

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1913. 2e semestre

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945

Description : 696 p. : ill. ; 26 cm

Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1913

Cote de l'exemplaire : BSPI,121

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.121>

BSPI-12

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR
L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. HITIER & TOULON

1913

DEUXIÈME SEMESTRE

Pour faire partie de la Société, il faut être présenté par un membre et être nommé par le Conseil d'Administration.

(Extrait du Règlement.)



PARIS

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, 44, RUE DE RENNES (6^e ARR.)

1913

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

ET

RÉDACTION DU BULLETIN

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au Bulletin,
tous les jours, de 14 h. à 16 h.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

Rapport de M. Léon Masson présenté au nom du Comité des Arts mécaniques sur le *Dispositif « Martin-Mayeur » de remontage automatique des horloges* construit par la **Maison d'Horlogerie marine et civile Paul Garnier, MM. Blot-Garnier et Chevalier, successeurs**, 9, rue Beudant et 17, boulevard Haussmann, à Paris.

MESSIEURS,

M. Blot-Garnier et M. G. Chevalier, — qui sont depuis 1901 les chefs de la maison Paul Garnier, inscrite de longue date au nombre des membres de la Société d'Encouragement, — ont soumis à l'examen de cette dernière un nouveau dispositif de remontage électrique des horloges, construit par leurs soins d'après un système breveté « Martin-Mayeur » (1), et dont ils donnent dans les termes suivants la description :

« Le domaine des applications de l'électricité à l'horlogerie augmente tous les jours, et, parmi les procédés intéressants, nous pouvons signaler

(1) Le brevet, demandé le 12 janvier 1909 par M. Nicolas-Georges Martin-Mayeur, lui a été délivré à la date du 8 avril suivant, sous le n° 399 000, et la publication en a été faite le 18 juin de la même année.

Il comporte en outre un certificat d'addition demandé le 16 janvier 1911, délivré sous le n° 13712 à la date du 3 avril suivant, et publié le 17 juin de cette même année 1911.

celui que la maison Paul Garnier, universellement connue dans cette branche de l'électricité, a lancé récemment sur le marché.

« Ce procédé, — brevet « Martin-Mayeur », — permet de supprimer le remontage de toutes les horloges auxquelles on l'applique.

« Ainsi sont éliminés tous les dérangements ou arrêts, — et ils sont

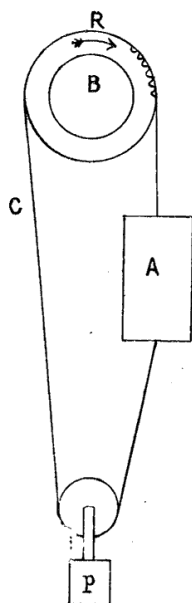


Fig. 1. — Schéma d'ensemble du principe de remontage automatique des horloges par le système « Martin-Mayeur ».

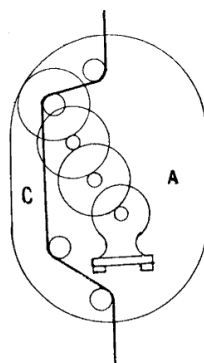


Fig. 2. — Schéma séparé de l'« autoremontoir ».

Légendes des figures 1 et 2.

— B, Barillet de l'horloge; — R, Poulie ou roue dentée fixée sur le barillet; — C, courroie ou chaîne sans fin; — A, poids automoteur, ou « autoremontoir »; — P, poids tenseur ».

nombreux, — résultant du remontage à la main, ou de l'oubli de ce remontage.

« Imaginez (fig. 1) une poulie ou roue dentée R, fixée sur l'un des mobiles de l'horloge à actionner; une courroie ou chaîne sans fin, C, est placée dessus, et maintenue à sa partie inférieure par un poids tenseur, p, porté par une poulie.

« Accrochons un poids A sur l'un des brins de la chaîne : ce poids fera

traction sur la chaîne, et descendra en faisant tourner la roue R jusqu'à ce qu'il arrive en bas, près du poids p.

« Si à ce moment le poids A remonte le long de la chaîne, — absolument comme un homme qui grimperait le long d'une corde, — il pourra redes-

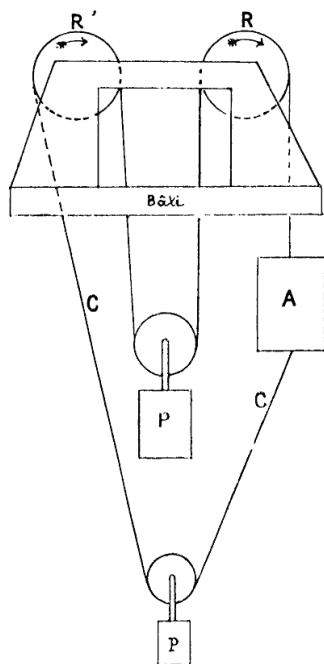


Fig. 3. — Schéma de l'application de l'« autoremontoir » à une horloge à sonnerie d'heures et demies.

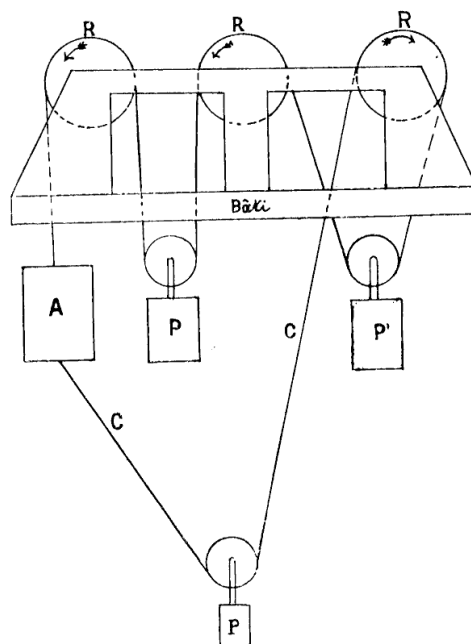


Fig. 4. — Schéma de l'application de l'« autoremontoir » à une horloge sonnant les heures et les quarts.

Légende des figures 3 et 4. — R, poulie ou roue dentée fixée sur chaque barillet; — C, courroie ou chaîne sans fin; — A, poids automoteur, ou « autoremontoir ». — P, P', poids intermédiaires actionnant les sonneries; — p, poids tenseur.

cedre et remonter de nouveau, imprimant ainsi à la roue R un mouvement de rotation continu.

« Tel est le principe, extrêmement simple, qui fait l'objet du brevet Martin-Mayeur.

« La figure 2 montre schématiquement comment ce résultat est obtenu.

« Le poids A est constitué par un carter contenant un moteur électrique

et une série d'engrenages dont le dernier mobile roule sur la courroie ou chaîne sans fin C de telle façon que, dès que le moteur tourne, l'ensemble remonte le long du brin sur lequel le dernier mobile prend appui.

« Lorsque le poids automatique, désigné sous le nom tout indiqué d' « autoremontoir », arrive au bas de sa course, un interrupteur spécial,

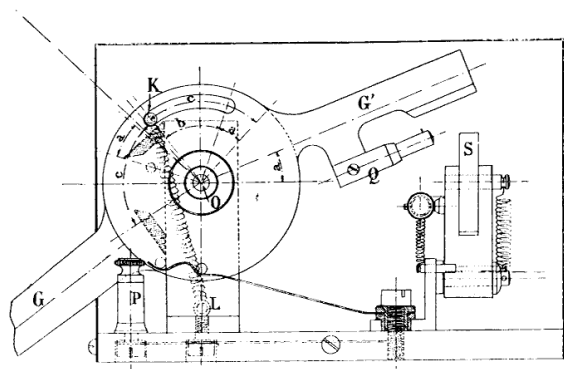


Fig. 3. — Vue de face de l'interrupteur assurant le fonctionnement automatique du remontoir « Martin-Maveur ».

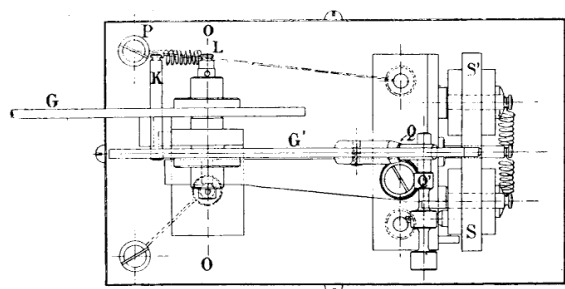


Fig. 6. — Vue en plan de l'interrupteur représenté en élévation de face dans la figure 5 ci-dessus.

extrêmement robuste, — fig. 5, 6 et 7, — ferme sur le moteur un courant électrique qui s'ouvre de façon semblable lorsque l'« autoremontoir » arrive à son point extrême d'ascension.

« On se rend compte que, pendant cette ascension, la valeur de l'effort moteur du poids A sur la chaîne et la roue R est toujours constante.

« Mais ce système, quel que soit son intérêt, serait incomplet si, dans le cas des horloges à sonnerie, il était nécessaire de mettre un appareil

semblable sur chaque corps de rouages. L'inventeur a tourné la difficulté de la façon très simple suivante :

« Dans une horloge à sonnerie d'heures et demies, représentée schématiquement par la figure 3, et qui comporte deux corps de rouages, la chaîne sans fin passe sur les deux roues correspondantes R et R', mais avec intercalation entre les deux d'un poids moteur intermédiaire, P.

« On voit facilement, par le sens des flèches sur les roues dentées R et

Légende des figures 5, 6 et 7. — L'interrupteur représenté par les figures 5, 6 et 7 se compose d'un levier G tournant autour d'un axe O, sur lequel est monté fou un autre levier, G', qui devient solidaire du levier G au moyen d'une broche K fixée sur G' et passant dans une coulisse circulaire de G.

Lorsque le levier G rencontre, — voir fig. 8 ci-après, — la butée M par suite de la descente de l'« autoremontoir » C, il continue à se lever et entraîne G' par l'entremise de la broche K.

Cette dernière broche est maintenue en position par le ressort à boudin attaché en L de telle manière que la ligne L K passe à gauche du centre de rotation de G G'.

Lorsque dans le mouvement d'ascension du levier G la broche K passe à droite du centre de rotation O, elle est violemment attirée par le ressort à boudin L et entraîne le levier G' sur lequel elle est fixée.

Ce levier G' pénètre alors entre deux galets S et S', et ferme ainsi le circuit électrique sur le moteur de l'« autoremontoir ».

L'interrupteur est en effet muni de deux bornes de connexion, dont l'une, P, communique à la masse des galets S et S', de telle sorte que lorsque le levier G' pénètre entre lesdits galets le circuit est fermé.

Deux charbons Q et Q', montés l'un sur le levier G' et l'autre sur le support des galets S et S', servent à annuler l'effet de l'étincelle de rupture.

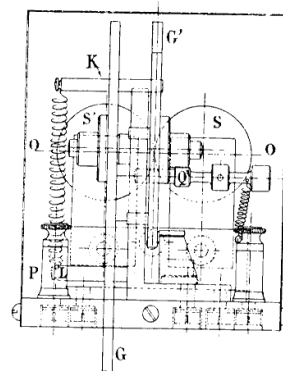


Fig. 7. — Vue latérale de l'appareil représenté en élévation de face et en plan aux figures 5 et 6 ci-contre.

R', que le poids intermédiaire P faisant tourner la roue R' sera remonté par la rotation de R tournant sous l'action de l'« autoremontoir » A.

« Pour une horloge sonnant les heures et les quarts, et comportant trois corps de rouages, la figure 4 indique le dispositif, qui comporte deux poids intermédiaires, P et P', et l'« autoremontoir » A.

« Les figures 8 et 9 représentent une horloge à sonnerie d'heures et demies, munie de l'« autoremontoir », fournie par la maison Paul Garnier à une Compagnie de chemins de fer en Chine.

« Sur le côté gauche, on voit l'« autoremontoir » C, le poids tenseur E, et, au milieu, dans l'horloge, le poids intermédiaire F.

« Le tout forme un ensemble prêt à poser comme une pendule d'appartement, et ne demande aucun travail accessoire, — tel que pose et renvoi

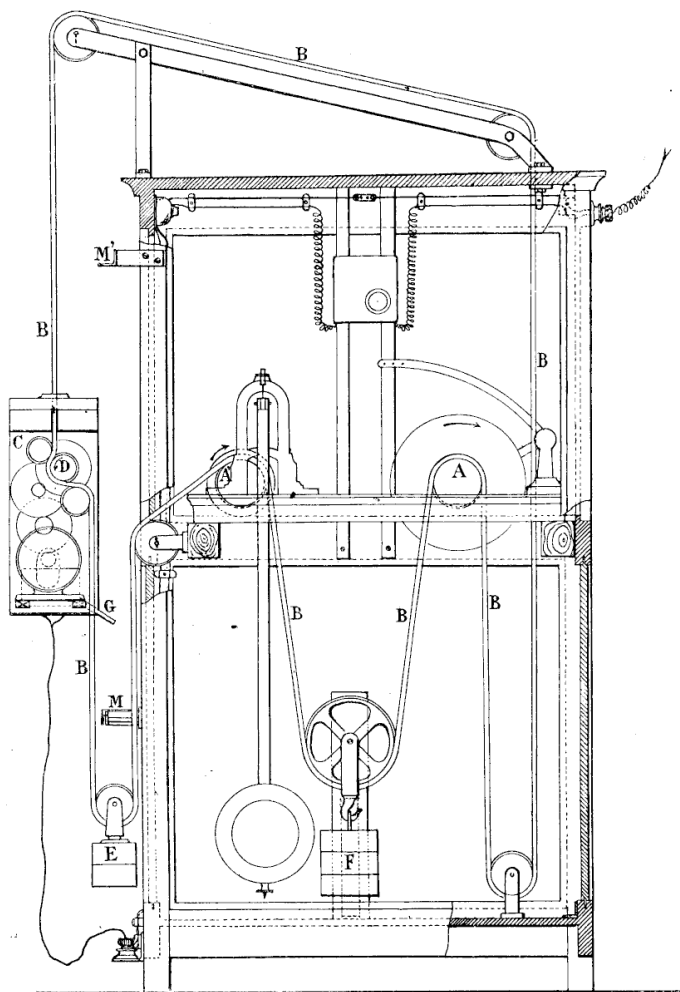


Fig. 8. — Vue de face du mécanisme de mouvement d'une horloge de clocher à sonnerie d'heures et demies fonctionnant au moyen de l'« autoremontoir Martin-Mayeur ».

de poids, percement de plancher pour traverser la hauteur nécessaire, etc.

« Le fil visible à droite de la figure 8 amène le courant électrique d'un circuit de lumière, pour actionner le moteur de l'« autoremontoir ».

« Ce courant passe par un disjoncteur automatique de sécurité, placé dans le fond de l'armoire de l'horloge, et qui coupe le courant dans

Légende des figures 8 et 9. — A, A', roues de chaîne Vaucanson, calées sur les tambours de l'horloge; — B, B, chaîne sans fin engrenant sur les roues A, A', et circulant sur différentes poulies de renvoi; — C, poids moteur « autoremontoir »; — D, roue de chaîne calée sur l'axe de l'« autoremontoir », et ne pouvant tourner que dans le sens de la flèche y indiquée; — E, poids tenseur; — F, poids moteur intermédiaire.

L'« autoremontoir » C, de poids suffisant, descend par son propre poids, entraînant ainsi la chaîne dans le sens des flèches indiquées en A et A', et produisant la rotation des roues de l'horloge.

Lorsque l'« autoremontoir » C est descendu suffisamment, le levier dépassant, G, rencontre le butoir M. Ce levier bascule alors, et ferme sur le moteur électrique un interrupteur spécial, — voir les figures 5, 6 et 7 ci-dessus.

Le moteur se met en marche, et, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages, fait tourner la roue D dans le sens de la flèche.

Cette roue, prenant son point d'appui sur la chaîne, remonte l'« autoremontoir » C jusqu'à ce que le levier G, rencontrant un nouveau butoir, M', reprenne sa position première. Le courant électrique est alors coupé, et l'ascension de l'« autoremontoir » s'arrête.

Pendant cette ascension, la valeur de l'effort moteur de l'« autoremontoir » est toujours constante, et le fonctionnement régulier de l'horloge est ainsi assuré continuellement sans aucun remontage à la main.

On peut remarquer que l'« autoremontoir » C actionne directement la roue A, montée sur le rouage de sonnerie d'heures et de demies, dont la rotation est intermittente, tandis que le rouage de mouvement, A', qui actionne les aiguilles du cadran, fonctionne d'une manière continue.

On a obvié à cette différence de rotation, — qui peut paraître un inconvénient pour commander les deux rouages par le même moteur, — en actionnant le rouage A' par un poids intermédiaire, F, qui à chaque sonnerie est remonté par le poids principal, E, de telle sorte que, toutes les douze heures, les deux poids occupent les mêmes positions relatives.

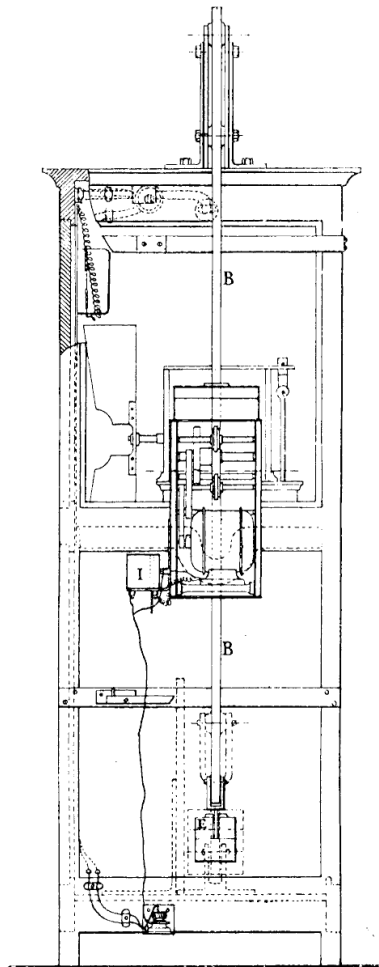


Fig. 9. — Vue latérale du mécanisme de mouvement représenté en élévation de face dans la figure 8 ci-contre.

le cas improbable où, par suite d'un accident quelconque, le remontage ne s'effectuerait pas. — Cet arrêt de remontage est indiqué par l'appar-

rition d'un voyant rouge, qui prévient que l'horloge risque de s'arrêter.

« La consommation d'électricité pour ce travail de remontage est infé-

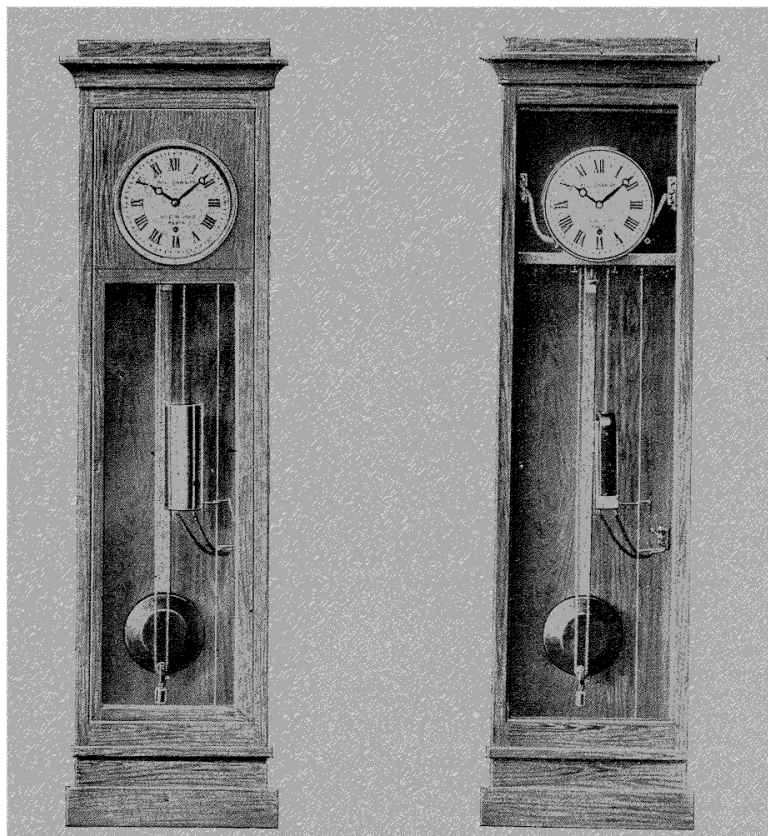


Fig. 10. — Régulateur pourvu d'un « autoremontoir » fonctionnant par pile.

Fig. 11. — Même régulateur, représenté avec enlèvement du carter du remontoir automatique.

rieure à deux kilowatts-heure par an, et par conséquent plus économique que de charger un manœuvre de ce travail.

« Pour les applications à la petite horlogerie, comme les régulateurs astronomiques ou de chemins de fer, — voir les figures 10, 11 et 12, — l'« autoremontoir » est construit avec moteur spécial, fonctionnant par pile.

« Deux éléments Leclanché ordinaires suffisent.

« La dépense de courant est de 0,10 ampère et chaque remontage dure de 15 à 20 secondes; l'entretien de la pile est insignifiant.

« Ce système de remontage peut, presque sans frais, s'appliquer à toutes les horloges existantes; ses applications ne se bornent pas d'ailleurs à l'horlogerie, et il peut être employé partout où le poids est utilisé comme force motrice.

« Pour conclure », ajoutent MM. Blot-Garnier et Chevalier, « nous pouvons dire que l'application de l'électricité au remontage des horloges de toutes dimensions n'est pas chose nouvelle, mais que de nombreuses dispositions plus ou moins compliquées ont été proposées et essayées sans arriver à un résultat réellement pratique et applicable à tout ce qui existe.

« L'« autoremontoir » Martin-Mayeur, par la sûreté de son fonctionnement, par la souplesse et la facilité de son installation, vient combler cette lacune.

« On peut maintenant espérer que, dans un temps relativement court, le nouveau mécanisme aura remplacé le travail peu connu, — cependant très pénible, — du remonteur d'horloges, qui doit gravir tout le jour des escaliers sans fin pour aller tout là-haut, arriver tout essoufflé, et peser de tout son poids pendant deux ou trois quarts d'heure sur des manivelles pour remonter de gros poids dont la descente nous donne la satisfaction de voir et d'entendre sonner les heures indiquées au cadran de nos monuments. »

Le dispositif de remontage automatique dont nous venons de rappeler

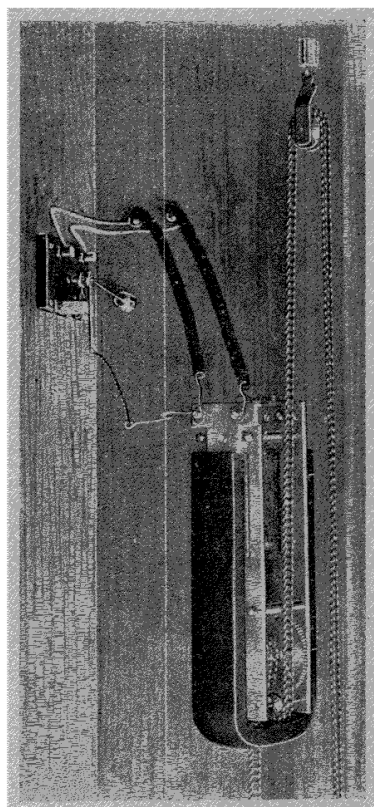


Fig. 12. — Détail du mécanisme de l'« autoremontoir » du régulateur représenté par les figures 10 et 11 ci-contre.

la description donnée par ses constructeurs eux-mêmes, — et que nous avons pu examiner en détail aux ateliers de la rue Boudant de la maison Paul Garnier, — présente des avantages incontestables de commodité d'emploi, de simplicité d'entretien et de facilité d'adaptation qui le rendent, à notre avis, tout à fait recommandable.

Cette opinion est également celle de votre Comité des Arts mécaniques, et nous avons dès lors l'honneur de vous proposer en son nom, Messieurs, de remercier MM. Blot-Garnier et G. Chevalier de leur très intéressante communication, de les féliciter ainsi que M. N.-G. Martin-Mayeur de l'invention et de la réalisation de leur « autoremontoir » électrique, et d'ordonner l'insertion au Bulletin du présent rapport, avec les figures schématiques ainsi que les vues géométrales et perspectives qui l'accompagnent.

Signé : Léon Masson, rapporteur.

Lu et approuvé en séance publique le 13 juin 1913.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport de M. Léon Masson, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur une communication de **MM. C. Chéneveau et F. Heim** relative à leur *élasticimètre enregistreur et son application à l'étude de la valeur industrielle des caoutchoucs*.

MESSIEURS,

M. C. Chéneveau, chef de travaux pratiques de physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, et M. le docteur F. Heim, à ce moment chargé du cours et depuis lors nommé professeur de la chaire d'Hygiène industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers, ont présenté à la Société d'Encouragement, lors de sa séance du vendredi 28 juin 1912, une communication relative à l'emploi d'un élasticimètre enregistreur de leur invention pour l'étude des caoutchoucs et la détermination de leur valeur respective industrielle (1).

Ces Messieurs, dans leur mémoire, signalent tout d'abord les méthodes afférentes aux essais physiques et mécaniques des matières caoutchouteuses sous le rapport de leur viscosité, de leur adhésivité, de leur faculté d'absorption des gaz, de leur extensibilité et de leur élasticité.

Pour l'extensibilité notamment, ils insistent sur l'obtention de sa courbe représentative, — voir la figure 2 du mémoire ci-après inséré de MM. Chéneveau et Heim, — sur l'équation algébrique qu'ils estiment être celle de cette courbe, et sur la détermination (voir la figure 3 du mémoire) des coefficients de ladite équation auxquels ils donnent le nom de coefficients d'extensibilité; puis ils procèdent à la vérification de ces vues analytiques en faisant appel aux résultats par eux obtenus au cours d'une étude systématique, portant sur un grand nombre d'essais appliqués à diverses variétés de caoutchoucs simplement vulcanisés ou manufacturés à différents degrés de charges.

Ils exposent ensuite la signification théorique, à leur sens, des coeffi-

(1) La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a décerné, pour cet appareil, l'une de ses médailles d'or en commun à MM. Chéneveau et Heim lors de la distribution des récompenses au titre de l'année 1912.

cients caractéristiques de l'extensibilité ; et, de la considération des parties successives de la courbe représentant cette propriété mécanique des caoutchoucs pris à l'état de vulcanisation, ils induisent sur la constitution moléculaire de cette nature de corps une hypothèse qui les conduit à estimer que ces coefficients sont respectivement expressifs des propriétés d'allongement initial, d'allongement moyen, et d'allongement au voisinage de la rupture, — et qu'ils peuvent également caractériser certaines qualités techniques importantes du caoutchouc, telles que la souplesse, la nervosité et la ténacité.

A ces vues succède une étude des variations des coefficients d'extensibilité avec le travail accompli par le caoutchouc vulcanisé, puis MM. Chéneveau et Heim, abordant l'examen de l'élasticité de cette même matière, en étudient également la variation avec le travail accompli, puis en définissent pratiquement la nervosité et l'élasticité rémanente, et terminent cette partie de leur Mémoire par l'exposé des précautions à prendre selon eux pour la détermination correcte des coefficients d'élasticité.

Ils donnent ensuite la description et l'emploi d'un élasticimètre enregistreur qu'ils ont imaginé pour l'exécution commode et rapide des essais d'extensibilité et d'élasticité décrits dans la précédente partie de leur communication.

Cet appareil, construit d'après leurs indications, par M. L. Deffez, est un dynamomètre pendulaire dans lequel, — voir la figure 3 du mémoire, — l'effort appliqué à l'éprouvette d'essai, et verticalement exercé au moyen d'un secteur *ad hoc* à une distance constante d'un axe de rotation, oblige une masse pendulaire à se déplacer circulairement autour de ce même axe à une distance également déterminée, mais dans une orientation naturellement variable relativement à la verticale selon l'intensité même de l'effort de traction ;

Et l'on voit aisément que, de la connaissance du poids P de la masse pendulaire, du rayon d'action R de son centre de gravité, de l'angle z de déplacement de cette masse par rapport à la verticale, et de la distance constante l d'action de l'effort dont on se propose de déterminer l'intensité, l'on déduit par un calcul très simple la valeur de cette intensité même.

Cette valeur est de la forme :

$$x = \frac{PR}{l} \sin z,$$

soit, avec une erreur de 0 à 3 p. 100,

$$x = m \propto \frac{PR}{l},$$

ou, plus simplement encore,

$$x = M z,$$

en choisissant les constantes P, R et l de façon convenable au regard de l'ordre de grandeur du maximum présumable des efforts x qu'il s'agit de mesurer.

C'est dans ces conditions que MM. Chéneveau et Heim ont rendu leur appareil :

1° Enregistreur des efforts exercés en constituant, — voir la figure 6 du mémoire des auteurs, — le poids P par un tambour cylindrique monté sur un axe parallèle à la tige pendulaire, et en faisant tourner ce tambour proportionnellement à l'angle z de déplacement par rapport à la verticale, au moyen d'un engrenage conique fixe faisant corps avec la tige pendulaire, et d'un pignon conique denté mobile monté sur l'axe du tambour dont il est ainsi facile de voir la première fonction enregistrante ;

2° Inscripteur des allongements de l'éprouvette, à l'aide d'un système de taquet, de crémaillère et de roues dentées, qui par l'entremise d'une chaîne Vaucanson réalise le déplacement d'un crayon le long de la génératrice de départ du tambour cylindrique, et ce proportionnellement à l'allongement subi ;

De sorte que si le cylindre enregistreur porte une feuille de papier, et si le crayon s'appuie sur cette feuille, on obtient l'inscription directe de la courbe d'extensibilité.

Cet appareil s'applique de même à la détermination de l'élasticité du caoutchouc en lui faisant décrire, par le mouvement inverse de celui dont il vient d'être question, une courbe de distension qui, jointe à la première, forme, — voir la figure 4 du mémoire, — un cycle d'hystérésis élastique dont l'aire, comprise entre une courbe d'extension et une courbe de rétraction, représente l'énergie absorbée par la matière dans le travail auquel elle a été soumise au cours de l'essai, et permet dès lors d'en étudier l'élasticité.

MM. Chéneveau et Heim terminent cette partie, très spécialement

mécanique, de leur Mémoire, par des considérations sur l'influence que la température peut, au cours des essais, exercer en ce qui concerne l'extensibilité et l'élasticité du caoutchouc à différentes teneurs de gomme pure.

Puis ils abordent l'étude de l'extensibilité et de l'élasticité du caoutchouc cru, et poursuivent leur exposé par une étude de la vulcanisation, laquelle se subdivise en :

1° Étude de l'influence du travail antérieur à la vulcanisation sur les propriétés du caoutchouc vulcanisé ;

2° Influence des divers facteurs de l'effet vulcanisant sur les propriétés mécaniques, extensibilité et élasticité ;

3° Choix de l'effet vulcanisant en vue d'essais comparatifs.

Les auteurs examinent ensuite l'influence exercée sur les propriétés d'extensibilité et d'élasticité par divers facteurs, — tels que la nature du caoutchouc, le mode de coagulation employé pour le latex, et l'individu végétal produisant ce latex même ;

Et, de tout ce qui précède, ils déduisent une méthode d'essai comparative de la valeur industrielle des caoutchoucs, pour terminer leur travail par un résumé que suit une bibliographie très documentée, — et qui montre, d'après ladite méthode, la valeur respective des divers caoutchoucs au point de vue industriel.

Notre impression, que nous serions heureux de voir confirmer par le Comité des Arts chimiques en ce qui concerne ceux des points du mémoire ci-dessus analysé qui se trouvent être plus particulièrement du ressort de ce Comité, — l'impression, disons-nous, de votre Comité des Arts mécaniques est qu'il convient de remercier MM. Chéneveau et Heim de leur très intéressante communication, de les encourager à la poursuite des travaux complémentaires que nous savons qu'ils se proposent de réaliser dans le même ordre d'idées des propriétés mécanico-physiques des diverses matières caoutchouteuses, et de publier enfin leur mémoire au Bulletin de la Société en l'accompagnant des figures et des diagrammes destinés à en faciliter la lecture et l'étude.

Signé : LÉON MASSON, rapporteur,

Approuvé en séance publique le 14 février 1913.

ARTS CHIMIQUES

Rapport de M. TRILLAT, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de MM. Chéneveau et Heim concernant *L'emploi de leur élastimètre à la détermination de la valeur respective des caoutchoucs.*

Le travail de MM. Chéneveau et Heim sur une méthode de détermination de la valeur respective des caoutchoucs et sur l'emploi d'un élastimètre-enregistreur, a déjà fait l'objet d'un rapport de M. Léon Masson, au nom du Comité des Arts mécaniques. Je rappellerai que ce rapport a valu aux auteurs une médaille d'or.

Sur la demande de M. Léon Masson, agissant au nom du Comité des Arts mécaniques, le Comité des Arts chimiques a été prié de donner son avis sur le travail de MM. Chéneveau et Heim, envisagé au point de vue de ses applications.

Je n'analyserai pas le manuscrit des auteurs, cette analyse venant d'être faite par M. Léon Masson qui en a donné un compte rendu très net et détaillé. Je me bornerai à résumer en quelques lignes, en me plaçant au point de vue exclusivement pratique, les avantages que peut présenter pour l'industrie du caoutchouc, la généralisation de la méthode d'analyses préconisée par MM. Chéneveau et Heim.

Ces auteurs se sont proposé de résoudre un problème intéressant aussi bien le producteur que le consommateur, en cherchant le moyen de se rendre compte de la valeur relative des divers caoutchoucs. A ces deux points de vue, il est en effet d'une haute importance de caractériser d'une manière rigoureuse la propriété des diverses sortes de caoutchoucs.

Or, dans l'état actuel de nos connaissances, les déterminations chimiques sont restées impuissantes à fixer la valeur technologique d'un caoutchouc. Ainsi, pour deux caoutchoucs donnant à l'analyse chimique sensiblement les mêmes résultats, les propriétés physico-mécaniques, telles que l'élasticité, la nervosité, la durée d'emploi peuvent être totale-

ment différentes. Aussi la véritable analyse technologique d'une gomme doit-elle s'inspirer d'examens physico-mécaniques.

MM. Chéneveau et Heim ont établi que les déterminations ne pouvaient être faites que sur la gomme vulcanisée : il faut donc soumettre tout d'abord les gommés à comparer à une vulcanisation identique pour tous les caoutchoucs à essayer, puis on procède à la détermination de leurs diverses propriétés mécaniques.

Les auteurs se sont particulièrement attachés à l'étude des propriétés d'extensibilité des divers caoutchoucs ; ils ont fixé la loi mathématique de cette extensibilité et sont parvenus à caractériser chaque caoutchouc par des coefficients numériques.

On donne dans la pratique courante des qualificatifs aux différents caoutchoucs ; on dit par exemple qu'ils sont élastiques, souples, nerveux, tenaces, etc. ; les auteurs montrent comment ces qualités diverses sont conditionnées par les coefficients numériques qu'ils déterminent.

En prenant comme étalon le caoutchouc Para, unanimement reconnu comme le caoutchouc de première qualité, il devient alors, d'après eux, facile de caractériser un caoutchouc donné comme étant un nombre déterminé de fois plus ou moins souple, plus ou moins tenace, etc., que le Para.

Ce sont les degrés de ces qualités diverses qui déterminent pour chaque caoutchouc son aptitude à remplir tel ou tel usage : un fil de caoutchouc par exemple devra être à la fois élastique et tenace, une plaque devra être souple et tenace, etc.

Jusqu'ici personne ne s'était spécialisé dans la détermination de la valeur respective des diverses gommés caoutchouteuses envisagées à ces divers points de vue.

Une partie des études poursuivies sur les caoutchoucs récoltés par les services de nos colonies sont résumées dans le mémoire présenté par les auteurs.

J'ajouterai que le critérium technologique de la valeur industrielle des gommés extraites dans des conditions identiques des divers individus d'une même espèce caoutchoucifère peut permettre de conduire rigoureusement les essais de sélection des plantes à caoutchouc dont la culture s'étend chaque jour.

En résumé, le travail de MM. Chéneveau et Heim sur une méthode de détermination de la valeur spéciale des caoutchoucs, basée sur l'emploi d'un élasticimètre de leur invention, ainsi que les résultats qu'ils ont déjà obtenus, offrent un intérêt d'ordre général.

Aussi le Comité des Arts chimiques, après lecture de ce rapport, estimant que les efforts de MM. Chéneveau et Heim méritent d'être encouragés, adresse des félicitations aux auteurs et décide l'impression du manuscrit, suivant en cela l'opinion du Comité des Arts mécaniques.

Signé : A. TRILLAT, rapporteur.

Approuvé en séance publique le 14 février 1913.

INDUSTRIE

ÉLASTICIMÈTRE ENREGISTREUR

Applications à l'étude des caoutchoucs et à la détermination de leur valeur respective (1).

Lorsqu'on a en mains un morceau de caoutchouc naturel, l'idée, pour ainsi dire instinctive, afin de l'éprouver, vient de lui faire subir un effort de traction entre deux doigts de chaque main; on juge ainsi de son degré d'extensibilité et de la perfection de la rétraction.

Un caoutchouc qui s'étendra beaucoup sous un effort de traction minime sera qualifié : caoutchouc extensible; un caoutchouc qui, après rétraction, reviendra bien à son état antérieur sera appelé : caoutchouc élastique.

Cette manière d'apprécier la valeur d'un caoutchouc est très grossière; sans nous arrêter à cette méthode d'estimation empirique, encore employée aujourd'hui dans les transactions commerciales, nous pouvons dire dès maintenant, d'après nos expériences, qu'il paraît difficile de faire des essais de ce genre, précis et comparables, sur la matière à l'état cru (2).

Il nous a donc semblé logique de commencer notre étude par des expériences sur la matière telle que l'industrie la façonne, c'est-à-dire sur le caoutchouc vulcanisé; et comme les propriétés les plus utiles à connaître sont pratiquement l'extensibilité et l'élasticité de traction, nous indiquerons tout d'abord, d'après les recherches antérieures et nos propres expériences, les lois qui régissent ces grandeurs.

I. — Extensibilité du caoutchouc vulcanisé.

On peut imaginer, plusieurs formes de l'extensibilité du caoutchouc, parmi lesquelles la plus intéressante est : *l'extensibilité à charges progressivement croissantes* (3).

On peut, par exemple, considérer une bande de caoutchouc vulcanisé C serrée entre

(1) Communication de MM. C. Chéneveau et F. Heim faite en séance publique le 28 juin 1912.

(2) Les principales propriétés physiques qui peuvent être utilisées pour l'étude du caoutchouc naturel sont, en dehors des propriétés mécaniques, traction et compression : la viscosité, l'adhésivité, l'absorption des gaz, en particulier de l'anhydride carbonique.

(3) On peut envisager également, en effet, l'extensibilité à charge constante et la variation de charge à extensibilité constante.

deux pinces A et B (fig. 1) dont l'une est fixée à une potence et dont l'autre soutient un plateau P de poids connu; ce plateau porte lui-même un index i qui se déplace le long d'une règle graduée r . Si l'on place dans le plateau P des poids croissants, en attendant après chaque surcharge la limite que doit prendre l'allongement y , on peut mesurer cet allongement pour chaque charge et de ces expériences successives, donnant les allongements y en fonction des poids tenseurs x déduire par tracé sur papier millimétré, la courbe d'extensibilité:

Une méthode plus sûre consiste à mesurer l'allongement entre deux repères a , a' tracés sur le caoutchouc et à placer les poids à des intervalles de temps égaux de façon à éviter les effets d'allongement permanent.

Industriellement, des essais de ce genre se font avec des dynamomètres verticaux

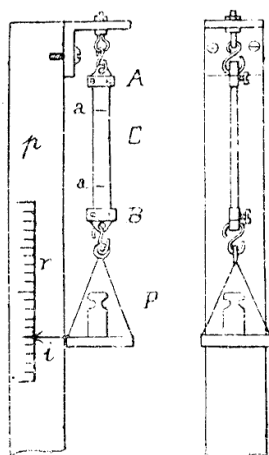


Fig. 1. — Appareil classique pour l'obtention, par points, de la courbe d'extensibilité du caoutchouc.

tels que ceux de : Chèvey, Schopper, etc., ou avec des machines à tractionner horizontales, telles que celles de Delaloe, Breuil, etc.

Dans ces essais, pour faire les mesures d'allongement, on est obligé d'arrêter la traction et ainsi que l'a montré M. Bouasse l'influence des temps d'arrêt est assez considérable; on voit qu'il y a donc tout intérêt à produire la traction d'une façon continue et à utiliser un appareil enregistreur pour se mettre à l'abri des nombreuses erreurs expérimentales (1).

Nous proposons de revenir plus loin sur ce sujet, nous allons indiquer les conclusions qu'on peut tirