on imprime à la chape.

G, G, règles d'acier parallèles, fixées à la chape et graduées en millimètres; la graduation se compte à partir de l'axe du pivot A.

H, coulisseau glissant sur les deux règles G, et portant à sa partie supérieure un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pignon d'angle F′ semblable au pignon F; deux vis de pression servent à le rendre fixe sur les règles.

I, pièce portée par l'axe du pignon F′, et munie à la partie inférieure d'une mortaise dans laquelle peut glisser une règle d'acier J, qu'on fixe à demeure au moyen d'une vis de pression.

J, règle d'acier portant à l'une de ses extrémités un crayon K, ou un tire-lignes, et à l'autre une aiguille L; elle est graduée en millimètres à partir de l'axe du crayon pris pour origine.

K, crayon de la règle J, qu'on serre au moyen d'une vis.

L, aiguille émoussée, montée sur un ressort à pompe et fixée à une petite boîte qui peut glisser sur la règle J.

M, axe horizontal supporté par deux coussinets, dont l'un, placé sur la chape D, est fixe et dont l'autre, porté sur le coulisseau H, est par conséquent mobile avec lui.

N, pignon d'angle calé sur l'extrémité gauche de l'axe M, et engrenant avec le pignon F.

N′, autre pignon d'angle semblable au pignon N, et disposé sur l'axe M de manière à pouvoir glisser sur lui, même indépendamment du coulisseau H, et par conséquent à pouvoir engrener avec le pignon F′ ou à s'en isoler.

Manière d'opérer.

I. Après avoir bien placé le pivot A, comme l'indique la figure 2, à l'intersection des deux axes qu'on a tracés d'avance, on isole la roue N′ et l'on fait tourner à la fois la chape et le crayon jusqu'à ce que la pointe de celui-ci et celle de l'aiguille à ressort se trouvent exactement sur le même prolongement de l'un des axes (le crayon tourné vers le pivot si l'on se guide sur le petit axe et réciproquement).

II. On fait ensuite courir le coulisseau H sur les règles G jusqu'à la division qui correspond à $\frac{a+b}{2}$, où on le fixe à l'aide des deux vis de pression; puis on fait glisser la règle J dans sa mortaise I jusqu'à la division $\frac{a-b}{2}$, où on la fixe également avec sa vis de pression, en ayant soin que la pointe du crayon et celle de l'aiguille restent toujours sur l'axe tracé (1).

(1) Cette méthode suppose qu'on emploie un tire-lignes ou un crayon métallique qui reste toujours à l'origine des divisions de la règle J. Si l'on veut employer un crayon ordinaire, il faut d'abord marquer le sommet de l'ellipse sur l'axe qui sert de guide (§ I); on fait glisser le coulisseau jusqu'à la division $\frac{a+b}{2}$, comme il est dit au commencement du § II, puis on fait glisser la règle J jusqu'à ce que la pointe du crayon rencontre le sommet indiqué; on la fixe alors au moyen de la vis de pression et l'on continue comme il est dit (§§ II et III).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

III. On engrène alors le pignon N′ avec le pignon F′, et on fait tourner doucement tout le système autour du pivot central. Dans ce mouvement, la roue E prend une vitesse angulaire double de celle de l'axe des règles, mais de sens inverse; elle la transmet au crayon par les pignons d'angle en la renversant, et l'ellipse voulue est tracée en entier sans raccords à faire et d'un seul jet.

(M.)

PROJECTILES.

RAPPORT *fait par* M. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* NOUVELLES CARTOUCHES A CULOT *présentées par* M. CHAUDUN père, *rue du Château, n° 27, à Asnières.*

Messieurs, on doit se rappeler que M. Chaudun a présenté, il y a quelque temps, à la Société d'encouragement, de nouvelles cartouches de son invention fort ingénieusement établies, et qu'il a notamment pu aider notre honorable vice-président, M. Séguier, à montrer la valeur de diverses dispositions d'armes de guerre.

Loin de s'arrêter, M. Chaudun est arrivé, en poursuivant ses recherches, à un résultat nouveau qu'il vous soumet aujourd'hui, et au sujet duquel nous vous demanderons la liberté de compléter notre premier rapport (1). Il est arrivé à trouver une solution très-élégante d'un problème difficile, que nous ne croyons pas soluble en suivant une autre voie que celle qu'il a su prendre.

Ce problème était de construire une cartouche à percussion centrale, qui ne laissât pas passer de gaz à l'arrière. Voici comment il y est parvenu :

Par pression, il fait d'une parcelle de plomb, d'un grain de plomb de chasse, un petit gobelet. Dans celui-ci il place une petite capsule lenticulaire remplie de poudre fulminante, puis comprimant le tout, l'enveloppe de plomb. Enfin, cette petite galette de plomb, il la sertit encore par compression dans une petite coupe en cuivre, ce qui lui donne sa nouvelle capsule complète.

Le culot de sa nouvelle cartouche porte une cavité destinée à recevoir la capsule, et est traversé par une broche fixe, pour fournir un point d'appui pour l'écrasement de la cartouche lors de la percussion.

(1) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 584.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui est tout à fait remarquable dans cette disposition, et ce qui nous paraît réaliser un progrès important, c'est l'emploi de plomb dans des conditions nouvelles, l'utilisation de la plasticité de ce métal, propriété trop peu utilisée jusqu'à ce jour.

En premier lieu, la mollesse du plomb met la poudre fulminante à l'abri d'explosions par suite de frottements, de chocs accidentels, propriété précieuse pour les cartouches de guerre, qu'il est utile de pouvoir transporter toutes complètes, prêtes à servir.

En second lieu, le plomb empêche le crachement insupportable que donnent les cartouches ordinaires à percussion centrale : écrasé et soutenu par le chien qui a percuté, il empêche tout dégagement extérieur de gaz; l'occlusion produite par le plomb refoulé est complète, grâce à sa plasticité. C'est, à notre avis, une solution aussi élégante que satisfaisante d'un problème difficile.

Nous pensons que M. Chaudun a apporté un nouveau perfectionnement à la fabrication des cartouches, qui pourra contribuer utilement à la réalisation d'une arme de guerre parfaite, donnant un tir rapide.

Nous vous proposons, Messieurs,

1° De remercier M. Chaudun de sa communication,

2° D'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport, avec un dessin de sa nouvelle cartouche.

Signé LABOULAYE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 juin 1866.

LÉGENDE RELATIVE A LA NOUVELLE CARTOUCHE A CULOT DE M. CHAUDUN REPRÉSENTÉE PLANCHE 351.

Fig. 4. Demi-lentille en cuivre vue en coupe formant l'enveloppe extérieure de l'amorce.

Fig. 5. Section de la même, remplie de la poudre fulminante.

Fig. 6. Vue d'un grain de plomb, d'un calibre déterminé, destiné à être transformé par pression.

Fig. 7 et 8. Section verticale et plan du grain de plomb transformé par la pression du balancier en cette forme spéciale.

Fig. 9 et 10. Élévation et plan de l'amorce, telle qu'elle est obtenue par l'emboîtement du grain de plomb transformé dans l'enveloppe de cuivre, le tout étant ensuite comprimé dans une matrice de forme convenable au moyen d'un poinçon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 11. Coupe longitudinale par l'axe de la nouvelle cartouche, montrant l'amorce *a*, la broche centrale *b*, le culot *c*, la douille *d* et le projectile *e*.

Fig. 12. Vue séparée du culot en carton comprimé.

Fig. 13. Vue du projectile et de sa douille tels qu'ils sortent de l'arme.

Les figures 4 à 10 inclusivement sont au triple de l'exécution ; les figures 11, 12 et 13 sont de grandeur d'exécution.

(M.)

PROJECTILES.

RAPPORT *fait par* M. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* GRENADE EXPLOSIVE *destinée à la destruction des grands carnivores, présentée par* M. CONSTANT CHERET.

Messieurs, M. Constant Cheret a soumis à la Société d'encouragement une invention destinée à faciliter la destruction des grands carnivores, tels que le lion, la panthère, l'hyène, etc. Bien que par son but cette invention ne rentre que médiocrement dans le programme de notre Société, toutefois nous pensons que vous ne refuserez pas vos encouragements aux efforts de l'inventeur qui, témoin, pendant qu'il faisait partie de l'armée d'Afrique, des ravages causés par les animaux féroces (on estime à 150,000 francs les dégâts causés aux populations rurales par un lion pendant sa vie moyenne), les ayant chassés, et, par suite, étudié leurs mœurs, s'est efforcé de trouver les moyens de les détruire plus sûrement et avec moins de chances fâcheuses que par une lutte corps à corps, en quelque sorte.

Le système de M. Cheret consiste à employer une grenade en fonte de fer, chargée à poudre, susceptible de faire explosion lorsque l'animal la saisira dans sa gueule. La solution du problème est simple ; elle consiste dans l'emploi d'une espèce d'étoupille fulminante, dont l'extrémité est attachée à une ficelle que l'on noue après un arbrisseau ou tout autre corps résistant. La grenade, cachée dans de la viande employée comme appât, ne peut être saisie et secouée par l'animal sans que l'explosion ait lieu et le tue.

Ce système de piége repose sur une observation des mœurs des carnivores qui reviennent toujours, assure l'inventeur, visiter leur proie de la veille. Quant aux dangers que peut présenter son emploi, il faut penser qu'il s'agit de l'Afrique, de contrées où la population est clair-semée, et où naturellement on évite le point où un lion est passé la veille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ajoutons aussi que l'inventeur a beaucoup diminué, par une vis de sûreté qui empêche le glissement de l'étoupille, les dangers d'accidents lors du chargement ou du déchargement de la grenade.

Nous vous proposons, Messieurs, de remercier M. Cheret de sa communication, et d'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport.

Signé LABOULAYE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 4 avril 1866.

NAVIGATION.

RAPPORT *fait par* M. CALLON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un système de* NAVIGATION A VAPEUR *sur les rivières et les canaux, présenté par* M. BEUCHOT, 11, *rue Royale, à la Villette-Paris.*

Messieurs, M. Beuchot, ancien chef d'une maison de roulage à Dijon, puis directeur intéressé de l'administration des messageries impériales à Dijon et à Châlon-sur-Saône, a été dès longtemps appelé, par la nature de ses occupations, à étudier et à comparer les divers moyens de transport appliqués aux marchandises, tant sur les routes de terre que sur les voies navigables.

En 1849, ainsi que le constatent les pièces du dossier qu'il a soumis à la Société d'encouragement, il s'occupait d'étudier un système de bateaux à vapeur qui pût circuler également sur les rivières et sur les canaux à écluses. On sait que les écluses, par leur largeur restreinte, excluent les bateaux à vapeur avec roues placées sur le côté, et que, d'autre part, le peu de profondeur que présentent les cours d'eau navigables, en certaines saisons, exclut généralement l'emploi de l'hélice.

En 1851, après quelques essais faits avec le concours de M. Burnet, entrepreneur de transports par eau entre Lyon et Gray, il s'arrêta à l'idée de n'établir qu'une seule roue vers l'arrière du bateau. Un premier bateau, désigné sous le nom de *Monoroue* n° 1, fut immédiatement construit pour la navigation sur les rivières et les canaux à grande section, et, l'année suivante, un autre bateau, sous le nom de *Monoroue* n° 2, fut établi sur des dimensions moindres, appropriées aux écluses des canaux à petite section. Ces bateaux circulèrent sur la Saône, sur le canal de Bourgogne et le canal du Rhône au Rhin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Non-seulement leurs dimensions leur permettaient de franchir les écluses, mais encore la position de leur roue unique dans une sorte d'échancrure pratiquée à l'arrière du bateau, limitait latéralement les remous dont les effets destructeurs sur les berges avaient semblé longtemps devoir être un obstacle insurmontable à l'emploi des bateaux à vapeur sur les canaux.

En 1854, après une instruction complète, et sur l'avis du Conseil général des ponts et chaussées, le Ministre des travaux publics accordait l'autorisation définitive de l'application de la vapeur à la navigation des canaux, avec la priorité de passage sur les autres bateaux et embarcations quelconques aux ponts, biefs ou écluses.

Pendant que MM. Beuchot et Burnet poursuivaient leurs essais, MM. Gâche frères, de Nantes, s'attaquaient à la même question et la résolvaient d'une manière un peu différente.

Comme MM. Beuchot et Burnet, ils supprimaient les tambours placés latéralement et reportaient l'appareil moteur à l'arrière ; mais ils conservaient deux roues distinctes, et les logeaient à droite et à gauche dans l'évidement formé par les façons-arrière du bateau. En même temps ils plaçaient les palettes un peu obliquement sur l'axe, de manière à faire converger les remous sur le prolongement de l'axe du navire et à diminuer ainsi leur effet sur les berges.

Ce système paraît avoir réussi, et le bassin de la Villette, à Paris, est aujourd'hui le port d'attache de toute une flottille de bateaux dits *porteurs* (par opposition aux bateaux *remorqueurs*), qui, par le canal Saint-Denis, fait un service actif jusqu'à Rouen et même jusqu'au Havre.

Ainsi, soit par le système dit monoroue de M. Beuchot, soit par le système de MM. Gâche frères, l'emploi de la vapeur à la navigation sur les canaux semble résolu d'une manière plus ou moins complète.

On doit dire cependant que ce moyen, qui semblerait pouvoir être plus économique que le halage ordinaire et qui serait certainement plus rapide, ne s'est pas encore beaucoup répandu.

Sur les canaux le halage par chevaux ou par hommes, sur les rivières le même mode de halage ou les remorqueurs, ou enfin le touage sur chaîne noyée, sont les moyens qui prévalent encore aujourd'hui presque universellement dans tous les pays.

C'est en prenant les choses en cet état que M. Beuchot a été conduit aux vues qu'il soumet aujourd'hui à l'appréciation de la Société d'encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans sa pensée, le système du halage par des chevaux ou des hommes est condamné et doit disparaître. S'il peut opérer quelquefois à bas prix, il a l'inconvénient d'avoir une échelle de prix fort étendue. En outre, il fonctionne avec une lenteur chaque jour moins compatible avec les habitudes commerciales que développe l'usage des chemins de fer.

Le remorquage ordinaire à vapeur est cher s'il se pratique sur une petite échelle; sur une grande échelle, il n'est applicable que là où il existe un grand mouvement de marchandises, et même alors il entraîne de notables pertes de temps.

Les bateaux porteurs, admissibles sur les canaux à grande section, constituent un matériel d'un prix très-élevé pour un tonnage utile donné, d'autant plus élevé que le tonnage est moindre, et inacceptable sur les lignes de navigation qui n'admettent que des bateaux d'un faible tonnage.

Pour éviter ces divers inconvénients, spécialement pour la navigation sur les canaux, objectif principal de M. Beuchot, il propose de conserver le principe des bateaux à vapeur avec roues placées à l'arrière, mais en le modifiant de la manière suivante :

Le moteur placé à l'arrière est sur un bateau spécial, de dimensions restreintes, qui ne porte aucune marchandise. Ce bateau pousse devant lui un ou plusieurs bateaux chargés, liés les uns aux autres et au bateau moteur par un système qui sera, dit M. Beuchot, rigide ou articulé, selon les cas, mais dont il n'indique et ne paraît pas encore avoir étudié le détail. Chaque porteur présente une proue saillante à section triangulaire et une poupe rentrante dans laquelle vient se loger la proue du bateau suivant.

On peut composer ainsi une sorte de train d'une longueur variable selon la force motrice disponible, formé d'éléments ayant des dimensions appropriées aux canaux qu'ils doivent parcourir, et présentant, pour un nombre donné de bateaux, moins de résistance que si ces mêmes bateaux étaient isolés les uns des autres comme dans le remorquage ordinaire. Arrive-t-on à une écluse, on décompose le train; chaque bateau porteur et le bateau moteur sont éclusés successivement, et, l'écluse franchie, on reforme le train.

Le bateau moteur devient ainsi une sorte de *locomotive*, à laquelle on peut donner telle puissance que l'on veut, en rapport avec l'importance des trains, et indépendante, en quelque sorte, de la section des canaux. Cette locomotive peut, comme celles des chemins de fer, être utilisée pendant le chargement ou le déchargement d'un train de bateaux qu'elle vient d'amener au port, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rendre ainsi beaucoup plus de services qu'un bateau porteur, pour une dépense donnée de premier établissement.

Tel est le système de M. Beuchot, et tels sont, en résumé, les avantages qu'il leur attribue et qu'on ne peut théoriquement leur méconnaître (1). M. Beuchot formule l'importance de ces avantages par des chiffres qui ne reposent encore sur aucun résultat direct d'expérience, puisque son système est encore à l'étude. Je m'abstiendrai donc de les reproduire ici. Mais sans chercher prématurément une évaluation numérique des avantages que pourra offrir le système dont il s'agit, et en reconnaissant d'ailleurs que sa réalisation pratique a encore besoin d'être étudiée, et ne paraît pas devoir être exempte de quelques difficultés, votre comité des arts mécaniques a pensé qu'il n'était pas sans intérêt de retenir et de faire connaître au public le principe même de ce système.

J'ai donc l'honneur de vous proposer, au nom du comité, de remercier M. Beuchot de sa communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé J. CALLON, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 31 *octobre* 1866.

SÉRICICULTURE.

PRIX MOYEN DES COCONS DE 1843 A 1865.

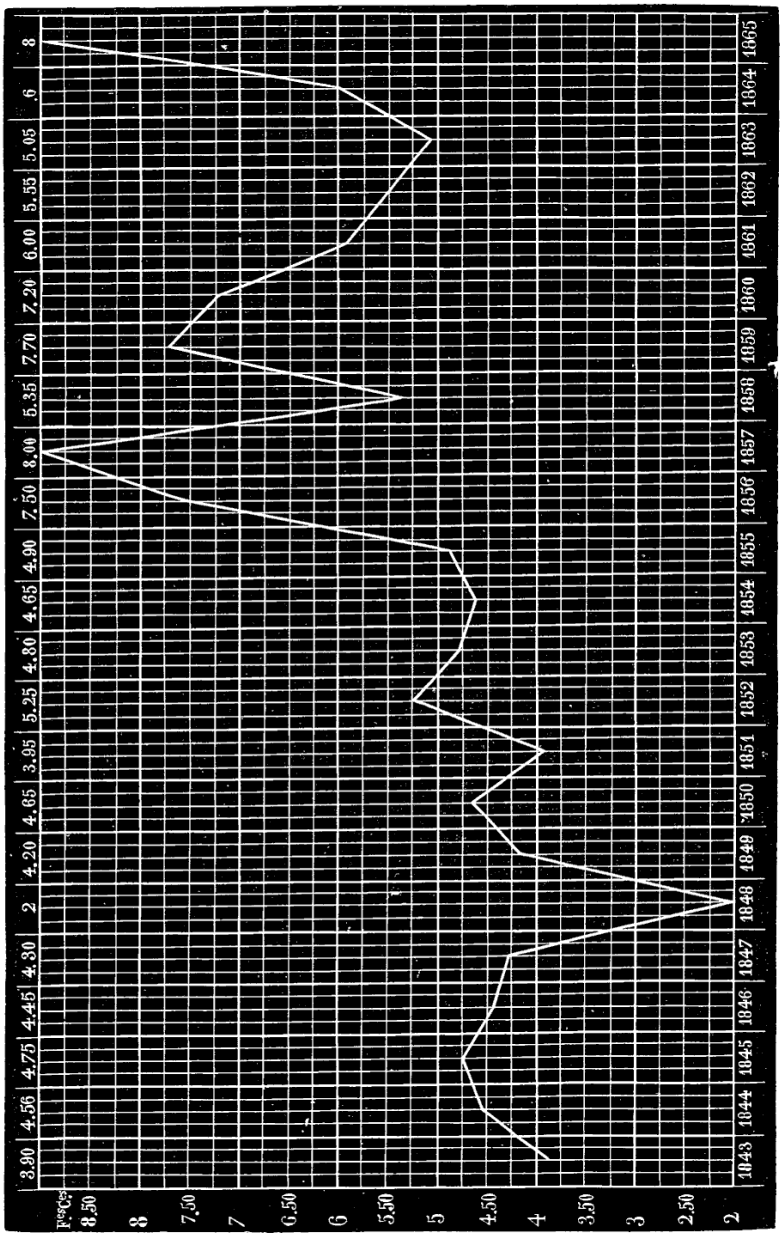
Le rapport présenté par la Commission des soies de Lyon à la Société impériale d'agriculture et d'histoire naturelle de cette ville sur ses travaux en 1866 renferme un document intéressant que nous croyons devoir reproduire : c'est un diagramme représentant la courbe des prix moyens des cocons depuis l'année 1843 jusqu'à l'année 1865.

(1) Il convient ici de remarquer que l'idée de bateaux dont les formes s'emboîtent les unes dans les autres n'est pas nouvelle.

Fulton, dans une lettre du 4 pluviôse an XI, déposée au Conservatoire des arts et métiers, avait déjà indiqué les avantages que devrait présenter un train de bateaux articulés de manière que le sillage du bateau de tête fût utilisé par tous les autres. Dans le dessin joint à cette lettre et qui témoigne déjà de l'idée de certains perfectionnements apportés plus tard aux machines de navigation à vapeur, Fulton n'avait cependant en vue qu'un train articulé, remorqué à l'avant, et non pas celle de la machine motrice poussant devant elle une série de bateaux qu'elle engage successivement dans le sas d'une même écluse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COURBE DES PRIX MOYENS DES COCONS.



PRIX DES COCONS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tracé de la courbe permet de juger d'un seul coup d'œil la situation. Il montre depuis 1843 le fait d'un abaissement des prix jusqu'en 1848, époque d'une bonne récolte; puis à partir de là on voit les prix suivre une marche ascendante, qui correspond à une succession d'années plus ou moins mauvaises. Ainsi entre 1848 et 1865 les points les plus bas de la courbe sont ceux qui correspondent aux années 1851, 1854, 1858 et 1863 dans lesquelles les prix ont été de 3f,95; 4f,65; 5f,35 et 5f,05; les points les plus élevés sont ceux de 1850, 1852, 1857 et 1865, prix correspondants : 4f,65; 5f,25 et 8 francs.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1862.

RAPPORT SUR LES PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS (CLASSE II, SECTION A), PAR M. A. W. HOFMANN, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES. (*Suite et fin de l'extrait.*) (1) :

Industrie des engrais (2).

Des engrais dans les anciens temps. — « Depuis les temps les plus reculés, les engrais, sous la forme de fumier de bestiaux et de composts de ferme ordinaires, ont été connus et utilisés pour favoriser la fertilisation du sol; mais les engrais dits *engrais artificiels*, c'est-à-dire ceux qui ont une origine autre que la ferme elle-même et qui sont, pour la plupart, concentrés et transportables, n'ont été appliqués sur une large échelle que dans ces dernières années. Cette seconde sorte d'engrais, bien que relativement récente, n'en est pas moins devenue rapidement l'objet d'une fabrication importante qui représente, à elle seule, une des industries modernes les plus considérables.

« En consultant les patentes anglaises antérieures à 1800, on n'en trouve que trois relatives à la fabrication des engrais, et dont les dates sont 1721, 1729 et 1773. La dernière, prise au nom du baron de Hoove, est la seule qui soit accompagnée d'une spécification convenable; elle réclame le privilége pour une composition renfermant

(1) Voir 2e série, t. X (1863), p. 478, 546, 672; t. XI (1864), p. 163, 550, 670; t. XII (1865), p. 281; et cahiers de février 1866, p. 89, de juin, p. 360, et de juillet, p. 414.

(2) Le rapporteur déclare, au commencement de ce chapitre, que la majeure partie du travail appartient à son ami M. F. O. Ward, dont la compétence en pareille matière ne saurait être mise en doute; il n'a fait qu'y ajouter de nombreux renseignements que lui ont fournis MM. Lawes, Gilbert, Gruning, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du sel ordinaire, du salpêtre, de la chaux et du tartre des bords du Rhin, en déclarant « qu'elle possède une qualité magnétique, en vertu de laquelle elle attire la fertilité et « produit en même temps le même effet que l'application du fumier sur la terre « arable, etc.» On voit, par cette simple citation, ce qu'était la science agricole vers la fin du siècle dernier.

« Au siècle où nous vivons, la première patente relative aux engrais date de 1802; elle est au nom d'un sieur Estienne, et son objet est la conversion en engrais des excréments humains. Le traitement indiqué consiste à recueillir les matières fécales dans des fosses, à décanter la partie liquide, puis à laisser sécher et fermenter au soleil le résidu solide (avec ou sans addition de chaux) pour le réduire finalement en poudre. C'est là, déjà, un pas fait dans la bonne voie; mais on voit qu'à cette époque on ignore encore qu'en éloignant tous les principes solubles et volatils on enlève à l'engrais obtenu les 19/20 de sa valeur.

« En 1806 on trouve, sous le nom de John Flechter, une patente pour un mélange fertilisant composé d'écailles d'huîtres et de plâtre pulvérisés. Les écailles d'huîtres renferment quelques phosphates, et le plâtre est, comme on sait, favorable à certaines terres ; cette patente n'a donc rien qui doive étonner.

« Plus d'un quart de siècle s'écoule sans témoigner de nouveaux efforts des inventeurs, car ce n'est qu'en 1835 qu'on trouve une nouvelle patente, prise par un sieur Pottevin, pour un compost de matières fécales avec de la vase de rivière ou d'étang calcinée, ou avec toute autre terre également calcinée. Ce mélange constitue un grand perfectionnement du procédé d'Estienne ; en effet, la vase ou le limon carbonisé par calcination et amené ainsi à l'état poreux ou absorbant tend à retenir et partiellement à désinfecter les matières fertilisantes, qui, d'après le mode d'opérer d'Estienne, sont, ou volatilisées ou enlevées par lavages (restant longtemps exposées à l'humidité atmosphérique).

« En résumé, on peut dire que, dans le premier tiers du siècle actuel, les engrais ont reçu autant de perfectionnements que dans tout le siècle précédent. »

Recherches scientifiques antérieures. — En remontant seulement jusqu'à la moitié du dernier siècle, l'auteur rappelle que cette courte période s'est illustrée par une série de découvertes brillantes, ayant toutes quelque rapport plus ou moins direct avec les questions d'engrais et d'agriculture. Énumérer les noms de tous les savants européens qui ont illustré, dans cette voie, cette mémorable époque serait chose trop longue, mais on ne saurait se dispenser de citer les plus célèbres : en Angleterre, Black, Priestley et Cavendish, et sur le continent Lavoisier, de Saussure et Berthollet. C'est à cette période qu'il faut rapporter la découverte de la nature et de la composition de l'air, de l'eau, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque (les quatre principales formes des substances volatiles qui constituent la nourriture des plantes). On en isola les éléments gazeux et on en détermina les proportions. Deux autres sciences, la géologie et la météorologie, se constituèrent à cette époque, permettant alors d'expliquer l'origine et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la nature des sols cultivables, et de connaître les conditions climatériques, ainsi que la croissance des plantes. On apprit en même temps à mieux comprendre les lois des forces physiques, spécialement celles de la chaleur et de la lumière. Les organes des végétaux et des animaux furent étudiés d'une manière plus exacte et plus lucide qu'auparavant; les fonctions de respiration, d'assimilation et d'excrétion avec les relations établies par ces fonctions entre les trois grands règnes de la nature furent graduellement déterminées et définies.

Parmi le grand nombre d'hommes illustres qui ont contribué à ces grands résultats, M. Hofmann n'hésite pas à proclamer que c'est à Lavoisier qu'il faut assigner le premier rang, non pas seulement en raison de ses brillantes découvertes, mais parce que sa vive imagination et sa puissance éminente de généralisation lui ont permis de coordonner toutes les recherches disséminées de son époque et de démontrer la subordination à des lois générales d'une multitude de faits isolés. C'est lui qui appliqua, le premier, la balance à l'étude des phénomènes de la vie ; c'est lui qui démontra, le premier, que les végétaux dégagent de l'oxygène, tandis que les animaux, au contraire, l'absorbent ; que, chez ces derniers, le carbone est oxydé ou brûlé, exactement comme de l'huile est brûlée dans une lampe.

Au commencement de ce siècle, l'Angleterre produisait, à son tour, un génie capable de continuer l'œuvre de Lavoisier. On connaît, en effet, Humphrey Davy, ses admirables travaux et son mémorable traité ayant pour titre : *Éléments de chimie agricole.* Parmi les recherches consignées dans ce traité, on doit surtout signaler ses analyses sur la nature et la composition des terrains, ses excellentes déterminations de la composition et de la transformation des produits végétaux, ses admirables expériences sur la nutrition des plantes, tant par les feuilles que par la racine.

Enfin, en dernier lieu, l'Allemagne a apporté sa pierre à l'édifice, et Justus Liebig est venu couronner l'œuvre commencée par ses devanciers. En 1837, l'Association britannique pour l'avancement des sciences, frappée de l'immense quantité de faits pour la plupart non coordonnés qu'avait accumulés, dans les derniers temps, la chimie organique, invita Liebig à rédiger un rapport, et c'est alors qu'en 1840 l'illustre savant publia ce mémorable livre que tout le monde connaît : *La chimie organique dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie.*

Liebig commença par balayer toutes les fausses théories alors en vogue, parmi lesquelles la fameuse *théorie de l'humus*, et les remplaça par une théorie à lui d'une portée plus haute et plus conforme à la vérité, la *théorie minérale*. Puis mettant à profit les critiques qu'il souleva, il compléta son ouvrage par des publications successives, paraissant souvent sous le titre modeste de *Lettres familières*, mais se reliant à l'ouvrage général pour former un tout contenant le développement progressif de ses idées. C'est par ces travaux poursuivis successivement avec un zèle infatigable pendant plus de vingt années, qu'on peut dire aujourd'hui que Liebig a incontestablement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jeté sur cette question si importante de l'agronomie rationnelle une masse de lumière aussi considérable et aussi brillante que celle qu'elle a primitivement reçue, à différentes époques, des admirables génies de Lavoisier et de Davy.

Histoire moderne des engrais. — Fabrication du superphosphate de chaux. — Le résultat de la théorie de Liebig a été d'imprimer une vive impulsion à l'industrie des engrais. La preuve en est dans le nombre des patentes prises en Angleterre, qui a été de 36 de 1840 à 1850, de 96 entre 1850 et 1855, et d'au moins 200 de 1855 à 1862. Cette longue série d'inventions comprend des méthodes et des procédés pour rendre utilisables, comme engrais, presque tous les genres de déchets et de résidus de nature animale, en soumettant ces matières à différents traitements, soit mécaniques, physiques ou chimiques. Parmi ces procédés, il en est qui présentent réellement un certain mérite, mais ceux qui témoignent de l'ignorance du patenté sont en bien plus grand nombre.

La première en date et la plus importante des patentes est celle prise par M. J. B. Lawes (1) pour convertir, au moyen de l'acide sulfurique, le phosphate tricalcique en phosphate monocalcique. L'idée première en revient à Liebig (2), qui l'avait indiqué dans son ouvrage, du moins en ce qui concerne le traitement des os frais. Le mérite de M. Lawes est d'avoir étendu l'application de l'acide sulfurique aux phosphates d'origine minérale, tels que l'*apatite*, et au phosphate de chaux fossile connu sous le nom de *coprolithe ;* enfin d'avoir imaginé, avec le concours du docteur Gilbert, des procédés et des appareils pour établir la fabrication sur une échelle industrielle.

Les premiers essais de fabrication de superphosphates faits par M. Lawes paraissent remonter à 1841-1842 ; c'est à la suite de ces essais qu'il fonda sa grande manufacture de Deptford en 1843. Un grand nombre d'usines analogues ont été créées depuis lors, en sorte que la fabrication a pris un développement énorme ; ainsi elle s'élève

---

(1) Lawes (J. B.), patente n° 9353, 23 mai 1842.

(2) Voici ce qu'a écrit Liebig à ce sujet : « La forme sous laquelle les os sont restitués au sol « ne paraît nullement indifférente, car plus les os sont réduits en poudre fine, plus ils sont intimement mélangés à la terre, plus aussi ils sont facilement assimilés. Le procédé le plus facile et « le plus pratique d'opérer cette division consiste à traiter les os, préalablement pulvérisés, par « moitié de leur poids d'acide sulfurique délayé dans 3 à 4 parties d'eau, et, après un certain « temps de digestion, à ajouter encore 100 parties d'eau et à répandre ce mélange sur les champs « immédiatement avant le passage de la charrue. En quelques secondes l'acide libre se combine « avec les bases contenues dans la terre, et il en résulte un sel neutre dans un très-grand état de « division. Des expériences établies sur un terrain formé de *grauwacke*, dans le but de constater « le mode d'action d'un engrais ainsi préparé, ont démontré très-clairement que ni les céréales, « ni les plantes potagères ne souffrent le moindre dommage de cette opération, mais qu'au « contraire elles se développent avec une grande vigueur. » (*Chimie organique appliquée à l'agriculture et à la physiologie*, p. 184 et 185.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

annuellement, pour la Grande-Bretagne, à 150 ou 200,000 tonnes sur lesquelles M. Lawes en fabrique, à lui seul, 18 à 20,000 tonnes.

M. Lawes a fourni au rapporteur les détails suivants sur les perfectionnements les plus récents apportés à la fabrication de ce précieux engrais :

« La matière première phosphatée est d'abord réduite en poudre très-fine sous des pierres meulières ; la poudre est enlevée par des monte-charges mécaniques et déversée sans interruption dans un long cylindre en fer, muni d'un agitateur animé d'un mouvement de rotation très-rapide. Un courant continu d'acide sulfurique (densité 1,66) coule dans le cylindre par l'ouverture même où la poudre sèche y pénètre, et le mélange sort à l'autre extrémité sous forme de crème épaisse; trois à cinq minutes suffisent pour le trajet. Avec un malaxeur pareil on peut traiter environ 100 tonnes de matières par jour. La masse pâteuse coule dans des réservoirs ou bassins couverts de 10 à 12 pieds de profondeur ($3^m,00$ à $3^m,60$), et d'une capacité suffisante pour contenir le produit d'une journée de travail. Au bout de quelques heures, elle acquiert déjà une certaine consistance, mais elle conserve sa température élevée pendant des semaines entières et même des mois, si on n'y touche pas.

« La composition d'un superphosphate de bonne qualité, préparé en partie avec du phosphate minéral et en partie avec des os ordinaires, peut être ainsi établie :

Phosphate soluble.	22 à 25 p. 100.
Phosphate insoluble.	8 à 10 —
Eau.	12 à 12 —
Sulfate de chaux.	35 à 45 —
Matière organique.	12 à 15 —
Azote.	0,75 à 1,5 —

« Si on ajoutait assez d'acide sulfurique pour décomposer la totalité du phosphate de chaux, le produit serait trop humide pour se laisser emballer dans des sacs ; dans ce cas, il faudrait y ajouter une matière étrangère d'une nature sèche et poreuse, ou bien le soumettre à une dessiccation artificielle.

« Le prix de la meilleure qualité de superphosphate varie de $5^{liv.\ ster.},15^{sh.}$ à $6^{liv.\ ster.},10^{sh.}$ (143f,75 à 162f,50) la tonne de 1,015 kilogrammes ; celui du superphosphate préparé uniquement avec du phosphate minéral s'élève de $4^{liv.\ ster.}$ à $5^{liv.\ ster.},5^{sh.}$ (100 fr. à 131f,25). »

D'après M. Lawes, la matière première, annuellement transformée en superphosphate dans la Grande-Bretagne, provient, pour moitié environ, des dépôts de phosphates fossiles ou coprolithes découverts, dans ces dernières années, sur plusieurs points de l'Angleterre (1). Les os calcinés, principalement importés de l'Amérique méridio-

(1) Voir, au *Bulletin* de la Société, une note sur l'exploitation des coprolithes de Cambridge et une communication sur le traitement des coprolithes des Ardennes, 2e série, t. XII, p. 699 et 711. (M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nale, le charbon animal de l'Allemagne et les os ordinaires de toutes les parties du monde forment environ 40 pour 100 de la matière première; les 10 pour 100 qui restent consistent en guano (de l'espèce la moins azotée et la plus riche en phosphates) et en apatite provenant de l'Espagne, de la Norwége et de l'Amérique (200 à 500 tonnes).

Importation d'engrais dans la Grande-Bretagne. — Les plus grands importateurs anglais de guano, MM. Gibbs et fils, n'ont commencé leurs opérations qu'en 1842, c'est-à-dire deux ans après la publication du livre de Liebig qui appelait vivement l'attention sur la valeur de ces dépôts; mais, en 1841, le guano avait déjà été expérimenté dans plus de soixante fermes, ainsi que le constate un rapport de la Société royale d'agriculture. On se fera une idée du développement extraordinaire qu'a pris, en vingt années, cette branche de commerce, quand on saura que les importations de guano faites par M. Gibbs, qui n'avaient été que de 182 tonnes en 1842, se sont élevées, en 1862, au chiffre énorme de 435,000 tonnes dont 1/4 à 1/3 pour l'Angleterre seule. Quant au prix, il a subi des fluctuations. Après avoir été, au début, de 10 à 15 liv. ster. la tonne (250 à 375 fr.), et s'être élevé, en 1857, jusqu'à 13 liv. ster. (325 fr.), il est devenu, en 1862, de 12 liv. ster. (300 fr.) (1).

Depuis la découverte du guano péruvien, on a trouvé d'autres gisements qu'on a exploités largement sur la côte occidentale d'Afrique, ainsi que dans quelques autres localités. En outre, on a reconnu un puissant auxiliaire de la fertilisation dans le nitrate de soude naturel qu'on a découvert dans plusieurs parties de l'Amérique du Sud. Quant aux os naturels ou calcinés, on les a importés par milliers de cargaisons, non-seulement des contrées les plus populeuses de l'Europe, mais encore des pampas immenses de l'Amérique méridionale, servant à la fois, depuis des temps immémoriaux, de pâturages et de sépulture à d'innombrables troupeaux.

Avantages et inconvénients que présente le commerce des engrais. — Dans ce paragraphe, M. Hofmann rapporte le cri célèbre poussé dans un ouvrage récent (2) par Liebig, reprochant à l'Angleterre sa trop grande avidité à acheter, sous forme d'os, les richesses en phosphates des contrées moins puissantes qu'elle au point de vue financier et industriel, et en même temps l'imprévoyance ainsi que la négligence avec lesquelles elle dilapide ces richesses en les laissant se perdre sous une autre forme dans la mer, au moyen de ses innombrables égouts.

Le rapporteur reconnaît, jusqu'à un certain point, la justesse de ce reproche, dont il blâme, cependant, les termes un peu trop vifs, et il fait remarquer qu'il commence à s'établir, en faveur des pays dépouillés dont parle Liebig, un échange capable de rétablir, en quelque sorte, un certain équilibre. En effet, depuis qu'on exploite en

(1) Ces renseignements ont été fournis au rapporteur par M. J. F. Gruning.

(2) *Einlectung in die Naturgesetze des Feldbanes;* von Justus, von Liebig. (Introduction aux lois naturelles de la culture des champs.) Braunschweig, Wieweg und sohn, 1863.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grand les gisements anglais de coprolithes, on obtient les phosphates minéraux à des prix si bas, que non-seulement ils peuvent remplacer les importations d'os d'origine récente, mais encore qu'on commence à en fournir en grande quantité à l'Allemagne elle-même, ainsi que le constate M. Clemm-Lenning, manufacturier, à Mannheim.

Influence des événements historiques modernes sur le développement de l'industrie des engrais. — Les événements auxquels le rapporteur fait allusion ont pour origine l'invention mémorable de la machine à vapeur de Watt. En effet, la machine à vapeur, après avoir transformé toutes les branches de l'industrie humaine et rendu plus faciles une grande quantité de travaux, commence à faire son chemin dans les fermes et à provoquer, dans les opérations agricoles, une révolution non moins importante. Pour expliquer comment cette révolution est devenue, en quelque sorte, une nécessité, il est indispensable d'étudier la marche des événements.

« Notons, en premier lieu, dit l'auteur, que c'est grâce à la vapeur que les *métiers proprement dits,* primitivement exercés par des familles dispersées dans les villages sur toute la surface du pays, ont été remplacés par des *manufactures* installées dans des usines colossales. Il en est résulté une agglomération de population énorme, constituant bientôt des bourgs, puis des villes, situés généralement (pour la facilité des transactions) sur des cours d'eau se rendant à la mer.

« Les substances alimentaires ont, tout naturellement, suivi les populations, en sorte que céréales, animaux de boucherie, légumes, fruits, etc., sont amenés des campagnes dans ces grands centres en quantités qui tendent à s'augmenter de jour en jour. Les masses de résidus fertilisants résultant de cette énorme consommation, qui, dans une économie agricole rationnelle, devraient retourner aux champs, éprouvent une augmentation proportionnelle qui tend évidemment à en rendre le transport de plus en plus difficile dans les campagnes.

« Pendant la première période de développement des manufactures, l'ancien mode de fosses d'aisances donnait lieu à une vidange périodique, qui permettait aux campagnes de recevoir une notable proportion des matières fécales. Mais, à mesure que les populations des cités manufacturières devenaient plus nombreuses, les fièvres s'y développaient de plus en plus par suite des émanations putrides produites par la fermentation des matières fécales stagnantes. De là nécessité de supprimer les fosses et adoption d'un système permettant l'enlèvement journalier des déjections, système consistant dans l'établissement de conduits et d'égouts chargés d'entraîner les matières et constamment balayés par un courant d'eau pure.

« Dans cette occasion encore, la puissance de la vapeur vint en aide au progrès. La quantité d'eau nécessaire aux villes cessa d'être amenée, comme autrefois, par des tuyaux en bois aux fontaines publiques, pour être transportée de là, avec des baquets ou des cruches, dans les maisons ; et bientôt des pompes à vapeur élevèrent l'eau à des hauteurs considérables, pour la distribuer, sous une forte pression, jusqu'aux étages les plus élevés des maisons, au moyen de conduites en fonte munies de branchements

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans toutes les directions. C'est alors que l'ancien cabinet d'aisances n'ayant ni eau ni soupape, et en communication directe et incessante avec la fosse en pleine putréfaction, située immédiatement au-dessous du siége, fut remplacé par le *water-closet* de Bramah (invention capitale) que tout le monde connaît, et dont les perfectionnements successifs en rendirent le prix accessible aux plus pauvres ménages. »

Dans le principe, ces améliorations n'attirèrent cependant pas l'attention comme elles auraient dû le faire ; il ne fallut rien moins que les deux terribles invasions du choléra, en 1836 et 1849, pour donner l'impulsion et faire substituer les égouts à circulation continue aux fosses fixes à matières stagnantes. Aujourd'hui des villes entières sont drainées au moyen de tuyaux de 12 pouces ($0^m,30$) de diamètre. L'application du courant de matières excrémentielles et autres, provenant du drainage, à l'irrigation des terres labourables fut ensuite vivement recommandée par les promoteurs de la réforme sanitaire; mais ce second point de la question fut l'objet d'une vive controverse, et, comme on ne l'adopta pas, il en est résulté pour les grandes cités manufacturières et commerciales de l'Angleterre une situation transitoire les obligeant à souiller les cours d'eau du produit de leurs égouts, et à commettre ainsi cette énorme dilapidation de richesses tant reprochée par Liebig ; c'est ainsi que ce complément de la réforme sanitaire a été et est encore ajourné (1).

Parmi les causes qui ont incontestablement exercé le plus d'influence sur l'industrie des engrais, on doit citer la doctrine et la pratique du libre échange ; au point de vue historique qui nous occupe, on va voir que cette cause se relie intimement à celle de la machine à vapeur.

En effet, les millions d'individus agglomérés autour des grandes manufactures créées par la vapeur demandaient à être nourris économiquement ; pour la prospérité de ces usines, le pain à bon marché était donc aussi nécessaire que la houille à bas prix. De là ces formidables luttes contre le système protecteur qui finit par disparaître, laissant les ports de l'Angleterre librement ouverts à l'arrivée des provisions alimentaires étrangères. De ce moment les cultivateurs de l'Angleterre, exposés à la concurrence des producteurs rivaux, se mirent à lutter de toute leur énergie. Une fumure abondante du sol parut, au début, leur principale, sinon leur seule ressource ; de là le rapide et prodigieux développement du commerce du guano ; de là cette multiplication de produits fertilisants, préparés avec toutes sortes de déchets, dont le registre des patentes fait mention ; de là cette célèbre théorie des *produits azotés* et le système de *culture intensive* dont il sera question plus loin ; de là, enfin, cette recherche si active des os

(1) Il ne faut pas oublier qu'à l'époque où ce rapport a été écrit il était à peine question des travaux grandioses qu'on a depuis exécutés à Londres, travaux qui touchent à leur fin et qui ont pour but d'utiliser le produit des égouts (voir le *Bulletin* de septembre 1866, p. 541); on sait que la ville de Paris poursuit en même temps l'exécution d'un pareil projet. (M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans toutes les parties du monde, recherches si criminelles aux yeux de Liebig.

Application de la vapeur à l'agriculture. — En se reportant aux progrès que la vapeur a permis de réaliser dans un si grand nombre de cas, M. Hofmann se demande si l'agriculture ne pourrait pas, à son tour, s'élever du rang d'une *industrie manuelle* à celui d'une *industrie manufacturière* ; si la ferme ne pourrait pas être organisée et exploitée comme une usine ; si, en fin de compte, la nourriture ne pourrait pas, comme tant d'autres articles soit de luxe, soit de première nécessité, être produite à l'aide d'une machine à vapeur.

Ces questions sont actuellement à l'ordre du jour (1), et la révolution agricole qu'elles soulèvent paraît être en ce moment, en Angleterre, en bonne voie de réalisation. En effet, des essais suivis sont entrepris dans diverses régions ; préconisés par les uns avec un zèle peut-être un peu trop prématuré, ils sont décriés par les autres avec un scepticisme ardent. Sans doute, fait remarquer le rapporteur, la charrue à vapeur fonctionne avantageusement dans des champs bien nivelés, d'une grande étendue et formés d'un terrain favorable ; mais il n'en saurait être ainsi partout, en sorte qu'elle demande une adaptation à des conditions de culture moins aisées. Sans doute aussi le système d'irrigation tubulaire a donné, dans quelques cas, d'excellents résultats, mais il est sujet à être inondé par l'irruption soudaine de masses d'eau de pluie, chargeant outre mesure et même quelquefois arrêtant le fonctionnement des pompes à vapeur de manière à troubler, d'une manière sérieuse, l'économie de l'opération de distribution de l'engrais liquide. Quoi qu'il en soit, les idées marchent, et il n'est pas douteux que l'esprit de recherche, surexcité comme il l'est de nos jours, ne parvienne à trouver une solution complète.

Utilisation, comme engrais, des déjections urbaines. — Résumé de la question. — Comme la dilapidation actuelle des déjections urbaines dans la mer, si elle devait se continuer sur une échelle aussi formidable, finirait évidemment, après un certain nombre de générations, par justifier les prédictions menaçantes de Liebig, le rapporteur est intimement convaincu que la même puissance de la vapeur qui a causé le mal est aussi seule capable d'y porter le remède d'une manière efficace. A cette occasion, il croit devoir réfuter, avec tout le respect qui lui est dû, l'opinion de Liebig, préconisant, dans l'un de ses ouvrages (2), le système de fosses mobiles ou de tonneaux placés sur roues, permettant de recevoir et d'emporter au loin les matières fécales,

(1) Le *Bulletin* a publié, sur ces questions, différents articles insérés dans la 2e série. Voir, entre autres, au sujet de la culture à vapeur, t. VI, p. 46, et t. X, p. 276 ; au sujet de l'application aux cultures des engrais liquides, les t. II, p. 88, et t. III, p. 769, 779. Voir également l'article cité dans la note de la page précédente. (M.)

(2) *The natural laws of husbandry* (Les lois naturelles de l'agriculture), par Justus de Liebig ; édité par J. Blith, M. D., professeur de chimie au collége de la Reine, à Cork. Londres, Walton et Maberly, 1863.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

solides et liquides. Liebig préconise de même la méthode japonaise, basée également sur un système de fosses mobiles qu'on extrait et transporte à bras à travers les rues (1). Or c'est précisément de ce travail dégradant et malfaisant que l'Angleterre cherche aujourd'hui très-résolûment à débarrasser ses ouvriers, tout en rendant à la terre, aussi consciencieusement que le font les Japonais, les résidus fertilisants de la nourriture de l'homme.

L'organisation de ce qu'on appelle le *système de circulation tubulaire continu*, au moyen duquel on cherche, aujourd'hui, à réaliser, à l'aide de la machine à vapeur, l'échange salutaire et incessant d'eau pure et de liquide fertilisant entre la ville et la campagne, semble destinée, au point de vue mécanique, à constituer le complément des grandes vérités chimico-physiologiques proclamées par Justus Liebig. Cependant les avocats les plus ardents de ce système ne prétendent point que sa réalisation puisse s'accomplir par une seule et unique génération d'hommes. Ils admettent, au contraire, que la distribution de l'engrais, par voie tubulaire, à toutes les fermes de l'Europe, se fera tout aussi graduellement que la distribution des eaux dans les villes, que l'établissement des chemins de fer, et surtout que la canalisation du gaz d'éclairage considérée, dans le principe, comme irréalisable.

En résumé, M. Hofmann pense que, à mesure que le nouveau mécanisme de circulation pour l'utilisation du produit des égouts sera progressivement réalisé et mis en activité en Angleterre, ses énormes importations d'engrais diminueront et même pourront cesser un jour tout à fait. Bien plus, il se pourrait, à cette époque, que le commerce des engrais, par une de ces réciprocités dont on a vu tant d'exemples, devînt l'inverse de ce qu'il est maintenant, et que l'Angleterre fût en état de retourner aux continents, qui l'approvisionnent de matières alimentaires, les éléments fertilisants que celles-ci renferment ou leur équivalent.

Théorie moderne de la nutrition des plantes.—Nature et mode d'action des engrais. — Les sols fertiles étant riches en débris d'une végétation antérieure, tels que souches de racines, feuilles, etc., convertis en détritus ou *humus*, et cet humus étant un peu soluble dans l'eau qui arrive constamment au sol sous forme de pluie ou de rosée, on avait admis autrefois (chose assez naturelle), que la solution aqueuse de matières organiques ainsi formée était absorbée par les racines des plantes et amenée par là aux tissus vivants dont elle constituait la nourriture.

C'était là l'ancienne théorie à laquelle Liebig a fait la guerre, et que ses magnifiques travaux ont fini par renverser complétement. En effet, l'illustre chimiste a démontré, de la manière la plus claire, qu'il n'est pas possible aux plantes d'obtenir leur nourriture sous forme de matière organique. Il a prouvé que le règne végétal est intermédiaire entre le règne minéral et le règne animal, et qu'il a pour fonction spéciale d'élaborer,

(1) En Chine on suit le même système, qu'on trouvera décrit au *Bulletin* (cahier de mai 1866, p. 282).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec le premier, les éléments de ce dernier. C'est ainsi que pour le carbone, par exemple, il a fait voir qu'il était absolument impossible que les plantes pussent en recevoir une quantité suffisante sous forme de matière organique dissoute ou d'humus.

Pour arriver à cette démonstration, Liebig s'appuya sur les données suivantes : 1° la solubilité constatée de l'humus dans l'eau de pluie ; 2° la quantité moyenne de pluie tombant annuellement sur une superficie déterminée de terrain ; 3° la quantité de carbone contenue annuellement dans les récoltes moyennes de ce terrain sous forme, soit de foin, soit de bois, de céréales et de paille. Une fois en possession de ces éléments il démontra, d'une manière irréfutable que l'humus, à l'état d'humus, n'est pas assez soluble pour servir d'aliment aux végétaux; que toute la pluie de l'année, fût-elle complétement saturée d'humus et entièrement absorbée par les plantes pendant leur croissance, ne suffirait pas pour fournir même le quart du carbone enlevé au terrain par la récolte de ces plantes.

Liebig prouva, en outre, que la culture des plantes vivaces, comme les arbres par exemple, loin d'épuiser l'humus du sol, tend, au contraire, à l'y accumuler ; si bien qu'on peut dire que la végétation est une condition de la formation de l'humus, et non l'humus une condition du développement de la végétation.

Comment le carbone est fourni aux plantes.—Grande incertitude à l'égard de l'équilibre cosmique de l'atmosphère. — S'appuyant sur les recherches de De Saussure, Boussingault et autres, Liebig établit ce fait, maintenant universellement admis, que le carbone arrive aux végétaux, non sous la forme d'une combinaison organique quelconque, mais à l'état d'un *gaz minéral,* l'acide carbonique, formé en empruntant de l'oxygène à l'atmosphère.

« D'après lui, 32 kilogrammes d'oxygène atmosphérique peuvent se combiner, sans changer de volume, avec 12 kilog. de carbone et donner naissance à du gaz acide carbonique.

« D'un autre côté, les végétaux possèdent la faculté d'absorber ce gaz par leurs feuilles et par leurs racines, et de le décomposer en vertu de leur force vitale, aidée de l'action de la lumière solaire sur les feuilles. Ils assimilent, dans leurs organes en voie de développement, le carbone qui a repris la forme solide, et ils rendent à l'air l'oxygène mis en liberté. L'oxygène ainsi libéré par un organisme vivant se combine avec une nouvelle quantité de carbone empruntée à des matières organiques altérées : soit, par exemple, à l'humus en décomposition provenant des débris des plantes elles-mêmes, lentement oxydés dans le sol ; soit au combustible végétal (récent ou fossile), oxydé rapidement par la combustion ; soit aux matières constituant les résidus ordinaires de la vie animale, qui circulent dans le sang et en sont éliminés par oxydation pendant l'acte de la respiration; soit, enfin, au résidu final de la vie animale, au cadavre qui, pendant sa décomposition et sa dissolution, abandonne également du carbone en abondance à l'oxygène de l'air. C'est ainsi que, par l'intervention de l'oxygène atmosphérique servant de véhicule, le carbone est transmis, sous forme d'acide

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

carbonique, des organismes morts aux organismes vivants, l'air recevant constamment des premiers autant de carbone qu'il en fournit aux derniers. »

Quant à savoir si l'ensemble des réactions toujours actives qui fournissent le carbone à l'air *contre-balance bien exactement* l'ensemble de celles qui tendent, perpétuellement, à lui enlever ce carbone, de manière à constituer un équilibre cosmique parfait et inaltérable, c'est là une question qui reste encore indéterminée et qu'aucune donnée digne de confiance n'a permis, jusqu'ici, de résoudre.

Véritables fonctions de l'humus. — Il est facile, maintenant, de comprendre les fonctions de l'humus. « Les organismes vivants se nourrissant du carbone rendu à l'air par les organismes morts qui les ont précédés, et l'humus n'étant que le résidu ou les débris d'une végétation antérieure, il en résulte nécessairement que l'acide carbonique engendré par la décomposition de cet humus doit contribuer, pour sa part, à alimenter la récolte en voie de croissance. De là la nécessité d'admettre l'existence d'une atmosphère dans l'intérieur du sol pour oxyder l'humus et en ramener le carbone de l'état organique à l'état minéral, de manière à le rendre assimilable pour les plantes. » L'existence de cette atmosphère souterraine est démontrée par la porosité du sol qu'entretient et développe le soc de la charrue, et que favorise également le drainage. L'acide carbonique, rencontrant l'humidité également retenue dans l'humus par une sorte d'*attraction capillaire*, s'y dissout et est présenté, en cet état, aux radicelles chevelues des plantes dans les conditions les plus favorables à son absorption.

En résumé, les corps organiques en décomposition alimentent l'atmosphère soit au-dessus, soit au-dessous de la surface du sol avec du carbone. Cette atmosphère, à son tour, communique le carbone aux végétaux dont les feuilles paraissent l'absorber à l'état de gaz et dont les racines le reçoivent en solution aqueuse.

Fourniture de l'eau aux végétaux. — Mais ce n'est pas seulement du carbone qu'absorbent les plantes, elles reçoivent encore de l'hydrogène et de l'oxygène, qui leur sont fournis à l'état d'eau par l'immense réservoir qui les alimente déjà de carbone, c'est-à-dire par l'atmosphère.

Chaque pied cube d'air contient, à l'état de solution invisible, 2 à 3 grains d'eau (soit pour 1 mètre cube 5gr,70) ; dès que cette eau se condense, soit en nuages flottant au-dessus de nous, soit en pluie qui tombe, elle est remplacée aussi rapidement par les vapeurs qu'émettent constamment les mers et les cours d'eau. Dans les climats tempérés, la formation, la distribution et la condensation des nuages de pluie s'opèrent, en général, avec une régularité suffisante pour assurer aux récoltes, dans les circonstances ordinaires, une quantité d'eau suffisante. Il en est autrement dans les climats tropicaux. Là des pluies diluviennes et des sécheresses longtemps prolongées se succèdent alternativement, au point que l'irrigation artificielle constitue, dans ces régions, la condition première et essentielle de la culture. En effet, dans les climats torrides, l'irrigation peut être considérée, à juste titre, comme une *culture intensive*, et, dans ces pays, l'eau constitue l'engrais le plus précieux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais l'eau ne sert pas seulement de véhicule aux autres aliments de la plante, elle est elle-même un aliment et contribue largement à augmenter le poids des végétaux ; témoin le bois, par exemple, qui, après avoir été complétement desséché, renferme encore les éléments constitutifs de l'eau pour près de la moitié de son poids.

M. Hofmann rappelle que l'eau est, en outre, le principe constituant de la séve des plantes ; son évaporation rapide à la surface des feuilles produit ce vide interne auquel le végétal est redevable de la puissance de succion si étonnante de ses racines, phénomène déjà démontré par Hales en 1717.

Fourniture de l'azote aux végétaux. — « L'azote est un des éléments fertilisants les plus précieux et les plus recherchés par l'agronome. De même que le carbone et les éléments de l'eau, il a sa source dans l'atmosphère qui le cède aux organismes vivants, puis ceux-ci, par leur décomposition et dissolution après la mort, le rendent de nouveau à l'atmosphère.

« C'est en combinaison avec l'hydrogène, c'est-à-dire à l'état d'ammoniaque, que l'azote se diffuse presque uniquement. Le gaz ammoniac est, au plus haut degré, diffusible dans l'air et soluble dans l'eau ; les corps poreux, tels que l'humus, l'absorbent très-facilement. Il est, par conséquent, enlevé rapidement à l'air par l'eau et la rosée, puis absorbé et retenu par le sol. Les feuilles des plantes l'absorbent également en quantités variables, suivant le genre et l'espèce du végétal.

« L'azote se combine également avec l'oxygène atmosphérique en quantité toujours appréciable, et plus forte dans certaines circonstances (les orages avec éclairs), pour former de l'acide nitrique. Cet acide est délayé dans l'air et amené par les pluies dans le sol, où il prend part également à la nutrition des plantes. »

L'acide nitrique prend aussi naissance, jusqu'à un certain point, comme produit secondaire de la décomposition des matières organiques azotées; ces dernières produisent de l'ammoniaque qui, par oxydation, se convertit en acide nitrique et eau. Liebig fait observer que ce serait une découverte remarquable, celle qui constaterait que la même réaction chimique qui transforme le carbone en une combinaison constituant l'aliment carboné des plantes donne en même temps à l'azote atmosphérique une forme qui le rend assimilable par les végétaux.

Quant à l'assimilation directe de l'azote atmosphérique *libre,* c'est-à-dire non combiné, la question est encore douteuse. Affirmée par M. Ville et autres, elle est niée par MM. Boussingault, Lawes, Gilbert et Pugh (1).

Dérivation atmosphérique des végétaux et de l'humus. — Ainsi l'atmosphère avec l'humidité et les gaz qu'elle contient fournit à la plante la nourriture qui la fait vivre; le sol ne remplit que le rôle d'une éponge, servant à mettre en contact avec les racines la proportion de nourriture aérienne qui leur est nécessaire. On peut même dire que

(1) Lawes, Gilbert et Pugh, *Philosophical Transactions,* vol. CLI, p. 431, 1861.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'humus carbonifère, quoique environnant immédiatement les racines, ne les alimente pas directement, mais emploie au contraire l'intervention de ce qu'on a appelé plus haut l'atmosphère *souterraine* par laquelle l'humus est brûlé lentement. Chaque génération successive de végétaux laisse derrière elle ses racines et ses autres débris, fournissant ainsi au sol un nouvel approvisionnement d'humus dérivé de l'air et destiné à subir, à son tour, une décomposition lente.

Chaque ondée entraîne de l'azote de l'air sous forme d'acide ou d'alcali, et cette même eau provenant des nuages fournit aux récoltes leur oxygène et leur hydrogène. Il est évident que des siècles d'une végétation croissant dans de pareilles conditions ne peuvent occasionner aucun épuisement du sol. Il n'y a certainement pas de conclusion découlant des recherches modernes qui soit plus digne d'admiration que ce fait, que les immenses forêts qui couvrent la terre et les vastes étendues de prairies et de récoltes, et tous les animaux vivants qui s'en nourrissent ou qui se dévorent les uns les autres, y compris l'homme, le maître de tous, sont constitués au moins pour **19/20** de leur poids par les gaz et vapeurs invisibles fournis par l'atmosphère.

Principes cinéraires (1) *entrant dans la composition des plantes.* — Ce n'est cependant pas exclusivement de carbone, d'azote et des éléments de l'eau que les plantes se nourrissent par leurs feuilles et par leurs racines. Liebig a le premier fait ressortir et démontré l'importance particulière des principes fixes des plantes, c'est-à-dire des composés qui constituent les cendres après que les parties volatiles ont été brûlées.

Les éléments constitutifs des cendres forment la nourriture *spéciale,* mais non unique, des racines et ont leur source primitive et exclusive dans le sol. Ce sont, autant que nos connaissances actuelles nous permettent de le savoir, deux alcalis fixes, potasse et soude ; deux bases terreuses, chaux et magnésie ; une base métallique proprement dite, oxyde de fer ; trois acides, phosphorique, sulfurique et silicique ; et enfin le chlore, qui, malgré sa nature gazeuse, est toujours absorbé par les végétaux à l'état de combinaison fixe (tels que le sel marin, par exemple) et se retrouve toujours, après incinération, dans les cendres.

---

(1) M. Hofmann propose d'employer le mot *cinéraire* pour désigner, par opposition aux éléments volatils des végétaux, les principes qui en constituent les cendres. Son opinion est que l'on commet une erreur en appliquant le terme de *minéral* à l'un quelconque des ingrédients de ces cendres, et il présume que cette erreur provient d'une impression confuse ayant conduit certains auteurs à considérer les cendres des plantes comme présentant, en raison de leur origine terrestre, un caractère plus *minéral* que les éléments gazeux ou volatils que l'air fournit et que le feu dissipe. Bien que l'illustre auteur de la *Théorie minérale* ait paru avoir encouragé cette manière de voir dans plusieurs de ses publications antérieures, M. Hofmann dit qu'il suffit, pour la réfuter, de faire remarquer que le carbone et l'acide carbonique, l'azote, l'ammoniaque, l'acide nitrique, l'oxygène, l'hydrogène et l'eau, qui font partie des éléments volatils, appartiennent tous au règne minéral et ont autant de droit d'y appartenir, sous tous les rapports, que la silice, la potasse, les phosphates, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur explique que, quelque faibles que soient les proportions des principes fixes assimilés par les plantes pendant leur croissance, ces principes n'en sont pas moins aussi nécessaires au développement du végétal que le carbone et l'eau, qui entrent cependant, comme on l'a vu, en bien plus grande quantité dans sa composition; et cette observation s'applique à tous les principes fixes, bien que les uns soient requis en plus fortes et d'autres en plus faibles proportions, suivant la nature de chaque plante qui a ses besoins spéciaux.

Mais il ne suffit pas que l'aliment cinéraire requis soit présent dans le sol, il faut encore qu'il soit *assimilable*. A côté d'une quantité quelconque, même très-considérable, d'un aliment cinéraire, qui serait retenu et en quelque sorte séquestré mécaniquement dans la substance de la pierre ou de la motte de terre, et par là même inaccessible aux racines, ou qui serait maintenu dans une combinaison chimique trop difficile à attaquer par les agents dissolvants, il faut qu'il y ait pour la nutrition immédiate une quantité suffisante de principes cinéraires retenus légèrement, soit par l'action de surface de la terre poreuse et humide, soit par l'attraction chimique de silicates alumineux, et accessibles, tant physiquement que chimiquement, aux racines des plantes.

Culture intensive. — Rotation des récoltes. — Système de culture Weedon. — Le rapporteur examine jusqu'à quel point la culture intensive (*high farming*) peut être justifiée, jusqu'à quel point elle est épuisante, et il insiste sur ce point que l'augmentation *apparente* de fertilité, résultant de la pratique de la culture intensive, n'est que trop souvent le symptôme précurseur d'un épuisement accéléré du sol. Il dit que la méthode de rotation des récoltes est souvent épuisante, et, quant au système de culture Weedon, il lui attribue un caractère en quelque sorte spoliateur. On sait que ce système consiste à cultiver des céréales, semées parcimonieusement dans des sillons séparés par de larges intervalles, année par année, dans le même terrain qui n'est jamais fumé. Ces intervalles sont retournés et binés successivement chaque année, pour fournir, l'année suivante, les sillons de récoltes, et ainsi de suite en alternant chaque fois.

Emploi disproportionné des engrais. — Sous quelque forme qu'on la pratique, la culture intensive est repoussée par le rapporteur, qui voit, dans son application, une cause d'épuisement inévitable pour l'avenir, à moins que la terre ne retrouve, chaque année, le même poids de principes cinéraires que les récoltes lui enlèvent; et encore serait-il indispensable, dans ce cas, que les mêmes éléments cinéraires se retrouvassent et surtout existassent dans les mêmes proportions, ce qui, évidemment, ne peut jamais être.

Faire emploi de fumure d'une manière irrationnelle ou excessive est encore un danger, que M. Hofmann démontre de la manière suivante :

« Le développement des céréales, de même que celui des turneps bisannuels, peut se subdiviser en trois périodes principales : dans la première, la plante emploie sa puis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sance génératrice à développer ses racines et ses feuilles les plus précoces ; pendant la seconde, la force vitale s'exerce à augmenter la masse du feuillage et à faire pousser les tiges ; enfin, dans la troisième, la floraison et la fructification se produisent, et le grain se remplit de composés nitrogénés et amylacés qui sont le but principal de la culture. Or il peut arriver que, par l'usage irrationnel d'engrais renfermant un excès de combinaisons nitrogénées et des éléments spéciaux de la cendre de la paille, on provoque un tel développement des tiges et des feuilles et une absorption, par ces organes, d'une quantité si exagérée des aliments destinés proprement à la graine, que, lorsque cette dernière arrive, à son tour, à la période de maturation, les conditions de cette évolution présentent un déficit, et le résultat qu'elle fournit est une magnifique récolte de paille avec des épis à moitié formés.

« Tous ces dangers, tous ces désastres disparaissent, toute inquiétude cesse, et la voie que doit suivre l'agriculteur devient sûre et facile, s'il prend pour guide les lois naturelles de l'agronomie, et surtout celle qui enjoint de restituer scrupuleusement au sol tous les éléments cinéraires que les récoltes lui enlèvent. »

Engrais Liebig. — Après avoir envisagé l'aspect social et politique de la question, et affirmé qu'il n'est pas d'institutions nouvelles qui puissent s'enraciner profondément dans un pays mal cultivé ; après avoir dit quelques mots des compositions empiriques vendues sous le nom d'engrais à des prix souvent élevés, et employées sans discernement comme sans succès dans des champs où, la plupart du temps, un amendement à bon marché (chaux ou silice) produirait de meilleurs résultats, le rapporteur entre dans des détails au sujet de l'engrais minéral de Liebig, dont l'histoire instructive ne saurait être omise.

« L'illustre naturaliste fit patenter, en avril 1845 (1), un mélange des principes constituants de la cendre des plantes, comme résultat pratique de sa théorie publiée cinq années auparavant. Dans la spécification de la patente, il est dit que cet engrais se compose de substances, « contenant les principes constituants des cendres de la « plante qu'on désire cultiver, » réduites à l'état pulvérulent et « occasionnellement « mélangées avec du plâtre, des os calcinés, du silicate de potasse, des phosphates magnésiens et ammoniacaux et du sel ordinaire. » Évidemment cet engrais paraissait renfermer tous les éléments réparateurs capables de renouveler, conformément à la théorie, la fertilité de terrains épuisés et manquant de principes cinéraires. On en fit donc de nombreux essais; mais, malgré toutes les espérances qu'il faisait concevoir, il donna lieu partout à des échecs qui le firent abandonner. » Or cet insuccès reposait sur une erreur qu'il est indispensable d'expliquer.

Anciennes opinions sur le mode d'absorption des éléments cinéraires.— « A l'époque

(1) Cette patente, n° 10616, a été délivrée à M. *J. Muspratt, comme une communication de Justus Liebig.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la prise de patente de Liebig, on admettait généralement que les principes constituants des cendres des végétaux étaient fournis aux racines à l'état de solutions aqueuses traversant le sol sans subir d'altération et rencontrant successivement dans leur trajet les radicelles, de manière que leur chevelu y baignant pût, en quelque sorte, les boire. D'après cette manière de voir, ce n'était pas les racines qui venaient au devant des principes constituants cinéraires, mais bien ceux-ci qui étaient charriés en solution vers les racines.

« Cette opinion faisant craindre à Liebig que les principes alcalins plus solubles de son engrais ne fussent séparés des autres matières par un lavage opéré par les pluies, il prescrivit de traiter son mélange de manière *à modifier le caractère des matières alcalines en les rendant moins solubles,* et il indiqua, alors comme le meilleur moyen d'atteindre ce but, *la fusion des matériaux de son engrais dans un four à réverbère* ; précaution illusoire, qui eut le grave inconvénient de rendre le mélange comparativement inerte. »

Pouvoir absorbant du sol. — C'est à un chimiste anglais, M. John Thomas Way, qu'a été, cinq ans plus tard, réservé l'honneur de découvrir le vrai mode d'absorption des éléments cinéraires. Il démontra que les terrains possèdent un pouvoir absorbant, en vertu duquel ils enlèvent aux solutions aqueuses des principes cinéraires qui les traversent, tantôt la combinaison saline tout entière, tantôt la base seule du sel dissous; et, dans ce dernier cas, il constata que l'acide du sel dont la base a été enlevée par le sol filtre à travers le terrain en combinaison avec la chaux. Par une série d'expériences extrêmement variées et admirablement combinées, il détermina le pouvoir absorbant comparatif de plusieurs variétés de terrains, soit naturels, soit artificiels; et c'est ainsi qu'il confirma et développa les observations partielles sur le même sujet, consignées depuis longtemps par lord Bacon, le docteur Hales, Berzélius, Mateucci, Huxtable et H. S. Thompson (1).

M. Way attribue le pouvoir absorbant des terrains aux propriétés particulières des silicates doubles aluminifères qui, d'après lui, existent en proportion d'autant plus forte dans le sol que le pouvoir absorbant est plus considérable. Mais cette explication rencontre des contradicteurs au nombre desquels Liebig, qui, niant la proportionnalité invoquée par M. Way, ne voient dans le pouvoir absorbant des terrains vis-à-vis des sels dissous dans l'eau qu'une autre manifestation physico-chimique de l'*action de surface* due à leur porosité, action qui leur communique également la propriété d'absorber les gaz et vapeurs en diffusion ou solution dans l'atmosphère. Quant à lui, le rapporteur est assez disposé à adopter cette dernière manière de voir.Quoi qu'il en soit, les faits observés par M. Way constituent une découverte des plus importantes. Ils prouvent que les éléments cinéraires absorbés par le sol ne peuvent être transmis

(1) Voir les mémoires originaux de M. Way, *Royal agric. Soc. Journ.*, 1850, 1852, 1855.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'aux extrémités des racines en contact immédiat avec eux; et, comme conséquence, il s'ensuit que l'alimentation par les radicelles ne peut avoir lieu que sous ces deux conditions : 1° lorsque, par suite de leurs développement et allongement, elles arrivent au contact de nouvelles portions de terre arable ; 2° lorsque la filtration de la pluie à travers le sol, déterminant la solution de matières salines fraîches, met de nouveau en jeu l'attraction par surface des pores et alimente ceux qu'a épuisés, précédemment, le contact des radicelles.

« Les pluies sont donc, à un double point de vue, *génératrices* : d'abord, parce qu'elles mettent en liberté, dans le terrain, une nouvelle quantité d'aliments cinéraires capables d'être retenus par action de surface, et utilisables pour les radicelles qui s'en emparent dès qu'elles viennent en contact avec eux ; ensuite parce qu'elles favorisent le développement des racines, et provoquent la marche en avant de milliers de radicelles qui se trouvent simultanément en contact avec de nouvelles surfaces fournies de principes alimentaires. »

Mécanisme distributif des terrains. — Mécanisme distributif du fumier de ferme. — La remarquable découverte de M. Way explique l'influence distributive admirable du pouvoir absorbant. En effet, ce pouvoir, contre-balançant la gravitation, tend à retenir et à maintenir les éléments nutritifs là où ils sont le plus nécessaires, c'est-à-dire dans les couches supérieures du sol, ne permettant qu'à l'excédant de se déposer dans les couches inférieures qui lui servent de réservoir. Ainsi chaque couche, à mesure qu'elle se trouve saturée, laisse passer, sans les modifier, les solutions excédantes qui vont, à leur tour, saturer les couches voisines, et ainsi de suite, à travers toute l'épaisseur du sol cultivable.

Cela posé, il est facile d'expliquer l'insuccès de l'engrais patenté de Liebig. En cherchant à le perfectionner par l'affaiblissement de sa solubilité, l'illustre inventeur, sans s'en apercevoir, s'était mis en opposition avec une loi de la nature. Ici M. Hofmann examine et compare les résultats obtenus, d'une part avec le fumier de ferme employé en nature, et, d'autre part, avec l'engrais résultant de l'incinération de ce fumier :

« Dans le fumier non incinéré composé, en majeure partie, de paille en décomposition, les principes cinéraires sont disséminés à travers tout l'ensemble des tissus organiques, et se trouvent dans un état de division moléculaire infinitésimale. Par la décomposition du fumier dans le sol, les molécules organiques qui séparent les molécules cinéraires sont peu à peu converties en acide carbonique et en eau, c'est-à-dire en dissolvants par excellence des principes cinéraires. Ainsi considéré, un brin de paille en décomposition, contenant, par exemple, 5 pour 100 de principes constituants des cendres, est le mécanisme *distributif* le plus parfait pour *disséminer* dans le sol les principes cinéraires restaurateurs qu'il réclame, et pour fournir en même temps le liquide et le gaz nécessaires à la dissolution de ces principes et à leur transport final aux racines.

« Mais ce n'est pas tout, et la paille joue encore un autre rôle. Elle fonctionne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme un véhicule distributeur de l'urine dont elle est imprégnée, ainsi que des principes cinéraires et volatils qui y sont dissous et qui servent d'aliments aux végétaux. Avant leur putréfaction, les tissus fibreux de la paille représentent une sorte d'éponge dont la fonction est d'absorber, de retenir et en même temps de répandre la solution nutritive. Une fois la solution mise en contact intime avec une surface très-étendue du sol, l'éponge disparaît; ses tissus solides se dissolvent, après avoir rempli leur fonction capillaire; c'est alors que la capillarité du sol entre en jeu et que ses pores s'emparent délicatement de l'aliment que la paille a déposé tout aussi délicatement dans l'acte de sa dissolution.

« Ainsi le véhicule substantiel, palpable, en un mot la paille, s'évapore en gaz et en eau lorsqu'il a accompli sa fonction. Sa disparition crée, en outre, un espace vide qui a aussi son utilité spéciale. En effet, cet espace constitue un canal dans lequel peuvent cheminer les radicelles délicates, canal que la décomposition de la paille a simultanément creusé, échauffé et garni de nourriture; et cette nourriture, comme on l'a vu, est à la fois finement divisée, retenue par l'action de surface et munie de son dissolvant le plus favorable.

« Or tous les phénomènes si délicats qui viennent d'être décrits, et qui sont destinés à la réalisation d'un but spécial, ne peuvent se produire si le fumier est soumis à l'incinération ; car le feu dissipe les composés hydrocarbonés de la paille, de telle sorte que les principes cinéraires, n'étant plus séparés par des molécules interposées, ne forment qu'un amas de poussière. Sous cette nouvelle forme ces principes n'occupent pas même la centième partie de l'espace dans lequel ils se trouvaient auparavant disséminés ; en outre, ils sont très-exposés à être contractés plus fortement et rendus plus compactes par une fusion véritable pendant la combustion. La cendre du fumier de ferme est particulièrement disposée à la vitrification, puisque la paille renferme, en même temps, les éléments alcalins et siliceux du verre ; cette cendre vitreuse ou semi-vitreuse, ainsi produite par incinération, est peu soluble. En un mot, l'effet de l'incinération du fumier de ferme ressemble beaucoup à celui produit, sur l'engrais minéral de Liebig, par la calcination au four à réverbère conseillée par lui. »

Théorie de l'azote et doctrine des engrais spécifiques. — Sous ce titre, le rapporteur entre dans des explications détaillées (1) que leur longueur ne nous permet pas de reproduire, pour discuter les nombreux sujets de controverse basés, d'une part, sur l'emploi exclusif des engrais ammoniacaux et, de l'autre, sur celui des engrais spécifiques. Suivant lui, il ne faudrait pas, comme on l'a fait, tirer des considérations précédentes la conclusion que les principes cinéraires des plantes, tels que l'engrais minéral de Liebig ou les cendres de fumier incinéré, même administrés sous une forme parfaitement soluble, pourraient être appliqués sans distinction et pour ainsi dire au hasard,

(1) Voir la traduction littérale dans le *Moniteur scientifique de Quesneville*, t. VII, 1865, p. 1081.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour augmenter le pouvoir producteur immédiat de toute espèce de terrains et pour tous les genres de récoltes. En matière d'engrais il ne peut y en avoir aucun d'exclusivement applicable à tous les terrains, dont la composition varie à l'infini, à toutes les cultures, dont les besoins ne sont pas les mêmes, et à tous les pays, dont les climats et, par conséquent, les éléments atmosphériques sont différents. Aussi M. Hofmann, résumant la discussion, déclare-t-il que les phosphates ne sont pas plus un spécifique pour les récoltes à racines que la potasse ne l'est pour les pois et les haricots, et l'azote pour le blé.

Il existe une grande loi qui veut que, pour entretenir leur fertilité, on restitue aux terres les principes que leur enlèvent les récoltes; or cette grande loi s'applique également aux principes fixes et volatils, de même qu'aux éléments rares ou abondants de la nourriture des plantes. Partant de là, le rapporteur en arrive aux conclusions suivantes :

« La prospérité de la récolte qui représente le *dividende* n'est qu'une preuve fallacieuse de fertilité, si elle n'est pas accompagnée de la prospérité du sol qui représente le *capital*. Tout excès, tant du côté de la dépense que du côté de la capitalisation, que ce soit par l'exagération des récoltes ou par l'augmentation irréfléchie des réserves du sol, est, pour l'agriculteur, une négligence des devoirs et des obligations qu'il a à remplir, en même temps qu'une faute de dilapidation. Car si, d'un côté, une dépense disproportionnée dilapide la substance de la richesse sous le rapport de l'espace, une capitalisation disproportionnée dissipe l'usufruit sous le rapport du temps. C'est donc un devoir de provoquer et de consommer les plus fortes récoltes possibles, mais à la condition, toutefois, de ne pas entamer les réserves du sol. Si, par indolence, nous négligeons de produire la plus grande somme de nourriture possible pour la consommation de la génération actuelle, nous retardons d'autant la multiplication de notre race, et nous ne remplissons pas notre devoir envers ceux qui doivent venir après nous. Si, au contraire, le désir d'un gain immédiat nous fait succomber à la tentation de diminuer la balance des principes minéraux dans la terre (dont nous ne sommes pas les *propriétaires*, il ne faut pas l'oublier, mais seulement les *usufruitiers*), nous nous rendons coupables envers la génération future, dont nous dévorons l'héritage. Nous avons reçu de nos pères un double legs, que nous sommes tenus de transmettre à nos enfants qui sont aussi les leurs : la vie et les moyens de l'entretenir. Une race généreuse doit éviter, avec autant de soin, de transmettre à sa postérité un sol appauvri qu'un sang dégénéré. La théorie de l'azote n'avait pas sauvegardé ces principes, aussi est-ce là la cause de sa chute. »

Engrais des égouts. — Expériences de Rugby. — Les expériences d'application de l'engrais des égouts tentées à Rugby, auxquelles le rapporteur fait allusion, ont été décrites, il y a longtemps, dans le *Bulletin* (1). Le rapporteur déclare que ces expé-

(1) Voir *Bulletin* de 1855, 2e série, t. II, p. 96.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

riences reposent sur des notions erronées, tant du problème à résoudre que de la méthode expérimentale suivie, notions qui ne peuvent que rendre incertaines les conclusions qu'on tirera de la valeur de l'engrais. En effet, les données des expériences sont, d'un côté, la quantité, de l'autre la qualité des récoltes obtenues sur des superficies déterminées de terrain sous l'influence de volumes différents de liquide des égouts, comparées avec les rendements d'une surface égale d'un terrain semblable ne recevant pas d'engrais. Or la valeur d'un engrais ne repose pas sur une relation aussi fixe et aussi exclusive que le suppose la méthode suivie, avec l'influence immédiate qu'il peut exercer sur la récolte. Ainsi, par exemple, une récolte luxuriante obtenue à l'aide d'un engrais artificiel, loin d'être l'indice d'une augmentation de fertilité, peut, au contraire, donner le signal et la mesure d'un épuisement accéléré. D'un autre côté, un pareil engrais pourra ne pas avoir ajouté une seule feuille à la récolte, ni même un brin d'herbe au foin, et cependant il aura peut-être résolu le grand problème de l'agriculture, en opérant une balance exacte entre les principes enlevés au sol par la récolte et ceux qu'il lui restitue. Tout en reconnaissant que les expériences de Rugby sont conduites par une commission composée d'hommes très-capables qui, probablement, les perfectionneront à mesure qu'ils avanceront dans l'étude de la question, M. Hofmann a la conviction qu'aucun essai de ce genre, fait avec l'engrais des égouts, ne peut déterminer sa valeur ou résoudre le problème de son utilisation rationnelle, à moins qu'on ne combine la mesure de son *influence sur les récoltes* avec celle de son *effet sur le sol.*

Justice rendue à MM. Lawes et Gilbert. — Hommage à Justus Liebig. — Vingt années d'un labeur infatigable dans le champ si difficile des recherches sont, pour MM. Lawes et Gilbert, un titre suffisant à la reconnaissance publique. Si la *théorie de l'azote* et la *doctrine des engrais spécifiques,* qu'ils ont soutenues, ont aujourd'hui fait leur temps, elles n'en auront pas moins servi à la découverte de la vérité, en raison des utiles sujets de controverse qu'elles ont soulevés. Ces deux habiles et savants expérimentateurs doivent donc reconnaître leur erreur comme Justus Liebig a noblement, et sans hésiter, reconnu la science, en présence de la découverte du pouvoir absorbant du sol dont il a été parlé. En effet, il a immédiatement apprécié la valeur des observations faites par M. Way, et il a contribué, par son génie, à les mettre en lumière d'une manière si vive, qu'il en a, pour ainsi dire, doublé l'importance.

Le rapporteur croirait manquer à tous ses devoirs et à ses sentiments, comme compatriote et ancien élève de Liebig, s'il ne saisissait pas cette occasion de proclamer, du fond du cœur, la dette de reconnaissance que non-seulement l'Europe, mais l'humanité tout entière, a contractée envers l'illustre régénérateur de la science agronomique. Continuateur de l'œuvre de ses révérés prédécesseurs Lavoisier et Davy, Liebig a poursuivi noblement le sentier ardu qu'ils ont eu la gloire de tracer.

Mode d'appréciation du Jury chargé de l'examen des engrais; rapport de la sous-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commission. — Après avoir résumé, en quelques mots, la marche suivie par lui dans ce chapitre consacré aux engrais, et montré l'insuffisance des développements dans lesquels il est entré relativement à l'importance du sujet, M. Hofmann explique les difficultés en présence desquelles s'est trouvé le Jury pour apprécier, d'une manière convenable, les différents engrais exposés. Pour bien faire comprendre les motifs qui ont empêché de décerner des récompenses dans cette section, il reproduit, *in extenso,* le rapport suivant émanant de la sous-commission :

« Après mûre considération de toutes les circonstances spéciales se rattachant au « présent sujet, nous sommes d'avis qu'il n'est pas possible au Jury de décerner des « récompenses aux engrais compris dans la classe II d'une manière satisfaisante, soit « pour lui-même, soit pour les exposants. Nous fondons surtout notre opinion sur ce « fait qu'il est impossible d'apprécier, par l'inspection seule, le mérite d'un engrais. « On pourrait, à la vérité, tenir compte des soins apportés aux procédés mécaniques « employés pour lui donner des qualités marchandes ; mais on ne saurait juger autre- « ment que par l'analyse chimique les proportions et l'état de combinaison des diffé- « rents principes fertilisants qu'il peut contenir, ce qui est le point le plus important. « Or il est à peine nécessaire de faire remarquer que l'examen chimique des échan- « tillons serait une œuvre beaucoup trop longue et trop ardue pour que le Jury pût « l'entreprendre ; mais le pourrait-il, que cela ne suffirait pas, et qu'il faudrait encore « prendre en considération la nature des matières premières employées, en même « temps qu'il est encore d'autres questions très-délicates sur lesquelles il serait bien « difficile de porter un jugement.

« A défaut des indications fournies par l'analyse, le seul criterium qui pourrait « guider le Jury serait l'importance des affaires et la réputation générale des différents « fabricants d'engrais. Mais des conclusions fondées sur de telles bases seraient très- « peu satisfaisantes, car le succès d'un fabricant dépend souvent bien plus de circon- « stances locales ou de l'énergie et du tact qu'il apporte dans les affaires, que de la supé- « riorité des procédés qu'il emploie. Par conséquent, en prenant un tel point de départ « pour baser son jugement, le Jury pourrait facilement se rendre coupable d'injustice « et placer un grand manufacturier au-dessus d'un fabricant de moindre importance, « bien que l'engrais de ce dernier soit aussi bon, sinon supérieur.

« Si l'on pouvait se décider à accorder des récompenses aux engrais, en se basant « sur des considérations générales, il serait à craindre que les décisions n'obtinssent « l'assentiment de personne. Nous sommes donc convaincus que les manufacturiers « eux-mêmes préféreront qu'il ne soit pas accordé de récompenses, plutôt que de s'ex- « poser à voir, en quelque sorte, le hasard décider entre eux, dans un concours où la « supériorité ne doit être proclamée qu'à la suite d'investigations complètes et assez « approfondies pour donner de la valeur aux décisions du Jury. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Objets d'intérêt scientifique.

Pour compléter son rapport, M. Hofmann croit devoir parler de plusieurs découvertes modernes faites dans le domaine de la science pure, persuadé qu'il est que quelques-unes d'entre elles, sinon toutes, finiront par trouver, tôt ou tard, des applications dans le domaine de l'industrie. A cet égard, il est heureux de reconnaître combien, en général, la science pure et la science appliquée doivent se prêter un mutuel appui, et il déclare que, tout en conservant une prédilection naturelle pour la première, l'expérience qu'il a acquise dans la rédaction de ce rapport a contribué considérablement à grandir dans son esprit les hommes instruits qui consacrent à la seconde leur temps et leurs facultés.

Analyse spectrale.

« De toutes les méthodes employées pour découvrir la composition chimique des substances, l'analyse spectrale est incontestablement la plus délicate. Pour la rendre plus facilement intelligible, il est nécessaire de rappeler d'abord les phénomènes principaux du spectre solaire et les moyens employés pour le produire.

« Tout le monde sait qu'un rayon de lumière qui passe d'un milieu, dans un autre d'une densité différente, peut éprouver une déviation. Si, par exemple, un rayon solaire traversant un milieu moins dense, comme l'air, rencontre un milieu plus dense tel qu'une plaque de verre ayant des surfaces parallèles, et si ces surfaces sont normales, c'est-à-dire perpendiculaires à la direction du rayon lumineux, celui-ci traverse la plaque sans changer de direction. Si, au contraire, le rayon tombe obliquement sur la plaque, il éprouve une déviation au point où il quitte un milieu pour entrer dans l'autre, et cette déviation est d'autant plus grande que la différence de densité des deux milieux est plus considérable. En ressortant par la face opposée de la plaque et passant ainsi d'un milieu plus dense dans un milieu moins dense, dans l'air, par exemple, le rayon éprouve une nouvelle déviation, mais, cette fois, en sens inverse ainsi qu'on pouvait le prévoir, en sorte qu'en définitive le rayon émergent est parallèle au rayon incident. Si les deux surfaces de la plaque interposée, au lieu d'être parallèles, sont inclinées sous un certain angle, de manière à constituer un prisme, le parallélisme des rayons incident et émergent n'existe plus ; la seconde déviation a lieu dans le même sens que la première, si bien qu'au moyen d'une série de prismes on peut obliger un rayon à accomplir une espèce de rotation produite par une succession de déviations angulaires, constituant un polygone plus ou moins régulier.

« En 1701, Newton découvrit qu'un rayon ordinaire de lumière blanche admis à travers le trou d'une épingle, dans une chambre noire et dévié deux fois, ou *réfracté*, comme on dit, au moyen d'un prisme, se trouve décomposé. Toutes les parties qui composent ce rayon ne sont pas également réfractées, et, comme conséquence, l'image reçue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur un écran placé en face du prisme prend une forme allongée. Cette image allongée, qu'on appelle *spectre,* présente des couleurs diverses d'une extrémité à l'autre. Les parties les plus réfractées sont violettes, tandis que les moins réfractées sont rouges ; enfin les parties intermédiaires se succèdent dans un ordre tel que la série prismatique est constituée comme suit : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange, rouge. Les teintes se fondent les unes dans les autres par des gradations insensibles d'un bout à l'autre du spectre, de manière à présenter une série infinie de nuances intermédiaires.

« Un an plus tard (en 1802), Wollaston (1) fit cette singulière découverte, que le spectre prismatique d'un rayon solaire passant à travers une fente étroite ne présente plus de continuité, mais examiné à travers un système de lentilles, montre une série de bandes ou d'espaces brillants séparés les uns des autres par des lignes ou raies noires qui les coupent en travers dans une direction parallèle aux côtés du prisme.

« Ce phénomène curieux excita vivement l'attention ; mais ce ne fut qu'en 1815 que Frauenhofer, de Munich, l'étudiant d'une manière approfondie, n'y découvrit pas moins de 600 lignes obscures, dont il désigna les plus remarquables par les lettres de l'alphabet. Ces lignes, encore aujourd'hui connues sous le nom de *lignes de Frauenhofer,* sont disséminées sur toutes les parties du spectre, mais d'une manière très-inégale ; les unes sont comme agglomérées dans un petit espace, tandis que d'autres sont séparées par des intervalles relativement considérables. En outre, elles présentent des intensités très-différentes, les unes étant parfaitement tranchées, et les autres peu distinctes ; mais, quelle que soit leur intensité, leur position est parfaitement déterminée et ne varie jamais. Que le spectre solaire soit produit par des rayons provenant directement du soleil ou par des rayons réfléchis par l'une des planètes qu'il illumine (Vénus, par exemple), les lignes qui le coupent restent les mêmes, sauf que, dans le spectre plus pâle des planètes, celles qui sont les plus faibles ne peuvent plus s'apercevoir. Mais lorsque le spectre est produit par des rayons lumineux émanant de soleils appartenant à d'autres systèmes, de Sirius, par exemple, quoiqu'on observe encore des raies noires, elles n'occupent plus la même position. Il en est de même pour les spectres produits par des sources de lumière artificielle ; ils présentent des différences très-frappantes et très-caractéristiques sous le rapport des raies. Or c'est ici que nous touchons au point principal du sujet qui nous occupe.

« La première grande distinction à établir est celle qui existe entre les sources de lumière qui contiennent et celles qui ne contiennent pas de *principes volatils* ; la lumière du platine incandescent peut servir de type à cette dernière classe. Cette lumière produit par réfraction un spectre parfaitement continu, et que n'interrompt aucune ligne ou bande obscure quelconque. Au contraire, la lumière produite par un

(1) Wollaston, *Phil. Trans.,* 1802, p. 378.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courant électrique passant entre les deux pointes d'un conducteur métallique interrompu offre un bon exemple de lumière renfermant des matières volatiles. En 1835, le professeur Wheatstone (1) a découvert que cette lumière contient invariablement de minimes quantités du métal conducteur; il a montré en même temps que le spectre prismatique engendré par la réfraction d'une telle lumière présente toujours une raie brillante caractérisant, par sa position, sa couleur et son intensité, chaque métal ainsi volatilisé. »

Dans ce fait, évidemment, reposait en germe et attendant son éclosion une nouvelle méthode pour distinguer les substances les unes des autres. Ce nouveau champ de recherches, ainsi ouvert par M. Wheatstone et ayant trait aux lignes brillantes produites par les décharges électriques, a été parcouru dans diverses directions par plusieurs observateurs, tels que MM. Foucault (1849) (2), Masson (1851-1855) (3), Angstrœm (1853) (4), Alter (1854-1855) (5), Secchi (1855) et Plücker (1858-1859) (6). L'histoire chronologique de ces recherches est relatée très-exactement dans une excellente leçon sur l'*analyse spectrale* faite par M. le professeur Miller devant les membres de la Société de pharmacie de la Grande-Bretagne (7).

Mais indépendamment des noms ci-dessus mentionnés, et treize ans avant les recherches de M. Wheatstone, d'autres savants avaient déjà étudié le spectre des flammes colorées, et l'influence qu'exercent les matières étrangères qu'on y introduit. On peut citer, à cet égard, MM. David Brewster (1822) (8), John Herschell (1822) (9), Fox Talbot (1826) (10), W. A. Miller (1845) (11) et Swan (1857) (12); ce dernier signala la sensibilité extraordinaire de la réaction optique pour le sodium; la raie jaune brillante caractérisant ce métal apparaît, d'après ses expériences, avec une solution ne renfermant que 1/2500000 de grain de sel de cuisine ordinaire.

Il résulte de ce qui précède que, par suite des travaux des physiciens et chimistes

---

(1) Wheatstone, *Sur la décomposition prismatique des étincelles électrique, voltaïque et électro-magnétique;* mémoire lu à la réunion de l'Association britannique, à Dublin, en 1835.

(2) Foucault, *Ann. Chim. Phys.* (3), XXVIII, 476.

(3) Masson, *Ann. Chim. Phys.* (3), XXX, 295; XLV, 387.

(4) Angstrœm, *Philos. Mag.*, 1855, 329.

(5) Alter, *Sillim. Journ.*, XVIII (55); XIX, 213.

(6) Plücker, *Pogg. Ann.*, CIII, 88, 151; CIV, 113, 622; CV, 87; CVII, 77, 498.

(7) *Pharm. Journ.*, février 1862.

(8) Brewster, *Edinburgh Phil. Trans.*, 1822.

(9) Herschell, *ibid.*, 455, et *Encycl. Métrop.*, 1827, 438.

(10) Fox Talbot, *Brewster Journ. of science,* 1826, et *Phil. Mag.*, 1834, IV, 114.

(11) Miller, *Phil. Mag.*, XXVII, 81.

(12) Swan, *Edinburgh Phil. Trans.*, XXI, 411.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éminents qui viennent d'être nommés, il s'était accumulé, depuis la découverte de Frauenhofer, une masse de données de la plus haute valeur concernant l'influence des principes volatils de sources lumineuses sur les raies de leurs spectres. C'est sur cette large base que MM. Bunsen et Kirchhoff ont fondé leur méthode d'investigation si raffinée et si délicate, qu'on appelle l'*analyse spectrale*. Voici l'appareil qu'ils ont imaginé :

« Une petite flamme aussi peu lumineuse que possible, quoique très-chaude, de manière à pouvoir volatiliser facilement les substances à examiner, est ce qu'il faut en premier lieu ; la flamme produite par un bec à gaz de Bunsen de petite dimension, brûlant, comme on sait, un mélange d'air et de gaz d'éclairage, remplit parfaitement ce but. Une anse, faite d'un fil de platine, sert à introduire dans la flamme une minime quantité du corps à examiner. Une chambre noire avec une fente pour laisser passer un filet mince de cette lumière et un prisme pour le réfracter est, en outre, munie d'un appareil grossissant consistant en un système de lentilles placé vis-à-vis du prisme, de manière à recevoir le spectre ; mais ce n'est qu'une faible partie de ce dernier qui peut arriver à la fois dans le champ de vision de la lunette. Pour y remédier, le prisme est disposé pour tourner autour de son axe longitudinal, de telle sorte que, en lui imprimant un mouvement de rotation, l'observateur peut examiner et scruter à travers la lunette le spectre d'un bout à l'autre. Cet instrument porte le nom de *spectroscope*. »

Le rapporteur indique qu'il ne saurait, sans dépasser les limites de son travail, décrire en détail les phénomènes présentés par les spectres des métaux connus, ni s'appesantir sur les quantités infiniment petites des substances capables de produire leur effet. L'extrême sensibilité de la nouvelle méthode d'analyse est maintenant universellement reconnue, et l'on sait également que, en en faisant usage, la présence d'un des métaux n'empêche guère de se produire les phénomènes dus à un autre métal.

M. Hofmann ne décrit pas non plus les applications astronomiques de l'analyse spectrale, il croit seulement devoir citer la détermination par la méthode nouvelle de la composition de l'atmosphère solaire, dans laquelle M. Kirchhoff (1) a démontré, d'une manière presque certaine, la présence de plusieurs métaux bien connus appartenant à notre terre, entre autres du potassium, du sodium, du calcium, du fer, du nickel, du chrome, etc. Mais il insiste sur un point important, c'est que l'observation de raies brillantes, qu'on ne pouvait attribuer à aucun des corps déjà connus, a conduit à la découverte de nouveaux éléments ou corps simples.

Cæsium et rubidium. — « En examinant au spectroscope des alcalis de la source minérale de Dürkheim, dans le Palatinat, M. Bunsen remarqua l'apparition de plusieurs

(1) Voir le mémoire du professeur Kirchhoff, traduit en anglais par le docteur H. E. Roscoe. Cambridge, 1862.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

raies brillantes qu'il n'avait jamais observées antérieurement dans des recherches d'une nature semblable. Ayant éliminé par des procédés chimiques bien connus tous les autres métaux non alcalins, il en conclut que ces raies devaient être produites par la présence de quelque nouveau métal alcalin. Quoiqu'il n'eût obtenu que 1/15000 de gramme de la nouvelle substance, il ne mit pas un instant en doute la justesse de sa conclusion, tant sont sensibles et certaines les indications du spectroscope. Il résolut donc immédiatement de se procurer, pour un examen plus approfondi, une quantité plus considérable du nouveau corps présumé, et c'est dans ce but qu'il fit évaporer 40 tonnes d'eau minérale. Il devint alors évident pour lui qu'il y avait deux nouveaux métaux alcalins en présence, et du résidu de l'évaporation des 40 tonnes d'eau minérale il réussit à isoler 7 grammes de chlorure de l'un des alcalis et 9 grammes de chlorure de l'autre. Au premier de ces métaux il donna le nom de *cæsium*, parce que son spectre est caractérisé par deux raies bleues brillantes (*cæsius*, bleu-gris), et au second celui de *rubidium* à cause de l'apparition, dans son spectre, de deux raies rouges (*rubidus*, rouge foncé).

« Le cæsium et le rubidium, par leurs principales réactions chimiques, ressemblent beaucoup au potassium, et cette ressemblance est telle, que leur existence serait très-probablement restée ignorée sans les particularités révélées par leurs spectres. Pour opérer leur séparation des composés de potassium et de sodium, M. Bunsen a profité de cette particularité que les chlorures de cæsium et de rubidium forment, avec le bichlorure de platine, des sels doubles encore moins solubles dans l'eau que le chlorure double de platine et de potassium. En lavant bien le précipité contenant les chlorures doubles de platine avec le rubidium, le cæsium et le potassium, ce dernier sel est assez facilement éliminé. L'absence de la raie caractéristique, bien connue, du potassium sert à constater la pureté absolue des nouveaux métaux ; quant à leur séparation, elle offre de grandes difficultés, en raison de la ressemblance de leurs propriétés. M. Bunsen trouva cependant que le carbonate de cæsium est soluble dans l'alcool, tandis que le carbonate de rubidium ne l'est pas, ressemblant, sous ce rapport, aux autres carbonates alcalins. Il parvint donc, de cette manière, à isoler les deux métaux; il les étudia avec soin, malgré les petites quantités dont il pouvait disposer, et il réussit bientôt à déterminer la composition, la forme cristalline et les propriétés générales d'un assez grand nombre de leurs sels. C'est ainsi qu'il trouva que les deux métaux forment des sels exactement isomorphes avec ceux du potassium. L'équivalent du rubidium, Rb, est 85.36, celui du cæsium, Cs, 133. Depuis la publication de son mémoire sur les deux nouveaux métaux alcalins, M. Bunsen a examiné les eaux d'un grand nombre de sources minérales de l'Allemagne, et dans presque toutes il a pu constater la présence de quantités plus ou moins minimes de cæsium et de rubidium. Ce dernier se trouve plus abondamment dans les matières premières solides ; plusieurs variétés de lépidolite, entre autres, en renferment de notables proportions, en sorte qu'au moyen

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de ce minerai on peut maintenant s'en procurer par kilogrammes. Le docteur Struve, le fabricant, bien connu, d'eaux minérales artificielles, vend aujourd'hui, à raison de 6 thalers ou 22f,50 le kilogr. les résidus de la préparation de la lithine, qui contiennent 15 pour 100 environ de chlorure de rubidium. M. Grandeau, de Paris, a essayé un certain nombre d'eaux minérales de France, et dans bien des cas il y a constaté la présence du cæsium et du rubidium. C'est ainsi que les eaux de Bourbonne-les-Bains lui ont donné pour 10 litres 2 grammes de chlorures doubles de platine des deux nouveaux métaux, il a également trouvé 4gr,7 de chlorure de rubidium (soit 0,47 pour 100) dans un kilogramme des eaux mères formant le résidu provenant de l'extraction des alcalis des vinasses de betteraves. Il paraîtrait, d'après cela, que le rubidium est, en réalité, un principe constituant assez notable du sol ; cela étant, il resterait à savoir si les nouveaux alcalis participent, comme la potasse et la soude, à la nutrition des plantes, et, dans ce cas, s'ils ne sont que des principes accidentels ou de substitution dans les cendres végétales, ou bien s'ils constituent, dans certains cas, des principes essentiels.

« Quelque précieux que puisse être l'emploi de l'analyse spectrale pour la constatation de proportions minimes de substances volatiles, ses indications sont souvent trop sensibles pour la pratique ordinaire des laboratoires. La raie de sodium, par exemple, apparaît exactement de la même manière, soit que la matière à analyser renferme 10 à 20 pour 100 de sel ordinaire, soit qu'elle ne contienne que la quantité minime que pourrait y apporter le simple attouchement d'un doigt humecté. Mais, en revanche, pour mettre sur la voie de la présence de corps jusqu'à ce jour inconnus, et pour aider à compléter la liste de ceux qui sont regardés comme élémentaires, la méthode analytique nouvelle est inestimable. Elle nous ouvre les portes d'un monde plus infinitésimal même que celui que révèle le microscope, et, sans aucun doute, pendant une série d'années encore, elle continuera à enrichir la science de nouvelles substances dont, plus tard aussi, l'industrie saura tirer profit. »

Thallium. — « L'existence de ce nouveau corps simple dans les dépôts des chambres de plomb d'une fabrique d'acide sulfurique fut déjà signalée, le 30 mars 1861, par M. W. Crookes (1), qui annonça sa découverte dans les termes suivants :

« En 1850, une quantité d'un peu plus de 10 livres (5 kilog.) d'un dépôt séléni-
« fère de la manufacture d'acide sulfurique de Tilkerode, dans les montagnes du
« Hartz, fut mise à ma disposition pour en extraire le sélénium destiné à des recherches
« ultérieures sur les sélénocyanures (2). Quelques résidus provenant de la purification
« du sélénium brut, et qui, d'après leurs réactions, paraissaient renfermer du tellure,

(1) Crookes (W.), *Sur l'existence d'un nouveau corps simple appartenant probablement au groupe du soufre* (*Chem. News*, III, p. 193) ; mémoire publié le 30 mars 1861 (*Phil. Mag.* (4), XXI, 193).
(2) *Chem. Soc. Quat. Journ.*, IV, 12.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« furent rassemblés et mis de côté pour être examinés à la première occasion favo-
« rable. Ils restèrent ainsi jusqu'au commencement de l'année actuelle où, ayant eu
« besoin de tellure pour quelques expériences, j'essayai de l'extraire de ces résidus.
« Sachant que les spectres des vapeurs incandescentes du tellure et du sélénium étaient
« exempts de toute raie fortement marquée qui pût servir à identifier l'un ou l'autre
« de ces éléments, et, ayant essayé inutilement un grand nombre de méthodes chi-
« miques pour isoler le tellure dont je supposais l'existence dans ces résidus, je pris
« le parti de recourir à l'analyse spectrale. Une portion de résidu, introduite dans la
« flamme bleue du gaz, démontra abondamment la présence du sélénium; mais, à
« mesure que les raies, alternativement claires et obscures, dues à cet élément, de-
« vinrent plus pâles, et au moment où je m'attendais à voir les raies assez semblables,
« mais plus rapprochées du tellure, soudain apparut une *raie verte brillante,* qui dis-
« parut tout aussi rapidement. Une raie verte isolée, dans cette partie du spectre, était
« pour moi chose nouvelle. J'avais acquis une connaissance assez intime de l'aspect
« de la plupart des spectres artificiels par suite de recherches continuées pendant
« plusieurs années, et je n'avais jamais, auparavant, observé une raie verte semblable;
« le traitement chimique auquel les résidus avaient été soumis ayant eu pour effet de
« limiter à un très-petit nombre la série des corps simples qui pouvaient s'y trouver,
« il devenait très-intéressant de déterminer ou de découvrir auquel de ces corps simples
« il fallait attribuer la raie verte. Après de nombreuses expériences, j'arrivai à la
« conclusion qu'elle était due à la présence d'un élément nouveau, appartenant au
« groupe du soufre; mais, malheureusement, la quantité de matière avec laquelle
« j'avais pu expérimenter était si petite que j'hésite à affirmer cette découverte d'une
« manière tout à fait positive. Cependant je traite, en ce moment, une certaine quan-
« tité du dépôt sélénifère et j'espère bien, sous peu, pouvoir m'exprimer avec plus
« d'assurance, tant sur ce point que sur les propriétés du nouveau corps en question.

« La substance, préparée aussi pure que je l'ai pu jusqu'ici, communique à la
« flamme une réaction aussi bien définie que l'est celle du sodium. Les moindres traces
« introduites dans l'appareil spectral donnent naissance à une raie verte brillante,
« parfaitement nette et bien définie sur un fond noir, et pouvant presque rivaliser
« d'éclat avec celle du sodium; mais elle n'est guère persistante à cause de la volati-
« lité de la substance, qui est presque aussi grande que celle du sélénium. Un fragment
« introduit tout d'un coup dans la flamme fait apparaître la raie verte comme un éclair
« brillant, de la durée d'une fraction de seconde; si on l'introduit, au contraire,
« graduellement, la raie persiste pendant un temps beaucoup plus prolongé.

« Les propriétés de la substance, en solution ou à l'état sec, autant que j'ai pu les
« déterminer avec le peu que j'en avais à ma disposition, sont les suivantes :

« 1° Elle est entièrement volatilisable au-dessous du rouge, qu'elle soit libre et isolée
« ou en combinaison (excepté lorsqu'elle est combinée avec un métal lourd et fixe).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 2° Le zinc métallique la précipite facilement de sa solution chlorhydrique sous « forme de poudre noire pesante, insoluble dans le liquide acide.

« 3° L'ammoniaque, ajoutée graduellement à la solution acide jusqu'à léger excès, « ne produit ni coloration ni précipité; il en est de même si l'on y ajoute du carbo- « nate ou de l'oxalate d'ammoniaque.

« 4° Le chlore sec passant sur la substance au rouge obscur s'y combine, en donnant « naissance à un chlorure facilement volatilisable et soluble dans l'eau.

« 5° L'hydrogène sulfuré, traversant sa solution chlorhydrique, ne la précipite « qu'incomplétement, à moins qu'il n'y ait qu'une trace d'acide libre en présence; « mais, dans une solution alcaline, il y a précipitation immédiate d'une poudre noire « pesante.

« 6° Fondue avec un mélange de carbonate de soude et de nitre, la substance de- « vient soluble dans l'eau; l'acide chlorhydrique ajouté en excès à cette solution « constitue un liquide qui répond aux réactions indiquées ci-dessus, sous les numé- « ros 2, 3 et 5. »

M. Crookes continue ensuite, en montrant que les réactions décrites excluent tous les corps simples déjà connus, à l'exception de l'antimoine, de l'arsenic, de l'osmium, du sélénium et du tellure; et, après avoir constaté, par des expériences faites avec beaucoup de soin, qu'aucun de ces éléments ne produit la raie spectrale verte qu'il a observée, il en arrive nécessairement à conclure qu'elle ne peut être due qu'à un corps simple dont l'existence n'avait pas encore été constatée auparavant.

Peu de temps après, M. Crookes, revenant sur le même sujet (1), annonça qu'il n'avait pu découvrir de traces du nouveau corps simple dans quelques échantillons de minerais de sélénium et de tellure soumis à l'examen, mais qu'il en avait rencontré dans deux ou trois spécimens de soufre natif, et surtout dans des échantillons provenant des îles Lipari, puis dans des pyrites d'Espagne. C'est à cette occasion qu'il proposa le nom de *thallium* pour le nouveau métal, du mot grec θαλλὸς (branche bourgeonnante), et qu'il décrivit un procédé pour l'isoler ou tout au moins le concentrer. Ce procédé consiste à soumettre la matière première qui le renferme à une série d'opérations se terminant par la production d'une solution alcaline de laquelle l'hydrogène sulfuré précipite une poudre noire, possédant au plus haut degré le pouvoir de produire la raie spectrale verte.

Continuant l'historique de la découverte du thallium, le rapporteur raconte que, pendant que M. Crookes, encouragé par la *Société royale* qui lui fournissait des fonds, continuait ses intéressantes recherches, de son côté, M. Lamy, professeur de physique

(1) Crookes (W.), *Nouvelles observations sur le nouveau métalloïde supposé* (*Chem. News*, III, 303), publiées le 18 mai 1861.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à la Faculté des sciences de Lille, présentait un mémoire sur le même sujet, le 16 mai 1862, à la Société impériale d'agriculture, sciences et arts de cette ville.

« Dans le chapitre sur l'acide sulfurique, qui est un des premiers de ce rapport (1), il a été question de petites chambres isolées en plomb, à travers lesquelles M. Kuhlmann, de Lille, fait passer le gaz acide sulfureux provenant des fours à pyrite avant de le laisser entrer dans les grandes chambres. L'objet de cette disposition est, comme on l'a vu, de séparer l'arsenic qui se dégage à l'état d'acide arsénieux et qui est arrêté au passage par les petites chambres, en même temps que la poussière de peroxyde de fer et les combinaisons séléniées. C'est du dépôt ainsi formé par le traitement des pyrites de Saint-Oneux, près Spa, et accumulé depuis longtemps, que M. Frédéric Kuhlmann jeune avait extrait plusieurs spécimens de sélénium, dont l'un avait été remis à M. Lamy. »

En soumettant cet échantillon à l'analyse spectrale, M. Lamy observa (au commencement de 1862) la même raie verte brillante qui avait servi de point de départ à M. Crookes; mais il paraît qu'il ne connaissait pas alors les recherches de ce dernier et qu'il arriva, par ses propres travaux, à faire la même découverte. Plus heureux au début que M. Crookes, puisqu'il avait à sa disposition une source de thallium plus riche, il réussit à présenter, le 8 juin 1862, au Jury un petit lingot du nouveau métal pesant plus de 6 grammes. Il présenta également un échantillon de chlorure de thallium cristallisé (2). Le Jury, considérant ces résultats comme très-importants au point de vue de l'histoire de la découverte du thallium et de son classement parmi les corps simples, et tenant à bien déterminer la date précise des observations de M. Lamy, a compulsé les procès-verbaux de la *Société d'agriculture, sciences et arts* de Lille, où elle a retrouvé la trace du mémoire et des communications de ce savant.

C'est par la citation textuelle de l'un de ces procès-verbaux que M. Hofmann termine ce qu'il dit sur le thallium; puis, au sujet de l'analyse spectrale, il relate brièvement les expériences faites par le professeur Roscoe (3), qui a étudié le spectre produit par la flamme de l'appareil employé pour la fabrication de l'acier Bessemer. Le spectre de cette flamme présente, pendant une certaine phase de son existence, une série compliquée, mais caractéristique, de lignes brillantes et de raies obscures. Parmi les premières, les raies du sodium, du lithium et du potassium sont les plus apparentes; mais elles sont accompagnées d'un certain nombre d'autres lignes brillantes non définies encore. Parmi les raies obscures, celles formées par la vapeur de sodium et par l'oxyde de carbone peuvent se distinguer facilement. M. Roscoe pense que l'analyse spectrale peut conduire à l'amélioration du procédé Bessemer.

---

(1) Voir *Bulletin* de 1863, 2e série, t. X, p. 478.

(2) On sait que M. Crookes et M. Lamy ont reçu chacun une médaille. (R.)

(3) Roscoe, *Proceedings of the lit. and phil. Society of Manchester*. Session 1862-63, p. 57.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Produits organiques.

Sous ce titre, l'auteur place les quelques lignes qu'il consacre à la description de plusieurs belles collections d'échantillons de produits de la chimie organique, telles que la collection de MM. Ménier (France) et docteur Stenhouse (Angleterre). La première se distingue par les spécimens qu'elle montre des résultats obtenus dans ces dernières années par la voie de la synthèse.

Collection de M. Ménier. « On sait que les premiers progrès de la chimie organique ont été accomplis presque exclusivement par des recherches présentant le caractère analytique ou *destructif;* ce n'est que plus tard que les chimistes ont appris à connaître la puissance synthétique ou *constructive* de leur science. »

Après avoir rappelé que, il y a vingt-cinq ans, Woehler pour l'*urée*, et, bien plus tard, Kolbe pour l'acide acétique, ont, les premiers, marché dans cette voie de la synthèse appliquée à la chimie organique, M. Hofmann parle des beaux résultats obtenus par M. Berthelot, dont les produits illustrent la collection de M. Ménier. Parmi ces produits figuraient des échantillons assez importants d'alcool ordinaire, d'*alcool propylique*, d'huile essentielle de moutarde, d'acide formique, tous préparés par des méthodes synthétiques.

« La production de l'acide formique, par M. Berthelot, au moyen d'oxyde de carbone et d'eau (sous l'influence de la potasse hydratée) $CO + H^2O = CH^2O^2$, est certainement un des exemples les plus élégants de chimie synthétique.

« La synthèse de l'alcool, au moyen d'éthylène (gaz oléfiant) et d'eau (sous l'influence de l'acide sulfurique) $C^2H^4 + H^2O = C^2H^6O$, est également élégante et a peut-être fait encore plus de bruit dans le monde scientifique.

« Bien des années avant la publication du mémoire important de M. Berthelot (1), sur la synthèse de l'alcool (2), M. Faraday (3) avait déjà accompli la combinaison du gaz oléfiant avec l'acide sulfurique monohydraté. Feu M. Hennel (4) avait démontré que la combinaison ainsi produite par Faraday était l'acide *sulfovinique*, et Gmelin (5), étudiant le même sujet, avait fait ressortir que la science était mise par là en posses-

(1) Berthelot, *Sur la formation de l'alcool au moyen du bicarbure d'hydrogène* (*Ann. Chim. Phys.* (3), XLIII, 1855, p. 385).

(2) Voir un article de M. Payen, au *Bulletin* de la Société d'encouragement, 2e série, t. IX, 694. (R.)

(3) Faraday, *Sur quelques nouveaux composés de carbone et d'hydrogène, et sur certains autres produits dérivant de la décomposition des huiles par la chaleur* (*Phil. Trans.*, 1825, p. 448).

(4) Hennel, *Sur l'action réciproque de l'acide sulfurique et de l'alcool, avec observations sur la composition et les propriétés des combinaisons qui en résultent* (*Phil. Trans.*, 1826, p. 248).

(5) Gmelin, *Traité de chimie*, vol. IV, p. 526 de l'édition allemande publiée en 1848, et vol. VIII, p. 168 de l'édition anglaise publiée en 1853.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion des moyens de préparer synthétiquement l'alcool et l'éther. Or ce sont ces résultats antérieurs qui ont été confirmés et coordonnés par M. Berthelot en une démonstration expérimentalement unique ; ce n'est que par cette démonstration que les résultats obtenus par ses prédécesseurs ont été appelés à réagir sur les progrès de la chimie organique. »

Collection de M. Stenhouse. Dans la magnifique vitrine exposée par le docteur Stenhouse, les échantillons de produits cristallisés se distinguaient par leur beauté et leurs dimensions considérables ; ils présentaient cette particularité qu'ils avaient tous été préparés par lui dans son propre laboratoire. Parmi les spécimens les plus remarquables de cette collection, on doit mentionner spécialement la série des composés dérivant des lichens. Un grand nombre de ces substances ont été découvertes par M. Stenhouse ou illustrées par ses recherches.

Parmi les autres collections, le rapporteur cite encore celle de M. A. H. Church, de Londres, parce qu'elle renfermait quelques échantillons intéressants de produits essentiellement organiques. Il termine en donnant la liste des exposants qui, dans le groupe des objets d'intérêt scientifique, ont obtenu des récompenses, et il met M. Ménier en tête de cette liste en faisant remarquer que, s'il n'a pas obtenu de distinction honorifique, c'est qu'il était hors de concours, en raison de sa qualité de Juré associé de la classe II.

Conclusions.

Dans une espèce d'épilogue, M. Hofmann présente quelques observations sur la nature du long travail auquel il vient de se livrer et sur la part de responsabilité qui lui incombe. Il raconte les difficultés de toute nature qu'il a eu à surmonter pour arriver au bout de sa tâche et, tout en avouant l'imperfection de son travail, il espère qu'il ne sera pas dépourvu de toute utilité pour l'avenir.

Il compare entre elles les différentes Expositions internationales qui ont eu lieu à Londres, et il rappelle le rôle important qu'y a toujours joué la *Société des arts,* à qui on doit l'intelligente organisation de ces grands et solennels concours. Enfin il termine par des considérations philosophiques sur l'influence que ces concours doivent avoir pour le bien-être de l'humanité en général, et il exprime le vœu que, dans l'avenir, les industriels, en entrant dans la lice, y soient moins amenés par un intérêt personnel que par l'intérêt général, déclarant hautement que la véritable grandeur des Expositions universelles, de même que la véritable dignité de la vie humaine ne peut consister que dans la recherche désintéressée de la vérité et dans le dévouement au service de l'humanité.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMBUSTIBLES.

CAUSES DE LA PÉNURIE DE COMBUSTIBLE A LA FIN DE L'ANNÉE 1865, PARTICULIÈREMENT DANS LE NORD ET LE NORD-EST DE LA FRANCE, PAR M. VUILLEMIN,

Ingénieur-gérant des mines d'Aniche (1).

A la fin de l'année 1865, et encore au commencement de l'année 1866, l'industrie et le chauffage domestique ne peuvent que difficilement se procurer du combustible.

Ce sont d'abord les moyens de transport, waggons et bateaux, qui font défaut; puis, c'est le combustible même qui manque sur les houillères.

L'industrie et le commerce font de moins en moins d'approvisionnements, grâce à la rapidité et aux facilités des transports; ils ne reçoivent, surtout le combustible, qu'au fur et à mesure de leurs besoins. Cette circonstance rend compte de l'insuffisance du matériel des transports en hiver, lorsque les besoins de la consommation sont les plus considérables.

Elle explique en partie le manque de combustible sur les houillères. Celles-ci sont obligées de réduire leur extraction en été par défaut de demandes, et en hiver elles ne peuvent satisfaire à celle-ci.

Chaque hiver, le même phénomène se produit; mais en 1865-66 il s'est fait sentir avec une plus grande intensité par suite de circonstances particulières.

Parmi les causes qui ont amené la pénurie du combustible à la fin de l'année 1865, la principale est dans le développement industriel général de ces dernières années, et particulièrement dans l'activité de toutes les industries dans les six derniers mois de 1865.

On a une idée de ce développement par les chiffres du commerce extérieur qui, de 3 milliards 615 millions en 1854, a atteint 7 milliards 700 millions en 1865;

Par les opérations de la banque de France qui, de 2 milliards 541 millions en 1852, ont monté à 7 milliards 709 millions en 1862.

Or tout développement industriel, bien plus, tout perfectionnement dans l'industrie, se traduit par une augmentation de consommation de combustible, et on peut

(1) Renseignements fournis à la Chambre de commerce de Lille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dire que le mouvement industriel d'un pays s'exprime par le chiffre de sa consommation de houille.

Ainsi l'Angleterre consomme 78 millions de tonnes de houille, ou 2,900 kil. par individu.

La Belgique consomme 6 millions et demi de tonnes de houille, ou 1,280 kil. par individu.

La France ne consomme encore, en 1863, que 15,334,000 tonnes, ou 400 kil. par individu, sept fois moins qu'en Angleterre et trois fois moins qu'en Belgique.

Cependant un énorme accroissement a eu lieu pendant ces dernières années dans la consommation de la France, qui

de.	11,900,000	tonnes en	1859,
s'est élevée à.	15,334,000	—	1863,
et à plus de.	17,000,000	—	1865.

Cet accroissement de la consommation est surtout remarquable dans la région Nord et Nord-Est, la plus industrielle de la France. La consommation du département du Nord était :

En 1850, de.	1,376,000	tonnes.
En 1860, de.	2,410,000	—
Et, en 1865, elle atteint peut-être.	3,000,000	—

Le Pas-de-Calais consommait, en 1860, 700,000 tonnes. Il consomme actuellement plus de 1,000,000 tonnes.

La consommation de Paris est, en 1863, de 1,118,000 tonnes; elle n'était, en 1852, que de 600,000 tonnes.

A Roubaix et à Tourcoing, les arrivages de houille par chemin de fer ont été, en 1864, de 209,404 tonnes.

Ils n'étaient, en 1860, que de 102,261 tonnes.

D'autres causes, quoique plus secondaires, sont venues s'ajouter au développement industriel, pour produire la pénurie de combustible (1) et l'insuffisance de production des houillères des bassins du Nord, du Pas-de-Calais et de la Belgique :

1° L'ouverture de nouvelles lignes de chemins de fer et la diminution des tarifs ont permis à ces houillères d'étendre le rayon de leurs débouchés, et de fournir à la consommation de nouvelles usines.

---

(1) Cette pénurie se produit encore en ce moment (fin 1866), et donne lieu à une hausse considérable sur les prix. (R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° La consommation des chemins de fer s'est étendue avec la longueur du réseau; cette consommation, en 1865, est de plus de 1,330,000 tonnes.

3° Le bassin de Saarbruck, par suite des besoins de l'industrie prussienne, n'a pas approvisionné suffisamment les usines de l'Alsace et les établissements métallurgiques de la Moselle, de la Meurthe et de la Haute-Marne.

Ces établissements, dont la consommation s'est accrue d'une manière extraordinaire, ont tiré de la Belgique et du Nord des quantités de coke et de houille très-considérables en 1865.

4° La métallurgie a pris, en France, et surtout dans le Nord et l'Est, dans ces dernières années, des développements énormes. On évalue sa consommation de houille, en 1865, à 3,500,000 tonnes, soit à plus du cinquième de la consommation totale de la France.

5° Le chauffage domestique emploie de plus en plus la houille; beaucoup de contrées, où l'usage de la houille était inconnue il y a quelques années, adoptent maintenant ce combustible comme plus économique et comme fournissant plus de chaleur.

L'augmentation de la richesse publique, du bien-être général vient accroître encore le chiffre de la consommation de la houille dans le chauffage domestique.

Or cette consommation représente un chiffre très-considérable, et dans les villes du département du Nord, où les droits d'octroi permettent d'établir exactement cette consommation, elle s'élève annuellement de 800 à 900 kil. par habitant.

En appliquant le chiffre de 600 kil. par habitant à la population des départements du Nord et du Pas-de-Calais, on trouve, pour la consommation du chauffage domestique, dans ces deux départements, plus de 1,200,000 tonnes.

Le même calcul, à raison de 250 kil., appliqué à la population de la région du Nord et du Nord-Est de la France, soit 12 millions d'habitants, donne 3 millions de tonnes.

6° La grande fabrication de sucre de la campagne 1865-66 est venue accroître d'une manière très-notable la consommation de cette industrie, répandue surtout dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais, de l'Oise et de la Somme.

En 1864-65, la fabrication du sucre indigène était très-faible, 150,000,000 kil. qui, à 5 kil. houille par 1 kil. sucre, ont donné lieu à une consommation de 750,000 tonnes.

En 1865-66, cette fabrication atteindra le chiffre de 240 millions kil.; elle consommera 1,200,000 tonnes, soit 450,000 tonnes, ou 2/5 en plus.

Le grand développement industriel de ces dernières années, l'activité extraordinaire de l'industrie dans les derniers mois de l'année, enfin les faits secondaires indiqués ci-dessus, telles sont les causes qui ont momentanément amené la pénurie du combustible et l'insuffisance de la production des houillères du Nord, du Pas-de-Calais et de la Belgique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La production de ces houillères a cependant suivi la marche progressive de la consommation.

Ainsi le bassin du Nord, qui ne produisait, en 1850, que 1 million de tonnes, a produit, en 1864, 1,900,000 tonnes, et, en 1865, certainement 2 millions de tonnes.

La compagnie d'Anzin a augmenté son extraction, en 1865, de près de 2 millions d'hectolitres, et la compagnie d'Aniche de 800,000 hectolitres.

Le bassin du Pas-de-Calais, dont la production annuelle était :

En 1850, de.	200,000	hectolitres.
extrayait en 1860.	6,440,000	—
— 1864.	14,200,000	—

Enfin la Belgique produisait :

En 1850.	5,820,000	tonnes.
En 1860.	9,610,000	—
Et en 1864.	10,500,000	—

Les importations de houilles belges, qui alimentent la région Nord et Nord-Est de la France, ont été :

En 1850, de.	1,970,000	tonnes.
En 1860, de.	3,450,000	—
En 1865, de.	3,450,000	—

Ainsi la production des bassins du Nord, du Pas-de-Calais et les importations belges ont fourni à la consommation :

En 1850.	3,000,000	tonnes.
En 1860.	5,500,000	—
En 1864.	6,300,000	—

Et il est probable qu'elles ont fourni, en 1865, près de 7 millions de tonnes.

Et cependant, sous l'influence des bas prix de la houille dans ces trois dernières années, par suite de la réduction du bénéfice des exploitations, beaucoup de houillères sont restées stationnaires.

Ainsi les prix moyens de vente de la houille du bassin du Nord, fournis par les publications de l'Administration et les annuaires du département du Nord, ont suivi la marche ci-dessous :

	Fr.	
1844.	12,00	la tonne.
1850.	11,30	—
1855.	14,30	—
1860.	15,00	—
1862.	12,80	—
1863.	12,40	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1864 et 1865, les prix moyens sont tombés à 12 fr. la tonne, et peut-être au-dessous, c'est-à-dire au chiffre de 1864.

Or, de 1844 à 1865, le prix de la journée du mineur a augmenté de 2 fr. à 2f,75, soit de 37 p. 100.

On voit par ces chiffres combien, pendant ces dernières années, a été minime le bénéfice des exploitants. Ils ont maintenu leur extraction et leur personnel, mais ont ralenti considérablement, sinon cessé, leurs dépenses en travaux neufs, en constructions de logements d'ouvriers, etc.

Ceci explique comment :

Les demandes de houille, qui se sont produites à la fin de l'année, ont trouvé les exploitants non préparés à pouvoir les remplir, faute de travaux préparatoires, faute d'un personnel suffisant.

Cependant, dans ces derniers mois, la production dans toutes les houillères a été portée aux plus hauts chiffres, et partout les ouvriers ont fourni une somme de travail considérable et exceptionnelle.

Sous l'influence de la demande, les prix de vente se sont relevés; si leur élévation n'a pas profité jusqu'ici aux exploitants, qui tous avaient la très-grande partie de leur production engagée, elle va leur permettre de créer de nouveaux travaux, d'augmenter leur personnel par la construction de logements; enfin d'augmenter leur production de l'été surtout, et les mettre en mesure de fournir, l'hiver prochain, aux besoins de la consommation.

Le développement de toute industrie ne s'opère que lorsque cette industrie est rémunératrice; à plus forte raison en est-il ainsi pour l'industrie des mines, si aléatoire, qui exige de si grands capitaux et un temps si long pour leur mise en produit.

L'influence des nouveaux prix de la houille amènera le développement de la production; elle assurera l'alimentation de la consommation, et évitera l'élévation excessive des prix de cette matière de première nécessité.

(*Bulletin de l'industrie minérale.*)

LÉGISLATION.

LOI DU 19 MAI 1866 SUR LA MARINE MARCHANDE.

NAPOLÉON, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Empereur des Français, à tous présents et à venir, salut.

Avons sanctionné et sanctionnons, promulgué et promulguons ce qui suit :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 1er. Tous les objets, bruts ou fabriqués, y compris les machines à feu et les pièces de machines entrant dans la construction, le gréement, l'armement et l'entretien des bâtiments de mer destinés au commerce, en bois ou en fer, à voiles ou à vapeur, seront admis en franchise de droits, à charge de justifier, dans le délai d'un an, de l'affectation desdits objets à la destination ci-dessus prévue.

Des décrets impériaux détermineront les justifications et les conditions auxquelles cette immunité sera subordonnée.

Toute infraction aux dispositions de ces décrets donnera lieu au payement des droits dont sont ou seront frappés les objets indiqués ci-dessus, et de plus sera punie d'une amende égale au triple de ces mêmes droits.

Art. 2. La prime accordée par les articles 1 et 2 de la loi du 6 mai 1841 aux machines à feu de fabrication française, à installer à bord des navires nationaux destinés à une navigation internationale maritime, est et demeure supprimée.

Toutefois ladite prime continuera d'être payée aux appareils dont la mise en chantier, antérieurement à la promulgation de la présente loi, sera dûment justifiée.

Art. 3. Six mois après la promulgation de la présente loi, les bâtiments de mer à voiles ou à vapeur, gréés et armés, seront admis à la francisation, moyennant le payement d'un droit de 2 francs par tonneau de jauge.

Le même droit sera appliqué aux coques de navires en bois ou en fer.

Art. 4. Les droits de tonnage établis sur les navires étrangers, entrant dans les ports de l'Empire, seront supprimés à partir du 1er janvier 1867.

Les droits de tonnage actuellement perçus tant sur les navires français que sur les navires étrangers, et affectés, comme garantie, au payement des emprunts contractés pour travaux d'amélioration dans les ports de mer français, sont maintenus.

Des décrets impériaux, rendus sous forme de règlements d'administration publique, pourront, en vue de subvenir à des dépenses de même nature, établir un droit de tonnage qui ne pourra excéder 2f,50 par tonneau, décime compris, et qui portera à la fois sur les navires français et étrangers.

Art. 5. Trois ans après la promulgation de la présente loi, les surtaxes de pavillon aujourd'hui applicables aux produits importés des pays de production, autrement que par navires français, seront supprimées.

Art. 6. Dans le cas où le pavillon français serait, dans un pays étranger, soumis au profit du Gouvernement, des villes ou des corporations, soit directement, soit indirectement, pour la navigation, l'importation ou l'exportation des marchandises, à des droits ou des charges quelconques dont les bâtiments dudit pays seraient exempts, des décrets impériaux pourront établir, sur les bâtiments de ladite nation entrant dans les ports de l'Empire, d'une colonie ou d'une possession française, et sur les marchandises qu'ils ont à bord, tels droits ou surtaxes qui seraient jugés nécessaires pour compenser les désavantages dont le pavillon français serait frappé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 7. Les dispositions qui précèdent sont applicables aux colonies de la Martinique, de la Guadeloupe et de la Réunion.

DÉCRET IMPÉRIAL DU 8 JUIN 1866 POUR L'EXÉCUTION DE L'ARTICLE 1er DE LA LOI DU 19 MAI 1866 SUR LA MARINE MARCHANDE.

NAPOLÉON, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Empereur des Français, à tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'agriculture, du commerce et des travaux publics ;

Vu l'article 1er de loi du 19 mai 1866 sur la marine marchande,

Avons décrété et décrétons ce qui suit :

Art. 1er. A partir de la promulgation du présent décret, seront admis en franchise de droits à l'importation, conformément à l'article 1er de la loi du 19 mai 1866 sur la marine marchande, les objets bruts ou fabriqués entrant dans la construction, le gréement, l'armement et l'entretien des bâtiments de mer en bois ou en fer, à voiles ou à vapeur, destinés au commerce.

Ne seront pas considérés comme faisant partie de l'armement les objets tels que meubles meublants, literie, linge, vaisselle, coutellerie, verres et cristaux de table, et, en général, tous objets destinés à l'usage des personnes.

Art. 2. Pourront seuls jouir du bénéfice des dispositions du présent décret, en ce qui concerne les matières brutes, les constructeurs de navires et les fabricants d'objets destinés à la construction, à l'armement, au gréement ou à l'entretien des bâtiments de mer.

A cet effet, ils auront à justifier de leur qualité auprès des douanes d'importation.

Art. 3. Les déclarations faites en douane pour l'admission en franchise présenteront, à l'égard de chaque espèce de produits, les indications exigées par les règlements de douane pour la liquidation des droits.

Art. 4. Les importateurs devront s'engager, par une soumission valablement cautionnée, à justifier, dans un délai qui ne pourra excéder une année, de l'affectation aux bâtiments de mer des matières premières entrées en franchise, ou des produits fabriqués avec ces matières, ou enfin des machines et mécaniques, des parties détachées de machines et autres objets complétement achevés admis en franchise temporaire.

Si, à l'expiration du terme d'un an, les justifications ci-dessus n'ont pas été produites, la douane liquidera les droits d'office et en poursuivra le recouvrement, conformément au troisième paragraphe de l'article 1er de la loi du 19 mai 1866.

Art. 5. Toute déclaration s'appliquant à des machines et mécaniques, à des parties détachées et à d'autres objets complétement fabriqués devra contenir la description desdits objets, afin d'en garantir l'identité, et ce sans préjudice de l'estampille, laquelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pourra être appliquée aux machines à feu ou autres, aux pièces de machines, aux chaudières, aux voiles et à tels autres objets pour lesquels le service des douanes jugera cette mesure utile.

Art. 6. L'incorporation aux bâtiments des matières premières, ou la mise à bord des objets fabriqués destinés à la construction, au gréement ou à l'armement, sera précédée d'une déclaration énonçant : 1° la nature et le poids des matières premières ainsi que des produits fabriqués à employer ou à embarquer; 2° la date, le numéro et le bureau de délivrance de chaque acquit-à-caution ; 3° le navire à la construction, à la réparation ou à l'usage duquel lesdites matières premières ou lesdits objets fabriqués auraient été affectés.

Lorsqu'il s'agira d'un objet fabriqué ayant exigé l'emploi de plusieurs métaux, la déclaration indiquera le poids de chaque espèce de métal.

Art. 7. La douane, pour contrôler les déclarations d'emploi, soit des matières premières, soit des produits fabriqués, fera usage de tel procédé qu'elle jugera nécessaire.

Art. 8. Ne pourront être affectés aux navires, en compensation :

1° Des fers en barres de forme irrégulière, que des produits fabriqués avec des fers de forme également irrégulière ;

2° Des tôles et des cuivres laminés de 1 millimètre d'épaisseur et au-dessous, que des objets fabriqués avec des tôles ou des cuivres laminés n'excédant pas cette épaisseur.

Dans aucun cas, il ne sera admis, pour l'apurement des comptes d'importation, des objets confectionnés avec des matières d'un degré de fabrication moins avancé que celui des produits soumissionnés à l'entrée.

Art. 9. Les produits fabriqués avec des matières premières introduites en franchise devront représenter ces mêmes matières, poids pour poids et sans aucun déchet.

Art. 10. Toute infraction aux dispositions du présent décret donnera lieu à l'application des pénalités édictées par le troisième paragraphe de l'article 1er de la loi du 19 mai 1866.

Art. 11. Tout objet mis à bord des bâtiments de mer et toute matière incorporée dans la construction desdits bâtiments sous le bénéfice des dispositions du présent décret seront, en cas de débarquement, de désarmement, de réparation ou de démolition du navire, soumis aux dispositions de la législation générale en matière de douane.

Art. 12. Nos Ministres secrétaires d'État au département de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, et au département des finances, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait au palais des Tuileries, le 8 juin 1866.

Signé NAPOLÉON.

Par l'Empereur :

Le Ministre de l'agriculture,
du commerce et des travaux publics,
Signé Armand BÉHIC.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'AMIENS.

PROGRAMME DES PRIX MIS AU CONCOURS POUR L'ANNÉE 1866-1867.

Dans son assemblée générale du 7 octobre 1866, la Société industrielle d'Amiens a mis au concours les 37 questions suivantes, pour lesquelles des prix et des médailles seront décernés en juin ou juillet 1867 (1).

Arts mécaniques et constructions.

1° Mémoire sur la fabrication et la vente des briques dans le département de la Somme. Indiquer le moyen d'avoir des briques moins chères (méd. d'or).

2° Mémoire, avec dessins, sur les engins à monter les matériaux (méd. d'argent).

3° Prix pour l'invention d'un appareil pyrométrique propre à donner facilement, avec une approximation suffisante, les températures des gaz à leur sortie des fourneaux des générateurs (méd. d'or).

Filature et tissage.

4° Prix à distribuer à un certain nombre d'ouvriers du département travaillant chez eux et s'étant fait remarquer par leur conduite, leur travail, leur moralité et leur dévouement.

5° Perfectionnement notable à l'industrie du velours d'Utrecht (méd. d'or).

6° Construction d'un métier à tisser mécaniquement, dans lequel l'enroulement et le déroulement soient réguliers et continus, sans qu'il y ait nécessité de faire varier la position des poids sur les romaines, ou plus généralement sans qu'il faille intervenir manuellement pendant le travail, de quelque manière que ce soit (méd. d'or).

7° Construction d'un métier automatique donnant le tricot à mailles retournées (méd. d'or).

8° Construire un métier automatique donnant le tricot à mailles retournées et à diminution (méd. d'or et 100 fr.).

9° Mémoire donnant la description d'une filature de laine mixte dans tout son ensemble (méd. d'or de 300 fr.).

10° Mémoire donnant la description d'une teinturerie (pour teindre la laine en écheveaux, 50,000 kilog. par an). Le chauffage devra être fait par la vapeur qui alimentera aussi une petite machine (méd. d'or de 200 fr.).

(1) Pour tout ce qui concerne les conditions du concours, on peut consulter le programme au siége de la Société d'encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

11° Trouver un bon parement pour tissage mécanique, principalement pour le tissage de la toile (méd. d'or).

12° Trouver le meilleur système pratique et économique pour la production directe de la cannette de lin sur le métier continu, avec ou sans bobineau de bois (méd. d'or).

13° Prix accordé à l'inventeur du meilleur procédé permettant, par des moyens facilement pratiques, de faire prendre dans les mêmes bains une teinture *bon teint* au *jarre* contenu dans le poil de chèvre et dans la laine, en donnant au jarre une nuance égale à celle des autres fibres, sans qu'aucune des parties soit altérée (méd. d'or).

14° Trouver un *casse-fil-chaîne* qui satisfasse aux conditions suivantes : 1° produire l'arrêt instantané du métier; 2° permettre de rechercher et rattacher facilement les fils cassés; 3° présenter, autant que possible, une grande simplicité de mécanisme; 4° fonctionner sans altérer le parement ni les qualités de la chaîne; 5° présenter toute facilité pour le rentrage, le nouage et le montage des chaînes; 6° être disposé de manière à pouvoir s'adapter à tous les systèmes de métiers, sans qu'il soit nécessaire d'y apporter des modifications onéreuses ou susceptibles d'en compliquer l'agencement.

Il faut que l'appareil ait fonctionné au moins pendant six mois dans un tissage mécanique d'Amiens (méd. d'or et différentes sommes offertes par les industriels intéressés à la solution de la question).

Agriculture, histoire naturelle, physique et chimie.

15° Mémoire sur les amendements terreux (méd. d'argent).

16° Quels seraient les avantages de la culture du tabac dans le département de la Somme. Indiquer les terrains propres à cette plante et les modes de culture, etc. (méd. d'argent).

17° Indiquer de nouveaux moyens pour la conservation des grains et graines en magasin (méd. d'or).

18° Faire connaître les caractères qui distinguent les maladies des végétaux cultivés dans le département; indiquer les moyens les plus propres à les combattre et à les prévenir (méd. d'or).

19° Étudier l'influence des cultures sarclées sur la production et le prix de revient des céréales (méd. d'argent).

20° Indiquer les meilleures variétés de betteraves qu'il convient de cultiver au point de vue de l'alimentation des animaux, de l'industrie sucrière et de la fabrication de l'alcool dans le département de la Somme (méd. d'argent).

21° Trouver pour le velours d'Utrecht un apprêt sans odeur, n'altérant ni la couleur, ni la douceur, ni le brillant du velours, conservant au tissu sa souplesse tout en lui donnant de la force et permettant également d'obtenir un velouté très-développé ou épanoui, ressemblant au velours de soie (méd. d'or et 100 fr.).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

22° Prix à l'ouvrier qui aura apporté un notable perfectionnement dans l'industrie de la teinture en laine ou en coton (50 à 200 fr.).

23° Trouver le moyen de produire le bitartrate de potasse autrement que par le dépôt des vins et à un prix de commerce au-dessous de 2 fr. (méd. d'or et 1,000 fr.).

24° Trouver une composition qui, dans la teinture des laines, puisse remplacer avec une économie notable le tartre pour les couleurs nécessitant l'emploi des sels d'étain. L'acide tartrique libre ou combiné ne devra pas entrer dans cette composition (méd. d'or et 1,000 fr.).

25° Trouver, pour l'apprêt du velours de coton, une préparation économique, sans odeur et sans action sur la couleur, qui remplacerait les colles animales tout en donnant de la souplesse au tissu et en lui conservant la force nécessaire à la vente (méd. d'or).

26° Présenter des velours de coton ayant les qualités des velours noirs anglais au point de vue de la couleur et de la solidité (méd. d'or).

27° Faire connaître les moyens propres à déterminer facilement les falsifications d'huiles (méd. d'or).

28° Trouver un bon procédé pratique du blanchiment des velours de coton coupés et non coupés (méd. d'or).

29° Indiquer une huile qui, seule ou mélangée, fournisse un graissage des machines bon et économique (méd. d'or).

30° Trouver le moyen pratique d'appliquer l'alumine hydratée à la filtration des sucres et en général à l'industrie sucrière (méd. d'or).

Économie politique et sociale.

31° Mémoire sur la marque de fabrique et les moyens de rendre son application efficace et pratique (méd. d'or).

32° Étude sur les arts industriels dans le département de la Somme et sur leur progrès ou leur décadence depuis le XIII[e] siècle jusqu'à nos jours (méd. d'or).

33° Étude sur les maladies habituelles aux ouvriers du département de la Somme, suivant leurs professions diverses. Mesures d'hygiène à employer pour chaque catégorie d'ouvriers (méd. d'or).

34° Déterminer, à l'aide de renseignements incontestables, les variations que le prix de la journée de travail a éprouvées depuis un siècle dans le département de la Somme. Mettre en regard le prix de l'hectolitre de blé, ainsi que celui des objets de première nécessité, pendant la même période (méd. d'or).

35° Histoire des voies de communication dans le département de la Somme et de leur influence sur le commerce et l'industrie (méd. d'or).

36° Du marché au blé d'Amiens : son règlement, son influence sur le mouvement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des affaires; comparaison avec le règlement et le mouvement des affaires sur quelques marchés voisins (méd. d'or).

37° Histoire de l'industrie sucrière dans le département de la Somme; comparaison avec le développement de cette même industrie dans les départements limitrophes (méd. d'or).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Remarques sur l'importance de l'emploi des cotons longue soie dans la préparation du collodion. — M. le professeur Hardwich a donné, dans le temps, des procédés fort exacts et une marche systématique pour préparer sûrement le collodion destiné à la photographie (1), en prenant du coton de Sea-Island ou d'autres cotons longue soie importés de la Nouvelle-Orléans. Depuis la guerre civile survenue aux États-Unis, il a été très-difficile et très-dispendieux de se procurer de ces excellents cotons. On a donc proposé de se servir de ceux de moindre qualité, dans la persuasion qu'étant également bien nettoyés ils se comporteraient de la même manière avec les agents chimiques et produiraient des résultats identiques. C'était une erreur. Les acides, en effet, étant les mêmes, ayant été mêlés dans les mêmes proportions et avec la même quantité d'eau, on vit les cotons courte soie se dissoudre complétement, tandis que celui de Sea-Island donnait d'excellente pyroxyline. Ce n'est qu'après avoir réduit à 1/10 la proportion de l'eau que l'on est parvenu à obtenir des cotons courte soie un assez bon produit qui toutefois n'a jamais donné de la pyroxyline complétement soluble ni du collodion bien adhérent.

Il ne suffit donc pas d'indiquer dans les formules les doses, la densité et la température des acides, et le poids du coton, mais on doit encore tenir compte de sa longueur.

M. le professeur Dawson, auquel on doit ces observations, a essayé un grand nombre de sortes de coton : la meilleure a été celle de Sea-Island; le coton d'Égypte, longue soie, est venu au second rang. Il est bon d'observer qu'aujourd'hui on rencontre beaucoup de cotons longue soie et courte soie mêlés.

(*Photographisches Archiv* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

---

(1) *Manual der photographischen Chemie.* Berlin, Grieben.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 31 *octobre* 1866.

Présidence de M. *Baude*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Molard*, constructeur de machines, à Lunéville, membre de la Société, présente une locomobile à machine rotative. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Brachet*, rue Mouton-Duvernet, 11, à Paris-Montrouge, demande l'autorisation de faire des expériences de son panorama dans les salles de la Société. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Colcombe*, manufacturier, à la Seauve, près Saint-Didier (Haute-Loire), demande une médaille pour une de ses ouvrières, employée depuis quatorze ans dans sa fabrique. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Ordinaire de Lacolonge* adresse un exemplaire de ses Recherches théoriques et expérimentales sur le moteur à pression d'eau de M. *Perret*.

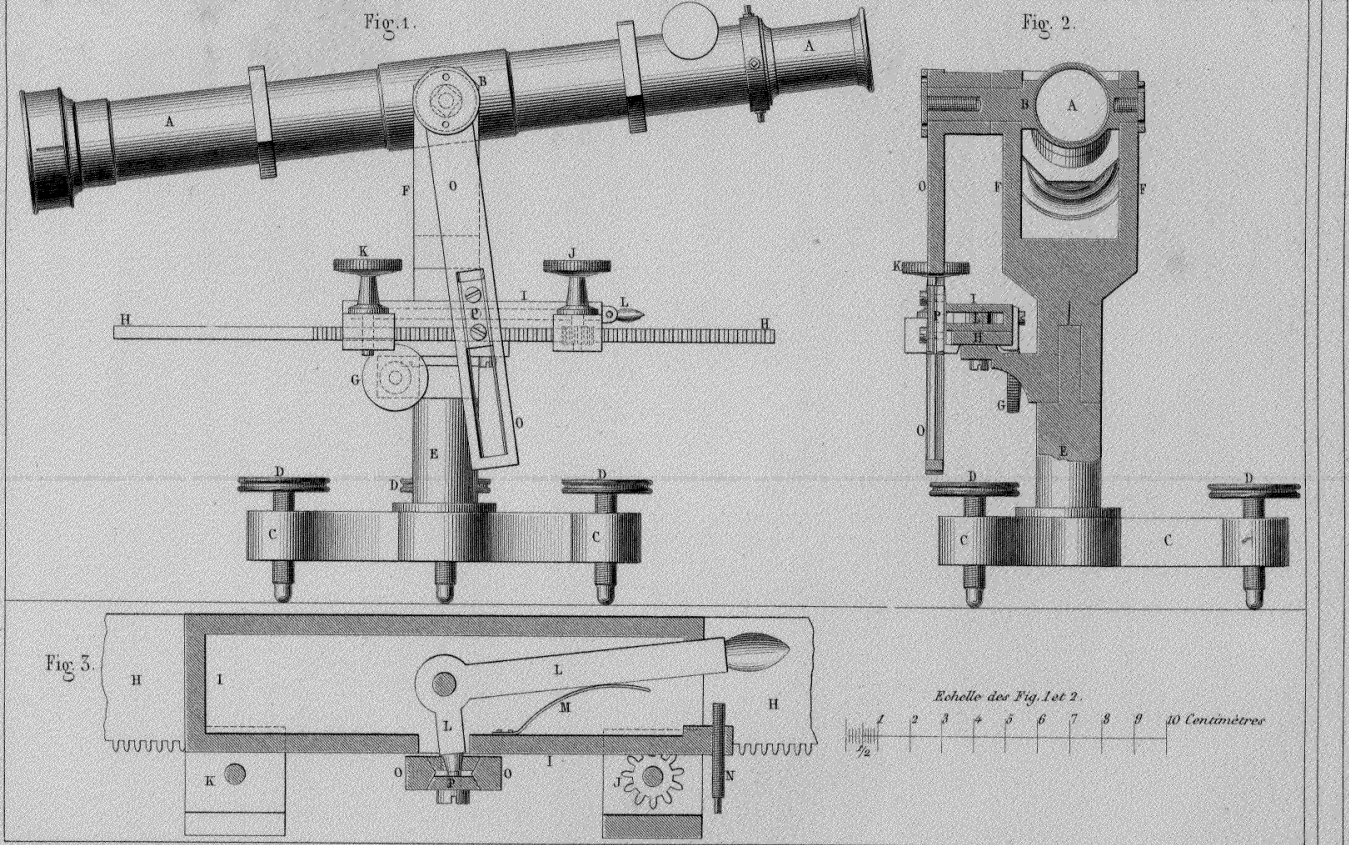
RAPPORTS DES COMITÉS. — *Bonneterie*. — M. *Alcan* donne lecture, au nom du comité des arts mécaniques, d'un rapport sur les machines à tricoter de M. *Talbouis*. Il conclut en demandant, au nom du comité, de remercier l'auteur de ses perfectionnements, de son intéressante communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin* publié par la Société. (Adopté.)

Navigation. — M. *Castagnol* donne lecture d'un rapport de M. Callon, présenté au nom du comité des arts mécaniques, sur le système de navigation pour les canaux proposé par M. *Beuchot*. Les conclusions de ce rapport consistent dans la proposition de remercier M. *Beuchot* de la communication qu'il a faite à la Société et d'ordonner l'insertion du rapport au *Bulletin*. (Adopté.) (Voir plus haut, p. 654.)

Voitures de chemins de fer. — M. *Baude* lit un rapport sur les voitures à deux étages proposées par M. *Vidard*, pour les trains de voyageurs des chemins de fer. Il propose de remercier M. *Vidard* de son intéressante communication, de le féliciter de ses persévérantes recherches pour l'amélioration du matériel roulant des chemins de fer et de faire insérer le rapport au *Bulletin* de la Société avec les dessins de l'un des derniers waggons construits. (Adopté.)

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

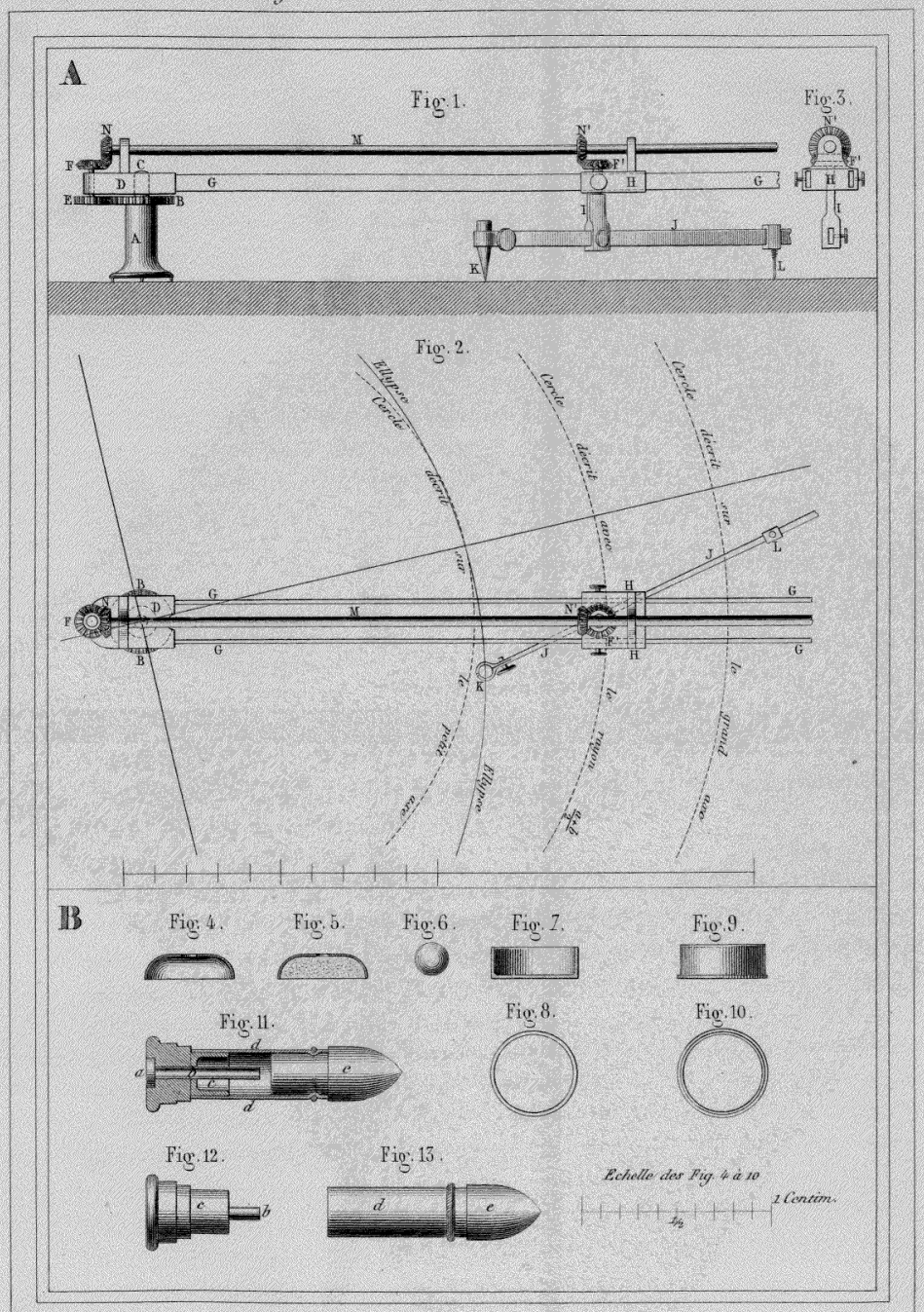


Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38, Paris

Ad. Leblanc del. et sc.

INSTRUMENT DE GÉOMÉTRIE PRATIQUE DIT LONGIMÈTRE, PAR M. SANGUET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38. Paris. *Ad. Leblanc del. et sc.*

A COMPAS A TRACER LES ELLIPSES, PAR M. ALBERT THOMAS.

B NOUVELLES CARTOUCHES A CULOT, PAR M. CHAUDUN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

65e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XIII. — Décembre 1866.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. Victor BOIS, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* MACHINE, DITE A FIL SANS FIN, POUR VISSER LES CUIRS, *présentée par* M. CABOURG, *rue Vauvilliers, 2, à Paris.*

Messieurs, l'industrie du vêtement touche de si près à nos besoins les plus habituels et s'applique à des emplois si constants, qu'on comprend l'intérêt que la Société d'encouragement porte à toutes les inventions qui s'y rattachent; et il est naturel que, après avoir examiné les grandes et belles nidustries de la filature et du tissage, elle accorde son attention à une machine à fabriquer la chaussure, cette humble partie du vêtement, qui n'en est pas la moins importante, puisqu'elle constitue une des parties les plus essentielles de l'hygiène et de la santé, en même temps qu'elle est plus particulièrement exposée aux altérations et aux destructions.

Nous n'apprendrons rien à personne, et nous dirons presque une vulgarité, en affirmant que la qualité la plus recherchable d'une bonne chaussure c'est qu'elle ne prenne pas l'eau; c'est, en effet, ce but que tous les fabricants essayent d'atteindre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avant l'invention des chaussures à vis, on cherchait particulièrement à résoudre le problème au moyen d'une bonne couture serrée, enduite de poix, de graisse ou de substances isolantes; si on examine le travail d'un cordonnier, on voit que, pour réunir intimement la semelle à l'empeigne, il frappe à coups de marteau pour opérer une compression, et il saisit le moment où l'élasticité du cuir n'a pas encore détruit les effets du coup de marteau, pour introduire le fil et le serrer fortement; mais, quelque soin qu'il prenne, l'effet de la compression, qui ne peut avoir lieu en même temps que l'introduction du fil, puisque c'est avec la même main que l'ouvrier produit les deux opérations, l'effet de la compression a déjà en partie disparu quand le fil est introduit; de sorte qu'on peut dire que la solidité de la chaussure dépend uniquement du serrage du fil, et que ce serrage est toujours imparfait. Il y a plus, par l'usage, les fils se détendent, le cuir s'imprègne d'humidité, et rien ne s'oppose à la désunion.

L'un de nos plus ingénieux collègues, M. Duméry, est le premier qui ait donné la théorie de l'imperméabilité des chaussures; il y a ajouté la fabrication pratique, et il a créé cette importante industrie de la chaussure à vis, d'où est née, au milieu de beaucoup d'autres, la machine dont nous avons l'honneur de vous rendre compte aujourd'hui.

Le brevet de notre collègue date du 19 octobre 1844; il a donc près de vingt-deux ans de date. Avant lui, en 1837, un nommé Petit-Pierre avait pensé rapporter à des chaussures toutes faites des fragments de semelles ou plaques mobiles, en métal ou en cuir, qu'il fixait avec des clous ou avec des vis. Il employait des vis à têtes rondes, à têtes saillantes, ou à têtes noyées dans l'épaisseur de la semelle.

C'était un véritable ressemelage.

Puis vient, en 1838, un sieur Taffin, qui remarque (ce sont ses expressions textuelles) que toujours la chaussure manque par la couture des semelles, que cette couture, même en bon état, laisse filtrer l'eau. Le fil, en effet, quelque soin qu'on y prenne, ne remplit jamais exactement le trou par lequel il passe. M. Taffin emploie les vis à bois ordinaires du commerce, ayant des têtes dont le cône est plus long et plus aigu, et la fente plus profonde, afin de pouvoir desserrer les vis lorsque la semelle est usée.

L'auteur du présent rapport exprimait, sur cette invention et sur celles bien autrement importantes de M. Duméry, une opinion qu'il demande la permission de reproduire ici :

Taffin prend la vis du commerce et réunit les cuirs entre eux; il attache la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semelle à l'empeigne, comme le serrurier attache une serrure à une porte, en engageant les filets de la vis dans l'une des parties et la portion sans filets dans l'autre partie.

On le voit, la tête doit être construite de telle façon que la fente que porte cette tête ne disparaisse jamais, même quand la chaussure est usée, et que l'on puisse toujours desserrer les vis pour réparer la chaussure. C'est donc au moyen des filets des vis que les cuirs sont serrés, et ces vis peuvent permettre la réparation au moyen du desserrage, quand la semelle est usée. C'est justement un résultat opposé que recherche et qu'obtient M. Duméry. Dans son brevet, l'hélice une fois entrée et affleurée, il n'existe aucun moyen de desserrage.

Pour Taffin et pour tous ceux qui font usage de la vis comme moyen de jonction, ce sont les filets qui rapprochent le cuir et forment serrage; c'est le contraire dans le brevet Duméry.

A cet égard, nous croyons devoir entrer dans quelques explications théoriques.

La vis n'est autre chose qu'un coin, ou plan incliné circulaire enroulé autour d'une tige métallique ; elle est aujourd'hui universellement employée dans les arts, soit comme moyen de jonction, soit comme moyen de déplacement des corps.

Comme moyen de jonction, elle se présente sous trois formes :

1° Sous la forme d'un boulon, avec une tête à l'une de ses extrémités, et écrou à l'autre;

2° Sous la forme d'un boulon à deux écrous, c'est-à-dire un à chaque extrémité;

3° Sous la forme de vis à bois ou à métaux.

Sous l'un ou sous l'autre de ces aspects, il y a toujours deux conditions à remplir pour qu'elle puisse servir de moyen de jonction.

La première condition est l'adjonction d'un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre, et contre lequel s'exerce la pression (ce plan est double, s'il s'agit d'un boulon à un ou à deux écrous; il est unique, s'il s'agit d'une vis). Sans ce plan normal, la vis serait sans effet, sans utilité, sans résultat, comme instrument de jonction.

La deuxième condition à remplir est que l'un des deux trous soit plus grand que l'autre dans les deux portions à réunir, s'il s'agit d'une vis, et que les trous soient plus gros que l'extérieur des filets, s'il s'agit d'un boulon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme moyen de déplacement d'un corps, elle prend la dénomination de vis de rappel. Dans le plus grand nombre des cas, elle est buttée par ses extrémités, et ce ne sont que les corps à mouvoir qui se déplacent sous l'influence de la rotation; c'est ce qui, dans l'industrie, s'appelle vis de rappel ou vis de chariot, s'il s'agit de machines-outils; c'est ce qui s'appelle propulseur hélicoïdal, s'il s'agit de mettre un navire en mouvement.

Mais, quelle que soit sa destination, elle déplace les parties mobiles, sans que ces parties puissent jamais se rejoindre, par la seule rotation de la vis; elle commence par désunir, s'il n'y a pas de pression préalable, de manière que chaque plan élémentaire de la surface de jonction soit à une distance du plan voisin justement égale au filet de la vis. Il en résulte que les corps sont précisément maintenus à distance par la présence même des filets de la vis, qui les empêche de se rapprocher, en sorte que l'hélice, bien loin d'avoir le pouvoir de rapprocher les corps qu'elle traverse, s'oppose à leur réunion; elle les déplace et n'est pas propre à les joindre entre eux, à moins d'une compression préalable ou simultanée.

En un mot, l'hélice seule n'a pas la faculté de rapprocher et de faire adhérer entre eux les corps qui lui sont confiés isolément.

Tel était le rôle industriel de l'hélice avant le brevet Duméry, et tel est encore, aujourd'hui, son rôle dans toutes les autres industries.

Voyons, maintenant, comment M. Duméry a changé ce rôle et comment il a modifié l'usage et le résultat de l'hélice.

Il y est arrivé en faisant précisément l'analyse à laquelle nous venons de nous livrer, et il a fait le rapprochement très-judicieux que voici :

Puisque le cuir est doué d'une certaine élasticité, puisque l'hélice est de nature à s'opposer à tout rapprochement, elle doit également s'opposer à tout écartement; alors, en exerçant par avance une compression que l'hélice serait impuissante à communiquer, mais qu'elle doit avoir le pouvoir de maintenir, en introduisant cette hélice pendant que cette pression est exercée, l'hélice doit la conserver et maintenir les corps réunis dans l'état où la compression momentanée les aura unis. Il doit donc en résulter, pour les corps réunis, une adhésion proportionnelle, non pas au travail de l'hélice, qui ne peut que fixer, maintenir et retenir, mais bien à la compression exercée sur les corps pendant cette introduction.

Ce qui, effectivement, a lieu, et ce qui n'existerait pas sans la pression préalable; bien plus, d'après ce que nous avons dit précédemment, sans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pression préalable et simultanée, le but qu'on atteindrait, le but qu'atteignaient les prédécesseurs de M. Duméry, était précisément le contraire de celui qu'on se propose.

L'idée nouvelle et tout à fait rationnelle qu'a eue ce dernier avait besoin du concours de la science et de la théorie pour se concevoir et se formuler, et ne pouvait naître que dans l'esprit d'un ingénieur.

C'est, en effet, grâce à l'intervention de cet ingénieur, très-inventif, que cette industrie a pris tout son essor. Du domaine de la théorie, il est entré résolûment dans le domaine de la pratique.

M. Duméry est parti de ce principe que, pour assurer l'imperméabilité, il fallait trouver une force de cohésion supérieure à la force de désagrégation, et il a trouvé cette force dans l'emploi de l'hélice enfoncée pendant la compression simultanée, et en assurant la fixité et la continuité. Sans doute, avant lui, dans la confection des chaussures, on comprimait les cuirs, on battait les semelles, mais c'était là une percussion et un choc, et jamais, avant lui, on n'avait appliqué la pression, dans les mêmes circonstances, pour le même usage et dans le même but. Jamais, pour la jonction des cuirs, on n'avait exercé une pression préalable, en introduisant l'élément de jonction pendant l'existence de cette compression. Dans la jonction des cuirs par la couture, c'est la solidité du fil, c'est l'énergie que met l'ouvrier à serrer les points, qui opère un rapprochement plus ou moins intime, et si le rapprochement a lieu, après que le fil a été passé, nulle pression exercée par un corps étranger ne précède ou n'accompagne l'introduction ou le serrage du fil; les deux opérations, la percussion et l'assemblage, sont séparées, elles ne sont pas simultanées, et c'est là l'inconvénient auquel a voulu obvier M. Duméry dans son système, et auquel obvie, en partie, la machine imaginée par M. Cabourg, et brevetée à la date du 21 octobre 1861.

Si on examine les systèmes dans lesquels la jonction s'opère par les rivets, par les chevilles et par les clous, on reconnaît encore que le rapprochement des cuirs y est opéré par le marteau, c'est une percussion qui n'accompagne pas l'opération de l'introduction des clous, des rivets ou des chevilles, mais qui la termine ; il faudrait agir avec la permanence et avec l'uniformité d'une pression mesurée ; on agit, au contraire, avec l'instantanéité de la percussion qui abandonne le corps après l'avoir touché. On obtient ainsi des secousses intermittentes et postérieures, et non une pression préalable et concomitante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sans la pression, la pose utile de l'hélice était impossible. Avec la pression simultanée, l'emploi de l'hélice produit un véritable joint, pour ainsi dire, inattaquable ; la résistance à la désunion étant, pour ainsi dire, proportionnelle à la dilatation par la chaleur et au renflement par l'humidité, et la substitution d'une hélice à une pointe ayant pour effet d'assurer la fermeture absolue du joint formé par l'organe jointif en augmentant successivement les diamètres, à mesure qu'on se rapproche de la surface extérieure. M. Duméry a donné le principe, le motif, les effets et les causes, puis il a indiqué l'intensité de la pression, l'étendue de son application et de sa durée et les moyens à employer pour le pratiquer facilement et fructueusement. Il fait remarquer qu'il faut que la pression exercée sur le cuir, autour de l'endroit que doit occuper l'hélice, soit supérieure à la densité du cuir, supérieure à la pression que pourrait produire une vis analogue et en rapport avec la pression qu'exerce le poids total de l'homme.

C'est là, sans doute, un des côtés importants du problème à résoudre; mais il en est un autre qui mériterait une attention au moins égale et sur lequel la sagacité de l'ingénieur devait plus particulièrement s'appliquer; je veux parler du mode de construction de la vis elle-même. En dehors des conditions de pression il fallait tenir compte, très-rigoureusement, et de la résistance de la matière à joindre, c'est-à-dire du cuir, et de celle du métal à employer pour opérer la jonction.

On conçoit, en effet, qu'il se présente ici une difficulté qui n'existe pas quand il s'agit de boulons en métal joignant deux plaques de même métal. Les vis à métaux, qui ont de beaucoup précédé les vis à bois, ont entre leurs filets des vides égaux aux pleins, précisément à cause de la similitude des deux matières présentant des résistances sensiblement égales. Mais, lorsqu'on doit marier ensemble un métal et un corps tendre, ces proportions ne sauraient plus être adoptées ; il faut que le volume des vides l'emporte sur le volume des pleins, et alors il faut adopter pour les vis une fabrication spéciale. La maison Japy frères est la première qui ait, au commencement de ce siècle, compris et résolu le problème, en appliquant industriellement à la fabrication des vis à bois des tours spéciaux de petite dimension.

Ce procédé permet d'exécuter des vis, non plus avec des mordaches de filières ou des coussinets qui en altèrent plus ou moins les qualités, mais avec des burins ou des ciseaux enlevant la matière, méthodiquement, par copeaux successifs et très-minces, de façon à obtenir des creux considérables

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sans tordre, sans détruire le noyau de la vis, sans altérer la qualité des arêtes.

On peut avoir ainsi des vis ayant des vides suffisants pour donner l'équilibre de résistance du plein du métal avec le plein des corps les plus tendres, en engageant entre chaque filet métallique un volume tel de matière tendre que la partie métallique doive plutôt casser que s'arracher.

Ces conditions primordiales et essentielles ne pouvaient pas échapper à notre collègue ; aussi, avant de procéder à l'exécution d'aucune espèce de machine ou d'outillage, se livra-t-il à une série d'expériences sur la résistance des filets métalliques hélicoïdaux engagés dans des cuirs de différentes natures et de différentes épaisseurs, dans les peaux servant aux empeignes, dans les étoffes, etc., et ce n'est qu'après avoir étudié et déterminé la nature du métal, la force du noyau, l'épaisseur, l'espacement et la profondeur des filets des vis, et, par suite, établi la relation qu'il convenait d'adopter entre le plein et le vide, qu'il exécuta le matériel de fabrication que nous connaissons tous et qu'il serait désirable de voir figurer à notre *Bulletin*.

Il y a donc en présence, aujourd'hui, dans cette industrie des chaussures à vis, non-seulement plusieurs sortes de machines, mais plusieurs sortes de vis, savoir :

1° Les vis ou hélices indiquées par M. Duméry, c'est-à-dire ayant des vides et des pleins différents entre eux pour équilibrer les résistances ; ces vis à noyau central conique ayant un premier filet net et sans bavure, ce sont les seules auxquelles on puisse donner le nom de rationnelles, parce qu'elles satisfont à toutes les conditions du problème ;

2° Les vis ou hélices à noyau cylindrique, mais avec des vides insuffisants et ne satisfaisant pas, par suite, à l'équilibre des résistances ;

3° Enfin les vis ou hélices à noyau cylindrique, produites à la filière avec déformation du premier filet d'introduction.

C'est à cette dernière catégorie qu'appartiennent les vis de M. Cabourg.

La supériorité des hélices tracées sur un cône, sur les vis ou sur les clous, en général, se comprend d'ailleurs sans qu'il soit nécessaire d'y insister ; quand on se sert d'une vis cylindrique, les trous que la vis doit faire dans le cuir ont un même diamètre, de l'intérieur à l'extérieur, et, pour éviter le passage de l'humidité, il faut faire à la partie extérieure une véritable tête artificielle formant une fraisure, et cet inconvénient est évité au moyen de l'hélice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A l'appui de ce que nous venons de dire, nous donnons ci-dessous les croquis de trois natures de filetage.

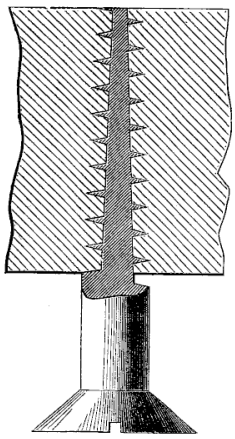


Fig. 1.

Vis hélicoïdale analogue aux vis à bois; les pleins occupent 1/5 et les vides 4/5 de la section.

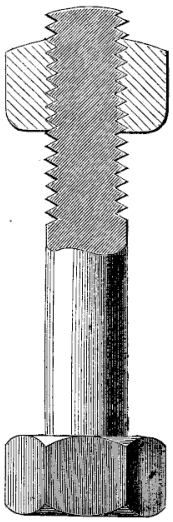


Fig. 2.

Noyau cylindrique; vides égaux aux pleins.

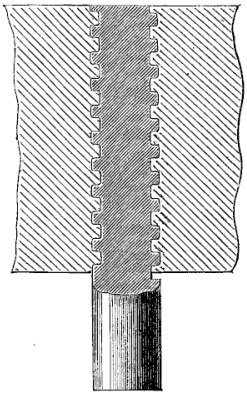


Fig. 3.

Vis cylindrique taraudée au moment même du vissage.

M. Cabourg, qui se sert de vis cylindriques, est obligé d'en agir ainsi, et il n'est pas entièrement à l'abri des inconvénients que nous venons de signaler; en effet, il se sert d'un fil de cuivre sans fin, qui se déroule au fur et à mesure de son emploi, qui passe dans une sorte de guide et qui est fileté à son passage entre deux coussinets de filière, par la rotation du tambour sur lequel est enroulé le fil sans fin. Dès que cette vis à filet triangulaire est entrée dans la semelle, une double mordache en acier le coupe au ras même de la surface extérieure de la semelle. Mais il importe de remarquer qu'en coupant le fil de cette manière on produit une véritable bavure, qui agit en sens inverse du but qu'on se propose. Cette bavure produit, en effet, un diamètre un peu plus grand que celui du filet de vis qui le suit, et l'origine du trou formé au point suivant se trouve un peu plus grande que la tige métallique qui est destinée à remplir les cavités produites.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais ce qu'il faut louer surtout dans le système qui vous est soumis, c'est que la machine de M. Cabourg est ingénieuse et simple, c'est qu'il a réduit à leur plus simple expression les dispositions mécaniques destinées à produire des chaussures vissées, et qu'il n'a donné à sa machine que les mouvements absolument nécesaires.

Il a cherché surtout à établir économiquement ces machines pour pouvoir en multiplier le nombre et l'emploi.

Il a cherché une plus grande rapidité dans le vissage, et une certaine économie dans la consommation des fils de laiton fournissant les vis.

Ces résultats divers ont été atteints par M. Cabourg, sa machine occupe peu d'espace; chaque mouvement se fait en son temps, soit à l'aide de la main, soit à l'aide du pied.

C'est un instrument qui, mis à la disposition de l'ouvrier, lui permet d'opérer économiquement le vissage des chaussures.

Qu'on imagine une sorte de poulie à gorge portant un axe dont les deux extrémités prennent leur support sur un cadre rectangulaire. Ce cadre est maintenu, d'un côté, par un tourillon, de l'autre côté, par un arbre creux, auquel il est rattaché, c'est un cadre qui tourne avec la bobine qu'il contient, dans un plan horizontal, comme tournerait une broche de machine à retordre.

Sur l'arbre creux on a placé une roue-cône commandée par une autre roue-cône, d'un plus grand diamètre, montée sur un arbre à manivelle.

C'est cette disposition qui imprime à l'arbre creux et au cadre portant la bobine, son mouvement de rotation, dont la vitesse est déterminée par le rapport des engrenages.

Le fil, que va dérouler la bobine, passe dans le creux de l'arbre, et rencontre, à sa sortie, deux petits galets, qu'on peut écarter ou resserrer à volonté, pour emprisonner le fil suivant son diamètre. Ces petits galets dirigent le fil de laiton vers la filière et en assurent la rotation suivant un axe horizontal.

Le mouvement de rotation étant donné, le fil est conduit et attaqué par les coussinets qui garnissent la filière.

La chaussure à visser est présentée et maintenue contre le fil fileté, pour être pénétrée par lui, et, lorsque la vis a traversé le cuir et rencontré la forme en fer sur laquelle la chaussure a été préparée, l'ouvrier cesse de tourner, et, par un mécanisme commandé par une pédale, il fait agir les couteaux qui tranchent le fil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Cabourg espère ainsi préparer une sorte de pointe pour la vis suivante, mais je crains bien les effets de la bavure dont j'ai parlé précédemment.

M. Cabourg peut-il braver cet inconvénient, si, comme il le prétend, avec une machine aussi économique, il lui est possible de produire, par jour, le vissage de 80 paires de chaussures? C'est ce que la pratique démontrera.

Ce qu'il faut surtout signaler dans cet ensemble, c'est l'utilisation complète du fil de laiton, par suite de son enroulement sur la bobine sans presque aucun déchet, c'est la fonction passive de la forme en fer qui reste constamment dans la chaussure et arrête la vis au point voulu.

Enfin c'est une disposition accessoire que nous n'avons pas encore indiquée, et qui présente l'avantage de régler très-exactement l'espacement des vis.

La partie de la machine sur laquelle la chaussure est maintenue, pendant le vissage, porte des gardes mobiles, terminées en forme de poinçons, qui impriment deux trous dans la semelle de cuir. Quand la vis a pénétré dans la semelle, le trou qui la suit sert de point de repère et assure un espacement uniforme.

La direction étant obtenue à la main, on comprend combien il est facile de suivre tous les contours des semelles des différentes formes et de percer les trous à des intervalles égaux.

Cette machine, qui se recommande par sa simplicité et son économie, comme nous l'avons dit, ne paraît nécessiter que fort peu d'entretien ; les seules pièces qui puissent se fatiguer sont les coussinets de la filière et les couteaux, et, comme ces pièces sont mobiles, comme elles peuvent être immédiatement changées sans qu'il soit besoin d'opérer un démontage, il en résulte qu'il n'y a pas à craindre les interruptions de travail.

En résumé, après avoir rendu justice aux inventeurs qui l'ont précédé, et particulièrement au créateur de l'industrie des chaussures à vis, votre comité des arts mécaniques a pensé que la machine de M. Cabourg est de nature à fixer l'attention de votre Société ; il vous propose de le remercier de sa communication et d'ordonner l'impression du présent rapport au *Bulletin*.

Signé Victor Bois, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 *juillet* 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les perfectionnements apportés dans le travail de la* LAINE PEIGNÉE, *par* M. WULVERICK, *rue du Mail,* 13, *à Paris.*

Messieurs, l'industrie française de la laine peignée mérinos est arrivée à un progrès tel, qu'elle est sans rivale sérieuse. A l'étranger, ses produits n'ont aucune concurrence à craindre ; ils sont recherchés sur tous les marchés du monde ; Reims, Roubaix, la Picardie et l'Alsace renferment des établissements cités avec raison comme des modèles du genre et dont le développement croissant indique la prospérité. Lorsqu'on constate la remarquable combinaison, la précision du fonctionnement de l'outillage, le petit nombre de modifications qu'il a subies dans ces dix dernières années, et sa production économique, on pourrait le croire à la limite de la perfection. Cependant les recherches continuent en raison même des progrès atteints. Après la création de ces importantes machines fondamentales du genre de celle de Heilmann à laquelle vous avez accordé dans le temps la plus haute distinction dont vous disposez, vient nécessairement l'étude de la meilleure combinaison des parties diverses de l'outillage qui constituent ce qu'on nomme *l'assortiment;* celui-ci avantageusement combiné dans son principe, il reste encore à s'assurer s'il fonctionne dans tous ses détails d'une façon parfaite et irréprochable. Il n'existe plus à l'heure qu'il est, de mystères ni de secrets des fabriques relativement aux machines employées : celles-ci sont les mêmes dans toutes les contrées industrielles de l'Europe et de l'Amérique, mais la manière de s'en servir change. L'habileté et la supériorité de l'industriel consistent maintenant dans la recherche des moyens, pour améliorer tous les détails du matériel, dans la manière de le grouper et le régler de la façon la plus avantageuse.

Les perfectionnements sur lesquels M. Wulverick a appelé votre attention rentrent dans la catégorie de ces améliorations secondaires en apparence et réellement importantes au point de vue du résultat. Ces perfectionnements étant de divers genres et relatifs aux différentes spécialités qui constituent l'ensemble de l'industrie, nous allons les examiner séparément dans l'ordre où les opérations sont pratiquées à partir du traitement de la laine brute.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Épuration des laines.

M. Wulverick a rencontré, dans sa fabrique, à Saint-Quentin, des eaux tellement impures et chargées, qu'elles marquaient 31/32° à l'hydrotimètre de Boutron et Baudet; l'emploi de ces eaux eût été impossible si on ne les avait épurées au préalable au moyen de la chaux vive. M. Wulverick n'a pas la prétention d'avoir inventé cette épuration bien connue par la chimie, mais il est parvenu à s'en servir pour des masses considérables qui ne marquent plus que 2 à 3° au traitement, et à rendre le procédé tellement sûr et pratique, qu'un jeune ouvrier quelconque suffit à cette épuration. Cet inconvénient des eaux impures ne se rencontrant que trop fréquemment dans l'industrie, le remède si facile et si intelligemment appliqué mérite d'être donné comme un exemple à suivre.

Nous citerons par le même motif le séchage de 7 à 800 kilog. de laine par jour sans autre auxiliaire qu'une ventilation forcée et le renouvellement de l'air des ateliers. A cet effet, un séchoir fermé de toutes parts communique seulement par une ouverture d'un côté avec les ateliers où l'air doit être puisé, et de l'autre au centre d'un ventilateur à ailes à surfaces gauches. La laine à sécher est étalée sur une table disposée le plus convenablement possible pour forcer le courant de la traverser. La ventilation des ateliers est réalisée sans produire aucune espèce de courant ou contre-courant nuisible; on ne s'aperçoit du renouvellement de l'air qu'à l'orifice d'entrée dans le séchoir; ce fait paraît confirmer pour l'air la théorie de l'écoulement des liquides. Sa réalisation offre non-seulement un intérêt économique, mais un avantage sous le rapport du traitement, les fibres de laine étant susceptibles de se durcir lorsqu'elles sont soumises à une température un peu trop élevée.

Addition à la peigneuse Heilmann pour améliorer les déchets du peignage.

Le succès hors ligne obtenu par les peigneuses Heilmann a stimulé des recherches nouvelles, qui ont eu pour résultat la création d'un certain nombre de machines à peigner très-ingénieuses et très-efficaces, que l'on peut considérer comme dérivées du principe qui a servi de base et de point de départ à Heilmann. Les différences entre l'invention primitive et les machines brevetées depuis consistent surtout dans le groupement des organes, dans leurs transmissions de mouvements, et dans le travail produit. On a généra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lement poursuivi la transformation du mode d'opérer. L'action alternative des machines primitives est presque toujours continue dans les peigneuses imaginées récemment, et les mouvements saccadés qui déterminent le bruit dans la marche des machines Heilmann n'existent plus dans la plupart des peigneuses établies nouvellement. Malgré les propriétés des moyens nouveaux, les avantages de ceux appliqués par Heilmann sont tels, que bien des propriétaires des premières peigneuses ne se bornent pas à les conserver, mais en font monter de nouvelles du même système. Mais tel qu'il fonctionne, il présente encore, comme presque toutes les machines, même les meilleures et les plus répandues, certains inconvénients de détails; ainsi, par exemple, il se dégage de la laine en œuvre une certaine quantité de brins ou duvet mélangé à des corps étrangers contenus dans la matière filamenteuse plus ou moins épurée; ce duvet se répand en partie sur le sol et s'attache en partie aux organes de la machine, il en résulte un déchet notable dans le rendement d'une part, et de l'autre un obstacle à la régularité du fonctionnement du mécanisme. M. Wulverick est parvenu à remédier à cet inconvénient par une disposition simple et ingénieuse. Il recueille la totalité du duvet qui se produit dans un récipient spécial et additionnel, après l'avoir purgé de la paille ou autres corps étrangers plus lourds que les fibres animales.

La partie inférieure de la peigneuse par laquelle le duvet se dégage est enveloppée par une boîte fermée de toute part; cette caisse renferme, par conséquent, la brosse destinée à nettoyer les segments du peigne et à en détacher le duvet, qui, par la nouvelle disposition, est dirigé par un conduit dans le récipient sus-mentionné. Il ne peut se dégager dans l'atmosphère ni tomber sur le sol.

Le duvet, ainsi recueilli, arrive dans son récipient entièrement débarrassé de la paille et des corps étrangers que la laine pouvait contenir. Ce résultat avantageux est obtenu par la disposition, à l'arrière et à la partie supérieure du premier conduit, que nous nommerons *conduit du duvet*, d'une seconde enveloppe pour recevoir les parties étrangères et pailleuses. Pour que chacune de ces conduites fonctionne suivant sa destination, il suffit de les régler en conséquence, et en raison de la différence des densités de la laine et des substances étrangères; celles-ci, plus lourdes, sont directement chassées par la force centrifuge dans la conduite dont l'ouverture est plus rapprochée de l'organe peigneur. Les ajutages sont, d'ailleurs, disposés de façon à pouvoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les rapprocher plus ou moins des parties qui dégagent le déchet, afin de permettre de déterminer le réglage en vue du genre de laine à travailler.

Les conséquences de cette application méritent d'être signalées, les déchets des peigneuses qui n'ont pas cette disposition valent à peine 2ᶠ,50 à 3 fr. le kilogramme; lorsque, au contraire, le duvet arrive trié par cet appareil, il est tellement épuré qu'il est vendu 4ᶠ,50 à 5 fr.

Les avantages de cette addition à la peigneuse peuvent donc se résumer dans une plus-value du duvet, dont vous avez des échantillons sous les yeux, dans une diminution du temps d'arrêt pour le nettoyage et une augmentation de production par suite d'un meilleur état de propreté de la peigneuse, et enfin dans une moindre usure de la machine et une économie dans le graissage.

On sait que le passage de la matière à la machine à peigner ne constitue qu'une partie du travail du peignage. Pour le réaliser convenablement, il est préparé par quatre opérations ou passages, suivis de deux autres pour mettre le ruban peigné dans un état convenable; et ce ruban, ainsi préparé, est soumis de nouveau à neuf ou dix préparations avant de passer au métier à filer. Les premiers passages sont compris dans la spécialité du *Peignage*, les secondes préparations incombent à celle de la *Filature*. Ne pouvant entrer dans les détails nécessaires pour indiquer les soins apportés à ces transformations dans l'usine de M. Wulverick, nous dirons, pour en donner une idée, que l'établissement possède un appareil à *conditionner*, afin de s'assurer de l'état hygrométrique de la matière avant de la soumettre aux préparations.

C'est là presque une innovation, quoique depuis longtemps nous ayons insisté nous-même, en maintes circonstances, sur l'intérêt considérable présenté par un conditionnement que nous appelons *technique* pour le distinguer du conditionnement public, institué en vue de la garantie des transactions commerciales. Selon nous, un établissement du genre de celui dont nous nous occupons ne peut se rendre un compte exact de ses opérations que par la pratique d'un conditionnement effectué dans l'usine même.

Et, pour que les indications soient exactes, il est bon de rappeler qu'il ne faut point limiter la durée de temps de l'épreuve. Il est bon d'agir, par conséquent, conformément aux errements de la *condition publique* de Paris. M. Wulverick fait remarquer avec raison que la différence des résultats

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

obtenus par les établissements publics des diverses localités peut provenir de ce que certains d'entre eux limitent le temps des épreuves.

Tissage et apprêts.

Tous les détails qui intéressent le tissage, la confection de la colle, les machines à ourdir, les métiers à tisser et apprêter ont été l'objet de quelques modifications de détails, dont les résultats démontrent l'intérêt. Ainsi, par exemple, en garnissant les rouleaux d'appel de l'ourdissoir en velours de coton, on évite des glissements de fils, on facilite la recherche de ceux qui cassent, on économise du temps et on atteint plus sûrement la régularité dans le produit. Les lames ou lisses du métier à tisser fabriquées dans l'établissement et enduites d'un vernis spécial acquièrent une solidité remarquable et une durée proportionnelle. Le battant qui constitue l'organe fondamental du métier a été modifié dans sa disposition; elle est telle, que, dans son mouvement, au lieu d'incliner d'un côté seulement de la verticale, son oscillation forme un angle égal de chaque côté de cette verticale. Il en résulte plus de légèreté et de régularité dans les mouvements, et par conséquent la possibilité d'accélérer la vitesse et d'augmenter la production, sans diminuer la perfection du produit et sans exposer les métiers à une usure anormale.

Enfin, pour donner un premier apprêt au tissu écru et pouvoir le livrer directement à la vente sous une apparence convenable, M. Wulverick a imaginé une machine à apprêter d'une grande simplicité; l'étoffe humide tendue est soumise à un brossage automatique qui la déplisse, la redresse, lui rend ses dimensions normales, et la netteté recherchée dans les articles traités avec soin.

Si nous n'avions craint d'entrer dans trop de détails, nous aurions pu signaler d'autres points qui ont été l'objet de modifications ingénieuses. Le retordage pour certains articles, exécuté sur des fils humides, demande à être pratiqué, autant que possible, à une humidité moyenne et constante; M. Wulverick a atteint ce résultat par une disposition très-originale, en utilisant les éponges d'une façon toute particulière. Nous croyons en avoir dit assez pour justifier notre appréciation précédente sur les caractères des progrès poursuivis actuellement, et pour démontrer les heureuses modifications apportées par M. Wulverick dans cette direction.

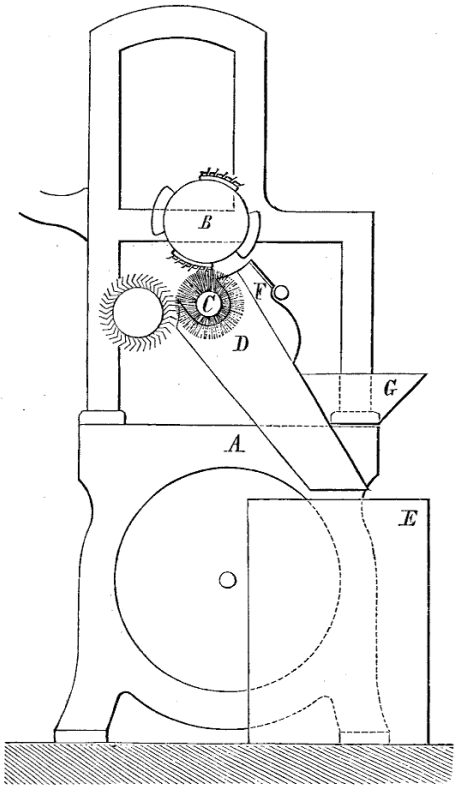
Votre comité des arts mécaniques vous propose, en conséquence, Mes-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs, de remercier M. Wulverick de sa communication intéressante, d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*, en l'accompagnant d'une figure pour représenter l'addition faite à la peigneuse Heilmann.

Signé ALCAN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 27 *juin* 1866.



LÉGENDE RELATIVE A LA PEIGNEUSE DE M. WULVERICK.

La figure ci-contre est le croquis de la peigneuse vue en section perpendiculaire à l'axe du peigne.

A, bâti de la machine.

B, peigne à segments.

C, brosse nettoyant le peigne.

D, gaîne renfermant la partie inférieure de la brosse et servant de conduit au duvet.

E, récipient dans lequel la gaîne D conduit le duvet.

F, autre conduit dans lequel tombent les parties étrangères et pailleuses.

G, caisse recevant le contenu du conduit F.

(M.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par M.* BENOÎT, *au nom du comité des arts mécaniques, sur des* PROCÉDÉS AYANT POUR OBJET LA DIVISION DES ARCS DE CERCLE *en autant de parties, à très-peu près égales, qu'on le désire, et la solution graphique approximative de quelques autres questions de géométrie pratique assez intéressantes, présentés par* M. PÉRAUX, *négociant à Nancy.*

Messieurs, on trouve dans la Géométrie du compas de Cagnoli, la description des moyens de diviser très-exactement, à l'aide du Compas seul, une Circonférence de cercle dont le rayon est connu, en 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 20, 24, 48, 120 et 240 parties égales entre elles, et que l'on peut exactement fractionner chacune en 2, 4, 8, 16, etc., autres parties égales, soit avec le compas seul, soit en combinant l'emploi d'une bonne Règle avec celui du compas.

Mais, dans la pratique des arts mécaniques, ce n'est pas toujours une circonférence entière que l'on a à diviser, c'est souvent un Arc de cercle seulement, et il est évident que si le centre de cet arc tracé est donné ou déterminé par la construction géométrique connue, on ne peut, soit à l'aide du compas seul, soit à l'aide du compas et de la règle, et par des bissections successives, que diviser exactement cet arc en 2, 4, 8, 16, etc., parties égales entre elles.

Pour le fractionnement d'un arc de cercle quelconque en tout autre nombre de parties égales voulu, on n'a eu jusqu'ici, en n'employant que le compas seul, d'autre procédé que le simple tâtonnement que l'on a perfectionné et rendu presque exact en le complétant par le tracé en travers de l'arc, de la *Courbe des erreurs*, c'est-à-dire des *différences relatives* à ces tâtonnements successifs.

M. Péraux, négociant à Nancy, a donc fait une chose réellement bonne et utile en recherchant les procédés qu'il vous a soumis, et dont vous avez renvoyé l'examen à votre comité des arts mécaniques, ayant pour objet de *subdiviser en un nombre quelconque voulu de parties sensiblement égales entre elles, en se servant de la règle et du compas,* un arc de cercle tracé sur une surface plane. Ce ne sera donc pas une chose dépourvue d'intérêt de vous faire connaître par quelles voies graphiques M. Péraux, qui manie très-habi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lement ces instruments élémentaires, est parvenu à une élégante solution du problème qu'il s'était proposé.

Ayant tracé tout d'abord la tangente à l'origine de l'arc du cercle à diviser et le diamètre passant par ce point, et ayant pris sur la tangente, à partir de cette origine, une longueur égale au développement d'une portion de l'arc de cercle, M. Péraux trouva que la droite passant par les extrémités des portions d'arc et de tangente considérées rencontre le prolongement du diamètre mentionné en un point d'autant plus voisin de celui situé à *trois rayons* de distance de l'origine, que la portion d'arc développée sur la tangente est plus petite, circonstance qui a servi de base à une première solution approximative du problème poursuivi, consistant dans les opérations suivantes (1).

---

(1) Par la simple considération de triangles semblables, on trouve facilement que si, ayant développé un arc de cercle d'une longueur a, d'un rayon r et d'une amplitude α degrés, sur la tangente à l'une de ses extrémités, on imagine la droite joignant son autre extrémité avec le bout du développement, cette droite croise la direction du rayon du point de contact à une distance x de ce point, exprimée par la formule $x = r\left\{1 + \frac{a\,(1-\cos\alpha)}{a - r\sin\alpha}\right\}$.

Quand on suppose le rayon r égal à l'unité, les longueurs de l'arc a, pour les amplitudes $\alpha = 30°...$, $45°...$, $60°$ et $90°$, sont respectivement **0,5235987...**, **0,7853981...**, **1,0471975** et **1,5707962**; puisque, alors, la circonférence entière a pour longueur **6,2831852**.

Substituant ces nombres et les valeurs correspondantes de sin α et de cos α naturels, dans la formule ci-dessus, on obtient, en effectuant les calculs qu'elle indique, $x =$ **2,9725790...**, **2,9382290...**, **2,8906281** et **2,7519388**. Ces valeurs montrent que la construction indiquée par M. Péraux est d'autant plus approximative que l'amplitude de l'arc à diviser est moindre.

Si l'on cherche la moyenne des quatre valeurs ci-dessus de x, on la trouve égale à **2,8883438**, nombre qui diffère très-peu de $\frac{20}{7}$, et qui montre que l'on opérera encore plus approximativement que M. Péraux ne le fait, en mettant le point de concours à une distance de l'origine des arcs égale aux *vingt septièmes* de leur rayon.

Généralement, si l'on joint par une droite indéfinie un point quelconque de la direction du rayon passant par une des extrémités d'un arc de cercle et qui en est à une distance x, cette droite détermine sur la tangente à cette extrémité un segment d'une longueur t, telle qu'en conservant d'ailleurs la notation ci-dessus admise, la simple considération de triangles semblables donne la proportion $\frac{t}{x} = \frac{t - r\sin\alpha}{r\,(1-\cos\alpha)}$; d'où l'on tire $t = \frac{r\,x\sin\alpha}{x - r\,(1-\cos\alpha)}$. Cette formule servira à calculer t, et par suite la différence $(t-a)$ des longueurs du segment de tangente et de l'arc considéré, lorsque r, x et α seront donnés.

Si, supposant $r = 1$ et $x = 3$, on calcule cette formule qui se réduit alors à $t = \frac{3\sin\alpha}{2+\cos\alpha}$, pour les amplitudes $\alpha = 45°$ et $60°$, on trouve respectivement pour t les valeurs **0,7836116** et **1,0382305**; et, comme les longueurs a des arcs développés ayant les amplitudes α considérées sont exprimées par les nombres **0,7853981** et **1,0471975**, on voit que les différences $(t-a)$ ci-dessus mentionnées sont **— 0,0037875** et **— 0,0089670**, c'est-à-dire qu'un arc de 45° d'un rayon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par une ou deux bissections successives on parvient, au besoin, à n'avoir à opérer que sur un arc de 45 à 60° d'amplitude ; on trace le diamètre et la tangente à l'origine de cet arc, et l'on marque sur le prolongement du diamètre le point situé à trois rayons de distance de l'origine, et qui va servir de concours aux droites devant opérer la division de l'arc. On joint ce concours avec l'extrémité de l'arc par une droite que l'on prolonge jusqu'à la rencontre de la tangente, et l'on divise le segment de cette tangente, compris entre ce point de rencontre et l'origine, en autant de parties égales que l'arc total proposé doit en présenter. On joint enfin tous les points de division du segment de tangente avec le concours, et les droites de jonction divisent la portion de l'arc proposé sur laquelle on opère en parties sensiblement égales, qui seront le 1/2, 1/4, 1/8, etc., de celles de l'arc total proposé, suivant qu'on l'aura, au besoin, soumis à 1, 2, 3, etc., bissections successives.

M. Péraux obtint une seconde solution du même problème, basée sur la construction suivante. Il traça sur le plan d'une circonférence de cercle le diamètre passant par un point pris pour origine des arcs de cercle à considérer, et les deux rayons faisant avec lui des angles de 45° et de 60° ; puis, de cette origine comme centre, et avec un rayon égal à la longueur développée de l'arc de 45°, il décrivit un petit arc de cercle croisant en un certain point le prolongement du premier de ces deux rayons ; et, ayant fait une pareille opération pour le rayon et l'arc de 60°, il se procura ainsi deux points d'intersection qui, avec l'origine des arcs, suffirent pour déterminer une circonférence de cercle auxiliaire facile à tracer par la construction connue, et qu'il trouva jouir très-approximativement, dans ces limites, de cette propriété que le rayon passant par l'extrémité d'un arc de cercle proposé, étant prolongé, détermine un segment de la circonférence auxiliaire dont la corde est sensiblement égale à la longueur développée de cet arc proposé.

égal à 1 mètre, par exemple, sera plus long que le segment de tangente correspondant de près de 4 millimètres ; que l'arc de 60°, étant développé, excédera le segment de tangente correspondant de près de 9 millimètres, différence allant en croissant jusqu'à 71 millimètres pour l'arc de 90°.

Si l'on calcule les valeurs de t pour les mêmes amplitudes 45° et 60°, mais dans l'hypothèse de $x = \frac{20}{7} r$, on trouve ces valeurs respectivement égales à 0,7878735 et 1,0497280, qui ne diffèrent plus des longueurs des arcs correspondants développés que de 0,0024754 et 0,0025310, ce qui est, comme on voit, beaucoup moins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De là résulte le moyen de diviser un arc tracé, avec un degré d'exactitude souvent suffisant dans les arts mécaniques, en autant de parties égales que l'on veut. Ayant, en effet, divisé en ce même nombre de parties égales la corde obtenue du segment de la circonférence auxiliaire correspondant, on marquera sur cette circonférence les extrémités de ses segments ayant pour cordes 1, 2, 3, 4, 5, etc., de ces parties, et en joignant ces extrémités avec le *centre de l'arc proposé*, par des lignes droites, elles diviseront cet arc en parties au nombre voulu, et sensiblement égales entre elles.

M. Péraux a conclu des tracés qu'il a effectués avec soin, que la situation du centre de la circonférence auxiliaire mentionnée diffère très-peu du point du diamètre passant par l'origine des arcs, *situé à une distance du centre de l'arc proposé, égale au cinquième du rayon de cet arc*, circonstance qui dispense d'avoir recours à la construction signalée pour tracer la circonférence auxiliaire (1).

Encouragé par ces premiers résultats, M. Péraux persista dans la recherche d'une solution plus satisfaisante encore du problème, et découvrit, toujours graphiquement, une propriété très-remarquable dont jouit un certain système

---

(1) Si l'on détermine, comme il a été dit, l'intersection relative à un arc de cercle quelconque de longueur développée a, d'un rayon r et d'une amplitude α, ce point forme, avec l'origine de l'arc et avec son centre, un triangle dans lequel on connaît le côté r, l'angle α et le côté opposé a. Si l'on désigne donc par γ l'angle compris entre ces deux côtés, comme le troisième angle du triangle est égal à $(180^\circ - \alpha - \gamma)$, on a la proportion $\frac{\sin\,(180 - \alpha - \gamma)}{r} = \frac{\sin\,\alpha}{a}$, d'où l'on tire de suite, $\sin\,(\alpha + \gamma) = \frac{r}{a}\sin\,\alpha$, formule donnant le moyen de calculer l'angle $(\alpha + \gamma)$ et, par conséquent, l'angle γ.

Cela posé, si l'on désigne par R le rayon de la circonférence ayant son centre sur le prolongement du côté r du triangle considéré, et, passant par l'origine de l'arc et par l'intersection y relative, on a évidemment la proportion $R : \frac{a}{2} = 1 : \cos\,\gamma$, d'où l'on tire la formule $R = \frac{a}{2\cos\gamma}$, qui fournit enfin la valeur numérique de R, dont l'excès sur r exprimera la valeur de l'écartement des centres de l'arc proposé et de la circonférence auxiliaire, mentionnés dans le texte.

En opérant pour $r = 1$ et $\alpha = 60^\circ$, comme alors $a = \frac{2\pi}{6} = 1{,}0471975$, on trouve $R = 1{,}20385724$.

Faisant les mêmes opérations pour $r = 1$ et $\alpha = 45^\circ$, et, par suite, $a = \frac{2\pi}{8} = 0{,}78539814$, on trouve $R = 1{,}19527664$.

La moyenne de ces deux valeurs du rayon R de la circonférence auxiliaire est 1,19956694, excédant le rayon 1 de l'arc proposé de 0,19956694, nombre qui ne diffère du *cinquième* de la longueur du rayon de cet arc que de 0,00043306, ce qui est moins d'*un demi-millième*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

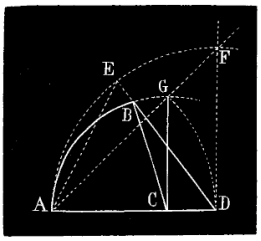
de deux certaines circonférences de cercle, et qui conduit à un troisième mode de division immédiate en parties à très-peu près égales, d'un arc de cercle d'une amplitude moindre que 114° 30′. Voici en quoi elle consiste.

Si avec la *corde du quart de la circonférence d'un cercle* donné on décrit, dans son plan, une *circonférence auxiliaire* la touchant en un point servant d'origine aux arcs à considérer, *tout rayon de cette circonférence auxiliaire faisant, avec celui passant au point de contact, un angle moindre que* 90°, *détermine sur la circonférence proposée un arc dont la longueur développée est sensiblement égale à la longueur de la corde de l'arc correspondant de la circonférence auxiliaire* (1).

De là résulte un moyen plus exact que ceux indiqués ci-dessus de diviser un arc de cercle tracé en autant de parties, à fort peu près égales, qu'on le désire. Pour cela, on décrit une portion suffisante de la circonférence auxiliaire dont on détermine le rayon, soit en prolongeant au besoin l'arc de

---

(1) Voici comment on peut apprécier le degré d'approximation de ce troisième moyen de division des arcs de cercle proposé par M. Péraux. Si l'on représente par α et ζ les angles ACB, ADE, que les rayons superposés AC, AD, de l'arc AB à diviser et de la circonférence auxiliaire AEF dirigés vers l'origine A des arcs, forment avec leurs rayons CB, DBE, passant à l'extrémité B de l'arc à diviser, ces rayons et l'intervalle CD des centres ou excès $(r\sqrt{2}-r)$ du rayon $AD = r\sqrt{2}$ de la circonférence auxiliaire sur le rayon $AC = r$ de l'arc à diviser, forment un triangle BCD qui donne immédiatement $\sin(\alpha-\zeta) = \frac{r\sqrt{2}-r}{r} \sin\zeta$ ou $\sin(\alpha-\zeta) = 0{,}414213 \sin\zeta$.



Et comme, si l'on représente par c la longueur de la corde AE de l'arc de circonférence auxiliaire EDA, dont ζ est l'amplitude, on a $\sin\left(\frac{\zeta}{2}\right) = \frac{1}{2}\frac{AE}{AD} = \frac{c}{2r\sqrt{2}} = 0{,}3537\,\frac{c}{r}$,

on voit que, après avoir calculé l'angle $\left(\frac{\zeta}{2}\right)$ pour la longueur attribuée à la corde c et au rayon r, il est facile de déterminer l'angle $(\alpha-\zeta)$ et, par suite, l'angle α correspondant, et il est évident que la différence entre cette amplitude calculée et l'amplitude de l'arc qui a pour développement la longueur attribuée à la corde c, sera l'expression du degré d'approximation dont il s'agit.

En posant successivement, pour le cas de $r = 1$, $c = 1{,}5707962\ldots$, $0{,}78539814\ldots$, $0{,}5235987$ et $0{,}1745329$, qui sont les longueurs développées des arcs de 90°, 45°, 30° et 10°, on trouve respectivement $\alpha = 89°{,}96627\ldots$, $45°{,}01084\ldots$, $30°{,}01203$ et $10°{,}00021$, valeurs qui ne constatent que de petites différences ne dépassant pas 34 millièmes, 11 millièmes, 12 millièmes et 1/5 de millième de degré, souvent négligeables dans la pratique des arts mécaniques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cercle proposé pour y relever, au compas, la corde de 90 de ses degrés; soit, ce qui vaut mieux, en prenant une ouverture de compas égale au multiple $\sqrt{2}\,r$, de son propre rayon r. Cela fait, on mène le rayon de la circonférence auxiliaire passant par l'extrémité de l'arc à diviser proposé, ce qui détermine un arc de cette circonférence dont la corde est presque exactement de même longueur que l'arc proposé développé; on partage cette corde en autant de parties égales entre elles que cet arc doit en avoir, puis, avec des ouvertures de compas égales à 1, 2, 3, 4, etc., de ces parties, *considérées comme cordes d'autant de segments de la circonférence auxiliaire correspondants,* on marque les extrémités de ces arcs, et l'on trace enfin les rayons y aboutissant, lesquels diviseront l'arc de cercle proposé en autant de parties sensiblement égales entre elles qu'on aura voulu en avoir.

Dans les documents que M. Péraux a fournis, il applique cette dernière méthode, qui est, comme on voit, très-élégante, à la division de la circonférence entière; à la détermination du secteur de cercle nécessaire pour confectionner un *Abat-jour* de lampe ou toute autre surface conique de dimensions assignées, etc. Par l'addition de quelques lignes au tracé qui réalise cette méthode, l'auteur obtient le côté d'un carré dont la surface ne diffère pas de celle d'un cercle proposé des douze millièmes de la surface du carré du rayon de ce cercle; le cylindre équivalent à un parallélipipède à base carrée et de même hauteur; le diamètre de la sphère équivalente à un cube donné, etc.

Votre comité des arts mécaniques a vu avec beaucoup d'intérêt l'ensemble des recherches graphiques de M. Péraux et la marche qu'il a suivie pour atteindre le but d'utilité évidente qu'il s'était proposé. Il m'a, en conséquence, chargé de vous prier, Messieurs, en son nom, 1° de remercier M. Péraux de sa très-intéressante communication, 2° de faire déposer dans vos archives le mémoire explicatif qu'il vous a adressé, 3° enfin d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé Benoît, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 juillet 1866.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DUCHESNE, *au nom du comité des arts économiques, sur la* FABRIQUE DE PATES ALIMENTAIRES *de* M. CAMILLE GROULT jeune, *à Vitry (Seine)*.

Messieurs, il y a un an environ, nous avons fait à la Société d'encouragement un rapport sur les excellentes farines fabriquées pour potages économiques par la maison Groult jeune, de Paris (1), et vous avez reconnu que ces produits pouvaient prendre une place importante dans l'alimentation générale de la classe moyenne.

Nous n'avions, à cette époque, appelé votre attention que sur ces produits spéciaux; nous croyons, aujourd'hui, qu'il est utile de vous faire visiter avec nous, non plus la petite usine fondée originairement, à Vitry, dans de vieux bâtiments étroits, sombres et incommodes, mais l'installation nouvelle, faite cette année, de tous les appareils et de tous les procédés les plus nouveaux pour broyer, pulvériser, tamiser et trier toutes les productions naturelles, indigènes et exotiques, employées dans la fabrique. C'est là que se confectionnent les beaux échantillons de farines, de semoules qui ont été mis sous vos yeux, et que vous connaissez tous par l'usage que l'on en fait en France et à l'étranger.

Au milieu d'un grand terrain, M. Groult a fait élever un vaste bâtiment à cinq étages bien ventilés, bien éclairés, et dans chacun desquels on accède facilement par un bel escalier placé dans un des angles de la façade.

Chaque étage communique, en outre, avec celui qui lui est supérieur ou avec celui qui lui est inférieur par des trappes qui permettent de monter les marchandises premières aux étages supérieurs au moyen de courroies mises en communication avec une machine à vapeur de la force de 30 chevaux.

C'est de là qu'elles sont distribuées suivant le genre de travail qu'elles doivent subir, et que, après avoir passé, d'étage en étage, sous les meules ou à travers des blutoirs ou ventilateurs perfectionnés mus par la même machine à vapeur, elles sont reçues, à l'étage inférieur, dans des cases ou dans des sacs distincts, mais alors purifiées de toutes leurs impuretés et avec les différents degrés de grosseur que l'on demande dans le commerce.

(1) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 723.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le sagou et le tapioca, qui viennent des Indes sur des navires chargés de poivre et d'épices, s'imprègnent facilement de l'odeur propre à ces substances. M. Groult parvient promptement à rendre, au moyen d'aérateurs particuliers, leur bon goût primitif aux matières qu'il emploie, même dans ces mauvaises conditions.

Sur le comble de ce bâtiment principal, on a construit deux grands réservoirs, qui seront toujours remplis d'eau qui sera utilisée à différents services, et notamment en cas d'incendie.

A la base d'une cheminée haute de 30 mètres, on disposera les étuves.

De chaque côté de la cour dont nous avons parlé plus haut, M. Groult a fait construire de longues salles, prenant l'air et la lumière par une grande quantité de croisées qui donnent sur un jardin.

C'est là que sont installées de nombreuses ouvrières qui trient une dernière fois les produits pour enlever encore les parcelles défectueuses qui auraient pu échapper aux appareils de l'atelier principal.

Au moyen de la disposition bien comprise des croisées, la ventilation de ces ateliers y est facile, et les ouvrières ne sont nullement incommodées par la légère poussière qui peut se produire dans des manipulations si multipliées.

Ce sont ces ouvrières, ce sont souvent de très-jeunes filles, qui font les sacs en papier, pèsent et confectionnent ces paquets de pâtes et farines de toutes espèces qui sont distribuées dans le monde entier, et qui, après avoir subi une multitude de transformations culinaires, se servent sur les tables les plus riches comme sur les tables les plus modestes.

A Vitry, M. Groult prépare certains produits spéciaux, qui sont livrés seulement après le broyage et le tamisage, comme les gruaux ; les semoules de blé, de maïs ; les crèmes d'orge, de riz, etc.

Après le lavage et le tamisage, comme l'arrow-root, le tapioca, le sagou, le salep, les fécules, etc.;

Ceux qui ont besoin d'une cuisson ou d'une demi-cuisson, comme les purées de pois, de haricots, de lentilles, de châtaignes, etc.;

Ceux qui doivent être desséchés à l'étuve après cuisson, comme les carottes, les juliennes, etc.

Mais c'est à Lyon, dans une autre usine, qu'il prépare les vermicelles, les pâtes à potage, les nouilles, les macaronis.

A Lyon, comme à Vitry, les soins minutieux apportés par M. Groult dans la perfection continuelle des produits qui sortent de sa maison ont donné

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à cette branche de l'industrie française une grande réputation, et placent la marque de M. Groult au-dessus des meilleures marques des produits similaires de l'étranger.

La maison Groult, fondée en 1831, a toujours progressé, les produits se sont de jour en jour perfectionnés; l'installation de la nouvelle fabrique a été coûteuse, mais elle est complète et peut, dès à présent, servir de modèle à des fabriques analogues et fournir à l'alimentation générale des ressources considérables, en nous affranchissant de plus en plus du tribut que la France payait aux pays voisins.

Nous ne voulons pas terminer cette visite sans vous dire que M. Groult occupe 60 ouvrières, dont 40 sont mariées et demeurent à Vitry.

Les 20 autres sont des orphelines qui sont logées, nourries et blanchies dans l'établissement; elles gagnent 1 franc par jour dès leur entrée, et sont placées sous la surveillance d'un gérant et de sa femme, qui sont chargés de veiller aux besoins de ces pauvres enfants.

Les ouvriers et les ouvrières de cette fabrique reçoivent, en outre, les soins gratuits d'un médecin et tous les médicaments dont ils ont besoin.

M. Groult n'a pas négligé d'exciter l'émulation parmi ces ouvrières, et toutes celles qui en sont jugées dignes par leur conduite, leur assiduité et par les soins qu'elles apportent à leur travail, sont autorisées à travailler, en dehors des heures réglementaires, dans un petit atelier particulier; ce qui leur permet d'augmenter ainsi la somme de leur salaire quotidien.

La Société d'encouragement doit approuver de si nobles efforts, aussi votre comité des arts économiques vous propose :

1° De remercier M. Camille Groult de sa communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé DUCHESNE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 novembre 1866.

ART DES MINES.

NOTE SUR L'ÉTABLISSEMENT DE LA FOSSE DE MARLES (PAS-DE-CALAIS) ET SUR LES CAUSES PROBABLES DE SA DESTRUCTION.

Une catastrophe qui a eu un grand retentissement s'est produite, il y a quelques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mois, dans le district houiller du Pas-de-Calais. La fosse de Marles, construite, il y a dix ans, sous la direction de M. Glépin, ingénieur-directeur des mines du Grand-Hornu (Belgique), qui avait su triompher des difficultés exceptionnelles qu'un pareil travail présentait, s'est malheureusement écroulée, anéantissant d'un seul coup le résultat de tant d'efforts et, par conséquent, le capital considérable que ces efforts avaient coûté. Hâtons-nous de le dire, on n'a eu à déplorer la mort d'aucun ouvrier; mais un désastre de cette nature n'en a pas moins de graves conséquences en ce qu'il produit, au milieu d'une foule de petites existences, une perturbation qu'un certain nombre d'années peut seul faire disparaître. Voici, d'après les notes mêmes de M. Glépin, quelques détails sur l'établissement de la fosse de Marles, sur les accidents qui s'y sont produits à la fin d'avril 1866, et sur les causes probables de sa destruction.

La fosse de la Compagnie des mines de Marles (Pas-de-Calais) avait été construite à quelques centaines de mètres au nord-ouest du village de Marles, situé sur la Clarence, à 11 kilomètres environ de la ville de Béthune. Elle servait, depuis neuf à dix ans, à l'extraction de la houille, sans que jamais aucun accident se fût produit dans le cuvelage qui revêtait ses parois sur toute l'épaisseur des couches crétacées recouvrant le terrain houiller de cette localité. Elle traversait deux nappes d'eau entièrement distinctes : la première renfermée dans des marnes blanches, excessivement ébouleuses et formant une épaisseur d'une trentaine de mètres environ; la seconde donnant de l'eau jaillissante, rencontrée dans une série de couches de marnes d'un gris bleuâtre, plus ou moins argileuses, de 27 à 28 mètres d'épaisseur et d'une nature également très-ébouleuse vers la partie supérieure. Ces deux nappes sont séparées par une couche d'argile sablonneuse, d'une épaisseur de 18 mètres, que les mineurs du pays appellent *les bleus*, et qui se délite très-rapidement au contact de l'eau.

La première nappe d'eau (ou premier *niveau*) avait été traversée au moyen de deux jeux de pompes de $0^m,50$ de diamètre intérieur et de 3 mètres de course, battant jusqu'à 6,50 coups de piston par minute. Cette opération avait bien réussi; l'établissement du *cuvelage* dont les parois du puits étaient revêtues, la pose des *trousses picotées* qui formaient la base de ce cuvelage avaient été pratiqués avec succès, et l'on avait pu traverser ensuite, pour ainsi dire sans eau, la majeure partie de la couche d'argile sableuse inférieure; mais, en approchant du second niveau, le terrain avait été soulevé par l'eau jaillissante avec une telle force, sur 7 à 8 mètres environ de hauteur, que les pompes avaient été renversées sur le côté et leurs vis de suspension tordues.

Elles ne tardèrent pas à être relevées; on en établit à côté un troisième jeu de $0^m,36$ de diamètre intérieur, ayant également 3 mètres de course, et on continua le percement du puits à travers la couche de terrain soulevée, au moyen de palplanches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

enfoncées à l'avance et à l'aide d'un boisage provisoire très-soigné ; on arriva ainsi jusqu'à la tête des marnes grises inférieures, où l'on plaça de nouvelles trousses de picotage.

Pendant la traversée de ces bancs d'argile et de marnes soulevés, et surtout lors de la préparation de l'emplacement des trousses picotées, on eut souvent à combattre des mouvements de terrain, des poussées latérales agissant avec une grande intensité sur le boisage provisoire dont on vient de parler; mais on réussit à les vaincre d'une manière entièrement efficace en employant des étrésillons ou étais transversaux, appelés *strucans* par les mineurs, qu'on plaçait à l'intérieur des cadres du boisage provisoire, en les arc-boutant même quelquefois contre les pompes placées au fond du puits, et qu'on n'enlevait que lorsque le cuvelage venait à les atteindre.

Cette partie du cuvelage terminée, on put pénétrer dans les marnes grises inférieures sur une certaine profondeur ; mais là de nouvelles difficultés se présentèrent ; on rencontra bientôt de nouvelles sources tellement abondantes, que les moyens d'épuisement devinrent de nouveau insuffisants. On installa alors quatre jeux de pompes, de $0^m,50$ de diamètre et de 3 mètres de course, et l'on fut souvent obligé, pour ne pas se laisser gagner par les eaux, de fonctionner à la vitesse de dix à onze coups de piston par minute. On aura une idée de la masse d'eau qu'il fallait extraire pendant cette période du travail, en disant que la consommation des machines ne s'élevait pas à moins de 600 francs de houille par jour. Ce ne fut guère qu'à l'approche de la base des marnes grises qu'on put suspendre le fonctionnement de deux des quatre jeux de pompes et arriver ainsi jusqu'au terrain houiller avec les deux qui restaient.

Tel est, en quelques mots, le travail qui a été accompli ; mais, pour en faire bien comprendre les difficultés, il faudrait raconter en détail la lutte qu'il a fallu soutenir avec l'eau arrivant par torrents et décrire tous les procédés ingénieux mis en œuvre pour s'en rendre maître. On comprend l'importance que la Compagnie de Marles attachait à la réussite d'un pareil travail, car une première tentative de fonçage avait déjà été faite à 55 mètres de là, une dizaine d'années auparavant, et n'avait pas réussi. On était bien parvenu à passer le premier niveau, mais la fosse s'était écroulée entièrement en arrivant à la profondeur de $60^m,58$ correspondant à $51^m,08$ seulement de la nouvelle fosse, en raison de la différence d'altitude. Cette fois, l'avenir semblait donc assuré et les travaux d'exploitation avaient pu suivre leur développement sans crainte, pendant près de dix ans, lorsque s'est produite la catastrophe que nous avons à raconter.

Le 29 avril 1866, M. Glépin, qui était au Grand-Hornu, fut informé qu'un mouvement très-accusé s'était déclaré dans la fosse de Marles, vers la profondeur de 56 mètres, en repoussant notablement au dehors deux pans du cuvelage (1) ; on s'était

(1) Ce cuvelage formait un prisme polygonal régulier de seize côtés et de 4 mètres de diamètre au cercle inscrit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aperçu la veille de ce mouvement, en reconnaissant que l'une des cages servant à l'extraction serrait très-fortement contre le cuvelage à la profondeur citée, et n'y passait plus qu'avec difficulté.

M. Glépin partit immédiatement pour Marles et apprit, dès son arrivée, que, après avoir d'abord fait sortir tous les ouvriers, l'ingénieur de la mine avait essayé de placer sur les pièces dérangées du cuvelage des pièces en fer dites *clames* de 5 mètres de hauteur, ainsi que des équerres en fer dans les angles. Quelques ouvriers travaillaient encore en ce moment dans le puits, n'ayant à leur disposition qu'un simple petit *cuffat* ou tonneau capable de contenir deux ou trois hommes au plus.

Après avoir fait remonter ces ouvriers, M. Glépin se plaça dans le cuffat avec l'ingénieur et le chef porion, et il descendit jusque vers le bas de la partie désorganisée du cuvelage, mais sans pouvoir aller plus loin, attendu que les clames qu'on avait essayé de poser se trouvaient déjà repoussées et tordues en formant un obstacle impossible à franchir. Dans cette première visite, il ne lui fut possible, tant il tombait d'eau, de voir autre chose que la position menaçante des pièces de cuvelage faisant saillie. Ne voulant pas, cependant, abandonner encore la partie, il se fit remonter, ranima le courage des ouvriers et les décida à tenter de nouveaux efforts de sauvetage. Se tenant sur le bord de la fosse pendant toute la nuit du 29 au 30 et les encourageant du geste et de la voix, il leur indiqua d'essayer d'arracher les clames qui obstruaient le passage et de tâcher, même en coupant certaines portions de guides des cages d'extraction, de descendre un plancher volant jusqu'au-dessous de la région tourmentée du cuvelage. Il espérait ainsi, si cette manœuvre réussissait, enchaîner et étayer ensuite les pans du cuvelage voisins de ceux disloqués, puis procéder au décuvellement et au recuvellement graduels de ces derniers. Malheureusement le terrain continuait à être entraîné par les eaux, et, malgré leurs efforts, les ouvriers ne parvenaient pas à arracher les clames. C'est ainsi qu'on arriva au matin du 30 sans être beaucoup plus avancé.

A ce moment, M. Glépin descendit faire une nouvelle reconnaissance et, cette fois, il put constater que le vide qui s'était formé correspondait à trois pièces contiguës d'un même cadre et s'étendait jusqu'à l'entrée du goyau. Remontant aussitôt, et voulant à tout prix tenter l'établissement d'un échafaudage, il fit enfoncer les planches de la cloison de ce goyau au niveau du vide existant, en laissant toutefois en place, pour maintenir le cuvelage, les traverses contre lesquelles ces planches étaient clouées de 2 mètres en 2 mètres. Mais, pendant qu'on faisait cette opération, le vide énorme qui s'était produit amena l'écroulement de cette partie de la fosse avec un bruit formidable, et les ouvriers remontèrent en toute hâte frappés de terreur.

Jusqu'ici l'Administration n'avait pas encore été prévenue du sinistre, et l'on comprend que, en l'absence de l'ingénieur des mines de l'arrondissement, M. Glépin ne pouvait se décider à abandonner la fosse sans tenter un dernier effort. Ne voulant plus, cette fois, risquer d'autre existence que la sienne, et tenant à constater l'étendue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du dernier mouvement qui venait de se produire, il tenta une nouvelle descente pendant que l'ingénieur de la mine s'installait auprès du mécanicien pour assurer sa manœuvre et l'empêcher de perdre la tête en cas d'alerte; puis, accompagné du seul chef porion qui voulut partager le danger, il reprit le petit cuffat, sous lequel on avait eu soin de suspendre une lanterne au bout d'une corde de 2 mètres de longueur. D'abord les lampes furent éteintes par les eaux qui jaillissaient de tous côtés; heureusement la lanterne continua à brûler, le cuffat descendit peu à peu au milieu des éboulements, et M. Glépin put se rendre compte de l'état des parois du puits. Là, il constata l'existence d'une excavation tellement considérable que tout travail humain pour réparer le mal devenait impossible; sauf quelques cadres encore en place et plusieurs pièces de bois restant suspendues sur différents points, le cuvelage avait disparu sur une hauteur d'environ 15 mètres. Tout cela, on le comprend, dut être vu d'un rapide coup d'œil, car, à peine le cuffat était-il arrivé devant le vide, qu'un craquement terrible se produisit dans la partie supérieure du cuvelage et qu'il fallut donner le signal de la remonte sous peine d'être englouti.

C'en était fait de la fosse de Marles; il n'y avait plus qu'à assister douloureusement à la ruine complète d'un travail qui avait coûté tant d'efforts et qui, pendant dix années consécutives, avait assuré une exploitation régulière sans avoir présenté aucun signe de faiblesse. A partir de ce moment, il ne restait plus qu'à prendre à l'extérieur les mesures de précautions que commandait la prudence; en conséquence, ordre fut donné à tous les ouvriers et employés de la Compagnie d'évacuer les bâtiments et les abords du puits, avec prescription absolue de s'en tenir éloignés à une distance d'une cinquantaine de mètres. Pendant ce temps l'œuvre de destruction se continuait et, dans la nuit du 2 au 3 mai, la fosse s'effondra complétement.

Le soir même du 2 mai, l'ingénieur des mines, prévenu par dépêche télégraphique, arriva d'Arras. Il commença son enquête et put constater, avant et après la catastrophe finale, par l'absence de toute fissure du terrain autour de l'ancien puits, situé à 55 mètres de là, puits qui s'était écroulé, comme on l'a dit, dix ans auparavant, pendant sa construction, qu'il n'existait aucune corrélation entre lui et la fosse de Marles, comme on s'était hâté de l'affirmer, contrairement à l'opinion de M. Glépin. Une nouvelle visite faite sur les lieux quelques jours après n'apporta aucun changement dans cette constatation qui, du reste, était facile à prévoir si l'on veut se rappeler que l'ancien puits avait à peine atteint la moitié de l'épaisseur des couches crétacées qui recouvrent le terrain houiller.

Enfin, dans cette même nuit du 2 au 3 mai, des craquements épouvantables se produisirent dans les massifs de maçonnerie placés sur la tête de la fosse et soutenant le bâtiment en planches qui renfermait la charpente des poulies ou *molettes*, ainsi que la machine d'épuisement. Ce bâtiment s'affaissa sur le côté, en même temps que celui des générateurs, situé tout près, s'écroula au milieu d'un nuage de poussière; puis, bientôt, ce qui était au-dessus de la fosse, maçonnerie, charpente, mo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lettes, machine d'épuisement, tout s'engloutit pêle-mêle, et un immense entonnoir d'environ 30 mètres de diamètre et de 10 mètres de profondeur s'ouvrit tout d'un coup en produisant des fissures jusque dans un rayon de 10 à 15 mètres. Ce n'est qu'au point du jour qu'on put bien juger de l'étendue du chaos qui venait de se produire.

Mais ce n'était pas encore tout. Une demi-heure après l'écroulement de la tête du puits, de légers craquements dans la maçonnerie et la rupture de quelques pièces de fonte annoncèrent que le bâtiment de la machine d'extraction n'allait pas tarder à tomber à son tour. En effet, quelques instants après, les pièces de la machine se brisèrent les unes après les autres en lançant des gerbes d'étincelles, puis la presque totalité du bâtiment s'effondra.

Tel est, en abrégé, le récit de cette catastrophe qui a produit dans le pays une émotion douloureuse. Toutes les précautions de sécurité ont été prises à l'égard des ouvriers, et aucun d'eux n'a été victime de la catastrophe.

(M.)

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

COMMISSION IMPÉRIALE.

ARRÊTÉ NOMMANT LES MEMBRES FRANÇAIS DU JURY DES RÉCOMPENSES POUR LES GROUPES 2 A 10 (PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE L'INDUSTRIE) ET POUR LE NOUVEL ORDRE DE RÉCOMPENSES.

Le ministre d'État, vice-président de la Commission impériale,

Vu le règlement fixant la nature des récompenses et organisant les Jurys chargés de les répartir, délibéré le 7 juin 1866 et approuvé par décret impérial du 9 juin 1866;

Vu la délibération de la Commission impériale, en date du 29 novembre 1866,

Arrête :

Art. 1er. La section française du *Jury spécial* institué pour le nouvel ordre de récompenses (titre IV du règlement) est composée des neuf membres mentionnés à la pièce A ci-annexée.

Art. 2. Les membres français du *Conseil supérieur*, présidents et vice-présidents des *Jurys de groupe,* pour les neuf groupes des produits de l'agriculture et de l'industrie, sont nommés et répartis conformément à la pièce B ci-annexée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 3. Les membres français des *Jurys de classe,* pour les quatre-vingt-dix classes des produits de l'agriculture et de l'industrie, sont nommés et répartis conformément à la pièce C ci-annexée.

Art. 4. Les membres français du Jury des récompenses des œuvres d'art (groupe 1er du règlement général) seront nommés après l'achèvement des travaux d'admission, conformément aux dispositions du règlement modifiées par le décret du 10 novembre 1866.

Art. 5. Les services du secrétariat des Jurys de groupe sont centralisés par les secrétaires chefs de service désignés à la pièce D ci-annexée.

Indépendamment de ces secrétaires chefs de service seront nommés ultérieurement, pour chaque jury de groupe, un ou plusieurs secrétaires.

Les secrétaires chefs de service et les secrétaires assisteront, avec voix consultative, aux séances des *Jurys de groupe* et des *Jurys de classe* qui rentrent dans leur service.

Art. 6. Le secrétaire et le secrétaire adjoint de la Commission impériale, désignés à la pièce D pour remplir les fonctions de secrétaire du *Conseil supérieur* et du *Jury spécial* du nouvel ordre de récompenses, pourront assister, avec voie consultative, aux séances de tous les *Jurys de groupe* et de tous les *Jurys de classe.*

Art. 7. Le conseiller d'État, commissaire général, est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Paris, 29 novembre 1866.

Le ministre d'Etat,
vice-président de la Commission impériale,
E. ROUHER.

Pour ampliation :

Le conseiller d'État, commissaire général,
F. LE PLAY.

PIÈCE A.

LISTE DES MEMBRES FRANÇAIS DU JURY SPÉCIAL INSTITUÉ POUR LE NOUVEL ORDRE DE RÉCOMPENSES. (Titre IV du règlement.)

S. Exc. M. ROUHER, ministre d'État, vice-président de la Commission impériale;
S. Exc. M. BÉHIC, ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, vice-président de la Commission impériale;
S. Exc. M. le maréchal VAILLANT, ministre de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts, vice-président de la Commission impériale;
S. Exc. M. MAGNE, membre du conseil privé;
S. Exc. Mgr DARBOY, archevêque de Paris, grand aumônier de l'Empereur, sénateur;
M. SCHNEIDER, vice-président du Corps législatif;
M. Alfred LE ROUX, vice-président du Corps législatif;
M. Paulin TALABOT, député au Corps législatif;
M. F. LE PLAY, conseiller d'État.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PIÈCE B.

LISTE DES MEMBRES FRANÇAIS DU CONSEIL SUPÉRIEUR, PRÉSIDENTS ET VICE-PRÉSIDENTS DES 9 JURYS DE GROUPE INSTITUÉS POUR LES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE L'INDUSTRIE.

2e GROUPE. — Matériel et application des arts libéraux.

Président : M. Élie de Beaumont, sénateur, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

3e GROUPE. — Meubles et autres objets destinés à l'habitation.

Vice-président : M. Denière, ancien président du Tribunal de commerce de la Seine et membre du Conseil municipal de Paris.

4e GROUPE. — Vêtements (tissus compris) et autres objets portés par la personne.

Vice-président : M. Arlès Dufour, membre de la Chambre de commerce de Lyon.

5e GROUPE. — Produits (bruts et ouvrés) des industries extractives.

Président : M. Michel Chevalier, sénateur, membre de l'Institut.

6e GROUPE. — Instruments et procédés des arts usuels.

Président : M. Dupuy de Lôme, conseiller d'État, membre de l'Institut.
Vice-président : M. Lefuel, membre de l'Institut.

7e GROUPE.—Aliments (frais ou conservés) à divers degrés de préparation.

Vice-président : M. le duc d'Albuféra, député au Corps législatif.

8e GROUPE. — Produits vivants et spécimens d'établissements de l'agriculture.

Président : M. Dumas, sénateur, membre de l'Institut, Président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.
Vice-président : M. Kuhlmann, président de la Chambre de commerce de Lille.

9e GROUPE. — Produits vivants et spécimens d'établissements de l'horticulture.

Vice-président : M. Devinck, ancien président du Tribunal de commerce de la Seine, membre du Conseil municipal de Paris, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

10e GROUPE. — Objets spécialement exposés en vue d'améliorer la condition physique et morale de la population.

Vice-président : M. Jean Dollfus, maire de Mulhouse.

PIÈCE C.

LISTE DES MEMBRES FRANÇAIS DES 90 JURYS DE CLASSE INSTITUÉS POUR LES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE L'INDUSTRIE. (*Groupes 2 à 10.*)

2e GROUPE. — Matériel et application des arts libéraux.

CLASSE 6. — *Produits d'imprimerie et de librairie.*

MM. le vicomte de la Guéronnière, sénateur;
Derenémesnil, chef du service des travaux à l'Imprimerie impériale.

CLASSE 7. — *Objets de papeterie; reliures; matériel des arts de la peinture et du dessin.*

MM. Quicherat, membre de l'Institut;
Boulhac, négociant, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine.

CLASSE 8. — *Applications du dessin et de la plastique aux arts usuels.*

MM. Baltard, membre de l'Institut;
Ed. Taigny, maître des requêtes au Conseil d'Etat.

CLASSE 9. — *Épreuves et appareils de photographie.*

MM. le comte Olympe Aguado, membre de la Société de photographie;
Niepce de Saint-Victor.

CLASSE 10. — *Instruments de musique.*

MM. le général Mellinet, sénateur, commandant supérieur de la garde nationale de la Seine;
Ambroise Thomas, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire impérial de musique et de déclamation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 11. — *Appareils et instruments de l'art médical; ambulances civiles et militaires.*

MM. NÉLATON, membre de l'Académie impériale de médecine, professeur à la Faculté de médecine de Paris ;
TARDIEU, membre de l'Académie impériale de médecine, professeur à la Faculté de médecine de Paris, membre du jury international de 1855.

CLASSE 12. — *Instruments de précision et matériel de l'enseignement des sciences.*

MM. MILNE-EDWARDS, membre de l'Institut, doyen de la Faculté des sciences, professeur au Muséum d'histoire naturelle, membre du jury international de 1855 ;
FOUCAULT, membre de l'Institut, physicien de l'Observatoire impérial de Paris, membre du jury international de 1855 ;
LISSAJOUS, professeur au lycée Saint-Louis, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

CLASSE 13. — *Cartes et appareils de géographie et de cosmographie.*

MM. le vice-amiral PARIS, membre de l'Institut, directeur du Dépôt général des cartes de la marine, membre du jury international de 1862 ;
FERRI PISANI, colonel d'état-major.

3e GROUPE. — Meubles et autres objets destinés à l'habitation.

CLASSE 14. — *Meubles de luxe.*

MM. DU SOMMERARD, directeur du musée des Thermes et de l'hôtel de Cluny, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862 ;
WILLIAMSON, administrateur du mobilier de la Couronne.

CLASSE 15. — *Ouvrages de tapissier et de décorateur.*

MM. Gustave DE ROTHSCHILD ;
DIÉTERLE, artiste peintre décorateur, membre du jury international de 1855.

CLASSE 16. — *Cristaux, verrerie de luxe et vitraux.*

MM. PELIGOT, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers et à l'Ecole centrale des arts et manufactures, secrétaire du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862 ;
Georges BONTEMPS, ancien fabricant.

CLASSE 17. — *Porcelaines, faïences et autres poteries de luxe.*

MM. REGNAULT, membre de l'Institut, professeur au Collége de France et à l'Ecole polytechnique, directeur de la manufacture impériale de Sèvres ;
DOMMARTIN, négociant, juge au Tribunal de commerce de la Seine.

CLASSE 18. — *Tapis, tapisseries et autres tissus d'ameublement.*

MM. BADIN, directeur des manufactures impériales des Gobelins et de Beauvais, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862 ;
CARLHIAN, négociant, président de la Chambre syndicale des tissus.

CLASSE 19. — *Papiers peints.*

MM. CICERI, artiste peintre décorateur ;
DÉLICOURT, ancien fabricant.

CLASSE 20. — *Coutellerie.*

MM. le général GUIOD, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862 ;
DUBOCQ, ingénieur en chef au corps impérial des mines.

CLASSE 21. — *Orfévrerie.*

S. Exc. M. le duc DE CAMBACÉRÈS.
M. P. CHRISTOFLE, orfévre.

CLASSE 22. — *Bronzes d'art; fontes d'art diverses; objets en métaux repoussés.*

MM. le baron DE BUTENVAL, sénateur ;
BARBEDIENNE, fabricant, président de la réunion des fabricants de bronzes et des industries de l'art plastique.

CLASSE 23. — *Horlogerie.*

MM. LAUGIER, membre de l'Institut, membre du Bureau des longitudes, membre du jury international de 1862 ;
BRÉGUET, horloger, membre du Bureau des longitudes, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

CLASSE 24. — *Appareils et procédés de chauffage et d'éclairage.*

MM. CLERGET, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre du jury international de 1855 ;
CAMUS, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées, sous-directeur de la Compagnie parisienne du gaz.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 25. — *Parfumerie.*

MM. BARRESWILL, membre du comité consultatif des arts et manufactures, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale ;
AUBRY-LECOMTE, sous-commissaire de marine, conservateur de l'exposition permanente des colonies.

CLASSE 26. — *Objets de maroquinerie, de tabletterie et de vannerie.*

MM. WOLOWSKI, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862 ;
Louis AUCOC, fabricant.

4e GROUPE. — Vêtements (tissus compris) et autres objets portés par la personne.

CLASSE 27. — *Fils et tissus de coton.*

MM. Gustave ROY, négociant, membre du comité consultatif des arts et manufactures ;
FOUQUET-LEMAITRE, manufacturier ;
LOYER, manufacturier.
N.

CLASSE 28. — *Fils et tissus de lin et de chanvre.*

MM. VARIN, négociant ;
LEGENTIL (fils), négociant, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale ;
CASSE, fabricant.

CLASSE 29. — *Fils et tissus de laine peignée.*

MM. LARSONNIER, fabricant, membre de la Chambre de commerce de Paris, membre du jury international de 1862 ;
SEYDOUX, manufacturier ;
DELATTRE père, manufacturier, membre du jury international de 1855 ;
DE BRUNET, manufacturier, membre de la Chambre de commerce de Reims.

CLASSE 30. — *Fils et tissus de laine cardée.*

MM. DE MONTAGNAC, fabricant, député au Corps législatif ;
Guillaume PETIT, fabricant, député au Corps législatif, membre du jury international de 1862 ;
VAUQUELIN, fabricant.

CLASSE 31. — *Fils et tissus de soie.*

MM. PAYEN, négociant, membre de la Chambre de commerce de Paris, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862 ;
Jules RAIMBERT, négociant ;
GIRODON, ancien membre de la Chambre de commerce de Lyon.

CLASSE 32. — *Châles.*

MM. Germain THIBAULT, ancien fabricant, syndic du Conseil municipal de la Seine, membre du jury international de 1855 ;
GAUSSEN, ancien fabricant, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862.

CLASSE 33. — *Dentelles, tulles, broderies et passementeries.*

MM. LOUVET, fabricant, président du Tribunal de commerce de la Seine ;
LIEVEN-DELHAYE, ancien fabricant, membre du jury international de 1855.

CLASSE 34. — *Articles de bonneterie et de lingerie, objets accessoires du vêtement.*

MM. TAILBOUIS, fabricant ;
DUVELLEROY, fabricant ;
CARCENAC, ancien négociant, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine.

CLASSE 35. — *Habillements des deux sexes.*

MM. A. DUSAUTOY, négociant, membre du Conseil général de l'Yonne ;
Ch. PETIT, fabricant ;
LATOUR, fabricant ;
LAVILLE, fabricant ;
BALSAN-MARTIN, fabricant.

CLASSE 36. — *Joaillerie, bijouterie.*

MM. FOSSIN, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862 ;
BEAUGRAND, joaillier-bijoutier.

CLASSE 37. — *Armes portatives.*

MM. le baron TREUILLE DE BEAULIEU, colonel d'artillerie, directeur de l'atelier de précision au Dépôt central de l'artillerie, membre du jury international de 1862 ;
Alexandre FOUQUIER, maître des requêtes au Conseil d'État.

CLASSE 38. — *Objets de voyage et de campement.*

MM. Alexis GODILLOT, fabricant ;
TESTON, chef de bureau au ministère de la guerre, commissaire de l'exposition permanente de l'Algérie.

CLASSE 39. — *Bimbeloterie.*

M. Jules DELBRUCK, homme de lettres, auteur d'ouvrages spéciaux ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. TRÉLON, ancien fabricant, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine, membre du jury international de 1855.

5e GROUPE. — Produits (bruts et ouvrés) des industries extractives.

CLASSE 40. — *Produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie.*

MM. DE BILLY, inspecteur général au corps impérial des mines;
GOLDENBERG, fabricant, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;
RIVOT, ingénieur en chef au corps impérial des mines, professeur et directeur des essais à l'Ecole des mines, membre du jury international de 1855.

CLASSE 41. — *Produits des exploitations et des industries forestières.*

MM. le marquis DE VIBRAYE, propriétaire, silviculteur;
DES MELOIZE, conservateur des forêts à Bourges.

CLASSE 42. — *Produits de la chasse, de la pêche et des cueillettes.*

MM. DUCHARTRE, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris;
SERVANT, négociant.

CLASSE 43. — *Produits agricoles (non alimentaires) de facile conservation.*

MM. LESTIBOUDOIS, conseiller d'État;
MOLL, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;
Victor BORIE, directeur de l'*Écho agricole.*

CLASSE 44. — *Produits chimiques et pharmaceutiques.*

MM. BALARD, membre de l'Institut, professeur au Collége de France et à la Faculté des sciences, vice-président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;
Henri SAINTE-CLAIRE DEVILLE, membre de l'Institut, maître des conférences à l'École normale supérieure, professeur à la Faculté des sciences, membre des jurys internationaux de 1855 et de 1862;
DAGUIN, juge au Tribunal de commerce de la Seine.

CLASSE 45. — *Spécimens des procédés chimiques de blanchiment, de teinture, d'impression et d'apprêt.*

MM. PERSOZ, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, directeur de la condition des soies et des laines, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;
BOUTAREL, teinturier, membre du jury international de 1862.

CLASSE 46. — *Cuirs et peaux.*

MM. FAULER, ancien fabricant, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;
RICORD, négociant, juge au Tribunal de commerce de la Seine.

6e GROUPE. — Instruments et procédés des arts usuels.

CLASSE 47. — *Matériel et procédés de l'exploitation des mines et de la métallurgie.*

MM. CALLON, ingénieur en chef au corps impérial des mines, professeur à l'École des mines, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862;
SALMON, négociant, juge au Tribunal de commerce de la Seine;
LAN, ingénieur au corps impérial des mines.

CLASSE 48. — *Matériel et procédés des exploitations rurales et forestières.*

MM. le général ALLARD, président de section au conseil d'État;
BOITEL, inspecteur général de l'agriculture, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale;
HERVÉ MANGON, ingénieur en chef au corps impérial des ponts et chaussées, professeur au Conservatoire des arts et métiers, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862.

CLASSE 49. — *Engins et instruments de la chasse, de la pêche et des cueillettes.*

MM. COSTE, membre de l'Institut, professeur au Collége de France;
COUMES, inspecteur général au corps impérial des ponts et chaussées, président du comité départemental du Haut-Rhin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 50. — *Matériel et procédés des usines agricoles et des industries alimentaires.*

MM. Boussingault, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des arts et métiers, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862;

Lœulliet, directeur de l'École impériale d'agriculture de la Saulsaie;

le comte de Pourtalès, propriétaire-agriculteur.

CLASSE 51. — *Matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie.*

MM. Pelouze, membre de l'Institut, président de la commission des monnaies et médailles, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862;

Frémy, membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique et au Muséum d'histoire naturelle, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1855 et de 1862;

Grandeau, docteur ès sciences.

CLASSE 52. — *Moteurs, générateurs et appareils mécaniques spécialement adaptés aux besoins de l'Exposition.*

MM. Gouin, ingénieur-constructeur, membre du Conseil municipal de Paris, membre de la Chambre de commerce de Paris;

Jacqmin, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées, professeur à l'Ecole des ponts et chaussées;

Mantion, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées, professeur à l'École centrale des arts et manufactures.

CLASSE 53. — *Machines et appareils de la mécanique générale.*

MM. Combes, membre de l'Institut, inspecteur général au corps impérial des mines, directeur de l'École des mines, secrétaire du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;

Fourneyron, ingénieur civil;

Luuyt, ingénieur au corps impérial des mines.

CLASSE 54. — *Machines-outils.*

M. le baron Renouard de Bussière, député au Corps législatif, directeur de la Monnaie de Paris;

MM. le général Morin, membre de l'Institut, directeur du Conservatoire impérial des arts et métiers, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;

Tresca, sous-directeur et professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre du jury international de 1855.

CLASSE 55. — *Matériel et procédés du filage et de la corderie.*

MM. Alcan, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862;

Mercier, constructeur-mécanicien.

CLASSE 56. — *Matériel et procédés du tissage.*

MM. Nicolas Schlumberger, constructeur-mécanicien;

Villeminot-Huard, fabricant, membre de la Chambre de commerce de Reims;

H. Scrive, fabricant.

CLASSE 57. — *Matériel et procédés de la couture et de la confection des vêtements.*

MM. le baron Séguier, membre de l'Institut, vice-président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;

Haas, fabricant.

CLASSE 58. — *Matériel et procédés de la confection des objets de mobilier et d'habitation.*

MM. Bouniceau, ingénieur en chef au corps impérial des ponts et chaussées;

Renard, entrepreneur de travaux publics.

CLASSE 59. — *Matériel et procédés de la papeterie des teintures et des impressions.*

MM. Charles Laboulaye, ancien fabricant, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre du jury international de 1862;

F. Normand, ingénieur-mécanicien;

Auguste Doumerc, directeur des papeteries du Marais et de Sainte-Marie.

CLASSE 60. — *Machines, instruments et procédés usités dans divers travaux.*

M. Leblanc, maître des requêtes au Conseil d'État, membre du jury international de 1862;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. CALLON, ingénieur civil, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures.

CLASSE 61. — *Carrosserie et charronnage.*

MM. BINDER, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine;
LAVOLLÉE, administrateur de la compagnie générale des omnibus, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

CLASSE 62. — *Bourrelerie et sellerie.*

MM. le prince DE BEAUVAU, député au Corps législatif;
NOISETTE, directeur des ateliers et des constructions de la compagnie générale des omnibus.

CLASSE 63. — *Matériel des chemins de fer.*

MM. GAYANT, inspecteur général au corps impérial des ponts et chaussées;
Eugène FLACHAT, ingénieur-conseil des chemins de fer de l'Ouest et du Midi, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862;
COUCHE, ingénieur en chef au corps impérial des mines, professeur à l'École des mines.

CLASSE 64. — *Matériel et procédés de la télégraphie.*

MM. le vicomte DE VOUGY, directeur général des lignes télégraphiques;
Edmond BECQUEREL, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre du jury international de 1855.

CLASSE 65. — *Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

MM. REYNAUD, inspecteur général au corps impérial des ponts et chaussées, professeur à l'École polytechnique et à l'École impériale des ponts et chaussées;
VIOLLET-LE-DUC, architecte;
DELESSE, ingénieur en chef au corps impérial des mines, professeur à l'École normale supérieure, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862;
le baron BAUDE, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées, professeur à l'École des ponts et chaussées et à l'École des beaux-arts.

CLASSE 66. — *Matériel de la navigation et du sauvetage.*

M. DE FREMINVILLE, sous-directeur de l'École du génie maritime;
MM. LE NORMAND, constructeur au Havre;
DUMOUSTIER, chef de division au ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics.

7e GROUPE. — Aliments (frais ou conservés) à divers degrés de préparation.

CLASSE 67. — *Céréales et autres produits farineux comestibles, avec leurs dérivés.*

MM. DARBLAY (jeune), député au Corps législatif;
PORLIER, chef de bureau au ministère de l'agriculture, membre du jury international de 1862.

CLASSE 68. — *Produits de la boulangerie et de la pâtisserie.*

MM. HUSSON, membre de l'Institut, directeur de l'assistance publique;
FOUBERT, chef de division au ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics.

CLASSE 69. — *Corps gras alimentaires; laitage et œufs.*

MM. WURTZ, doyen de la Faculté de médecine, membre de l'Académie de médecine, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862;
POGGIALE, membre de l'Académie de médecine et du Conseil de santé des armées, inspecteur général de la pharmacie militaire.

CLASSE 70. — *Viandes et poissons.*

MM. PAYEN, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers et à l'Ecole centrale des arts et manufactures, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862;
A. LEGENDRE, membre du Conseil municipal de Paris.

CLASSE 71. — *Légumes et fruits.*

MM. MERCIER, fabricant;
PÉPIN, chef des cultures au Muséum d'histoire naturelle, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture.

CLASSE 72. — *Condiments et stimulants; sucres et produits de la confiserie.*

MM. MÉNIER, fabricant;
JACQUIN (fils), fabricant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 73. — *Boissons fermentées.*

MM. PASTEUR, membre de l'Institut, directeur des études scientifiques à l'École normale supérieure, professeur à l'École des beaux-arts ;
le comte HERVÉ DE KERGORLAY, membre des jurys internationaux de 1851 et 1855;
TEISSONNIÈRE, membre du Conseil municipal de Paris, président de la commission des vins.

8e GROUPE. — Produits vivants et spécimens d'établissements de l'agriculture.

CLASSE 74. — *Spécimens d'exploitations rurales et d'usines agricoles.*

MM. le marquis D'HAVRINCOURT, député au Corps législatif ;
TISSERAND, chef de la division des établissements agricoles de la Couronne, au ministère de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts.

CLASSE 75. — *Chevaux, ânes, mulets, etc.*

MM. ROUY, chef de division à l'administration des haras ;
SIMONS, propriétaire-agriculteur.

CLASSE 76. — *Bœufs, buffles, etc.*

MM. A. DE SAINT-LÉGER, propriétaire-agriculteur, membre du Conseil général de la Nièvre, membre du jury international de 1855;
Henry BOULEY, membre de l'Académie de médecine, inspecteur général de l'École vétérinaire d'Alfort.

CLASSE 77. — *Moutons, chèvres, etc.*

MM. le comte DE BOUILLÉ, propriétaire-agriculteur;
MAGNE, membre de l'Académie de médecine, directeur de l'École vétérinaire d'Alfort.

CLASSE 78. — *Porcs, lapins, etc.*

MM. BELLA, directeur de l'institut agricole de Grignon, membre du jury international de 1862;
RAYNAL, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort.

CLASSE 79. — *Oiseaux de basse-cour.*

MM. le comte LÉOPOLD LE HON, député au Corps législatif;
FLORENT-PRÉVOST, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

CLASSE 80. — *Chiens de chasse et de garde.*

MM. le comte LECOUTEULX DE CANTELEU, propriétaire-agriculteur ;
PIERRE PICHOT, membre du Jury de l'Exposition de la race canine.

CLASSE 81. — *Insectes utiles.*

MM. DE QUATREFAGES, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle ;
BLANCHARD, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle.

CLASSE 82. — *Poissons, crustacés et mollusques.*

MM. CHAMPEAUX, capitaine de vaisseau;
GERBE, préparateur au Collége de France.

9e GROUPE. — Produits vivants et spécimens d'établissements de l'horticulture.

CLASSE 83. — *Serres et matériel de l'horticulture.*

MM. DARCEL, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées ;
HARDY, chef des cultures impériales au potager de Versailles.

CLASSE 84. — *Fleurs et plantes d'ornement.*

MM. Adolphe BRONGNIART, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale;
LUCY, vice-président de la Société d'horticulture de Paris.

CLASSE 85. — *Plantes potagères.*

MM. Auguste RIVIÈRE, jardinier en chef du jardin du Luxembourg ;
COURTOIS-GÉRARD, négociant.

CLASSE 86. — *Fruits et arbres fruitiers.*

MM. DECAISNE, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle;
le docteur GUYOT, viticulteur.

CLASSE 87. — *Graines et plants d'essences forestières.*

MM. MOREAU, juge au Tribunal de commerce de la Seine;
DE GAYFFIER, sous-inspecteur des forêts.

CLASSE 88. — *Plantes de serres.*

MM. CHATIN, membre de l'Académie de médecine, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu, professeur à l'École de pharmacie, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale;
BARILLET, jardinier en chef de la ville de Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10e GROUPE. — Objets spécialement exposés en vue d'améliorer la condition physique et morale de la population.

CLASSE 89. — *Matériel et méthodes de l'enseignement des enfants.*

MM. FLANDIN, conseiller d'État, membre du Conseil impérial de l'instruction publique, membre du jury international de 1862 ;
Léon PLÉE ;
MARGUERIN, directeur de l'École municipale Turgot ;
LAURENT DE RILLÉ, président honoraire de l'association des orphéons de la Seine.

CLASSE 90. — *Bibliothèques et matériel de l'enseignement donné aux adultes dans la famille, l'atelier, la commune ou la corporation.*

MM. Charles ROBERT, conseiller d'État, secrétaire général du ministère de l'instruction publique, membre du jury international de 1862 ;
Ph. POMPÉE, fondateur et directeur de l'école professionnelle d'Ivry, vice-président de l'association polytechnique et de la société pour l'enseignement professionnel ;
DEMARQUAY, chirurgien en chef de la maison municipale de santé, membre du jury international de 1855 ;
DE MOFRAS, secrétaire d'ambassade ;
Sébastien CORNU, peintre d'histoire.

CLASSE 91. — *Meubles, vêtements et aliments de toute espèce, distingués par les qualités utiles unies au bon marché.*

MM. VUILLEFROY, sénateur ;
A. COCHIN, membre de l'Institut, ancien maire du 7e arrondissement de Paris ;
V. DARROUX, officier d'administration principal du service de l'habillement et du campement ;
MORÉNO-HENRIQUÈS, directeur de la manutention à la douane ;
BOUFFARD, négociant, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine ;
DUCUING, économiste ;
JOURDAIN, ancien fabricant ;
Aimé SELLIÈRES, fabricant.

CLASSE 92. — *Spécimens des costumes populaires des diverses contrées.*

MM. Armand DUMARESQ, artiste peintre ;
Ernest DRÉOLLE.

CLASSE 93. — *Spécimens d'habitations caractérisées par le bon marché uni aux conditions d'hygiène et de bien-être.*

MM. CONTI, conseiller d'État, chef du cabinet de l'Empereur ;
DEGRAND, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées.

CLASSE 94. — *Produits de toute sorte fabriqués par des ouvriers chefs de métiers.*

MM. MATHIEU, député au Corps législatif ;
Auguste VITU ;
SAINT-YVES, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées.

CLASSE 95. — *Instruments et procédés de travail spéciaux aux ouvriers chefs de métiers.*

MM. DARIMON, député au Corps législatif ;
VAN BLARENBERGHE, ingénieur en chef au corps impérial des ponts et chaussées ;
GROHÉ, fabricant.

PIÈCE D.

LISTE DES SECRÉTAIRES DU JURY.

Secrétaires du Conseil supérieur et du Jury spécial pour le nouvel ordre de récompenses.

MM. B. DE CHANCOURTOIS, ingénieur en chef au corps impérial des mines, membre du jury international de 1855, secrétaire de la Commission impériale ;
CUMENGE, ingénieur au corps impérial des mines, secrétaire adjoint de la Commission impériale.

Secrétaires des enquêtes du Jury spécial pour le nouvel ordre de récompenses.

MM. DONNAT, ingénieur des mines, secrétaire de la Société d'économie sociale ;
MONNIER, auditeur au conseil d'État.

Secrétaires chefs de service des Jurys de groupe.

GROUPES 2, 3, 4, 5, 7, 8 et 9.

M. FOCILLON, professeur de l'Université, membre du jury international de 1855.

GROUPE 6.

M. CHEYSSON, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées.

GROUPE 10.

M. GUYOT-MONTPAYROUX, secrétaire de la réunion des comités d'admission du groupe 10.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

COMMISSION IMPÉRIALE.

JURY SPÉCIAL DU NOUVEL ORDRE DE RÉCOMPENSES.

Le règlement du 7 juin 1866, approuvé par décret impérial du 9 juin suivant, a institué un ordre distinct de récompenses « en faveur des personnes, des établissements ou des localités qui, par une organisation ou des institutions spéciales, ont développé la bonne harmonie entre tous ceux qui coopèrent aux mêmes travaux et ont assuré aux ouvriers le bien-être matériel, moral et intellectuel. »

Conformément aux termes de l'art. 35, le Jury international spécialement institué pour apprécier cet ordre de mérite a ouvert sa première session, au palais de l'Industrie, le 1er décembre 1866, sous la présidence de S. Exc. M. le Ministre d'État, vice-président de la Commission impériale (1). Plus de deux cents demandes parvenues au

(1) *Composition du Jury spécial au 1er décembre, indiquée suivant l'ordre des emplacements occupés par les différents États dans le palais du Champ de Mars.*

France : S. Exc. M. Rouher, ministre d'État, *vice-président de la Commission impériale* ; S. Exc. M. Béhic, ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *vice-président de la Commission impériale* ; S. Exc. M. le maréchal Vaillant, ministre de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts, *vice-président de la Commission impériale* ; S. Exc. M. Magne, membre du Conseil privé, sénateur ; S. Exc. Mgr Darboy, archevêque de Paris, grand aumônier de l'Empereur, sénateur ; M. Schneider, vice-président du Corps législatif ; M. Alfred le Roux, vice-président du Corps législatif ; M. Paulin Talabot, député au Corps législatif ; M. F. le Play, conseiller d'État.

Pays-Bas et Belgique : M. Ch. Faider, président de l'Académie des sciences, lettres et beaux-arts de Belgique, ancien ministre de la justice, premier avocat général à la cour de cassation.

Prusse et États du nord de l'Allemagne : M. Herzog, conseiller intime au ministère du commerce, de l'industrie et des travaux publics.

Hesse, Bade, Wurtemberg et Bavière : M. de Steinbets, président du conseil royal de Wurtemberg pour le commerce et l'industrie.

Autriche : M. le chevalier de Schæffer, conseiller de cour et de ministère.

Suisse : M. Dubochet, vice-président de la Société helvétique de bienfaisance, président du comité exécutif de l'asile suisse des vieillards à Paris.

Espagne, Portugal et Grèce : M. le comte d'Avila, pair du royaume de Portugal, ministre de S. M. le roi de Portugal à Madrid.

Danemark, Suède et Norvége : en l'absence de M. le docteur Charles Dickson, M. de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commissaire général ou aux commissaires étrangers ont été placées sous les yeux du Jury.

De nouvelles et importantes candidatures ayant été annoncées par plusieurs membres, le Jury a décidé que le terme du 1er décembre 1866, fixé pour la remise des demandes et des pièces d'instruction au commissariat général, serait prorogé au 31 janvier 1867.

Les demandes étrangères devront être envoyées au commissariat général par l'entremise des commissions instituées par chaque gouvernement, et de leur délégué dans le Jury spécial.

A cette occasion, le Jury a cru devoir donner quelque développement au programme du concours, dont la Commission impériale n'avait fait qu'indiquer le but d'une façon sommaire.

Quatre principes ont été posés dès l'abord :

1° Le Jury peut sans doute apprécier, dans l'ensemble des faits qui lui sont présentés, l'esprit de charité et de bienfaisance; mais il n'a pas spécialement pour mission de récompenser les actes de cette nature.

2° Pour être invoqués comme titres à une récompense, les faits constatés doivent être la conséquence d'une initiative libre et spontanée, et non le résultat de prescriptions législatives.

3° Il ne suffit pas qu'une œuvre soit louable par elle-même; il faut qu'elle se concilie avec une prospérité soutenue et progressive.

4° Les conditions du milieu dans lequel se trouvent les concurrents doivent être prises en considération. C'est un titre que de maintenir intactes des conditions traditionnelles d'harmonie et de bien-être, tout en développant l'agriculture ou l'industrie; mais ce n'est pas un moindre mérite que d'introduire des améliorations là où existait un état d'antagonisme et de souffrance.

FAHNEHJELM, chambellan au service de S. M. le roi de Suède et de Norvége, commissaire du royaume de Suède pour l'Exposition universelle.

Russie : M. V. DE POROCHINE, professeur d'économie politique.

Italie : M. le chevalier Marc MINGHETTI, député au Parlement italien, ancien président du conseil des ministres, membre correspondant de l'Institut de France.

États-Unis d'Amérique : M. Charles PERKINS.

Royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande : en l'absence de représentants désignés, S. Exc. lord COWLEY, ambassadeur de Sa Majesté Britannique à Paris; M. Henry COLE, commissaire exécutif, secrétaire de la commission de Sa Majesté Britannique pour l'Exposition universelle; M. Ph. OWEN, commissaire adjoint du Royaume uni.

Secrétaires : MM. B. DE CHANCOURTOIS, *secrétaire*, et CUMENGE, *secrétaire adjoint de la Commission impériale.*

Secrétaires des enquêtes : MM. DONNAT et F. MONNIER, *chefs de service au commissariat général.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Jury croit utile, pour la régularité de l'instruction et comme élément d'appréciation, que les demandes soient accompagnées de précis historiques et statistiques, et de tout ce qui peut caractériser l'origine, le développement et la prospérité des exploitations.

En ce qui concerne le double but du concours, l'état d'harmonie et l'état de bien-être, les candidats demeurent entièrement maîtres de choisir les meilleurs moyens de prouver qu'ils ont atteint le but, ou qu'ils s'en sont rapprochés.

Parmi les symptômes de l'état d'harmonie, on peut signaler : la longue durée de la coopération; la permanence des bons rapports ; l'absence de débats irritants relatifs aux salaires.

Parmi les symptômes de l'existence du bien-être, on peut invoquer : la formation d'une épargne relativement considérable; la propriété ou la jouissance permanente de l'habitation, avec ou sans dépendances rurales; l'alliance des travaux agricoles avec les travaux manufacturiers; les subventions et, en général, les pratiques ou les institutions ayant pour but de donner plus de stabilité à l'existence de l'ouvrier et de pourvoir aux circonstances accidentelles.

Il y aura lieu d'envisager également:

Les habitudes et les mesures ayant pour effet de laisser la mère de famille au foyer domestique, et de protéger les jeunes filles appelées au dehors par le régime du travail; les systèmes de primes, de rétribution à la tâche, et toutes autres combinaisons de salaire propres à améliorer le travail, et à stimuler chez l'ouvrier l'énergie et l'esprit d'initiative; les caisses de secours, de retraites, de participation aux assurances sur la vie, et les pratiques et institutions de tous genres tendant à améliorer la condition matérielle des ouvriers et à assurer leur avenir; les écoles et les autres institutions tendant à améliorer la condition intellectuelle et morale.

Enfin il est à propos de faire connaître les efforts qui ont été faits pour réprimer les habitudes vicieuses ou en prévenir la propagation.

Le Jury n a pas cru devoir exclure du concours les personnes ou les sociétés qui, sans être engagées dans les travaux agricoles ou manufacturiers, ont fondé des institutions durables, prospères, contribuant à établir l'harmonie et le bien-être dont il s'agit de rechercher les meilleurs exemples.

Après avoir tracé le programme du concours, le Jury a arrêté les règles suivantes concernant le mode d'instruction des demandes, le classement des candidatures et l'attribution des récompenses.

1° Un juré de la nationalité intéressée ou représentant cette nationalité fait la première instruction de la demande. Il complète les informations par tous les moyens en son pouvoir, et adresse le dossier au commissariat général, avec son avis, avant la date du 31 janvier 1867.

2° Une commission, formée de tous les membres du Jury présents à Paris, siége en permanence et procède aux enquêtes. Elle délègue, s'il y a lieu, pour chaque enquête un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

second juré désigné en dehors de la nationalité intéressée. D'après les comptes rendus des enquêtes, elle prépare le classement des candidatures admissibles.

3° Un comité de sept membres, nommé par le président, siége du 15 au 31 mars 1867, pour résumer les travaux d'instruction et d'enquête. Il établit une liste de classement de soixante candidatures rangées par ordre de mérite sans *ex æquo*, et désigne les rapporteurs chargés de soutenir ses propositions devant le Jury.

4° Le Jury, dans sa seconde session, du 14 avril au 15 mai, met en délibération la liste de classement présentée par le comité, se réservant, d'ailleurs, jusqu'au dernier moment, la faculté de remettre en ligne les demandes éliminées. Les débats, ouverts successivement sur chaque candidature, sont résumés par une liste de classement définitivement arrêtée.

5° Le Jury fixe enfin, d'après cette dernière liste, la répartition et la destination des prix, ainsi que l'attribution des mentions honorables.

Un dernier avis doit être ajouté aux renseignements précédents, qui répondent aux nombreuses questions posées par les intéressés sur les conditions du concours.

Il est nécessaire de prévenir l'effet des sentiments de réserve extrême qui ont arrêté jusqu'à ce jour la présentation de plusieurs candidatures. Le Jury rappelle donc que l'initiative des demandes n'appartient pas aux seuls concurrents. Il invite les personnes compétentes à mettre en lumière les mérites qu'elles trouveraient particulièrement dignes d'examen.

Le Jury a déjà pu, par l'étude des documents qui lui ont été adressés, apprécier l'utilité du nouveau concours. Il pense qu'en signalant les exemples de bien-être et d'harmonie sociale, les personnes auxquelles il fait appel accompliront une œuvre de bien public.

ARTS CHIMIQUES.

SUR L'APPLICATION DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE ET DE SES DÉRIVÉS A LA FABRICATION DES ENGRAIS ET A LA SALUBRITÉ DES VILLES, PAR MM. BLANCHARD ET CHATEAU.

« L'application de nos procédés permet de résoudre trois problèmes de la plus haute importance :

« 1° La conservation de l'engrais humain;

« 2° La salubrité et l'hygiène des villes;

« 3° La fixation, par voie de préci pitation pure et simple, et à froid, de l'ammoniaque libre ou faiblement combinée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Il s'agissait de fixer et de précipiter l'azote à l'état d'un composé suffisamment insoluble dans l'eau pour que la pluie ne l'enlève pas des engrais dans le cours de leur fabrication, non volatil aux plus fortes chaleurs solaires, facilement décomposable par les agents chimiques et physiques de la terre, et facilement assimilable par les végétaux.

« Or, le seul composé qui satisfasse pratiquement à ces conditions est le phosphate ammoniaco-magnésien, sel double dans lequel l'azote est à l'état insoluble et en présence de l'acide phosphorique.

« Nous avous réalisé sa production par l'emploi de l'acide phosphorique libre ou d'un phosphate acide quelconque, conjointement avec un sel de magnésie, et plus simplement par l'emploi du phosphate acide de magnésie, et mieux encore par l'emploi du phosphate acide double de magnésie et de fer.

« Nous sommes arrivés, tant par l'application industrielle des moyens connus que par des procédés nouveaux, à fabriquer et à livrer :

« 1° L'acide phosphorique libre à 35 degrés Baumé, contenant environ 300 grammes d'acide anhydre par kilogramme, au prix de $0^{f},50$ le kilogramme, produit qui n'est livré actuellement vitreux aux laboratoires qu'à des prix inabordables au point de vue de l'emploi agricole.

« 2° Le phosphate acide de magnésie liquide à 35 degrés Baumé, et le phosphate acide double de magnésie et de fer liquide à 35 degrés Baumé également, au prix de $0^{f},45$ le kilogramme. Ces deux produits contiennent environ 250 grammes d'acide phosphorique anhydre par kilogramme. Nous ferons remarquer, en passant, que ces derniers sels sont complétement inconnus dans le commerce des produits chimiques, et qu'ils ne sont même pas fabriqués pour les besoins du laboratoire. Ajoutons que la production de ces composés chimiques est en quelque sorte illimitée, attendu qu'ils sont fabriqués avec des coprolithes et des phosphates minéraux.

« On verra dans la suite de ce mémoire les applications nombreuses de ces sels, qui permettent de précipiter instantanément et à froid l'ammoniaque libre ou faiblement combinée de toutes matières ammoniacales, tout en décomposant l'hydrogène sulfuré. Les phosphates acides ci-dessus désignés peuvent être remplacés par des phosphates quelconques, neutres ou basiques, en dissolution dans les acides végétaux ou minéraux, ainsi que nous l'avons déjà spécifié ailleurs. »

§ I. *Application par voie de filtration. — Fosses mobiles inodores.*

« Nous faisons filtrer les déjections animales (liquides et solides) sur des couches de matières filtrantes, de préférence organiques, imbibées de phosphate acide double de magnésie et de fer à 35 degrés. Ces couches sont disposées horizontalement ou verticalement dans un tonnelet, sur un double fond percé de trous, ou entre une ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux plaques verticales perforées, pour permettre l'écoulement des liquides filtrés, devenus sans valeur.

« Au fur et à mesure que la filtration s'opère, les liquides, qui entrent forcément en fermentation par leur mélange avec les matières fécales solides et leur filtration lente au travers d'elles, se dépouillent en grande partie de leur azote; les parties odorantes, l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré, sont arrêtées au passage, elles peuvent donc être impunément dirigées dans les égouts.

« Nous arrivons à retirer de nos fosses mobiles des matières fécales sans odeur repoussante, suffisamment épaisses pour que, sans absorbant, elles puissent être sèches en quelques jours, et qui, soumises vertes à l'analyse, ont constamment accusé de 3 1/2 à 5 et même 7 pour 100 d'azote à l'état sec, soit 2 1/2, 3 à 4 et 5 pour 100 d'azote sur l'engrais vendable, fabriqué avec ces matières vertes, engrais dans lequel le commerce laisse ordinairement de 15 à 20 pour 100 d'humidité. »

§ II. *Application dans les fosses à demeure.*

« Ces fosses à demeure, étanches à Paris, à fond perdu dans d'autres villes, toujours des foyers permanents d'infection, que l'édilité parisienne notamment combat avec beaucoup de vigueur et d'habileté, par des moyens physiques ou par des moyens chimiques qui altèrent la valeur de l'engrais, ont leurs produits transportés dans des lieux spécialement affectés à cet usage, en un mot dans des dépotoirs qui, il faut en convenir, sont, à Paris surtout, admirablement disposés au point de vue de la propreté et de l'hygiène. Nous avons alors songé à appliquer nos moyens à ces fosses à demeure, soit en traitant les matières fécales dans les fosses mêmes, soit en les traitant après leur extraction.

« Dans les fosses à demeure, nous introduisons, à des époques fixes et au fur et à mesure qu'elles se remplissent, une quantité déterminée de notre phosphate acide double de magnésie et de fer étendu d'eau, et en rapport bien entendu avec la capacité de la fosse et le temps que la fosse met à s'emplir.

« Agissant ainsi, nous obtenons une désinfection continue, permanente. Rien ne se perd; les doubles décompositions ont le temps de s'effectuer, l'urée a le temps de se décomposer, et le phosphate ammoniaco-magnésien a le temps de se produire et de se déposer.

« Lors de la vidange d'une fosse ainsi traitée, la matière extraite donne un engrais qui, lorsque l'opération a été bien conduite, dose jusqu'à 7 à 8 pour 100 d'azote à l'état sec. »

§ III. *Applications diverses du phosphate acide double de magnésie et de fer. — Production industrielle du phosphate ammoniaco-magnésien.*

« Il nous reste, pour terminer l'exposé de nos travaux, à décrire succinctement les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

applications spéciales de notre phosphate acide de magnésie et de fer, dont l'emploi nous permet, ainsi que nous l'avons déjà dit, de réaliser d'une manière pratique les idées et les vues de M. Boussingault sur la production industrielle du phosphate ammonico-magnésien, et l'avenir réservé à ce composé en agriculture.

« 1° *Application sur les urines humaines et animales, l'eau de gaz, etc.* — L'urine ou l'eau de gaz introduite dans de grands bacs en bois, en tôle ou en maçonnerie étanche, est additionnée simplement à froid de phosphate acide double de magnésie et de fer à 35 degrés Baumé.

« En opérant sur 100 litres d'urine humaine fraîche, il n'y faut verser que 2 à 3 kilogrammes de notre phosphate acide double pour obtenir 5 à 6 kilogrammes de précipité humide (c'est-à-dire contenant de 15 à 20 pour 100 d'humidité). Pour les urines putréfiées, très-ammoniacales, on obtient environ 7 kilogrammes de précipité humide. Avec l'urine des animaux de ferme, les *purins* par exemple, le poids du dépôt atteint ce chiffre, et le précipité est plus riche en azote que celui obtenu avec les urines humaines.

« 2° *Application du procédé au traitement d'autres matières azotées.* — Comme sources d'azote, l'urine et l'eau de gaz sont les seules matières qui, traitées par nos moyens, peuvent donner à l'agriculture, d'une manière continue, le phosphate ammoniaco-magnésien presque pur, si préconisé par M. Boussingault.

« Cependant d'autres matières, principalement des résidus de fabriques dans lesquelles se travaillent des substances azotées animales ou végétales, peuvent aussi fournir, par une voie détournée, des quantités assez considérables de phosphate ammoniaco-magnésien impur. Nous voulons parler des eaux de fabriques de colle d'os et de gélatine; des eaux sures des amidonniers, féculeries, etc.; des eaux si infectes du rouissage du lin, du chanvre, etc.; des eaux d'égouts et autres immondices des villes, etc., etc.

« Toutes ces matières, traitées, seules ou mieux mélangées, par le phosphate acide double de magnésie et de fer, sont désinfectées par suite de la fixation des composés ammoniacaux qu'elles renferment et de la décomposition des produits sulfurés.

« 3° *Conservation des fumiers, des guanos et autres engrais putrescibles.* — Nous terminerons cet exposé en signalant une autre application de notre phosphate acide double de magnésie et de fer, qui n'est pas sans importance. Nous voulons parler de la fixation des composés ammoniacaux volatils des fumiers de ferme, et en général des engrais facilement putrescibles, surtout ceux où l'azote se transforme facilement en carbonate d'ammoniaque, dont la volatilisation souvent rapide fait perdre à ces engrais leur richesse initiale, et par suite leur valeur. Tels sont les guanos, les engrais de viande, les poudres d'os frais et dégélatinés, le sang desséché ou coagulé, etc. Pour les fumiers de ferme, nous proposons, au lieu d'effectuer les arrosements à l'eau pure ou avec les urines, d'effectuer ceux-ci avec de l'eau contenant du phosphate double ou mieux avec les purins traités préalablement par ce produit. Pour les fumiers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faits, c'est-à-dire arrivés au moment où ils dégagent du carbonate d'ammoniaque, le même arrosement arrêterait la déperdition, tout en les enrichissant d'acide phosphorique. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Moyen de prévenir la fracture des cheminées en verre, dans les lampes à huile de pétrole. — L'expérience a fait reconnaître généralement que l'éclairage à l'huile de pétrole est rendu notablement plus cher par les nombreuses fractures des cylindres en verre, que l'on a vainement cherché à remplacer par d'autres appareils moins fragiles.

Le moyen le plus simple de prévenir ces fractures consiste à entourer la cheminée en verre d'une autre cheminée semblable, mais ayant un diamètre de $0^m,020$ à $0^m,025$ de plus. Il va sans dire que le cylindre extérieur doit reposer sur une base qui ne laisse circuler entre les deux verres aucun courant d'air appréciable.

La flamme de pétrole, plus lumineuse que les autres flammes, dégage aussi plus de calorique rayonnant, et chauffe tellement la cheminée que celle-ci ne peut résister qu'à la condition de n'éprouver aucun refroidissement brusque ou inégal. Aussi, pour les lampes d'étude ou d'appartement, la cheminée, même avec l'huile de pétrole, dure autant qu'avec l'huile ordinaire. Mais, partout où existe un courant d'air actif, dans les grandes salles, les vestibules, les rues, les cours des chemins de fer, on casse tant de cylindres que beaucoup de personnes songent à reprendre l'éclairage à l'huile ou au gaz.

Les lanternes mêmes ne préservent pas complétement leurs cylindres, parce qu'elles ferment mal, et que, d'ailleurs, la lanterne la mieux close doit être ouverte quand on veut l'éteindre, ce qui produit un refroidissement brusque dans son intérieur.

L'efficacité du moyen proposé est facile à comprendre. L'air existant entre les deux cylindres atténue l'effet des différences brusques de température, et l'on n'a point à craindre la fêlure du cylindre extérieur qui ne s'échauffe que médiocrement.

(*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Moyens pour reconnaître l'alcool de betterave et l'affranchir du goût d'empyreume, par M. le docteur Artus. — Pour savoir si un alcool donné provient de la betterave, il faut en mêler 3 parties avec 1 partie d'acide sul-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

furique concentré, et observer si le liquide devient rose. On peut aussi mettre dans une capsule une petite quantité de solution concentrée d'hydrate de potasse, que l'on chauffe jusqu'à l'ébullition ; puis on y verse un peu de l'alcool à essayer, qui, s'il provient de la betterave, exhale aussitôt une odeur repoussante.

Pour enlever celle d'empyreume, on ajoute à 50 kilog. d'alcool $0^k,046$ de soude caustique et $0^k,031$ de manganate de potasse dissous dans la moindre quantité d'eau possible, en ayant soin d'agiter fortement l'alcool, pendant que l'on opère le mélange. On soumet ensuite le liquide à une nouvelle distillation. L'auteur a obtenu ainsi un alcool de betterave exempt de goût et d'odeur désagréables.

(*Artus' Vierteljahresschrift für technische Chemie,* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 novembre 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Jonquet*, rue des Bourguignons-Saint-Marcel, 15, à Paris, soumet à la Société les diverses inventions qu'il a faites pour perfectionner l'art de parer et travailler les peaux, et demande un secours pour l'aider à payer une annuité de brevet. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Benoît Millot* fils, constructeur-mécanicien à Gray, demande à la Société des médailles de contre-maîtres pour trois ouvriers de sa fabrique. (Renvoi à la commission spéciale.)

M. *Caillat*, boulevard du Prince-Eugène, 26, présente une encre pour concourir au prix Alexandre. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Flamm*, à Phlin (Meurthe), soumet à l'examen de la Société une scie articulée pour couper les branches des arbres et les troncs des futaies. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Poncherol*, à Nîmes (Gard), adresse le résultat de ses observations sur l'emploi de l'huile de pétrole. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Becker*, à Genève, représenté à Paris par M. *Schily*, rue Saint-Quentin, 14. — Appareil pour renouveler et purifier l'air. (Renvoi au même comité.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Guillot*, rue du Faubourg-Saint-Antoine, 23.—Nouveau propulseur pour bateau à vapeur et autres. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. *Lebesnerais*, rue Berzélius, 30, à Batignolles. — Système de fermeture pour devanture de boutiques. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Jacquet*, rue de Strasbourg, 19. — Réclamation au sujet d'une communication faite par M. *Godin-Lemaire* sur le fer émaillé. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

BIBLIOGRAPHIE. — *Traité des matières colorantes*, par M. *Schutzenberger*, offert par l'auteur et les éditeurs, *V. Masson et fils*.

Mémoires de l'Académie d'Arras.

Des livres utiles et du colportage, par M. *de l'Etang*, br.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Pâtes alimentaires*. — M. *Duchesne* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur la fabrique des pâtes alimentaires de M. *Camille Groult* jeune, à Vitry (Seine). Les conclusions de ce rapport sont que des remercîments doivent être adressés à M. *Camille Groult* pour sa communication, et que le rapport doit être inséré au *Bulletin*. (Voir plus haut, p. 727.)

Impression des châles. — M. *Alcan* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les moyens spéciaux employés par M. *Wulverick* pour imprimer les châles de laine et sur les progrès apportés dans son établissement de Deville-les-Rouen. Le comité propose de remercier M. *Wulverick* de ses très-intéressantes communications et d'insérer le rapport au *Bulletin* de la Société avec des croquis des appareils mentionnés. (Adopté.)

COMMUNICATIONS. — M. *Bertsch*, membre du conseil d'administration, fait à la Société la description de son *électrophore continu*, nouvelle machine à électricité statique, et en expose la théorie. Il fait ensuite avec cet appareil plusieurs expériences qui en montrent toute la puissance et les propriétés particulières.

Le Conseil écoute ces détails avec le plus grand intérêt, et M. le président exprime à M. *Bertsch* les remercîments de l'assemblée pour cette intéressante communication; il demande, en outre, qu'une note où elle soit détaillée soit déposée sur le Bureau pour être insérée au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil.

M. l'abbé *Moigno* présente, au nom de M. *Becker*, demeurant à Bordeaux, 1° un nouveau système pour l'emballage des bouteilles avec des anneaux en caoutchouc; 2° un bouchon donnant une fermeture hermétique.

M. l'abbé *Moigno* présente aussi, au nom de M. *Lavater*, un nouveau système de patère adhésive.

Ces communications sont renvoyées à l'examen du comité des arts économiques.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Wagener*, négociant à Paris;

William Burys, fabricant à Sheffield;

Mathieu, fabricant d'instruments de chirurgie, à Paris;

Bellenger, fabricant de tissus métalliques, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 28 *novembre* 1866.

Présidence de M. *Amédée-Durand*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Olivier*, rue du Pot-au-Lait, 5, à la Glacière, présente un nouveau genre de briques, combiné de manière à augmenter la solidité des constructions. (Comité des arts économiques.)

M. *Peillard*, capitaine de gendarmerie, à Tarbes, transmet une brochure où il a développé les avantages du nouveau système de ferrure des chevaux qu'il a inventé, et il demande l'examen de la Société. (Comité d'agriculture.)

M. *Dubois*, carrossier à Niort, présente un mécanisme qu'il nomme régulateur de la carrosserie. (Comité des arts mécaniques.)

M. *de Nabat*, rue Chaptal, 39, à Champerey-Neuilly, sollicite l'examen, par la Société, d'une tondeuse perfectionnée pour les chevaux. (Comité d'agriculture.)

M. *Kessler*, rue Eugénie, 11, à Champerey-Neuilly, envoie une description détaillée de son procédé pour la gravure mate sur verre et demande l'examen de la Société. (Comité des arts chimiques.)

M. *Carré*, rue de l'Arc-de-Triomphe, 39, demande que la Société veuille bien examiner ses appareils pour les lits de malade et notamment son dossier de repos mécanique. (Arts économiques.)

M. *Marchand*, rue des Fossés-Saint-Victor, 12, présente un brûloir à café, dit *brûloir-vanneuse*, dont il est l'inventeur. (Même comité.)

M. *Brand*, rue Lalande, 14, à Montrouge, présente un système de machine dit *atmosphérique*, mis en jeu par l'air comprimé. (Arts mécaniques.)

M. *Dodé*, inventeur d'un procédé pour le métallisage des glaces par le platine écrit pour dire que le rapport sur son invention (1) l'a, par erreur, présenté comme ayant cédé ses brevets à MM. *Creswel* et *Tavernier*. (Arts chimiques.)

M. *Godin-Lemaire*, manufacturier à Guise, écrit pour réclamer contre l'opposition faite par M. *Jacquet*, avec lequel il est en procès, à ce que ses procédés et son établissement soient l'objet d'un examen de la part de la Société. Ce procès est tout à fait étranger aux titres et droits d'invention que M. *Godin-Lemaire* a pour ses procédés de fabrication. (Comités des arts chimiques, économiques et du commerce.)

M. *Tréboul*, rue Popincourt, 66, écrit pour faire connaître à la Société que l'emploi de l'acide sulfureux pour la conservation des pommes de terre ne permet pas, à la vérité, d'empêcher la désorganisation des pommes de terre malades, comme il le pensait, mais qu'il fournit un moyen sûr de distinguer les pommes de terre saines à employer pour semis, parce qu'il précipite la désorganisation des pommes de terre infectées. (Comité d'agriculture.)

---

(1) Voir *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 526.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Ogereau,* ancien membre du Conseil général des manufactures, rue des Petites-Écuries, 26, propose trois ouvriers de sa fabrique pour des médailles de contre-maître. (Commission spéciale.)

M. *Bauce,* rue Véron, 27, demande une première annuité de brevet pour des découvertes pour la teinture au grand teint. (Arts chimiques.)

M. *Lacaussade,* conservateur de la bibliothèque des sociétés savantes, au Ministère de l'instruction publique, demande pour cette bibliothèque les années du *Bulletin* de la Société postérieures à 1861 et propose pour l'avenir l'échange du *Bulletin* contre la *Revue des sociétés savantes.* (Commission du *Bulletin.*)

M. *Demond,* directeur de l'école communale supérieure, à Orléans, propose à la Société d'encouragement de créer une école industrielle et offre ses soins pour l'organisation de cette école. (Renvoi au Bureau.)

M. *Bellier,* ingénieur civil, chef de la division centrale du chemin de fer du Midi, rue du Loup, 57, à Bordeaux, envoie des documents sur l'application des assurances sur la vie au personnel du chemin de fer du Midi, et demande l'appui de la Société et de son président pour cette œuvre éminemment morale. (Comité de commerce.)

M. *Alexandre Jaille,* rue Grande-Horloge, à Agen, fait connaître les qualités de l'engrais qu'il fabrique et demande l'appui de l'Administration française pour des établissements comme le sien. (Comité d'agriculture.)

M^elle^ *Levavasseur,* place de la Halle, 2, à Choisy-le-Roi, demande une première annuité de brevet pour un nouveau genre de dessin nommé *fumitrace.* (Commission des beaux-arts.)

M. *Blanchard,* rue de Trévise, 13, fait connaître les résultats obtenus en grand dans la désinfection des fosses par le phosphate double de magnésie et de fer. (Arts chimiques.)

M. *Bellier,* rue du Loup, 57, à Bordeaux, envoie des documents sur les écoles gratuites pour les enfants des employés et agents de la compagnie du chemin de fer du Midi, établies par cette compagnie à Morcenx (Landes). Une maison d'école coûtant 35,700 fr., y compris la valeur du terrain, la chapelle et la sacristie, les salles et leur mobilier et le logement des instituteurs, reçoit 90 élèves des deux sexes, dirigés par un instituteur et sa femme, dans des locaux séparés et convenablement appropriés. Les élèves sont transportés par les trains gratuitement le matin d'une distance qui atteint 27 kilomètres et sont renvoyés de même le soir à leurs familles. Les enfants étrangers à l'administration sont admis à l'école moyennant 2 fr. par mois et sont transportés, eux aussi, par les trains, à un prix d'abonnement qui varie, suivant les distances, de 3 à 7 fr. par mois. (Renvoi au comité de commerce.)

M. *Combes,* secrétaire de la Société, fait connaître, au nom de M. *Galibert,* un perfectionnement qui a été apporté récemment à ses appareils pour pénétrer dans une atmosphère irrespirable. Le réservoir d'air que porte l'opérateur est en toile préparée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et d'un grand volume, au lieu d'être en peau et de petite dimension. L'imperméabilité est très-grande, et un tuyau flexible double venant à la bouche permet une circulation facile de l'air, laquelle peut être arrêtée à volonté par une simple flexion des tuyaux. Cet appareil léger et portatif permet de séjourner pendant vingt minutes, sans aucun danger, dans un air irrespirable. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie à la Société deux exemplaires du LIV^e^ vol. des *Brevets d'invention* et deux exemplaires des n^os^ 7 et 8 du *Catalogue des brevets pris en* 1866.

M. *Alcan*, membre du Conseil, présente, au nom des auteurs, MM. *Édouard Gand* et *Edmond Sée*, un *Traité sur la coupe des velours de coton*. Cet ouvrage fait suite au *Traité sur la fabrication du velours de coton*, publié, il y a quelques années, par M. *Gand*, et qui a été analysé dans le *Bulletin* de la Société, t. XI, 1864, p. 703. Cette nouvelle publication, ornée de 177 figures, expose avec une clarté remarquable les divers moyens délicats par lesquels on arrive à exécuter la grande variété des dessins de coton. Il est impossible d'être plus précis, plus clair et plus méthodique que ne l'ont été les auteurs dans leurs descriptions. Des traités de ce genre auront non-seulement pour résultat de faire progresser la spécialité en vue de laquelle ils sont publiés, mais aussi d'agrandir de plus en plus le domaine, encore trop circonscrit, de la science technologique des arts textiles.

M. le comte *du Moncel*, membre du Conseil d'administration, envoie à la Société un exemplaire de la 5^e^ édition de son ouvrage sur l'appareil d'induction de *Ruhmkorff* et ses applications.

Rapport sur les expériences faites sur le chemin de fer à petites courbes de Saint-Michel à Suze par MM. les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines.

M. *Turgan*, membre de la Société, envoie la 6^e^ série de l'ouvrage qu'il a publié sur les grandes usines de France. Ce volume contient les descriptions du Creuzot, de la fabrique des eaux-de-vie de Cognac, de la filature de soie de M. *Blanchon*, des ardoisières d'Angers, de la tuilerie de Monchanin, de la fabrique d'acier fondu de M. *F. Krupp*, des forges impériales de la marine, des dentelles du Puy, de la fabrique d'aiguilles de M. *Schumacher*, des caves de Roquefort, des fabriques d'aluminium et de bronze d'aluminium.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Machine locomobile.* — M. *Tresca* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur la machine locomobile à moteur rotatif de M. *Molard*, de Lunéville. Après un rapide historique des machines à vapeur rotatives, le rapporteur indique l'emploi qu'en a fait M. *Molard* et les additions qu'il y a apportées. Il mentionne les essais exécutés sur une machine présentée à son examen, lesquels ont montré que la chaudière en était la partie la moins avantageuse, et il montre que cette machine, d'un très-petit volume, peut être employée avec autant d'avantage que la plupart des locomobiles actuelles; il demande, au nom du comité,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que M. *Molard* soit remercié des communications qu'il a faites à ce sujet à la Société, et que le rapport soit inséré au *Bulletin* avec le dessin de la machine. (Approuvé.)

Sonde-thermomètre. — M. *Chatin* lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur la sonde thermométrique destinée à faire connaître la température des couches des jardins, des fumiers, terreaux, meules de foin, etc. Cet instrument, formé d'un thermomètre ordinaire, enfermé dans une enveloppe cylindrique et conique en fer-blanc, exige un peu de lenteur dans l'observation, mais il peut rendre de grands services. Seulement il faut remarquer que les divisions devraient être plus visibles et plus inaltérables que celles de l'instrument d'essai qui est en bois. Le rapporteur propose de remercier l'auteur de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

COMMUNICATION. — A la fin de la séance, M. *Dubois,* carrossier à Niort, a la parole pour faire connaître un appareil pour l'établissement des dessins de carrosserie, de manière à prévoir à l'avance, avec une grande exactitude, les effets qui dériveront après l'exécution des dispositions adoptées pour le plan d'une voiture. (Arts mécaniques.)

NOMINATION DE MEMBRES. — MM. *Mangeot* frères, facteurs de pianos à Nancy, sont nommés membres de la Société.

Séance du 12 *décembre* 1866.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — S. Exc. M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* demande, pour le comité consultatif des arts et manufactures, un modèle du compas pour la tonnellerie, inventé par M. Ravinet.

M. *Chambon-Lacroisade,* 179, rue du Faubourg-Saint-Denis, appelle l'attention de la Société sur les fourneaux pour fers à repasser qu'il a construits et sur leurs avantages économiques et hygiéniques. (Comité des arts économiques.)

M. *Dessoye* adresse un mémoire sous forme de réclamation sur l'unité de la numération à la suite des communications du mois dernier. (Il sera répondu que ce sujet purement scientifique ne concerne en rien la Société d'encouragement, et M. *Dessoye* sera invité à retirer les diverses pièces qu'il a présentées à ce sujet à la Société.)

M. *Joseph Collas,* rue du Château-des-Rentiers, 35, demande une première annuité de brevet pour des inventions relatives à la ventilation. (Arts mécaniques.)

M. *Guiot* demande un secours pour la construction de quelques spécimens du baromètre thermoscopique qu'il a inventé. (Arts économiques.)

M. *Danty-Lanusse,* à Salies (Basses-Pyrénées), demande une indemnité pour faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

connaître un moyen de guérir la maladie de la vigne et de la pomme de terre. (Comité d'agriculture.)

La *Société de géographie* donne connaissance de la souscription qu'elle a ouverte pour l'exploration de l'Afrique centrale par M. *Le Saint* et demande l'appui de la Société d'encouragement. (Renvoi au Bureau.)

M. *Eugène Blot*, statuaire à Boulogne-sur-Mer, demande l'appui de la Société pour être admis à l'Exposition universelle soit dans la classe 8, soit dans la classe 17. (Arts plastiques.)

M^me^ *Mignard-Billinge* demande à être appuyée pour l'obtention d'un bureau de tabac qu'elle sollicite, comme veuve d'un des industriels les plus recommandables, et l'un des membres de la Société d'encouragement les plus dignes de considération. (Renvoi au Bureau et à la commission des fonds pour la distribution du legs *Bapst*.)

M. *Dusart* envoie un paquet cacheté, comprenant la description de procédés pour la préparation de couleurs propres à la teinture, et demande que la Société veuille bien en accepter le dépôt. (Ce dépôt est accepté, mais il sera écrit à M. *Dusart* qu'il ne peut en aucune façon lui garantir aucun droit de priorité.

M. *A. Brachet* écrit pour compléter les communications qu'il a déjà faites sur son appareil binoculaire appliqué au diorama. (Arts économiques.)

M. *Delagrave*, gérant du journal *l'Institution*, fait connaître la souscription ouverte par un comité spécial pour faciliter aux instituteurs les moyens de visiter l'Exposition universelle et annonce que les souscriptions seront reçues dans ses bureaux, rue des Ecoles, 78.

M. *E. Blavier* fait hommage à la Société de son nouveau *Traité de télégraphie électrique*, 2 vol. in-8°, Paris, *Eugène Lacroix*, édit.

Compte rendu de l'assemblée générale des correcteurs d'épreuves typographiques, tenue le 1^er^ novembre 1866, dans la salle de la Société d'encouragement.

Note sur les roues de bennes de Saint-Éloy, par M. *Lombard*, directeur des mines de Graissessac.

Note sur la perforation des roches par le diamant, par M. *Ordinaire de Lacolonge*.

Bulletin de la Société d'encouragement de Prusse, contenant la traduction allemande d'un mémoire, rédigé en anglais, sur la fabrication des sels de soude et de potasse en Prusse.

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. *Gaultier de Claubry* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur les procédés employés par MM. *Guesnier* et *Plichon* pour recouvrir la fonte grise d'une couche de fonte blanche. Ces procédés, qui s'appuient sur la température de fusion moindre pour la fonte blanche que pour la fonte grise, qui permet à cette dernière de se souder avec la première moulée peu de temps auparavant, pourraient être appliqués à la jonction d'autres métaux, comme des essais des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inventeurs l'ont montré ; le comité propose de remercier MM. *Guesnier* et *Plichon* de leur communication et d'ordonner l'insertion, dans le ***Bulletin***, du rapport et des figures qui le complètent. (Adopté.)

M. *Tresca* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport fait par M. *Callon* sur les perfectionnements du métier à tisser de M. *Gerber-Ulrich*, de Sainte-Marie-aux-Mines. Par une disposition très-simple, ce métier, dit *métier à double chasse*, peut tisser simultanément deux étoffes superposées, avec un seul battant, un seul peigne et un seul harnais de lisses, garnies chacune de deux maillons; le rapporteur propose de remercier M. *Gerber-Ulrich* de sa communication et d'ordonner l'insertion du rapport au ***Bulletin*** de la Société. (Adopté.)

M. *Pihet* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les clefs présentées par M. *Baudet*, qui font connaître si les serrures auxquelles elles s'adaptent sont ouvertes ou fermées. Sans attacher à cette invention plus d'importance qu'elle n'en comporte, le rapporteur constate qu'elle a le mérite d'une simplicité incontestable et qu'elle peut être très-utile dans plusieurs circonstances; il propose de remercier M. *Baudet* de sa communication et d'insérer le rapport au ***Bulletin***, avec les descriptions et dessins nécessaires pour faire connaître ce système. (Adopté.)

COMMUNICATIONS. — M. *Carré* a la parole à la fin de la séance pour développer devant le Conseil les divers usages des appareils qu'il a inventés pour les lits des malades.

Le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 26 *décembre* 1866.

Présidence de M. le sénateur *Dumas*, Président.

CORRESPONDANCE — M. *Wilhem Kühlervein*, à Francfort-sur-le-Mein, demande le programme du prix fondé par M. *Alexandre* pour la fabrication de l'encre.

M. *Julien Cau*, rue Napoléon, 20, à Carcassonne, envoie une brochure sur l'emploi de l'huile de pétrole et sur les moyens qu'il propose pour éviter tout danger pendant cet emploi.

M. *Billet*, à Duvy, demande que la Société fasse visiter par une commission ses cressonnières de Gonesse et de Duvy, qui ont acquis maintenant une grande importance et dont la valeur dépasse 700,000 francs. (Comité d'agriculture.)

M. le *Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics* envoie deux exemplaires du n° 9 du *Catalogue des brevets d'invention pris en* 1866. (Dépôt à la bibliothèque.)

M. *Fillon* demande à la Société un secours et énumère les divers titres qu'il croit avoir à cette faveur; il rappelle, entre autres, cinquante ans passés par lui en re-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cherches pour le perfectionnement des métiers Jacquart. (Bureau et commission des fonds.)

M^me^ *Denaux*, veuve d'un ancien élève de l'École des mineurs de Saint-Étienne, inspecteur du matériel des chemins de fer, demeurée veuve avec cinq enfants, sans droits à la retraite, demande un secours.

A l'occasion de cette demande, M. le *Président* rappelle que de pareilles sollicitations ne peuvent avoir d'effet qu'autant que les pères ou maris des demandeurs ont produit des œuvres ayant causé une modification importante dans l'industrie, ou des inventions notables les recommandant d'une manière spéciale au point de vue de l'utilité publique. Les fonds de la Société ne peuvent pas, en effet, être employés au soulagement d'infortunes, très-dignes d'égards sans doute, mais qui l'écarteraient du but pour lequel elle a été instituée. (Renvoi au Bureau pour répondre en ce sens.)

M. *Bournel*, auteur d'un hydromoteur perpétuel, écrit pour retirer les pièces concernant son invention, qu'il avait adressées en communication. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Mauban*, rue Saint-Severin, 4, demande que la Société paye pour lui la deuxième annuité du brevet qu'il a pris pour son alcoomètre thermométrique. (Comité des arts économiques.)

M. *Rous* présente une machine à multiplier très-simple. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

M. le *Président* fait remarquer, à l'occasion de ce renvoi, que M. Rous est un homme recommandable, qui a fait ses preuves en restaurant ou organisant les fabriques d'artillerie du roi de Perse et contribuant ainsi à étendre l'influence de la France et de son industrie dans cette contrée.

M. *Dubreuil*, rue des Quatre-Fils, 8, demande à la Société de faire examiner ses machines pour la fabrication des clous dorés pour ameublements, suivant un nouveau système. (Arts mécaniques.)

M. le colonel *Paulin*, rue du Bac, 90, propose un nouveau mors pour arrêter les chevaux emportés. (Comité d'agriculture.)

M. *Toussaint*, à Londres, Carrier street, W. 3, envoie une brochure et des considérations sur les lacunes scientifiques ou mémorandum de la vie spirituelle éternelle.

M. *Thomas*, rue Pajol, 34, Paris-la-Chapelle, auteur d'une proposition pour l'établissement d'une machine hydraulique perpétuelle, annonce qu'il a construit un modèle sur lequel on pourra faire des expériences. (Arts mécaniques.)

MM. *Roge* et *Millet* réclament le rapport sur une machine à cintrer les rails qu'ils ont présentée à la Société, renvoyée au comité des arts mécaniques. (Arts mécaniques.)

M. *J. Sabatier*, à Salindre (Gard), demande l'appui du président de la Société en faveur de son industrie consistant en modèles d'établissements et de machines à montrer au public.(Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. l'*Économe* du lycée impérial d'Auch propose d'employer la fibre du pédoncule du fruit du platane parvenu à sa maturité, comme matière textile. (Arts économiques.)

M. *W. Marshall*, au nom de l'Association des *Mechanical Engineers* de Birmingham, annonce que cette association fait échange de ses publications avec le *Bulletin* de la Société d'encouragement et envoie les publications faites depuis 1860. (Renvoi à la commission du *Bulletin*.)

Les Insectes, par *Louis Figuier*, 1 vol. grand in-8°, illustré de 605 figures. Paris, 1867. Hachette, éditeur. (Dépôt à la bibliothèque.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. *Le Roux* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les perfectionnements que M. *Serrin* a apportés à son appareil pour le règlement des charbons dans l'éclairage électrique. Les conclusions de ce rapport sont : 1° qu'il y a lieu de remercier M. *Serrin* de ses communications en le félicitant de son intelligence à retoucher tout ce qui pouvait amener son appareil à l'état de perfection où il se trouve aujourd'hui; 2° d'insérer le rapport au *Bulletin* avec des dessins et des légendes représentant les organes de détail qui différencient le nouvel appareil de ceux précédemment décrits. (Adopté.)

M. *Legentil* lit, au nom du comité du commerce, un rapport sur la communication faite à la Société par MM. *Gillou* fils et *Thorailler* sur l'industrie des papiers peints et les procédés qu'ils emploient. — Après avoir fait un historique sommaire de cette industrie, le rapporteur fait connaître par des chiffres toute l'extension qu'elle a prise dans ces dernières années grâce à l'intervention des machines; il donne le détail des espèces d'ouvriers qui y sont occupés et du mode de leur emploi en prenant pour type la fabrique de MM. *Gillou* fils et *Thorailler;* et après être entré dans quelques détails sur les embarras que la main-d'œuvre cause dans ces ateliers nombreux, et sur les crises malheureuses pour les ouvriers eux-mêmes qui en résultent, il montre les moyens que les auteurs de la communication emploient pour écarter ces difficultés; ils consistent dans une bonne et juste administration d'une part et dans l'emploi toujours plus étendu des machines. Le résultat de leurs soins a été une industrie très-étendue produisant des quantités considérables de produits à un bon marché qu'on n'aurait pas osé espérer auparavant, et un ordre convenable dans leurs ateliers. Les conclusions de ce rapport sont qu'il y a lieu d'adresser à MM. *Gillou* fils et *Thorailler* des remercîments pour leur intéressante communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

M. *Gaultier de Claubry* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur des imitations de pierres précieuses et imitations d'aventurine et de lapis qui sont l'objet de l'industrie de M. *Bon*. — Le rapporteur montre à quel point de perfection l'aventurine, le lapis, les strass de diverses couleurs sont fabriqués par lui. Il propose de remercier M. *Bon* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

M. *Gaultier de Claubry* lit, au nom du même comité, un rapport sur l'appareil

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présenté par M. *Havrez* pour faciliter la lixiviation méthodique. — Après avoir montré les difficultés que cette opération entraîne avec elle dans les appareils actuels, le rapporteur montre comment, par l'emploi d'un seul robinet, M. *Havrez* est parvenu à faire une lixiviation complète dans un espace considérablement réduit. Il montre des extraits de bois de teinture faits avec cet appareil chez M. *Cloez*, à Saint-Denis, dans des conditions où l'élévation de température aurait rendu les autres appareils d'un difficile emploi. Le rapporteur conclut en demandant que des remercîments soient adressés à l'auteur de cette communication et que le rapport soit inséré au *Bulletin*.

M. le *Président* fait remarquer que l'invention de M. *Havrez* consiste surtout dans l'emploi d'un robinet multiple qui facilite le lavage méthodique, mais qu'elle n'a pas pour objet de toucher à l'essence même du procédé dont elle facilite seulement l'emploi dans tous les cas et aussi dans certains cas compliqués. Mais il lui semble qu'on ne peut pas parler de ce sujet important, qui a une si grande place dans l'industrie actuelle, sans rappeler que c'est Lavoisier qui, le premier, a organisé en grand ce lavage méthodique dans ses *Instructions sur les nitrières artificielles*. C'est à lui que l'on doit revenir aussi pour le principe de la distillation méthodique, et il aurait voulu que le rapport contînt la mention de cette origine toute à la gloire des savants français, des procédés si utiles employés partout dans l'industrie.

M. le *Rapporteur* en fera mention dans le rapport, dont les conclusions sont adoptées par le Conseil.

M. *Le Roux* lit, pour M. *Priestley*, un rapport fait, au nom du comité des arts économiques, sur l'ouvrage publié par M. *Tarnier* pour l'enseignement du système métrique dans les écoles. Le livre de M. *Tarnier* est l'objet des éloges du rapporteur, qui le croit utile pour l'enseignement, quoique les tableaux de mesures ne soient pas tous à la même échelle. Il propose, en conséquence, de remercier l'auteur de la communication qu'il en a faite à la Société et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

M. *Le Roux* lit encore, pour M. *Priestley*, au nom du même comité, un rapport sur les appareils de M. *Chambon-Lacroisade* pour chauffer les différentes espèces de fers à repasser. Le rapporteur rappelle que la Société a été déjà entretenue, en 1862, de ces appareils, qui ont valu à leur auteur une des distinctions qu'elle accorde aux inventions utiles. Depuis cette époque, cette industrie s'est largement développée ; plusieurs milliers d'appareils sont en activité. Ils ont maintenant la sanction d'une expérience faite sur une grande échelle et ont reçu divers perfectionnements qui améliorent leur emploi. Le rapporteur propose de féliciter M. *Chambon-Lacroisade* des perfectionnements qui ont amené l'extension industrielle de ses appareils et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Pietro Jaboni*, manufacturier, à Rome.

Burin-Dubuisson, pharmacien, à Paris.

Le Conseil se forme en comité secret.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS ADMIS EN 1866

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Bella, directeur de l'École d'agriculture de Grignon.
Ball (Charles), ingénieur civil, à Paris.
Barthe, Directeur général des ventes de la compagnie houillère d'Ahun, à Paris.
Blandin, ingénieur, à Doignies.
Baudet, facteur de pianos, à Paris.
Bellenger, fabricant de tissus métalliques, à Paris.
Belliard, entrepreneur de menuiserie, à Paris.
Bataille, à Cherbourg.
Burton (Arthur), négociant, à Paris.
Blot, statuaire, à Boulogne-sur-mer.
Burin-Dubuisson, pharmacien, à Paris.
Burys (William), fabricant d'acier, à Sheffield.
Collin, négociant, à Paris.
Cabourg, fabricant de chaussures, à Paris.
Calon (Paul), consul de Danemark, à Paris.
Crétin (Gabriel), négociant, à Paris.
Clermont (Othon *de*), négociant, à Paris.
Castelhaz, fabricant de produits chimiques, à Paris.
Claes, ingénieur-conseil, à Paris.
Commines de Marcilly, ingénieur des mines, à Amiens.
Courcier, négociant, à Vincennes.
Campi (le comte Joseph), à Signa (Toscane).
Dufrené, ingénieur civil, à Paris.
Directeur de la Sourdière, à Paris.
Directeur général des mines d'Anzin.

MM.

Doyen de la Faculté des sciences, à Lille.
Fayères (comte *des*), ancien secrétaire d'ambassade, à Paris.
Fuchs, ingénieur des mines, à Paris.
Goupil de Prefeln, à Paris.
Groult jeune, fabricant de pâtes et farines alimentaires, à Paris.
Gaiffe (A.), constructeur d'instrument de physique, à Paris.
Girard, chimiste, à Paris.
Giroud, ancien notaire, à Paris.
Grootaert, fabricant de chaussures, à Paris.
Gantillon, apprêteur sur étoffes, à Lyon.
Hugon, ingénieur, à Paris.
Haffner aîné, fabricant de coffres-forts, à Paris.
Hahm (Henry), sous-directeur de la maison Burys et comp., à Sheffield.
Heuzé, professeur à l'École d'agriculture de Grignon.
Jaboni (Pietro), manufacturier, à Rome.
Landon-Lemercier, négociant, à Paris.
Lemeant, propriétaire, à Paris.
Méricant, fabricant de coutellerie, à Paris.
Mathieu, fabricant d'instruments de chirurgie, à Paris.
Mangeot frères, facteurs de pianos, à Nancy.
Martin-Riess, fabricant, à Dieuze.
Maréchal (Raphaël), peintre verrier, à Metz.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM.

Pegard, graveur, à Paris.
Planté (Gaston), chimiste, à Paris.
Porlier, chef de bureau au ministère de l'agriculture du commerce, etc.
Petitjean (Jules), mécanicien, à Lima.
Rabreau, négociant, à Paris.
Ronnelle, architecte, à Cambrai.
Sublet (Alexandre), négociant en métaux, à Paris.
Ser, professeur de physique à l'Ecole centrale.
Samain, constructeur-mécanicien, à Blois.

MM.

Steenberg (Ant.), éditeur, à Copenhague.
Tisserand, chef de division au ministère de la Maison de l'Empereur.
Tailbouis, fabricant de bonneterie, à Paris.
Tessié du Mothay, peintre verrier, à Metz.
Voirin, fabricant de presses typographiques, a Paris.
Wagener, négociant, à Paris.
Wulverick, négociant, à Paris.
Verny, ingénieur de la marine, à Yokohama.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE-CINQUIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Abadie. Machine pour le bronzage mécanique des impressions, **318.**
Abouly. Machine à tailler les talons de chaussures, **445.**
Alcan. Rapport sur la machine à coudre de M. *Journaux-Leblond*, **133.**
— Discours prononcé dans une séance de la Société industrielle d'Amiens, **183.**
— Traité du travail des laines, **443, 511.**
— Rapport sur la fabrication de tissus ouatés en laine pour tapis et chaussures de MM. *Imbs*, **449** (pl. **345**).
— Rapport sur les perfectionnements apportés par M. *Wulverick* dans le travail de la laine peignée, **715** (dessin sur bois).
— Communication sur le traité de la coupe des velours de coton publié par MM. *Édouard Gand* et *Edmond Sée*, **756.**
Artlett (R. W.). Méthode de préparation de l'oxygène, **62.**
Artus. Préparation d'une encre d'imprimerie, **633.**
— Moyen pour reconnaître l'alcool de betterave et l'affranchir du goût d'empyreume, **751.**
Aubier. Savon à détacher, **121.**

B.

Balard. Rapport sur la fabrication du noir d'aniline par M. *Charles Lauth*, **75.**
— Note sur la pureté des potasses extraites du suint par MM. *Maumené* et *Rogelet*, **467.**
Barker (J. H.). Sur les moyens de désinfection, **186.**
Barillet-Deschamps. Jardinier en chef des cultures de la ville de Paris, **402.**
Baron. Système pour la pose, sous terre, des câbles télégraphiques, **457.**
Barral. Communication au sujet des procédés de peinture et de photographie sur verre de MM. *Ch. Maréchal* et *Tessié du Mothay*, **320.**
Barre (Albert). Rapport sur les groupes modelés en terre cuite de M. *Eugène Blot*, **394.**
Barreswil. Observation au sujet de la préparation du pyroxyle, **29.**
— Rapport sur les procédés de galvanoplastie ronde bosse de MM. *Henri Bouilhet* et *Christofle* fils, **389.**
— Rapport sur la fabrique de bière de Bavière de M. *Félix Boucherot*, **577** (pl. **348** et **349**).
Bauce. Procédé de teinture au grand teint, **755.**
Baude. Communication sur les réservoirs de Ménilmontant destinés à emmagasiner les eaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la Dhuys et de la Marne, 64, 140 (pl. 334).
Baude. Communication sur les égouts de Paris, 124, 402 (pl. 343 et 344).
— Rapport sur une machine locomotive à trois cylindres de M. *Raincelin*, 193 (pl. 335).
Baudet. Piano-violon, 64.
Baudet (Paul). Système de clef indiquant si la serrure est fermée ou non, 444.
Bazet. Obturateur-indicateur des fuites de gaz, 575.
Becker. Système d'emballage des bouteilles, 753.
— Bouchon hermétique, 753.
Becquerel (Ed.). Remarques relatives à un procédé de photographie en couleur de M. *Poitevin*, 116.
Bella. Son entrée au Conseil (comité d'agriculture), 444.
Belleville. Générateurs inexplosibles, 191.
Bellier. Documents sur l'établissement à Morcenx (Landes), d'écoles gratuites pour les enfants des employés des chemins de fer du Midi, 755.
Benoît. Rapport sur un instrument de géométrie pratique de M. *J. B. Dumas*, 65 (pl. 332).
— Rapport sur un outil, de M. *Plagnol*, pour donner la voie aux lames de scies, 197 (pl. 336).
— Rapport sur un instrument de géométrie pratique, dit *longimètre*, de M. *Sanguet*, 641 (pl. 350).
— Rapport sur le compas à tracer les ellipses, de M. *Albert Thomas*, 648 (pl. 351).
— Rapport sur un procédé de M. *Péraux* ayant pour objet la division des arcs de cercle en autant de parties à très-peu près égales qu'on le désire, 721 (dessin sur bois).
Berrens. Sur la cause de la baisse exagérée du prix du blé, 575.
Berthelot. Production de l'acide formique au moyen d'oxyde de carbone et d'eau sous l'influence de la potasse hydratée, 690.
Bertout. Vase pour la conservation des substances alimentaires, 126.
Bertsch. Électrophore continu, 753.
Betz-Penot. Procédés de mouture du sarrasin, 334.
Beuchot. Système de bateau permettant de circuler sur le réseau navigable comme un waggon sur le réseau des chemins de fer, 121, 654.
Bigotteau. Disques-signaux pour chemins de fer, 126.
Billet. Culture en grand du cresson, 759.
Blanchard et *Château*. Conversion des matières fécales en engrais au moyen de l'acide phosphorique, de la magnésie et de l'oxyde de fer, 607.
— Sur l'application de l'acide phosphorique et de ses dérivés à la fabrication des engrais et à la salubrité des villes, 747.
Blanchon. Calorifère à air chaud, 123.
Blavier. Nouveau traité de télégraphie électrique, 758.
Blot (Eugène). Terres cuites modelées, 394.
Bodard, Hanon et *Rott*. Préparation de la glutine, 421.
Boillot. Traité d'astronomie, 192.
Bois (Victor). Rapport sur les travaux du pont d'El-Kantara construit à Constantine (Algérie) par M. *Georges Martin*, 3 (dessin sur bois et pl. 329).
— Rapport sur le graisseur automatique de M. *Courcier*, 199 (pl. 336).
— Rapport sur la machine à coudre de MM. *Gauthier* et *Deschamps*, 260.
— Rapport sur une machine dite *à fil sans fin* pour visser les cuirs de M. *Cabourg*, 705 (dessin sur bois).
Boitel. Rapport sur l'emploi fait par M. *Morin* de certaines substances comme engrais et amendements, 460.
Bonnet, Guinon et *Marnas*. Fabrication de la pourpre française, 101.
Boucherot (Félix). Fabrication de la bière de Bavière, 577 (pl. 348 et 349).
Bouchon et *Gatelier (Émile)*. Souscription pour fonder un prix en faveur d'un procédé salubre et économique pour fabriquer les meules, 122.
Bouilhet (Henri). Sur les origines et les progrès récents de la galvanoplastie, 207.
— son entrée au Conseil (comité des arts économiques), 444.
— et *Christofle (fils)*. Procédés de galvanoplastie ronde bosse, 389.
Bourgeois et *Roques*. Préparation de l'acide acétique monohydraté au moyen du biacétate de potassium, 94.
Boussingault. Des plantes avec lesquelles on prépare le tapioca, 423.
— Expériences sur la valeur de l'engrais obtenu par la conversion de la partie utile des vidanges en phosphate ammoniaco-magnésien, 607.
Brachet (Achille). Nouveau microscope vertical dioptrique, 319, 638.
— et *Vallée*. Sur l'emploi des milieux fluorescents dans les appareils d'éclairage électrique, 445.
Brand. Machine à air comprimé, 754.
Bréguet. Sa nomination comme membre du comité des arts mécaniques, 320.
Bricogne. Sur un système télégraphique essayé en France, au chemin de fer du Nord, permettant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aux voyageurs, en cas d'accident, de communiquer avec les conducteurs du train, **624**.
Brongniart (*A.*). Compte rendu de la visite faite par le Conseil de la Société d'encouragement dans les établissements d'horticulture de la ville de Paris, **394**.
Brüll (*A.*). Description du chemin de fer du nord de l'Espagne, **230** (pl. **337**).
Bryois (*Henri*). Appareil sténographique imprimeur, **574**.
Buan. Machine à égrener le coton, **442**.
Buchner. Sur une nouvelle couleur rouge extraite de l'écorce de la bourdaine, **630**.
Bunsen et *Kirchhoff*. Leur méthode d'analyse spectrale, **684**.

C.

Cabanis. Extraction d'une matière textile de la fibre corticale du mûrier, **18**.
Cabourg. Machine dite *à fil sans fin* pour visser les cuirs, **705** (dessins sur bois).
Caillat. Préparation d'une encre, **752**.
Cailletet (*L.*). De la dissociation des gaz dans les foyers métallurgiques, **506**.
Callias (*de*). Fécule de marrons d'Inde, **423**.
Callon. Rapport sur le système de navigation à vapeur sur les rivières et les canaux, de M. *Beuchot*, **654**.
Calvert (*Crace*). Production de l'éméraldine, **77**.
— Des matières minérales contenues dans les plantes, **249**.
— Préparation du vert d'aniline, **377**.
Carel. Carrelage mosaïque en ciment, **518**.
Caro et *John Dale*. Procédé de fabrication du rouge d'aniline, **370**.
Caron (*H.*). Sur les soufflures de l'acier, **179**.
Carré. Lit pour malades, **754**.
Carue. Système d'échelles de cordes, **520**.
Casthelaz et *Laurent*. Production directe du rouge d'aniline au moyen du nitrobenzol, **369**.
Cau (*Jullien*). Moyen pour éviter les dangers que présente l'emploi de l'huile de pétrole, **759**.
Challeton de Brughat. Fusil se chargeant par la culasse, **637**.
Château et *Blanchard*. Conversion en engrais des matières fécales au moyen de l'acide phosphorique, de la magnésie et de l'oxyde de fer, **607**.
Château et *Blanchard*. Sur l'application de l'acide phosphorique et de ses dérivés à la fabrication des engrais et à la salubrité des villes, **747**.
Chatin (*A.*). Rapport sur un mémoire de M. *Cabanis* relatif à l'extraction d'une matière textile de la fibre corticale du mûrier, **18**.
Chaudun père. Nouvelles cartouches à culot, **651** (pl. **351**).
Chaussenot. Perfectionnement à son calorifère à air chaud, **190**.
Cheret (*Constant*). Grenade explosive pour la destruction des grands carnivores, **653**.
Cherfils. Machine employant la vapeur d'eau surchauffée par l'hydrogène, **575**.
Chevallier (fils). Moniteur d'hygiène et de salubrité publique, **124**.
Chrétien. Grue à vapeur locomobile, **442**.
Christofle fils et *Henri Bouilhet*. Procédés de galvanoplastie ronde bosse, **389**.
Claude jeune. Instrument pour tailler et bâtir les chemises, **464**.
Clermont (*O. de*). Note sur l'établissement en France des couperies de peaux de lièvre et de lapin, **278**.
Cochot (*A.*). Tiroir équilibré pour machines à vapeur, **190**.
— Modèle du bateau construit par lui pour le service des marchandises entre Paris et Londres, **319**.
Cochot père. Nouvelle de sa mort, **125**.
Collas (*Joseph*). Système de ventilation, **757**.
Combes (*Ch.*). Exposé des principes de la théorie mécanique de la chaleur et de ses applications principales (*suite et fin*), **468**.
— Communication au sujet des perfectionnements apportés par M. *Galibert* à son appareil de sauvetage, **755**.
Condy (*H. B.*). Essence à mûrier, **96**.
Cordillot. Noir d'aniline, **79**.
Cornu (*Marcelin*). Remède applicable à la culture du mûrier pour prévenir la maladie des vers à soie, **252**.
Courcier. Graisseur automatique, **199** (pl. **336**).
Cretin. Brancard de rechange, **16**.
Crookes (*W.*). Ses travaux sur le thallium, **686**.
Crum (*Walter*). Préparation de la glutine, **421**.
Cugnot. Sa voiture à vapeur, **348**, **553**.
Cybils et *Jackson*. Procédé de conservation de la viande, **564**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D.

Dailly. Note sur les fabriques de sucre de Barbery et de Beaurain près Senlis, **145**.
Dale, Roberts et *comp*. Préparation de l'acide oxalique au moyen de la sciure de bois, **89**.
Dalhoff. Machine à tailler les limes, **442**.
Danty-Lanusse. Procédé de guérison de la maladie des pommes de terre, **757**.
Darcel. Sur le puits artésien de Passy, **488**.
Dausque. Appareil pour rectifier l'alcool, **638**.
Dawson. Remarques sur l'importance de l'emploi des cotons longue soie dans la préparation du collodion, **703**.
Debour. Essieu et palier supprimant le graissage, **253**.
Delesse. Carte géologique du département de la Seine, **638**.
Deleuil. Balances de précision, **321** (pl. 339).
— Machine pneumatique à rotation, **385** (pl. 342).
Deschamps et *Gauthier*. Machine à coudre, **260**.
Destrem. Procédé de peinture pour imiter les bois, **125**.
Dodé. Réclamation au sujet des procédés de métallisage des glaces par le platine, présentés par MM. *Creswel* et *Tavernier*, **754**.
Dubois. Appareil, dit *régulateur*, pour la construction des divers modèles de la carrosserie, **754**.
Dubreuil. Machine à fabriquer les clous dorés pour ameublements, **760**.
Duchesne. Rapport sur la fabrique de pâtes alimentaires de M. *Camille Groult* jeune, **727**.
Dullo. Rapport sur la distillation des lignites de Prusse pour la fabrication de la paraffine, **416**.
Dumas (*J. B.*). Instrument de géométrie pratique, **65** (pl. 332).
Dumas (sénateur). Discours prononcé à la distribution des prix de l'Association polytechnique, **81**.
— Remarques sur l'utilisation des résidus de la préparation du chlore et de la fabrication de la soude artificielle, **118**.
— Rapport au Sénat sur la loi portant institution d'un prix de 50,000 francs pour une nouvelle application économique de la pile de Volta, **148**.
— Sa balance de laboratoire, **322**.
— Rapport au comité central agricole de Sologne sur le concours ouvert pour la recherche d'un procédé de conservation des vins, **410**.
Dumas. Rapport de l'enquête sur les engrais industriels, **574**, **587**.
— Observations au sujet du procédé de lavage méthodique indiqué par *Lavoisier*, **762**.
Duméry. Théorie de l'imperméabilité des chaussures, **706**.
Du Moncel (comte *Th.*). Rapport sur le régulateur électrique de M. *A. Gaiffe*, **71** (pl. **333**).
— Rapport sur les câbles électriques souterrains et sous-marins de MM. *Rattier* et *comp.*, **456**.
— Rapport sur le carrelage-mosaïque en ciment de M. *Carel*, **518**.
— Ouvrage sur l'appareil d'induction de *Ruhmkorff* (5e édition), **756**.
Durand (*Amédée-*). Rapport sur les cannelles en bois de M. *Paraud*, **129**.
Dusart. Couleurs pour la teinture, **758**.

E.

Edlund. Expériences sur les variations de température que subissent des fils métalliques sous l'influence de l'allongement et de la contraction, **484**.
Étang (*de l'*). Des livres utiles et du colportage, **753**.

F.

Faure. Perfectionnements aux ferrures de portes d'armoires, **206** (pl. **336**).
Fayères (comte *des*). Son entrée au Conseil (commission des fonds), **446**.
Ferand et *Thimonier*. Premiers essais de couture mécanique, **133**.
Fell (*J. B.*). Chemin de fer à forte rampe sur le mont Cénis, **166**.
Ferrand. Papier tue-mouches, **465**.
Fichet. Réclamation au sujet des coffres-forts mettant les objets à l'abri des incendies, **445**.
Figuier (*Louis*). Les merveilles de la science, **443**.
— Les insectes, **761**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Filliatre. Fourneau économique, **191**.
Flamm. Fabrication des aiguilles à Phlin (Meurthe), **443**.
— Scie articulée, **752**.
Frauenhofer. Ses expériences sur le spectre solaire, **682**.
Fritsche. Expériences sur l'aniline, **77**.
Fronteau. Système de robinet, **443**.
Fuchs. Sur la nature et les usages de l'ozokérite ou cire minérale, **571**.
— Sur l'emploi des déchets de fer-blanc, **572**.

G.

Gaiffe (*A.*). Régulateur de lumière électrique, **71** (pl. 333).
Galant. Fusil se chargeant par la culasse, **576**.
Galibert. Perfectionnement à son appareil de sauvetage, **755**.
Gand (*Édouard*) et *Edmond Sée.* Traité sur la coupe du velours de coton, **756**.
Gatelier (*Émile*) et *Bouchon.* Souscription pour fonder un prix en faveur d'un procédé salubre et économique pour fabriquer les meules, **122**.
Gates. Machines pour la fabrication des allumettes chimiques en Amérique, **625**.
Gatty et *Schwartz.* Préparation du garanceux, **98**.
Gauthier et *Deschamps.* Machine à coudre, **260**.
Gellée. Frein pour chemins de fer, **637**.
Gely (*Théophile*). Machine à travailler les peaux, **319**.
Gerber et *Kœchlin.* Préparation de l'extrait méthylique de garance ou *azale*, **100**.
Gerber-Ulrich. Métier pour tisser simultanément deux étoffes superposées, **121**.
Gilbert père. Sa mort, **252**.
Girard. Nouvel appareil pour la production des hautes températures par l'emploi du gaz, **252**.
Giroud (*H.*). Régulateur télégraphique de la pression du gaz, **266** (pl. 338).
Glépin. Établissement de la fosse de Marles, **729**.
Godin-Lemaire. Appareils de chauffage en tôle émaillée, **638**.
— Réponse à la réclamation adressée par M. *Jacquet* au sujet de ses appareils, **754**.
Goupil de Prefeln. Sa nomination de trésorier adjoint, **122**.
Goux. Système d'engrais, **251**.
Grandeau. Découverte du cæsium et du rubidium dans certaines eaux minérales de France, **686**.
Grassi. Expériences sur la compressibilité de l'eau, de l'éther et de l'alcool, **478**.
Greville-Williams. Préparation du bleu de chinoline, **380**.
Grootaert. Instrument pour couper le cuir et l'étoffe des chaussures, **521**.
Groult (*Camille*). Fabrication des pâtes alimentaires, **727**.
Gry (*Florent*). Système pour transformer la chaleur en travail mécanique, **637**.
Guesnier. Procédé pour recouvrir la fonte grise d'une couche de fonte blanche, **637**.
Guilhoz. Considérations sur la taille ordinaire du mûrier relativement à la maladie des vers à soie, **252**.
Guillot. Nouveau propulseur pour bateaux à vapeur, **753**.
Guillou et *Thorailler.* Procédés d'impression à bon marché des papiers peints, **445**.
Guinon, Marnas et *Bonnet.* Fabrication de la pourpre française, **101**.
— Préparation du bleu de phénol, **381**.
Guiot. Baromètre dit *thermoscopique*, **326** et **331** (pl. 340).
— Frein de chemin de fer, **442**.

H.

Haffner. Perfectionnements aux coffres-forts, **318**.
Halliday. Préparation de l'acide acétique au moyen de la sciure de bois, **92**.
Hanon, Bodard et *Rott.* Préparation de la glutine, **421**.
Hardwich. Méthode de préparation du collodion pour la photographie, **703**.
Havrez. Appareil pour le lessivage des soudes, des laines en suint, etc., **124**.
Heilmann (*Josué*). Sa brodeuse mécanique, **133**.
Henderson (*James*) et *Thomas Stone.* Premières tentatives de machine à coudre, **133**.
Herpe. Nouveau rail pour empêcher le déraillement des convois de chemins de fer, **254**.
Herpin. Rapport sur les procédés de mouture du sarrasin de M. *Betz-Penot*, **334**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Herpin. Rapport sur un instrument de M. *Claude* jeune pour tailler et bâtir les chemises, **464**.
— Rapport sur le papier tue-mouches de M. *Ferrand*, **465**.
— Rapport sur un instrument de M. *Grootaert* pour couper le cuir et l'étoffe des chaussures, **521**.
Heuzé. Son entrée au Conseil (comité d'agriculture), **574**.
Hofmann (*A. W.*). Rapport sur les produits chimiques de l'Exposition universelle de **1862** (suite), **89**, **360**, **414**, **659**.
Hottin. Procédé pour obtenir l'incombustibilité des étoffes légères, **319**.
Hove (*Elias*). Ses perfectionnements à la machine à coudre, **135**.
Hulot, *Naudet* et *comp*. Baromètre anéroïde dit *holostérique*, **513** (pl. **346**).

I.

Imbs. Fabrication de tissus ouatés en laine pour tapis et chaussures, **449** (pl. **345**).

J.

Jack (*James*). Sur l'emploi de l'eau distillée pour l'alimentation des chaudières à vapeur, **106**.
Jackson et *Cybils*. Procédé de conservation de la viande, **564**.
Jacobi. Comment il a découvert les phénomènes de la galvanoplastie, **212**.
Jacquelain. Étude chimique des produits extraits du sarrasin par le procédé de mouture de M. *Betz-Penot*, **338**.
Jacquet. Réclamation au sujet des appareils de chauffage en tôle émaillée de M. *Godin-Lemaire*, **753**.
Jaille (*Alexandre*). Fabrication d'un engrais, **755**.
Jonquet. Perfectionnement à l'art de parer et travailler les peaux, **752**.
Journaux-Leblond. Machine à coudre, **133**.
Jouvin. Procédé pour garantir de l'oxydation les navires en fer, **252**.
Julien. Avertisseur mécanique pour éviter les collisions sur les chemins de fer, **319**.
Julien et *Rocquer*. Préparation de la fleur de garance, **99**.
Jünemann. Moyen de rendre très-siccatifs les vernis et les couleurs à l'huile, **314**.

K.

Karcher. Creuset en graphite de New-York, **254**.
Kessler. Procédé de fabrication de l'acide tartrique, **95**.
— Procédé de gravure mate sur le verre, **754**.
Kestner (*Charles*). Préparation de l'acide tartrique, **95**.
Kirchhoff et *Bunsen*. Leur méthode d'analyse spectrale, **684**.
Kœchlin et *Gerber*. Préparation de l'extrait méthylique de garance ou *azale*, **100**.
Kopp (*E.*). Sur l'utilisation des résidus de la préparation du chlore et de la fabrication de la soude artificielle, **117**.
— Sur l'emploi de la nitroglycérine dans les carrières de grès vosgien, près de Saverne, **565**.

L.

Laboulaye. Rapport sur les perfectionnements apportés aux presses mécaniques par M. *Voirin*, **9** (pl. **330** et **331**); **356** (pl. **341**).
— Rapport sur le système de sûreté appliqué aux fusils de chasse par M. *Valasse*, **257** (dessin sur bois).
— Rapport sur un instrument à tracer les douves de tonneaux de M. *Ravinet*, **332** (pl. **340**).
— Rapport sur les nouvelles cartouches à culot de M. *Chaudun* père, **651** (pl. **351**).
— Rapport sur une grenade explosive employée par M. *Constant Cheret* pour la destruction des grands carnivores, **653**.
Labrousse (*Charles*). Traité du touage sur chaîne noyée, **441**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lacolonge (Ordinaire de). Note sur la perforation des roches par le diamant, **758**.
Lambotte (Philippe). Ses travaux de peinture dans l'établissement horticole de la ville de Paris, **402**.
Lamy. Ses travaux sur le thallium, **688**.
Lappareillé, Limet et *comp*. Procédés de fabrication de grands aimants pour l'électro-magnétisme, **445**.
Larkin (H.). Nouvelle lampe au magnésium, **626**.
Laurent et *Casthelaz*. Production directe du rouge d'aniline au moyen du nitrobenzol, **369**.
Lauth (Charles). Fabrication du noir d'aniline, **75**.
Laverpillière. Instrument pour hacher et broyer la terre pendant le labourage, **126**.
Lavollée (C.). Observations au sujet des eaux de la Dhuys, **64**.
— Rapport sur la carte de la colonie de Victoria (Australie), dressée par M. *F. Proeschel*, **137**.
— Rapport sur une note de M. *O. de Clermont* relative à l'établissement en France des couperies de peaux de lièvre et de lapin, **276**.
Lawes. Traitement des coprolithes par l'acide sulfurique pour les convertir en engrais, **663**.
Lebesnerais. Système de fermeture pour devantures de boutiques, **753**.
Legentil. Son entrée au Conseil (comité de commerce), **446**.
Legoux. Construction en métal et béton, **251**.
Lenk (général). Son opinion sur l'emploi des pyroxyles, **25**.
Lenoir. Son procédé de moulage en galvanoplastie, **226, 392**.
Léon. Sur la législation douanière des céréales, **445**.
Lepaute (Henri). Demande d'examen de la vieille horloge de l'hôtel de ville, **253**.
Le Roux. Rapport sur le baromètre dit *thermoscopique* de M. *Guiot*, **326** (pl. **340**).
— Rapport sur le baromètre anéroïde dit *holostérique* de MM. *Naudet, Hulot* et *comp.*, **513** (pl. **346**).
Leschot. Sa machine à perforer les roches dures, **575**.
Lesens. Procédé de désinfection de l'engrais humain, **636**.
Letheby. Des caractères qui distinguent la viande saine de la viande malade, **312**.
Levavasseur (M^elle^). Nouveau genre de dessin, **755**.
Liebig. Ses travaux sur le mode de nutrition des plantes, **669**.
Lighfoot. Noir d'aniline, **77**.
Limet, Lappareillé et *comp*. Procédés de fabrication de grands aimants pour l'électro-magnétisme, **445**.
Lissajous. Communication sur l'ouvrage de mathématiques appliquées à l'usage des agents secondaires et des conducteurs des ponts et chaussées, par M. *Castelnau*, **320**.
Lombard. Note sur les roues des bennes de Saint-Éloi, **758**.
Lotz. Sa voiture à vapeur, **351**.
Luynes (V. de). Rapport sur une éprouvette alcoométrique de M. *Mauban*, **17**.
— Rapport sur les balances de précision de M. *Deleuil*, **321** (pl. **339** et dessins sur bois).

M.

Magnier (Charlemagne). Nouveau waggon dit *waggon-choc*, **191**.
Magnin. Couso-brodeur, **134**.
Marchand. Brûloir à café, **754**.
Maréchal (Ch.) et *Tessié du Mothay*. Production chimique de gravures mates sur cristal et sur verre, **119, 320**.
Marès. Emploi, dans l'Hérault, du procédé de conservation des vins de M. *Pasteur*, **412**.
— Emploi du soufre comme engrais dans les vignes, **615**.
Marnas, Guinon et *Bonnet*. Fabrication de la pourpre française, **101**.
Martin (Émile). Obtention de l'amidon sans détruire le gluten, **420**.
Martin (Georges). Construction du pont d'El-Kantara, à Constantine (Algérie), **3** (dessin sur bois et pl. **329**).
Massiou (M^me^ V^e^). Lit mécanique pour malades, **444**.
Massy (Robert de). Appareil nouveau pour la fabrication du sucre, **319**.
Mathias. Machines pour apprêter les chapeaux, **191**.
Mauban (V.). Éprouvette alcoométrique, **17**.
— Réclamation au sujet d'une erreur d'adresse, **191**.
— Sonde-thermomètre, **318**.
Maule, Simpson et *Nicholson*. Purification du rouge d'aniline, **370**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Maumené et *Rogelet*. Potasse extraite du suint, **467**.
Maurel. Signal de détresse pour les trains de chemins de fer, **635**.
Maurey et *Pelouze*. Expériences sur les pyroxyles, **26**.
Medlock. Traitement de l'aniline par l'acide arsénique pour la production du rouge d'aniline, **368**.
Melsens. Note sur les pyroxyles, **25**.
— Sur les paratonnerres et sur quelques expériences faites avec l'étincelle d'induction et les batteries de Leyde, **294**.
— Sur l'emploi de l'or ou de l'argent en feuille mince sur les verres de lunettes, **625**.
— Sur l'action mutuelle des éléments des sels solubles dans l'économie animale, **638**.
Mène (*Ch.*) Sur un mordant de fer nommé vulgairement *rouille*, employé pour la teinture des soies en noir, **619**.
Menier. Fondation d'une caisse de secours pour les ouvriers appartenant à l'industrie des produits chimiques, **191**.
— Fabrication de l'alcool propylique, **690**.
Merle. Production économique du phosphate ammoniaco-magnésien, **252**.
Merle et *comp*. Système réalisant la fumivorité des cheminées d'usines, **121**.
Mignerat (*Louis*). Instrument dit *perspectomètre*, **319**.
— Bélier hydraulique, *ib*.
Mille. Sur le drainage de Londres et l'utilisation des eaux d'égouts en Angleterre, **541** (pl. **347**).
Miller (*W. A.*) Ses expériences sur le spectre des flammes colorées, **683**.
Moissenet. Mémoire sur la préparation mécanique des minerais en Angleterre, **574**.
Molard. Machine à vapeur à tiroir rotatif et à détente variable, **442**.
Molinos. Rapport sur les perfectionnements apportés par M. *Faure* aux ferrures de portes d'armoires, **206** (pl. **336**).
Molon (*de*). Exploitation des phosphates naturels pour engrais, **611**.
Monckoven. Traité d'optique photographique, **318**.
Monnet. Appareil empêchant les incendies des tuyaux de cheminées, **443**.
Monnin-Japy. Réclamation au sujet de sa fabrique d'horlogerie qui ne fait que des mouvements dits *en blanc*, **190**.
— Emploi du gaz de tourbe dans la fabrication du verre, *ib*.
Montgommery. Importation de la gutta-percha, **221**.
Monthiers. Système de ventilation des salles de théâtre, **636**.
Morel. Appareil fumivore, **443**.
Morgan (*John*). Procédé pour la conservation des viandes alimentaires, **34**.
Morin (général). Rapport sur le mémoire de M. *Tresca* relatif à l'écoulement des corps solides, **20**.
Morin. Emploi de certaines matières pour engrais et amendements, **460**.

N.

Nabat (*de*). Tondeuse perfectionnée pour les chevaux, **754**.
Naudet, *Hulot* et *comp*. Baromètre anéroïde dit *holostérique*, **513** (pl. **346**).
Nicholson, *Simpson* et *Maule*. Purification du rouge d'aniline, **370**.
Nobbe. Résultats d'expériences nombreuses sur la richesse des pommes de terre, **573**.
Nobel. Sur l'emploi de la nitroglycérine en remplacement de la poudre de mine, **311**.
— Moyen simple de conserver la nitroglycérine sans danger d'explosion, **384**.

O.

Olivier. Nouveau genre de briques, **754**.
Orlando (*Jones*). Procédé de fabrication de l'amidon de riz, **422**.

P.

Paraud. Cannelles en bois, **129**.
Pasteur (*L.*). Note sur les dépôts qui se forment dans les vins, **48**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pasteur. Nouvelles observations au sujet de la conservation des vins, **51**.
— Procédé pratique de conservation et d'amélioration des vins, **111**.
— Médaille décernée par le comité central agricole de Sologne pour son procédé de conservation des vins, **410**.
— Étude sur la maladie des vers à soie, **522**.
Paulin. Nouveau mors pour arrêter les chevaux qui s'emportent, **760**.
Payen. Sur l'iodure de potassium, **558**.
Pecqueur (feu) et baron *Séguier*. Leur voiture à vapeur, **350**.
Peillard. Système de ferrure des chevaux, **754**.
Peligot (*E.*). Études chimiques et physiologiques sur les vers à soie, **155**.
Peligot (*Henri*). Rapport sur le régulateur télégraphique de la pression du gaz imaginé par M. *Giroud*, **266** (pl. **338**).
— Rapport sur un système d'échelles de cordes de M. *Carue*, **520**.
Pelouze (*J.*). De l'action des métalloïdes sur le verre et de la présence des sulfates alcalins dans tous les verres du commerce, **55**.
— Remarques sur l'utilisation des résidus de la préparation du chlore et de la fabrication de la soude artificielle, **118**.
— et *Maurey*. Expériences sur les pyroxyles, **26**.
Péraux. Procédé ayant pour objet la division des arcs de cercle en autant de parties à très-peu près égales qu'on le désire, **721** (dessin sur bois).
Perkin. Son mode de préparation du violet d'aniline, **363**.
Perrier et *Possoz*. Application, dans les usines de Barbery et de Beaurain près Senlis, de leurs procédés de purification des jus sucrés au moyen de l'acide carbonique et de la chaux, **145**.
Perrot. Expériences et observations sur l'électricité, **560**.
Petit. Traité d'astronomie, **442**.
Petitpierre. Essai de chaussures clouées, **706**.
Pihet fils. Construction de la machine du système *Leschot* pour perforer les roches dures, **575**.
Pincoff. Préparation de l'alizarine commerciale, **98**.
Piret. Hélicoïde à eau pour lubrifier les axes tournants, **443**.
Plagnol. Porte-lame pour la taille des bouchons, **64**.
— Outil pour donner la voie aux lames de scies, **197** (pl. **336**).
Planté. Emploi du plomb dans la construction d'une pile électrique et conséquences tirées de cet emploi pour la galvanoplastie ronde bosse, **393**.
Plaz et *Rexroth*. Machine à coudre, **318**.
Poitevin (*L. A.*). Action simultanée de la lumière et des sels oxygénés sur le sous-chlorure d'argent violet; application à l'obtention, par la photographie, des couleurs naturelles sur papier, **114**.
Possoz et *Perrier*. Application, dans les usines de Barbery et de Beaurain près Senlis, de leurs procédés de purification des jus sucrés au moyen de l'acide carbonique et de la chaux, **145**.
Price (*A. P.*). Procédé de fabrication de l'acide tartrique, **95**.
Priestley. Rapport sur le brancard de rechange de M. *Cretin*, **16**.
Prince impérial. Décret nommant le, Président d'honneur de la Commission de l'Exposition universelle de **1867**, **114**.
Proeschel (*F.*). Carte de la colonie de Victoria (Australie), **137**.

R.

Rabreau. Son entrée au Conseil (commission des fonds), **444**.
Raincelin. Machine locomotive à trois cylindres, **193** (pl. **335**).
Rattier et *comp*. Fabrication de câbles électriques souterrains et sous-marins, **456**.
Ravinet. Instrument pour le tracé des douves de tonneaux, **332** (pl. **340**).
Regnault et *Reiset*. Travaux sur les produits gazeux de la respiration, **164**.
Renard frères. Fabrication du rouge d'aniline, **367**.
Renouard. Sels de potasse pour l'agriculture, **637**.
Reynolds (*R.*). Sur le moyen de reconnaître l'huile de graine de coton lorsqu'elle est mélangée à d'autres huiles, **314**.
Reynoso (*Alvaro*). Procédé d'extraction du sucre de betterave par voie de congélation, **440**.
Rexroth et *Plaz*. Machine à coudre, **318**.
Roberts, Dale et *comp*. Préparation de l'acide oxalique au moyen de la sciure de bois, **89**.
Robiquet. Préparation du charbon sulfurique, **98**.
Rocquer et *Julien*. Préparation de la fleur de garance, **99**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rode. Perfectionnement au métier Jacquart, **318**.
Rogelet et *Maumené*. Potasses extraites du suint, **467**.
Rohart. Emploi, comme engrais, des débris de pêcherie des mers du Nord, **609**.
Roques et *Bourgeois*. Préparation de l'acide acétique monohydraté au moyen du biacétate de potassium, **94**.
Rosenthiel. Réclamation de priorité au sujet de l'emploi du cuivre dans la préparation du noir d'aniline, **318**.
Rott, Hanon et *Bodard*. Préparation de la glutine, **421**.
Rouher (S. Exc.). Rapport à l'Empereur concernant un projet de règlement au sujet des récompenses à décerner pour l'Exposition universelle de 1867, **428**.
Rous. Machine à multiplier, **760**.
Royer. Perfectionnements aux compas pour le dessin linéaire, **251**.

S.

Salleron et *Urbain*. Appareil pour déterminer le degré d'inflammabilité de l'huile de pétrole, **253**.
Samain. Nouveau système de pressoir, **191**.
Sanguet. Appareil de géométrie pratique dit *longimètre*, **641** (pl. **350**).
Sarrant-Corot. Système de toiture en zinc, **191**.
Say (*Léon*). Son entrée au Conseil (comité de commerce), **444**.
Scheurer-Kestner. Procédé actuel de fabrication de l'acide acétique en France, **92**.
— A obtenu le premier le violet d'aniline cristallisé, **365**.
Schutzenberger. Traité des matières colorantes, **753**.
Sée (*Edmond*) et *Edouard Gand*. Traité sur la coupe des velours de coton, **756**.
Schwartz et *Gatty*. Préparation du garanceux, **98**.
Séguier (baron). Communication au sujet de la mort de M. *Cochot* père, constructeur-mécanicien, **125**.
— Conditions économiques de l'établissement des voies ferrées du troisième réseau, **503**.
— De la locomotion sur routes ordinaires à l'aide de la vapeur, **553**.
Séguier et feu *Pecqueur*. Leur voiture à vapeur, **350**.
Serrin. Perfectionnements à son régulateur de lumière électrique, **444**.
Simon (*Eugène*). Sur l'agriculture de la Chine et notamment sur les engrais employés dans ce pays, **282**.
Simpson, Maule et *Nicholson*. Purification du rouge d'aniline, **370**.
Smetz. Procédé pour l'extinction rapide des incendies, **251**.
Smith. Procédé de fabrication du rouge d'aniline, **370**.
Snow Harris (*W.*). Expériences sur le partage de l'étincelle électrique entre divers conducteurs, **296**.
Société industrielle d'Amiens. Programme des prix mis au concours pour l'année 1866-1867, **700**.
Société industrielle de Mulhouse. Fondation d'une École supérieure de commerce, **629**.
Soulié (*Émile*). Sur les gisements des métaux précieux des Etats et du territoire du Pacifique, **443**.
Spence (*Peter*). Nouveau procédé de fabrication de la céruse, **627**.
Spencer. Comment il découvrit les phénomènes de la galvanoplastie, **213**.
Stenhouse. Fabrication des composés dérivés des lichens, **691**.
Stone (*Thomas*) et *James Henderson*. Premières tentatives de machine à coudre, **133**.

T.

Taffin. Essai de chaussures vissées, **706**.
Tailbouis. Machines à faire la bonneterie, **445**.
Tailfer. Sa mort, **318**.
Tarnier. Méthode d'enseignement du système métrique, **190**.
Tellier (*Charles*). Emploi de l'éther méthylique pour la production du froid, **251**.
Tessié du Mothay et *Ch. Maréchal*. Production chimique de gravures mates sur cristal et sur verre, **119**, **320**.
Tessier. Nouvelle méthode pour débiter les bois, **126**.
Thénard (baron). Observations au sujet des procédés de fabrication du sucre de MM. *Possoz* et *Périer*, **125**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Thimonier et *Ferand*. Premiers essais de couture mécanique, **133**.
Thomas. Machine hydraulique, **760**.
Thomas (*Albert*). Nouveau compas à tracer les ellipses, **648** (pl. **351**).
Thorailler et *Guillou*. Procédés d'impression à bon marché des papiers peints, **445**.
Tisserand. Son entrée au Conseil (comité d'agriculture), **446**.
Tréboul. Emploi de l'acide sulfureux pour reconnaître les pommes de terres saines, **754**.
Treholan. Machine à fabriquer les briques, **635**.
Tresca. Mémoire sur l'écoulement des corps solides, **20**.
— Communication au sujet de la souscription ouverte pour fonder un prix pour la fabrication salubre et économique des meules, **122**.
— Rapport sur le robinet de M. *Debatène*, **203** (pl. **336**).
— De la traction à vapeur sur les routes ordinaires, **346**.
— Rapport sur la machine pneumatique de M. *Deleuil*, **385** (pl. **342**).
Turgan. Les grandes usines de France (6e série), **756**.
Tyler (le capitaine). Rapport adressé au secrétaire du Ministère du commerce (*Board of trade*) sur le chemin de fer proposé par MM. *Brassey* et *comp.*, pour la traversée du mont Cénis et l'amélioration des communications avec l'Italie, l'Égypte et l'Orient, **165**.

U.

Urbain et *Salleron*. Appareil pour déterminer le degré d'inflammabilité de l'huile de pétrole, **253**.

V.

Valant (*Louis*). Appareil automoteur pour l'alimentation des chaudières à vapeur, **253**.
Valasse. Système de sûreté pour les fusils de chasse, **257** (dessin sur bois).
Vallée et *Achille Brachet*. Sur l'emploi des milieux fluorescents dans les appareils pour l'éclairage électrique, **445**.
Vavasseur. Sur un procédé de conservation pour la viande de bœuf, employé dans la république de l'Uruguay, **563**.
Vergnette-Lamotte (*de*). Des effets de la chaleur pour la conservation et l'amélioration des vins, **108**, **306**.
Vidi. Principe de son baromètre anéroïde, **513**.
Violette. Nouveau mode d'emploi des résines pour la fabrication des vernis, **637**.
Vœlcker. Analyse de l'engrais de chiffons désigné sous le nom d'ulmate d'ammoniaque, **427**.
Vohl. Emploi de la paraffine purifiée dans la préparation des tonneaux à vin ou à bière, **632**.
— Conservation des peintures à fresque au moyen de la paraffine, **633**.
Voirin. Perfectionnements aux presses mécaniques pour la typographie et la lithographie, **9** (pl. **330** et **331**); **356** (pl. **341**).
Vuillemin. Causes de la pénurie de combustible à la fin de l'année **1865**, particulièrement dans le nord et le nord-est de la France, **692**.

W.

Wagenmann (*G.*). Quantités comparatives de produits fournis par la distillation sèche de la tourbe, **420**.
Wallace (*William*). Sur plusieurs spécimens de mortiers d'un âge ancien, **186**.
Walter-Berger. Fabrication de verres de lunettes de couleur, **637**.
Ward (*F. O.*) et *Wynants*. Procédé de traitement des chiffons pour séparer les fibres animales des fibres végétales, **424**.
Walherspoon. Fabrication de l'amidon de sagou, **422**.
Way (*John Thomas*). Découverte du vrai mode d'absorption, par les plantes, des principes minéraux, ou cinéraires, ainsi que les nomme M. *Hofmann*, **675**.
Wedding. Sur la nature et les causes de rupture des arbres tournants en fer, **631**.
White (*W.*). Sur divers emplois du magnésium, **315**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Wood (feu *John*). Emploi de l'alcool méthylique dans la fabrication des vernis, **424**.
Wulverick. Perfectionnements à l'impression des tissus, **635**.
— Perfectionnements dans le travail de la laine peignée, **715** (dessin sur bois).
Wye-Williams (*Charles*). Sa mort, **247**.
Wynants et *F. O. Ward*. Procédé de traitement des chiffons pour séparer les fibres animales des fibres végétales, **424**.

Y.

Young (*James*). Sa patente pour le traitement des huiles minérales, **291**, **414**.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE-CINQUIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Acide acétique. Sur la fabrication de l', par M. *A. W. Hofmann*, 91.

Acide arsénique. Emploi de l', dans la fabrication du rouge d'aniline, par M. *Medlock*, 368.

Acide carbonique. Procédés de MM. *Possoz* et *Perrier* pour la purification des jus sucrés au moyen de l', et de la chaux; note de M. *Ad. Dailly*, 145.

Acide oxalique. Sur la fabrication de l', par M. *A. W. Hofmann*, 89.

Acide phosphorique. Sur l'application de l', et de ses dérivés à la fabrication des engrais et à la salubrité des villes, par MM. *Blanchard* et *Château*, 747; application par voie de filtration, fosses mobiles inodores, 748; application dans les fosses à demeure, 749; applications diverses du phosphate acide double de magnésie et de fer, production industrielle du phosphate ammoniaco-magnésien, *ib.*

Acide picrique. Sur l', par M. *A. W. Hofmann*, 382.

Acide sulfureux. Emploi de l', pour distinguer les pommes de terre saines, par M. *Tréboul*, 754.

Acide sulfurique. Traitement des coprolithes par l', pour les convertir en engrais, par M. *Lawes*, 663.

Acide tartrique. Sur la fabrication de l', par M. *A. W. Hofmann*, 94.

Acier. Sur les soufflures de l', par M. *H. Caron*, 179.

Agriculture. Instrument pour hacher et broyer la terre pendant le labourage, par M. *Laverpillière*, 126.

— Sur l', de la Chine et notamment sur les engrais employés dans ce pays, par M. *Eugène Simon*, 282.

— Sels de potasse pour l', par M. *Renouard*, 637.

— Sur l'application de la vapeur à l', par M. *A. W. Hofmann*, 667.

Aiguilles. Fabrication des, par M. *Flamm*, à Phlin (Meurthe), 443.

Aimants. Procédés pour la fabrication de grands, pour l'électro-magnétisme, par MM. *Limet*, *Lappareillé* et *comp.*, 445.

Alcool. Éprouvette pour les liqueurs qui contiennent de l', par M. *Mauban*; rapport de M. *V. de Luynes*, 17.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Alcool. Appareil à rectifier l', par MM. *Dausque*, 638.
— Sur la fabrication de l', propylique de M. *Ménier*, par M. *A. W. Hofmann*, 690.
— Moyen pour reconnaître l', de betterave et l'affranchir du goût d'empyreume, par M. *Artus*, 751.
Allumettes chimiques. Fabrication des, en Amérique, 625.
Amendements. Emploi de certaines matières pour, par M. *Morin* ; rapport de M. *Boitel*, 460.
Amidon. Sur l'industrie de l', par M. *A. W. Hofmann*, 420.
Aniline. Fabrication du noir d', par M. *Charles Lauth* ; rapport de M. *Balard*, 75.
— Sur les couleurs tirées de l', par M. *A. W. Hofmann*, 360 ; violet d'aniline, 363 ; rouge d'aniline, 366 ; jaune d'aniline, 376 ; vert d'aniline, *ib.* ; bleu d'aniline, 377 ; applications variées et usages divers des couleurs d'aniline, 379 ; matières colorantes dérivées du phénol, 381 ; propriétés et avenir des couleurs tirées de l'aniline, 383.
Apprêt. Machines pour l', des chapeaux, par M. *Mathias*, 191.
Argent. Action simultanée de la lumière et des sels oxygénés sur le sous-chlorure d', violet; application à l'obtention par la photographie des couleurs naturelles sur papier, par M. *L. A. Poitevin*, 114. — Remarques sur le même sujet, par M. *Ed. Becquerel*, 116.
— Sur l'emploi de l'or ou de l', en feuille mince sur les verres de lunettes, par M. *Melsens*, 625.
Argile. Moyen de conserver la plasticité de l', 62.
Armes à feu. Système de sûreté pour les fusils de chasse, par M. *Valasse* ; rapport de M. *Laboulaye*, 257 (dessin sur bois).
— Fusil se chargeant par la culasse, par M. *Galant*, 576.
— Système d', se chargeant par la culasse, par M. *Challeton de Brughat*, 637.
— Nouvelles cartouches à culot pour les, se chargeant par la culasse, par M. *Chaudun* ; rapport de M. *Laboulaye*, 651 (pl. 351).
Assainissement. Situation de l', à Manchester et à Glasgow, par M. *Mille*, 547. (Voy. **Drainage, Egouts**.)
Association polytechnique. Discours prononcé à la séance de distribution des prix de l', par M. le sénateur *Dumas*, 81.

B.

Balances. Présentation de, de précision, par M. *Deleuil* ; rapport de M. *V. de Luynes*, 321 (pl. 339 et dessins sur bois).
Baromètre. Système de, dit *thermoscopique*, par M. *Guiot* ; rapport de M. *Le Roux*, 326 (pl. 340) ; — note additionnelle par M. *Guiot*, 331.
— Système de, anéroïde, dit *holostérique*, par MM. *Naudet*, *Hulot* et *comp.* ; rapport de M. *Le Roux*, 513 (pl. 346).
Bateau. Système de, pour circuler sur le réseau navigable comme un waggon sur le réseau des chemins de fer, par M. *Beuchot*, 121 ; rapport de M. *Callon*, 654.
— Modèle du, construit pour le service entre Paris et Londres, par M. *Auguste Cochot*, 319.
— Nouveau propulseur pour, à vapeur, par M. *Guillot*, 753.
Béton. Construction en métal et, par M. *Legoux*, 251.
Bibliographie. Bulletin de la Société chimique de Paris, 1864 et 1865.
— Moniteur d'hygiène et de salubrité publique, par M. *Chevallier* fils, 124.
— Traité d'astronomie, par M. *Boillot*, 192.
— Tableau des établissements français dans l'Algérie, 254.
— Traité d'optique photographique, par M. *Monckoven*, 318.
— Cours de mathématiques appliquées pour les agents secondaires et les conducteurs des ponts et chaussées, par M. *Castelnau* ; communication de M. *Lissajous*, 320.
— Traité du touage sur chaîne noyée, par M. *Charles Labrousse*, 441.
— Traité d'astronomie, par M. *Petit*, 442.
— Les merveilles de la science, par M. *Louis Figuier*, 443.
— Sur les gisements des métaux précieux des États et du territoire du Pacifique, par M. *Émile Soulié*, 443.
— Traité du travail des laines, par M. *Alcan*, 443, 511.
— Sur la législation douanière des céréales, par M. *Léon*, 445.
— Mémoire sur la préparation mécanique des minerais en Angleterre, par M. *Moissenet*, 574.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie. Rapport de l'enquête sur les engrais industriels, par M. *Dumas*, sénateur, 574.
— Note sur l'action mutuelle des éléments des sels solubles dans l'économie animale, par M. *Melsens*, 638.
— Carte géologique du département de la Seine, par M. *Delesse*, 638.
— Traité des matières colorantes, par M. *Schutzenberger*, 753.
— Des livres utiles et du colportage, par M. *de l'Étang*, 753.
— Traité sur la coupe des velours de coton, par MM. *Édouard Gand* et *Edmond Sée*; communication de M. *Alcan*, 756.
— Ouvrage sur l'appareil d'induction de *Ruhmkorff* (5e édition), par M. le comte *Th. du Moncel*, 756.
— Rapport sur les expériences faites sur le chemin de fer à petites courbes de Saint-Michel à Suze, 756.
— Les grandes usines de France (6e série), par M. *Turgan*, 756.
— Nouveau traité de télégraphie électrique, par M. *Blavier*, 758.
— Note sur les roues de bennes de Saint-Éloi, par M. *Lombard*, 758.
— Note sur la perforation des roches par le diamant, par M. *Ordinaire de Lacolonge*, 758.
— Mémoires de la Société des ingénieurs-mécaniciens de Birmingham, 761.
— Les insectes, par M. *Louis Figuier*, 761.
Bière. Fabrication de la, de Bavière, par M. *Félix Boucherot*; rapport de M. *Barreswil*, 577 (pl. 348 et 349).
Blé. Sur la cause de la baisse exagérée du prix du, par M. *Berrens*, 575.
Bleu. Sur le, d'aniline, par M. *A. W. Hofmann*, 377.
Bois. Procédé de peinture imitant les, par M. *Destrem*, 125.
— Méthode nouvelle pour le débit du, par M. *Tessier*, 126.
— Préparation en grand de la pâte de, en Amérique pour la fabrication du papier, 622.
Bonneterie. Machines à faire la, par M. *Tailbouis*, 445.
Bouchons. Porte-lame pour la taille des, par M. *Plagnol*, 64.
— Système de, réalisant une fermeture hermétique, par M. *Becker*, 753.
Bourdaine. Sur une nouvelle couleur rouge extraite de l'écorce de la, par M. *Buchner*, 630.
Bouteilles. Système d'emballage des, par M. *Becker*, 753.
Brancard. Système de, de rechange pour voitures, par M. *Cretin*; rapport de M. *Priestley*, 16.
Briques. Machine à fabriquer les, par M. *Treholan*, 635.
— Nouveau genre de, par M. *Olivier*, 754.
Bulletin bibliographique, 127, 255, 447, 639.

C.

Câbles. Fabrication de, électriques souterrains et sous-marins, par MM. *Rattier* et *comp.*; rapport de M. *du Moncel*, 456.
Cæsium. Sur le, et le rubidium, nouveaux métaux découverts au moyen de l'analyse spectrale, par M. *A. W. Hofmann*, 684.
Café. Brûloir à, par M. *Marchand*, 754.
Caisse de secours. Fondation par M. *Ménier* d'une, pour les ouvriers appartenant à l'industrie des produits chimiques, 191.
Cannelles. Système de, en bois, par M. *Paraud*; rapport de M. *Amédée-Durand*, 129.
Carrosserie. Appareil dit *régulateur* pour la construction de la, par M. *Dubois*, 754.
Carte géographique. Exécution de la, de la colonie de Victoria (Australie), par M. *F. Proeschel*; rapport de M. *C. Lavollée*, 137.
Carthame. Sur la fabrication du, par M. *A. W. Hofmann*, 102.
Cartouches. Nouvelles, à culot de M. *Chaudun* père; rapport de M. *Laboulaye*, 651 (pl. 351).
Caves. Établissement des, de M. *Félix Boucherot* pour la conservation de la bière de Bavière; rapport de M. *Barreswil*, 577 (pl. 348 et 349).
Céramique. Terres cuites modelées, par M. *Eugène Blot*; rapport de M. *Albert Barre*, 394.
— Carrelage-mosaïque, par M. *Carel*; rapport de M. *Th. du Moncel*, 518.
Céruse. Nouveau procédé de fabrication de la, par M. *Peter Spence*, 627.
Chaleur. Exposé des principes de la théorie mécanique de la, et de ses applications principales, par M. *Ch. Combes* (*suite et fin*), 468.
— Système pour transformer la, en travail mécanique, par M. *Florent Gry*, 637.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chapeaux. Machine à apprêter les, par M. *Mathias*, 191.
— Laque pour la fabrication des, 316.
Chaudières à vapeur. Sur l'emploi de l'eau distillée pour l'alimentation des, par M. *James Jack*, 106.
— Système de, inexplosibles, par M. *Belleville*, 191.
— Appareil automoteur pour l'alimentation des, par M. *Louis Valant*, 253.
Chauffage. Calorifère à air chaud, par M. *Blanchon*, 123.
— Perfectionnements à son calorifère à air chaud, par M. *Chaussenot*, 190.
— Nouvel appareil pour la production des hautes températures par l'emploi du gaz, par M. *Girard*, 252.
— Appareils en tôle émaillée pour le, des appartements par M. *Godin-Lemaire*, 638.
Chaussures. Machine à tailler les talons de, par M. *Abouly*, 445.
— Fabrication des tissus ouatés en laine pour tapis et, par MM. *Imbs*; rapport de M. *Alcan*, 449 (pl. 345).
— Instrument pour couper le cuir et l'étoffe des, par M. *Grootaert*; rapport de M. *Herpin*, 521.
— Machine dite à *fil sans fin* pour visser les, par M. *Cabourg*; rapport de M. *V. Bois*, 705 (dessins sur bois).
— Théorie de l'imperméabilité des, par M. *Duméry*, 706.
Chaux. Purification des jus sucrés par l'emploi de la, et de l'acide carbonique (procédés de MM. *Perrier* et *Possoz*); note de M. *Ad. Dailly*, 145.
Chemins de fer. Disques-signaux pour, par M. *Bigotteau*, 126.
— Rapport sur le, proposé par MM. *Brassey* et *comp.* pour la traversée du mont Cénis et l'amélioration des communications avec l'Italie, l'Égypte et l'Orient, adressé au secrétaire du Ministère du commerce (*board of trade*), par M. le capitaine *Tyler*, 165.
— Nouveau waggon, dit *waggon-choc*, par M. *Magnier* (*Charlemagne*), 191.
— Description du, du nord de l'Espagne, par M. *A. Brüll*, 230 (pl. 337).
— Nouveau rail pour empêcher le déraillement sur les, par M. *Herpe*, 254.
— Avertisseur mécanique pour éviter les collisions sur les, par M. *Julien*, 319.
— Frein pour, par M. *Guiot*, 442.
— Conditions économiques de l'établissement des, du troisième réseau, par M. *Séguier*, 503.
Chemins de fer. Sur un système télégraphique essayé en France au, du Nord, permettant aux voyageurs, en cas d'accident, de communiquer avec les conducteurs du train, par M. *Bricogne*, 624.
— Signal de détresse pour les trains de, par M. *Maurel*, 635.
— Frein pour, par M. *Gellée*, 637.
Chemises. Instruments destinés à tailler et à bâtir les, par M. *Claude* jeune; rapport de M. *Herpin*, 464.
Chevaux. Système de ferrures des, par M. *Peillard*, 754.
— Tondeuse perfectionnée pour les, par M. *de Nabat*, 754.
— Nouveau mors pour arrêter les, qui s'emportent, par M. *Paulin*, 760.
Chiffons. Sur le nouveau procédé de traitement des, de MM. *F. O. Ward* et *Wynants* pour séparer les fibres animales des fibres végétales, par M. *A. W. Hofmann*, 424.
Chlore. Sur l'utilisation des résidus de la préparation du, et de la fabrication de la soude artificielle, par M. *E. Kopp*, 117. — Remarques de M. *Pelouze*, 118. — Remarques de M. *Dumas*, *ib.*
Ciment. Carrelage-mosaïque en, par M. *Carel*; rapport de M. *Th. du Moncel*, 518.
Cire. Sur la nature et les usages de la, minérale dite *ozokérite*, par M. *Fuchs*, 571.
Clef. Système de, par M. *P. Baudet*, 444.
Clous. Machine à fabriquer les, dorés pour ameublements, par M. *Dubreuil*, 760.
Coffres-forts. Perfectionnements aux, par M. *Haffner*, 318.
— Réclamation au sujet des, mettant à l'abri des incendies, par M. *Fichet*, 445.
Collodion. Remarques sur l'importance de l'emploi des cotons longue soie dans la préparation du, par M. *Dawson*, 703.
Cols. Fabrication des, en papier, en Amérique, 250.
Combustibles. Sur la variété de houille dite *cannel-coal* du Flintshire (Angleterre), 291.
— Causes de la pénurie de, à la fin de 1865, particulièrement dans le nord et le nord-est de la France, par M. *Vuillemin*, 692.
Commerce. Fondation, à Mulhouse, d'une école de, 629.
Compas. Perfectionnements aux, pour le dessin linéaire, par M. *Royer*, 251.
— Nouveau, à tracer les ellipses, par M. *Albert*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Thomas; rapport de M. *Benoît*, 648 (pl. 351).
Conservation. Procédé pour la, des viandes alimentaires, par M. *John Morgan*, 34.
— Nouvelles observations au sujet de la, des vins, par M. *L. Pasteur*, 51.
— Emploi de la glycérine pour obtenir la, de la plasticité de l'argile, 62.
— Des effets de la chaleur pour la, et l'amélioration des vins, par M. *de Vergnette-Lamotte*, 108, 306.
— Procédé pratique de, et d'amélioration des vins, par M. *L. Pasteur*, 111.
— Vase pour la, des substances alimentaires, par M. *Bertout*, 126.
— Rapport fait au comité central agricole de la Sologne sur le concours ouvert pour la recherche d'un procédé de, des vins, par M. *Dumas*, sénateur, 410.
— Sur un procédé de, pour la viande de bœuf, employé dans la république de l'Uruguay, par M. *Vavasseur*, 563.
— Procédé de, des peintures à fresque au moyen de la paraffine, par M. *Vohl*, 633.
Conseil d'administration. Acceptation, par M. *Goupil de Prefeln*, des fonctions de trésorier adjoint, 122.
— Décision du, relativement à la nomination de membres adjoints au comité d'agriculture, 193, 237; au comité des arts économiques, 257, 321.
— Nomination de M. *Bréguet* au comité des arts mécaniques, 320.
Conserves alimentaires. Fabrique de pâtes de M. *Groult* jeune; rapport de M. *Duchesne*, 727.
Coprolithes. Traitement des, pour les convertir en engrais, par M. *Lawes*, 663.
Cordes. Système d'échelle de, par M. *Carue;* rapport de M. *Henri Peligot*, 520.
Coton. Machine à égrener le, par M. *Buan*, 442.
— Remarques sur l'importance de l'emploi du, longue soie dans la préparation du collodion, par M. *Dawson*, 703.
Coton-poudre. Note sur le, et sur les pyroxyles, par M. *Melsens*, 25.
Couleurs. Moyen de rendre très-siccatifs les vernis et les, à l'huile, par M. le docteur *Jünemann*, 314.
— Sur les, tirées du goudron de houille, par M. *A. W. Hofmann*, 360.
— Sur une nouvelle, rouge extraite de l'écorce de la bourdaine, par M. *Buchner*, 630.
Couleurs. Préparation de, propres à la teinture, par M. *Dusart*, 758.
Couture mécanique. Machine pour la, par M. *Journaux-Leblond;* rapport de M. *Alcan*, 133.
— Autre machine pour la, par MM. *Gauthier* et *Deschamps;* rapport de M. *V. Bois*, 260.
— Autre machine du même genre, par MM. *Plaz* et *Rexroth*, 318.
Cresson. Culture en grand du, par M. *Billat*, 759.
Creuset. Envoi d'un, en graphite de New-York, par M. *Karcher*, 254.
Cuirs. Machine dite *à fil sans fin* pour visser les, par M. *Cabourg;* rapport de M. *V. Bois*, 705 (dessins sur bois).
Cuivre. Emploi de l'oxyde de, pour la préparation de l'oxygène, par M. *R. W. Artlett*, 62.
— Expériences sur la résistance du, galvanoplastique, comparée à celle du cuivre fondu, par M. *Henri Bouilhet*, 227.

D.

Désinfection. Sur les moyens de, par M. *J. H. Barker*, 186.
— Procédé de, de l'engrais humain, par M. *Lesens*, 636.
Dessin. Perfectionnements aux compas pour le, linéaire, par M. *Royer*, 251.
— Nouveau compas pour tracer les ellipses, par M. *Albert Thomas;* rapport de M. *Benoît*, 648 (pl. 351).
— Nouveau genre de, par Mᵉˡˡᵉ *Levavasseur*, 755.
Discours. Prononcé à la distribution des prix de l'Association polytechnique, par M. *Dumas*, sénateur, 81.
— Prononcé dans une séance de la Société industrielle d'Amiens, par M. *Alcan*, 183.
Division. Procédé ayant pour objet la, des arcs de cercle en autant de parties à très-peu près égales qu'on le désire, par M. *Péraux;* rapport de M. *Benoît*, 721 (dessin sur bois).
Drainage. Sur le, de Londres et l'utilisation des eaux d'égout en Angleterre, par M. *Mille*, 541 (pl. 347). (Voy. **Egouts.**)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

E.

Eaux. Réservoirs de Ménilmontant pour emmagasiner les, de la Dhuys et de la Marne; communication de M. *Baude*, 64; 140 (pl. 334).
Échelle. Nouveau système d', de cordes, par M. *Carue;* rapport de M. *Henri Peligot*, 520.
Éclairage. Régulateur pour l', électrique, par M. *A. Gaiffe*; rapport de M. *Th. du Moncel*, 71 (pl. 333).
— Sur l'industrie des hydrocarbures distillés et leur application à l', et au graissage, par M. *A. W. Hofmann*, 414.
— Perfectionnements à ses appareils d', par la lumière électrique, par M. *Serrin*, 444.
— Sur l'emploi des milieux fluorescents dans les appareils pour l', électrique, par MM. *Vallée* et *Achille Brachet*, 445.
— Système d', par la lumière du magnésium, par M. *H. Larkin*, 626.
Écoles. Documents sur l'établissement à Morcenx (Landes) d', gratuites pour les enfants des employés du chemin de fer du Midi, par M. *Bellier*, 755.
Écoles industrielles. Suppression des bourses autrefois possédées par la Société d'encouragement aux, d'arts et métiers, 443.
— Fondation d'une école supérieure de commerce à Mulhouse, 629.
Écoulement. Mémoire sur l', des corps solides, par M. *Tresca;* rapport de M. le général *Morin*, 20.
Égouts. Communication sur les, de Paris, par M. *Baude*, 124; 402 (pl. 343 et 344).
— Sur le drainage de Londres et l'utilisation des eaux d', en Angleterre, par M. *Mille*, 541 (pl. 347); Londres, collecteurs latéraux; distribution des eaux d'égout, 543; Manchester, Glasgow, situation de l'assainissement, 547; Édimbourg, application des eaux d'égout aux prairies des nourrisseurs, 548; Carlisle, application des eaux d'égout aux pâtures grasses, 549; résumé et conclusions, application à Paris, 550.
— Sur l'utilisation, comme engrais, du produit des égouts, par M. *A. W. Hofmann*, 667, 678.
Électricité. Régulateur pour l'éclairage par l', par M. *A. Gaiffe;* rapport de M. *Th. du Moncel*, 71 (pl. 333).
Électricité. Rapport au Sénat sur la loi portant institution d'un prix de 50,000 francs pour une nouvelle application économique de la pile de Volta, par M. *Dumas*, sénateur, 148.
— Perfectionnements à ses appareils d'éclairage par l', par M. *Serrin*, 444.
— Expériences et observations sur l', par M. *Perrot*, 560.
— Communication sur un électrophore continu de son invention, par M. *Bertsch*, 753.
Emballage. Système d', des bouteilles, par M. *Becker*, 753.
Encre. Préparation d'une, d'imprimerie, par M. *Artus*, 633.
— Présentation d'une, par M. *Caillat*, 752.
Engrais. Système d', par M. *Goux*, 251.
— Production économique du phosphate ammoniaco-magnésien, par M. *Merle*, 252.
— Sur l'agriculture de la Chine et notamment sur les, employés dans ce pays, par M. *Eugène Simon*, 282.
— Sur le procédé de traitement des chiffons pour, de MM. *F. O. Ward* et *Wynants*, par M. *A. W. Hofmann*, 424.
— Substances employées comme, ou amendements, par M. *Morin*; rapport de M. *Boitel*, 460.
— Rapport adressé au nom de la commission des, à S. Exc. M. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, par M. *Dumas*, sénateur, vice-président de la commission, 584; insuffisance de la production des engrais, 587; fraudes sur les engrais, 589; insuffisance de la loi, 590; comparaison des effets produits par les moyens préventifs et par les moyens répressifs, 592; état actuel de la législation et modifications qu'elle exige, 597; mesures accessoires proposées, *ib.*; accroissement de la quantité et de la valeur des engrais mis à la disposition de l'agriculture, abaissement de leur prix, 599; guano, 603; vidanges, 604; immondices des villes, 608; débris d'animaux, *ib.*; engrais fournis par la mer, 609; phosphates naturels, 611; noir animal, *ib.*; engrais artificiels, 612; chaux, marnes, plâtres, *ib.*; sel marin, 614; soufre, *ib.*; transport des engrais, 616; résumé, 617.
— Utilisation et désinfection de l', humain, par M. *Lesens*, 636.
— Sur l'industrie des, par M. *A. W. Hofmann*, 659; des engrais dans les temps anciens, *ib.*; histoire moderne des engrais, fabrication du superphosphate de chaux, 662; importation d'engrais dans la Grande-Bretagne, 664; avantages et in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

convénients que présente le commerce des engrais, *ib.*; influence des événements historiques modernes sur le développement de l'industrie des engrais, 665; application de la vapeur à l'agriculture, 667; utilisation, comme engrais, des déjections urbaines, *ib.*; théorie moderne de la nutrition des plantes, nature et mode d'action des engrais, 668; comment le carbone est fourni aux plantes, grande incertitude à l'égard de l'équilibre cosmique de l'atmosphère, 669; véritables fonctions de l'humus, 670; fourniture de l'eau aux végétaux, *ib.*; fourniture de l'azote, 671; dérivation atmosphérique des végétaux et de l'humus, *ib.*; principes cinéraires entrant dans la composition des plantes, 672; culture intensive, rotation des récoltes, système de culture Weedon, 673; emploi disproportionné des engrais, *ib.*; engrais Liebig, 674; anciennes opinions sur le mode d'absorption des éléments cinéraires, *ib.*; pouvoir absorbant du sol, 675; mécanisme distributif des terrains, mécanisme distributif du fumier de ferme, 676; théorie de l'azote et doctrine des engrais spécifiques, 677; engrais des égouts, expériences de Rugby, 678; justice rendue à MM. *Lawes* et *Gilbert*, hommage à *Justus Liebig*, 679; mode d'appréciation du jury de l'Exposition de 1862 chargé de l'examen des engrais, rapport de la sous-commission, *ib.*

Engrais. Sur l'application de l'acide phosphorique et de ses dérivés à la fabrication des, et à la salubrité des villes, par MM. *Blanchard* et *Château*, 747, 755.

— Fabrication d'un, par M. *Alexandre Jaille*, 755.

Enseignement. Méthode d', du système métrique, par M. *Tarnier*, 190.

Éprouvette. Système d', alcoométrique, par M. *Mauban;* rapport de M. *V. de Luynes*, 17.

Essieu. Système d', supprimant le graissage, par M. *Debour*, 253.

Ether. Emploi de l', méthylique pour la production du froid, par M. *Charles Tellier*, 251.

Exposition universelle. Rapport sur les produits chimiques de l', de 1862, par M. *A. W. Hofmann* (*suite*), 89, 360, 414, 659.

— Décret nommant le Prince impérial Président d'honneur de la Commission impériale de l', de 1867, 114.

— Rapport à l'Empereur concernant un projet de règlement au sujet des récompenses à décerner pour l', de 1867, par S. Exc. M. *Rouher*, 428. — Décret concernant ce règlement, 430. — Dispositions relatives à ce règlement, 431.

Exposition universelle. Arrêté nommant les membres français du Jury des récompenses de l', de 1867 pour les groupes 2 à 10 (produits de l'agriculture et de l'industrie) et pour le nouvel ordre de récompenses, 734.

— Jury spécial du nouvel ordre de récompenses de l', de 1867, 744.

F.

Fécule. Sur les différentes espèces de, par M. *A. W. Hofmann*, 420.

Fer. Emploi du peroxyde de, humide pour la préparation de l'oxygène, par M. *R. W. Artlett*, 62.

Fer-blanc. Sur l'emploi des déchets de, par M. *Fuchs*, 572.

Fer à cheval. Système de, par M. *Peillard*, 754.

Fermeture. Système de, pour devantures de boutiques, par M. *Lebesnerais*, 753.

— Bouchon réalisant la, hermétique des bouteilles, par M. *Becker*, 753.

Ferrures. Perfectionnements aux, de portes d'armoires, par M. *Faure;* rapport de M. *Molinos*, 206 (pl. 336).

Filaments. Extraction de, textiles de l'écorce du mûrier, par M. *Cabanis;* rapport de M. *A. Chatin*, 18.

— Proposition d'emploi comme, textiles de la fibre du pédoncule du fruit du platane, par M. l'*Économe* du lycée d'Auch, 161.

Fonte. Procédé pour recouvrir la, grise d'une couche de fonte blanche, par M. *Gueunier*, 637.

Forage. Sur le, du puits artésien de Passy, par M. *Darcel*, 488.

— Machine-outil pour le, des roches dures, inventée par M. *Leschot*, et construite par M. *Pihet* fils, 575.

Fourneau. Système de, économique, par M. *Filliatre*, 191.

Fracture. Moyen de prévenir la, des cheminées en verre dans les lampes à huile de pétrole, 751.

Fraude. De la, sur les engrais, par M. *Dumas*, sénateur, 589.

Frein. Système de, pour chemins de fer, par M. *Guiot*, 442.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Frein. Autre système, par M. *Gellée*, 637.
Fumivorité. Système réalisant la, des cheminées d'usines, par MM. *Merle* et *comp.*, 121.
— Appareil réalisant la, par M. *Morel*, 443.
Fusil. Système de sûreté pour le, de chasse, par M. *Valasse;* rapport de M. *Laboulaye*, 257 (dessin sur bois).
— Système de, se chargeant par la culasse, par M. *Galant*, 576.
— Autre système du même genre, par M. *Challeton de Brughat*, 637.
— Nouvelle cartouche à culot pour le, se chargeant par la culasse, par M. *Chaudun*; rapport de M. *Laboulaye*, 651 (pl. 351).

G.

Galvanoplastie. Sur les origines et les progrès récents de la, par M. *Henri Bouilhet*, 207.
— Procédés de, en ronde bosse, par *le même* et M. *Christofle* fils; rapport de M. *Barreswil*, 389.
Garance. Sur la fabrication de la, par M. *A. W. Hofmann*, 96.
Gaz. De la dissociation des, dans les foyers métallurgiques, par M. *L. Cailletet*, 506.
Gaz d'éclairage. Nouvel appareil pour la production des hautes températures par l'emploi du, par M. *Girard*, 252.
— Régulateur télégraphique de la pression du, par M. *H. Giroud;* rapport de M. *Henri Peligot*, 266 (pl. 338).
— Obturateur-indicateur des fuites de, par M. *Bazet*, 575.
Géodésie. Instrument de, par M. *J. B. Dumas;* rapport de M. *Benoît*, 65 (pl. 332).
— Instrument de, dit *longimètre*, par M. *Sanguet;* rapport de M. *Benoît*, 641 (pl. 350).
Géométrie. Solution graphique de quelques questions de, pratique, par M. *Péraux;* rapport de M. *Benoît*, 721 (dessin sur bois).
Géographie. Carte de, de la colonie de Victoria (Australie), par M. *F. Proeschel;* rapport de M. *C. Lavollée*, 137.
Glycérine. Emploi de la, pour conserver la plasticité de l'argile, 62.
Goudron. Sur les couleurs dérivées du, de houille, par M. *A. W. Hofmann*, 360.
Graissage. Appareil pour le, dit graisseur automatique, par M. *Courcier;* rapport de M. *V. Bois*, 199 (pl. 336).
— Système de palier supprimant le, par M. *Debour*, 253.
— Sur l'industrie des hydrocarbures distillés et leur application à l'éclairage et au, par M. *A. W. Hofmann*, 414.
— Hélicoïde pour le, des axes tournants, par M. *Piret*, 443.
Graphite. Creuset en, de New-York envoyé par M. *Karcher*, 254.
Gravure. Production chimique de, mate sur métal et sur verre, par MM. *Tessié du Mothay* et *Ch. Maréchal*, 119, 320.
— Procédé de, mate sur verre, par M. *Kessler*, 754.
Grue. Système de, à vapeur locomobile, par M. *Chrétien*, 442.
Gymnastique. Nouveau système d'échelles de cordes pour, par M. *Carue;* rapport de M. *Henri Peligot*, 520.

H.

Horlogerie. Réclamation de M. *Monnin-Japy*, au sujet d'une fausse indication donnée sur la nature des mouvements de montres qu'il fabrique, 190.
— Demande d'examen de la vieille horloge de l'hôtel de ville de Paris, par M. *Henri Lepaute*, 253.
— Préparation de l'huile pour l', 317.
Horticulture. Visite du Conseil de la Société aux établissements d', de la ville de Paris; compte rendu par M. *A. Brongniart*, 394.
Houille. Sur la variété de, dite *cannel-coal* du Flintshire (Angleterre), 291.
— Sur les couleurs dérivées du goudron de, par M. *A. W. Hofmann*, 360.
— Causes de la pénurie de, à la fin de 1865, particulièrement dans le nord et le nord-est de la France, par M. *Vuillemin*, 692.
— Note sur l'établissement de la fosse à, de Marles (Pas-de-Calais) et sur les causes probables de sa destruction, 729.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Huile minérale. Appareil pour déterminer le degré d'inflammabilité de l', de pétrole, par MM. *Urbain* et *Salleron*, 253.
— Industrie des, ou hydrocarbures distillés et leur application à l'éclairage et au graissage, par M. *A. W. Hofmann*, 414.
— Extraction de l', en Pensylvanie, 571.
— Moyens proposés par M. *Julien Cau* pour éviter les dangers causés par l', de pétrole, 759.
Huile végétale. Sur le moyen de reconnaître l', de graine de coton lorsqu'elle est mélangée à d'autres huiles, par M. *R. Reynolds*, 314.
— Préparation de l', pour l'horlogerie, 317.

I.

Imperméabilité. Théorie de l', des chaussures, par M. *Duméry*, 706.
Impression. Procédé d', à bon marché de papiers peints, par MM. *Guillou* et *Thorailler*, 445. (Voy. **Lithographie** et **Typographie**.)
— Perfectionnements à l', des tissus, par M. *Wulverick*, 635.
Incendies. Procédé pour l'extinction rapide des, par M. *Smetz*, 251.
— Appareil pour empêcher les, de tuyaux de cheminées, par M. *Monnet*, 443.
Incombustibilité. Procédé pour obtenir l', des étoffes légères, par M. *Hottin*, 319.
Instruments de musique. Piano dit *piano-violon*, par M. *Baudet*, 64.
Instruments de précision. Hypso-goniomètre, par M. *J. B. Dumas;* rapport de M. *Benoît*, 65 (pl. 332).
— Perfectionnements aux compas, par M. *Royer*, 251.
— Sonde-thermomètre, par M. *Mauban*, 318.
— Nouveau microscope vertical, dioptrique, par M. *Achille Brachet*, 319.
— Instrument dit *perspectomètre*, par M. *Louis Mignerat*, 319.
— Balances, par M. *Deleuil;* rapport de M. *V. de Luynes*, 321 (pl. 339 et dessins sur bois).
— Baromètre thermoscopique, par M. *Guiot;* rapport de M. *Le Roux*, 326 (pl. 340); — note additionnelle, par M. *Guiot*, 331.
— Machine pneumatique, par M. *Deleuil;* rapport de M. *Tresca*, 385 (pl. 342).
Instruments de précision. Baromètre dit *holostérique*, par MM. *Naudet, Hulot* et *comp.;* rapport de M. *Le Roux*, 513 (pl. 346).
— Longimètre ou instrument de géométrie pratique, par M. *Sanguet;* rapport de M. *Benoît*, 641 (pl. 350).
— Nouveau compas à tracer les ellipses, par M. *Albert Thomas;* rapport de M. *Benoît*, 648 (pl. 351).

J.

Jaune. Sur le, d'aniline, par M. *A. W. Hofmann*, 376.

L.

Labourage. Instrument pour broyer et hacher la terre pendant le, par M. *Laverpillière*, 126.
Laine. Fabrication des tissus ouatés en, pour tapis et chaussures, par MM. *Imbs;* rapport de M. *Alcan*, 449 (pl. 345).
— Perfectionnements apportés dans le travail de la, peignée, par M. *Wulverick;* rapport de M. *Alcan*, 715 (dessin sur bois).
Lampe. Système de, électrique, par M. *A. Gaiffe;* rapport de M. *Th. du Moncel*, 71 (pl. 333).
— Perfectionnements à sa, électrique, par M. *Serrin*, 444.
— Système de, à esprit-de-vin, par M. *Lang*, 574.
— Nouvelle, à magnésium, par M. *H. Larkin*, 626.
— Moyen de prévenir la fracture des cheminées en verre dans la, à huile de pétrole, 751.
Laque. Emploi d'une, pour la fabrication des chapeaux, 316.
Législation. État actuel de la, sur les engrais, par M. *Dumas*, sénateur, 597.
— Loi du 19 mai 1866 sur la marine marchande, 696; décret relatif à l'art. 1er de cette loi, 698.
Lessivage. Appareil pour le, des soudes, laines en suint, etc., par M. *Havrez*, 124.
Lichens. Sur les composés dérivés des, et fabriqués par M. *Stenhouse*, par M. *A. W. Hofmann*, 691.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Limes. Machine à tailler les, par M. *Dalhoff*, 442.
— Fabrication des, par MM. *Limet*, *Lappareillé* et *comp.*, 445.
Liste. Des membres français du Jury des récompenses pour l'Exposition universelle de 1867, 734.
— des nouveaux membres français et étrangers admis en 1866 à faire partie de la Société d'encouragement, 763.
Lit. Système de, mécanique pour malades, par Mme Ve *Massiou*, 444.
— Autre système de, pour malades, par M. *Carré*, 754.
Lithographie. Presse mécanique pour la, par M. *Voirin;* rapport de M. *Laboulaye*, 9 (pl. 330 et 331).
Locomotion. De la, sur routes ordinaires à l'aide de la vapeur, par M. *Séguier*, 553.
Lumière. Régulateur de, électrique, par M. *A. Gaiffe;* rapport de M. *Th. du Moncel*, 71 (pl. 333).
— Perfectionnements à son régulateur de, électrique, par M. *Serrin*, 444.
— Système de lampe pour la, au magnésium, par M. *H. Larkin*, 626.
Lunettes. Emploi de l'or ou de l'argent en feuille mince pour recouvrir les verres de, par M. *Melsens*, 625.
— Fabrication de verres de, de couleur, par MM. *Walter-Berger*, 637.

M.

Machine. Système de, à coudre, par M. *Journaux-Leblond;* rapport de M. *Alcan*, 133.
— à apprêter les chapeaux, par M. *Mathias*, 191.
— à coudre, par MM. *Gauthier* et *Deschamps;* rapport de M. *V. Bois*, 260.
— pour le bronzage mécanique des impressions, par M. *Abadie*, 318.
— à coudre, par MM. *Plaz* et *Rexroth*, 318.
— à travailler les peaux, par M. *Théophile Gely*, 319.
— pneumatique par M. *Deleuil ;* rapport de M. *Tresca*, 385 (pl. 342).
— à tailler les limes et à raboter les métaux, par M. *Dalhoff*, 442.
— à égrener le coton, par M. *Buan*, 442.
Machine à faire la bonneterie, par M. *Tailbouis*, 445.
— à tailler les talons de chaussures, par M. *Aboully*, 445.
— employant la vapeur d'eau surchauffée par l'hydrogène, par M. *Cherfils*, 575.
— à fabriquer les briques, par M. *Tréholan*, 635.
— dite *à fil sans fin* pour visser les cuirs, par M. *Cabourg;* rapport de M. *V. Bois*, 705 (dessins sur bois).
— Améliorations à la, à peigner la laine, de *Heilmann*, par M. *Wulverick;* rapport de M. *Alcan*, 715 (dessin sur bois).
— à air comprimé, par M. *Brand*, 754.
— à multiplier, par M. *Rous*, 760.
— à fabriquer les clous dorés pour ameublements, par M. *Dubreuil*, 760.
Machines à vapeur. Tiroir équilibré pour, par M. *A. Cochot*, 190.
— De l'emploi des, pour la traction sur les routes ordinaires, par M. *Tresca*, 346.
— Système de tiroir rotatif à détente variable pour, par M. *Molard*, 442.
— De la locomotion sur routes ordinaires à l'aide des, par M. *Séguier*, 553.
Machines hydrauliques. Système de, pour élever l'eau, par M. *Louis Mignerat*, 319.
— Autre système de, par M. *Thomas*, 760.
Machines locomotives. Système de, à trois cylindres, par M. *Raincelin;* rapport de M. *Baude*, 193 (pl. 335).
Machines-outils. Système *Leschot*, construit par M. *Pihet* fils, pour perforer les roches dures, 575.
Magnésium. Sur divers emplois du, par M. *W. White*, 315.
— Nouvelle lampe au, par M. *H. Larkin*, 626.
Métalloïdes. De l'action des, sur le verre et de la présence des sulfates alcalins dans tous les verres du commerce, par M. *J. Pelouze*, 55.
Métier à tisser. Système de, pour tisser simultanément deux étoffes superposées, par M. *Gerber-Ulrich*, 121.
— Perfectionnements au, Jacquart, par M. *Rode*, 318.
Meules. Fondation d'un prix pour la fabrication salubre et économique des; communication de M. *Tresca*, 122.
Microscope. Nouveau, vertical dioptrique, par M. *Achille Brachet*, 319.
Mines. Sur les, de *cannel-coal* du Flintshire (Angleterre), 291.
— Note sur l'établissement de la fosse à charbon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Marles (Pas-de-Calais) et sur les causes probables de sa destruction, 729.
Mortier. Sur plusieurs spécimens de, d'un âge ancien, par M. *William Wallace*, 186.
Mouches. Papier pour tuer les, par M. *Ferrand;* rapport de M. *Herpin*, 465.
Mouture. Procédés de, du sarrasin, par M. *Betz-Penot;* rapport de M. *Herpin*, 334.
— Étude chimique des produits extraits du sarrasin par les procédés de, de M. *Betz-Penot*, par M. *Jacquelain*, 338.
Murexide. Sur la fabrication de la, par M. *A. W. Hofmann*, 103.
Mûrier. Matière textile extraite de la fibre corticale du, par M. *Cabanis;* rapport de M. *A. Chatin*, 18.
— Considérations sur la taille ordinaire du, relativement à la maladie des vers à soie, par M. *Guilhoz*, 252.
— Remède applicable à la culture du, pour prévenir la maladie des vers à soie, par M. *Marcelin Cornu*, 252.

N.

Navigation. Système de, à vapeur sur les rivières et les canaux, par M. *Beuchot;* rapport de M. *Callon*, 654.
Navires. Procédé pour garantir de l'oxydation les, en fer, par M. *Jouvin*, 252.
Nécrologie. Mort de M. *Cochot* père, constructeur-mécanicien, membre de la Société ; communication de M. le baron *Séguier*, 125.
— Mort de M. *Charles Wye-Williams*, ingénieur anglais, 247.
— Mort de M. *Gilbert* père, fabricant de crayons, membre de la Société, 252.
— Mort de M. *Tailfer*, constructeur-mécanicien, membre de la Société, 318.
Nitroglycérine. Sur l'emploi de la, en remplacement de la poudre de mine, par M. *Nobel*, 311.
— Moyen simple de conserver la, sans danger d'explosion, par *le même*, 384.
— Sur l'emploi de la, dans les carrières de grès vosgien, près de Saverne, par M. *E. Kopp*, 565.
Noir. Fabrication du, d'aniline, par M. *Charles Lauth* ; rapport de M. *Balard*, 75.
Noir. Sur un mordant de fer nommé vulgairement *rouille*, employé pour la teinture des soies en, par M. *Ch. Mène*, 619.

O.

Optique. Nouveau microscope vertical, par M. *Achille Brachet*, 319, 638.
Or. Coup d'œil sur le gisement métallique de l', et sur son équateur aurifère, 568.
— Sur l'emploi de l', ou de l'argent en feuille mince sur les verres de lunettes, par M. *Melsens*, 625.
Orseille. Sur la fabrication de l', par M. *A. W. Hoffmann*, 101.
Outil. Système d', pour donner la voie aux lames de scies, par M. *Plagnol;* rapport de M. *Benoît*, 197 (pl. 336).
Ouvrages nouveaux. (Voy. **Bibliographie.**)
Oxydation. Procédé pour garantir de l', le matériel naval, par M. *Jouvin*, 252.
Oxygène. Mode de préparation de l', par M. *R. W. Artlett*, 63.

P.

Papier. Fabrication des cols en, en Amérique, 250.
— Fabrication de, peint à prix réduit, par MM. *Guillou* et *Thorailler*, 445.
— Système de, dit tue-mouches, par M. *Ferrand;* rapport de M. *Herpin*, 465.
— Préparation en grand de la pâte de bois, en Amérique, pour la fabrication du, 622.
Paraffine. Rapport sur la distillation des schistes en Prusse pour la fabrication de la, par M. *Dullo*, 416.
— Emploi de la, purifiée dans la préparation des tonneaux à vin ou à bière, par M. *Vohl*, 632.
— Conservation des peintures à fresque au moyen de la, par M. *Vohl*, 633.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Paratonnerres. Sur les, et sur quelques expériences faites avec l'étincelle d'induction et les batteries de Leyde, par M. *Melsens*, 294.

Patron. Système de, mobile pour tailler et bâtir les chemises, par M. *Claude* jeune; rapport de M. *Herpin*, 464.

— Autre système de, pour couper le cuir et l'étoffe des chaussures, par M. *Grootaert;* rapport de M. *Herpin*, 521.

Peaux. Sur l'établissement, en France, des couperies de, de lièvre et de lapin, par M. *O. de Clermont;* rapport de M. *C. Lavollée*, 276, 278.

— Machine pour le travail des, par M. *Théophile Gely*, 319.

— Perfectionnements à l'art de parer et travailler les, par M. *Jonquet*, 752.

Peinture. Procédés de, pour imiter les bois, par M. *Destrem*, 125.

— Procédés de, et de photographie sur verre, par MM. *Ch. Maréchal* et *Tessié du Mothay;* communication de M. *Barral*, 320.

— Conservation de la, à fresque par le moyen de la paraffine, par M. *Vohl*, 633.

Pétrole. Appareil pour déterminer le degré d'inflammabilité de l'huile de, par MM. *Urbain* et *Salleron*, 253.

— Moyen de prévenir la fracture des cheminées en verre dans les lampes à huile de, 751.

— Moyens proposés pour éviter les dangers de l'huile de, par M. *Julien Cau*, 759.

Phénol. Sur les matières colorantes dérivées du, par M. *A. W. Hofmann*, 381.

Photographie. Action simultanée de la lumière et des sels oxygénés sur le sous-chlorure d'argent violet; application à l'obtention par la, des couleurs naturelles sur papier, par M. *L. A. Poitevin*, 114. — Remarques sur le même sujet, par M. *Ed. Becquerel*, 116.

Photophobie. Sur l'emploi de l'or et de l'argent en feuille mince sur les verres de lunettes pour les cas de, par M. *Melsens*, 625.

Piano. Système de, dit piano-violon, par M. *Baudet*, 64.

Plantes. Des matières minérales contenues dans les, par M. *Crace Calvert*, 249.

— Sur le mode de nutrition des, par M. *A. W. Hofmann*, 669. (Voy. **Engrais**.)

Plomb. Nouveau procédé pour la fabrication du blanc de, par M. *Peter Spence*, 627.

Poils. Sur l'industrie des couperies de, par M. *O. de Clermont;* rapport de M. *C. Lavollée*, 276, 278.

Pommes de terre. Résultats d'expériences nombreuses sur la richesse des, par M. *Nobbe*, 573.

— Emploi de l'acide sulfureux pour distinguer les, saines, par M. *Tréboul*, 754.

— Procédé de guérison de la maladie des, par M. *Danty-Lanusse*, 757.

Pont. Construction du, d'El-Kantara, à Constantine (Algérie), par M. *Georges Martin;* rapport de M. *V. Bois*, 3 (dessin sur bois et pl. 329).

Portes. Perfectionnements aux ferrures de, d'armoires, par M. *Faure;* rapport de M. *Molinos*, 206 (pl. 336).

Potasse. Note sur la pureté de la, de suint extraite par MM. *Maumené* et *Rogelet*, par M. *Balard*, 467.

— Sels de, pour l'agriculture, par M. *Renouard*, 637.

Potassium. Sur l'iodure de, par M. *Payen*, 558.

Poudre. Sur l'emploi de la nitroglycérine en remplacement de la, de mine, par M. *Nobel*, 311.

Presses. Perfectionnements aux, mécaniques, pour la typographie et la lithographie, par M. *Voirin*; rapport de M. *Laboulaye*, 9; presse lithographique, pl. 330 et 331; presse typographique, 356 (pl. 341).

Pressoir. Nouveau système de, par M. *Samain*, 191.

Priorité. Réclamation de, au sujet de l'emploi du cuivre dans la préparation du noir d'aniline, par M. *Rosenthiel*, 318.

— Réclamation de, au sujet des coffres-forts mettant à l'abri des incendies, par M. *Fichet*, 445.

Prix. Discours prononcé à la séance de distribution des, de l'Association polytechnique, par M. *Dumas*, sénateur, 81.

— Fondation d'un, pour la fabrication économique et salubre des meules; communication de M. *Tresca*, 122.

— Rapport au Sénat sur la loi portant institution d'un, de 50,000 francs pour une nouvelle application économique de la pile de Volta, par M. *Dumas*, sénateur, 148.

— Rapport fait au comité central agricole de Sologne sur le concours ouvert au sujet du, proposé pour la recherche d'un procédé de conservation des vins, par *le même*, 410.

— Programme des, mis au concours par la Société industrielle d'Amiens pour l'année 1866-1867, 700.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Procès-verbaux des séances du Conseil d'administration. Séance ordinaire du 10 janvier 1866, 63; — du 24 janvier, 121; — du 7 février, 123; — du 21 février, 125; — du 7 mars, 190; — du 21 mars, 191; — du 4 avril, 251; — du 18 avril, 253; — du 2 mai, 318; — du 16 mai, 319; — du 30 mai, 441; — du 13 juin, 443; — du 27 juin, 444; — du 11 juillet, 573; — du 25 juillet, 575; — du 8 août, 635; — du 17 octobre, 636; — du 31 octobre, 704; — du 14 novembre, 752; — du 28 novembre, 754; — du 12 décembre, 757; — du 26 décembre, 759.

Projectiles. Nouvelle cartouche à culot, par M. *Chaudun;* rapport de M. *Laboulaye,* 651 (pl. 351).

— Grenade explosive pour la destruction des grands carnivores, par M. *Constant Cheret;* rapport de M. *Laboulaye,* 653.

Propulseur. Nouveau, pour bateaux à vapeur et autres, par M. *Guillot,* 753.

Puits artésien. Sur le, de Passy, par M. *Darcel,* 488.

Puits de mine. Note sur l'établissement du, de Marles (Pas-de-Calais) et sur les causes probables de sa destruction, 729.

Pyroxyles. Note sur les, par M. *Melsens,* 25.

R.

Réclamation. Adressée par M. *Monnin-Japy,* au sujet de sa fabrique de mouvements de montres, 190.

— adressée par M. *Mauban* (*Victor*), au sujet d'une erreur d'adresse, 191.

— Note sur une, de priorité d'emploi du cuivre dans la production du noir d'aniline, par M. *Rosenthiel,* 318.

— adressée au sujet des coffres-forts mettant à l'abri des incendies, par M. *Fichet,* 445.

— faite par M. *Jacquet,* au sujet des appareils en tôle émaillée présentés par M. *Godin-Lemaire,* 753.

— adressée, par M. *Dodé,* au sujet du métallisage des glaces par le platine, présenté par MM. *Creswel* et *Tavernier,* 754.

Réclamation faite par M. *Godin-Lemaire* contre celle adressée par M. *Jacquet,* 754.

Réfrigération. Obtenue par l'emploi de l'éther méthylique, par M. *Charles Tellier,* 251.

— Procédé d'extraction du sucre de betterave par voie de, par M. *Alvaro Reynoso,* 440.

Remède. Proposition d'un, applicable à la culture du mûrier pour prévenir la maladie des vers à soie, par M. *Marcelin Cornu,* 252.

Réservoirs. Communication sur les, de Ménilmontant pour emmagasiner les eaux de la Dhuys et de la Marne, par M. *Baude,* 64; 140 (pl. 334).

Résidus. Sur l'utilisation des, de la préparation du chlore et de la fabrication de la soude artificielle, par M. *E. Kopp,* 117. — Remarques de M. *Pelouze,* 118. — Remarques de M. *Dumas, ib.*

Résines. Nouveau mode d'emploi des, pour la fabrication des vernis, par M. *Violette,* 637.

Riz. Procédé de fabrication de l'amidon de, par M. *Orlando Jones,* 422.

Robinets. Système de, en bois, dits *cannelles,* par M. *Paraud;* rapport de M. *Amédée-Durand,* 129.

— Modèle de, par M. *Debatène;* rapport de M. *Tresca,* 203 (pl. 336).

— Nouveau système de, par M. *Fronteau,* 443.

Rouge. Sur le, d'aniline, par M. *A. W. Hofmann,* 366.

— Sur une nouvelle couleur extraite de l'écorce de la bourdaine, par M. *Buchner,* 630.

Rubidium. Sur le cæsium et le, découverts au moyen de l'analyse spectrale, par M. *A. W. Hofmann,* 684.

Rupture. Sur la nature et les causes de la, des arbres tournants en fer, par M. *Wedding,* 631.

S.

Sagou. Fabrication de l'amidon de, par M. *Watherspoon,* 422.

Salubrité. Sur l'application de l'acide phosphorique et de ses dérivés à la fabrication des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

engrais et à la, des villes, par MM. *Blanchard* et *Château*, 747.
Sarrasin. Procédés de mouture du, par M. *Betz-Penot;* rapport de M. *Herpin*, 334.
— Étude chimique des produits extraits du, par M. *Betz-Penot*, par M. *Jacquelain*, 338.
Sauvetage. Perfectionnement à son appareil de, par M. *Galibert*, 755.
Savon. Fabrication d'un, à détacher, par M. *Aubier*, 121.
Scie. Instrument pour donner la voie aux lames de, par M. *Plagnol;* rapport de M. *Benoît*, 197 (pl. 336).
— Système de, articulée, par *Flamm*, 752.
Séances ordinaires du Conseil d'administration. (Voy. **Procès-verbaux**.)
Sériciculture. Études chimiques et physiologiques sur les vers à soie, par M. *E. Peligot*, 155.
— Etude sur la maladie des vers à soie, par M. *L. Pasteur*, 522.
— Prix moyen des cocons de 1843 à 1865 (dessin sur bois), 657.
Serres. Visite aux, de la Ville de Paris ; compte rendu par M. *A. Brongniart*, 394.
Signal. Système de, de détresse pour les trains de chemins de fer, par M. *Maurel*, 635.
Soie. Sur un mordant de fer nommé vulgairement *rouille*, employé pour la teinture de la, en noir, par M. *Ch. Mène*, 619.
Soude. Sur l'utilisation des résidus de la préparation du chlore et de la fabrication de la, artificielle, par M. *E. Kopp*, 117. — Remarques de M. *Pelouze*, 118. — Remarques de M. *Dumas*, *ib.*
— Appareil pour le lessivage de la, etc., par M. *Havrez*, 124.
Souscription. Ouverture d'une, pour la fondation d'un prix pour la fabrication économique et salubre des meules ; communication de M. *Tresca*, 122.
— Fonds de, pour secours aux ouvriers. (Voy. **Caisse de secours**.)
— Ouverture d'une, pour faciliter aux instituteurs les moyens de visiter l'Exposition universelle de 1867, 758.
Spectroscope. Sur le, et l'analyse spectrale, par M. *A. W. Hofmann*, 681.
Statistique. Sur la, commerciale de la colonie de Victoria (Australie), par M. *F. Proeschel;* rapport de M. *C. Lavollée*, 137.
Statistique. De la, des couperies de peaux de lièvre et de lapin, par M. *O. de Clermont*, 278.
Statuettes. Présentation de, en terre cuite, par M. *Eugène Blot;* rapport de M. *Albert Barre*, 394.
Sténographie. Appareil imprimeur pour la, par M. *Henri Bryois*, 574.
Sucre. Observations sur les procédés de fabrication du, de MM. *Possoz* et *Périer*, par M. *Thénard*, 125.
— Note sur les fabriques de, de Barbery et de Beaurain près Senlis, où sont appliqués les procédés de MM. *Perrier* et *Possoz*, par M. *Ad. Dailly*, 145.
— Appareil nouveau pour la fabrication du, par M. *Robert de Massy*, 319.
— Procédé d'extraction du, de betterave par voie de congélation, par M. *Alvaro Reynoso*, 440.
Suint. Note sur la pureté des potasses de, extraites par MM. *Maumené* et *Rogelet*, par M. *Balard*, 467.

T.

Tapioca. Des plantes avec lesquelles on fait le, par M. *Boussingault*, 423.
Teinture. Fabrication du noir d'aniline pour la, par M. *Charles Lauth*; rapport de M. *Balard*, 75.
— Sur un mordant de fer nommé vulgairement *rouille*, employé pour la, des soies en noir, par M. *Ch. Mène*, 619.
— Procédé de, au grand teint, par M. *Bauce*, 755.
— Couleurs propres à la, par M. *Dusart*, 758.
Télégraphie électrique. Fabrication de câbles souterrains et sous-marins pour la, par MM. *Rattier* et *comp.;* rapport de M. *Th. du Moncel*, 456.
— Sur un système de, essayé en France au chemin de fer du Nord, permettant aux voyageurs, en cas d'accident, de communiquer avec les conducteurs du train, par M. *Bricogne*, 624.
Thallium. Sur le, découvert au moyen de l'analyse spectrale, par M. *A. W. Hofmann*, 686.
Thermomètre. Sonde, dite *sonde-thermomètre*, pour les couches des jardins, par M. *Mauban*, 318.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tiroir. Système de, équilibré pour machines à vapeur, par M. *Cochot*, 190.
— Système de, rotatif à détente variable, par M. *Molard*, 442.
Tissage. Métier produisant le, simultané de deux étoffes superposées, par M. *Gerber-Ulrich*, 121.
— Modifications au métier de, Jacquart, par M. *Rode*, 318.
Tissus. Fabrication des, ouatés en laine pour tapis et chaussures, par MM. *Imbs*; rapport de M. *Alcan*, 449 (pl. 345).
— Perfectionnements à l'impression des, par M. *Wulverick*, 635.
Toiture. Système de, en zinc, par M. *Sarrant-Corot*, 191.
Tôle. Appareils en, émaillée pour le chauffage des appartements, par M. *Godin-Lemaire*, 638.
Tonneaux. Instrument pour le tracé des douves de, par M. *Ravinet*; rapport de M. *Laboulaye*, 332 (pl. 340).
— Emploi de la paraffine purifiée dans la préparation des tonneaux à vin ou à bière, par M. *Vohl*, 632.
Tourbe. Emploi des gaz de la, dans la fabrication du verre, par M. *Monnin-Japy*, 190.
— Détermination des quantités comparatives de produits fournis par la distillation sèche de la, par M. *G. Wagenmann*, 420.
Traction. De la, à vapeur sur les routes ordinaires, par M. *Tresca*, 346.
— Sur le même sujet, par M. *Séguier*, 553.
Travaux publics. Pont d'El-Kantara construit, à Constantine (Algérie), par M. *Georges Martin*; rapport de M. *V. Bois*, 3 (dessin sur bois et pl. 329).
— Réservoirs de Ménilmontant pour emmagasiner les eaux de la Dhuys et de la Marne; communication de M. *Baude*, 64; 140 (pl. 334).
— Communication de M. *Baude* sur les égouts de Paris, 124; 402 (pl. 343 et 344).
— Sur le drainage de Londres et l'utilisation des eaux d'égout en Angleterre, par M. *Mille*, 541 (pl. 347).
Typographie. Perfectionnements aux presses de, par M. *Voirin*; rapport de M. *Laboulaye*, 9, 356 (pl. 341).
— Préparation d'une encre pour la, par M. *Artus*, 633.

V.

Vapeur. Application rationnelle de la, à la navigation des cours d'eau, par M. *Beuchot*, 121.
— Machine employant la, surchauffée par l'hydrogène, par M. *Cherfils*, 575.
Ventilation. Système de, des salles de spectacle, par M. *Monthiers*, 636.
— Inventions relatives à la, par M. *Joseph Collas*, 757.
Vernis. Moyen de rendre très-siccatifs les, et les couleurs à l'huile, par M. le docteur *Jünemann*, 314.
— Sur les, par M. *A. W. Hofmann*, 423.
— Nouveau mode d'emploi des résines pour la fabrication des, par M. *Violette*, 637.
Verre. De l'action des métalloïdes sur le, et de la présence des sulfates alcalins dans toute espèce de, du commerce, par M. *J. Pelouze*, 55.
— Production chimique de gravures mates sur cristal et sur, par MM. *Tessié du Mothay* et *Ch. Maréchal*, 119; communication de M. *Barral*, 320.
— Emploi des gaz de la tourbe dans la fabrication du, par M. *Monnin-Japy*, 190.
— Procédé de gravure mate sur le, par M. *Kessler*, 754.
Vers à soie. (Voy. **Sériciculture**.)
Vert. Sur le, d'aniline, par M. *A. W. Hofmann*, 376.
Viande. Procédé pour la conservation de la, par M. *John Morgan*, 34.
— Des caractères qui distinguent la, saine de celle qui est malade, par M. le docteur *Letheby*, 312.
— Sur un procédé de conservation pour la, de bœuf, employé dans la république de l'Uruguay, par M. *Vavasseur*, 563.
Vidanges. Système de, par M. *Goux*, 251.
Vigne. Procédé de guérison de la maladie de la, par M. *Danty-Lanusse*, 757.
Vins. Note sur les dépôts qui se forment dans les, par M. *L. Pasteur*, 48.
— Nouvelles observations au sujet de la conservation des, par *le même*, 51.
— Des effets de la chaleur pour la conservation et l'amélioration des, par M. *de Vergnette-Lamotte*, 108, 306.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vins. Procédé pratique de conservation et d'amélioration des, par M. *L. Pasteur*, **111.**
— Rapport fait au comité central agricole de Sologne sur le concours ouvert pour la recherche d'un procédé de conservation des, par M. *Dumas*, sénateur, **410.**
Violet. Sur le, d'aniline, par M. *A. W. Hofmann*, **363.**
Voiture. Brancard de rechange pour, par M. *Cretin*; rapport de M. *Priestley*, **16.**

Z.

Zinc. Système de toiture en, par M. *Sarrant-Corot*, **191.**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

Pages.

Pl. 329, *simple*. Construction du pont d'El-Kantara, à Constantine, par M. Georges Martin. 4
Pl. 330, *double*. Presse mécanique pour la lithographie, par M. Voirin. 15
Pl. 331, *double*. *id.* *id.* *id.* . . . . . *ib.*
Pl. 332, *double*. Hypso-goniomètre, par M. J. B. Dumas. 69
Pl. 333, *simple*. Régulateur de lumière électrique, par M. A. Gaiffe. 73
Pl. 334, *triple*. Réservoir de Ménilmontant pour les eaux de la Dhuys et de la Marne. . . 145
Pl. 335, *simple*. Machine locomotive à trois cylindres, par M. Raincelin. 197
Pl. 336, *simple*. A, tourne-scie, par M. Plagnol. — B, graisseur automatique, par M. Courcier. — C, robinet, par M. Debatène. — D, ferrure perfectionnée pour portes d'armoires, par M. Faure. 205
Pl. 337, *triple*. Carte des chemins de fer du nord de l'Espagne. 231
Pl. 338, *triple*. Régulateur télégraphique de la pression du gaz d'éclairage, par M. Giroud. 275
Pl. 339, *simple*. Balance de précision, par M. Deleuil. 325
Pl. 340, *simple*. A, baromètre thermoscopique, par M. Guiot. — B, compas pour la tonnellerie, par M. Ravinet. 333
Pl. 341, *double*. Perfectionnements aux presses mécaniques pour la typographie, par M. Voirin. 359
Pl. 342, *double*. Machine pneumatique, par M. Deleuil. 389
Pl. 343, *double*. Plans d'ensemble des grands égouts collecteurs de la ville de Paris. . . . 409
Pl. 344, *triple*. Bateau-vanne et waggon-vanne du service des grands égouts de Paris et profils types de quelques-uns de ces égouts. . . . . *ib.*
Pl. 345, *double*. Métier à fabriquer les tissus ouatés en laine pour tapis et chaussures, par MM. Imbs. 455
Pl. 346, *simple*. Baromètre dit *holostérique*, par MM. Naudet, Hulot et comp. 517
Pl. 347, *triple*. A, eaux de Glasgow; dérivation du lac Katrine. — B, distribution des eaux d'égout de Londres; tracé de l'aqueduc et des endiguements. 551
Pl. 348, *triple*. Fabrication de la bière de Bavière, par M. Félix Boucherot. 581
Pl. 349, *double*. Caves de M. Félix Boucherot pour la conservation de la bière de Bavière. 583
Pl. 350, *simple*. Instrument de géométrie pratique, dit *longimètre*, par M. Sanguet. 647
Pl. 351, *simple*. A, compas à tracer les ellipses, par M. Albert Thomas. — B, nouvelles cartouches à culot, par M. Chaudun. 651

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DESSINS.

	Pages.
Arche métallique du pont d'El-Kantara. — 1 figure.	7
Système de sûreté pour fusils de chasse, par M. Valasse. — 2 figures.	259
Balance de précision de M. Dumas, construite par M. Lecomte. — 4 figures.	323
Courbe du prix moyen des cocons de 1842 à 1865. — 1 figure.	658
Vis pour les cuirs de chaussures. — 3 figures.	712
Perfectionnements à la peigneuse Heilmann, par M. Wulverick. — 1 figure.	720
Problèmes de géométrie pratique, par M. Péraux. — 1 figure.	725

PARIS. — IMPR. DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires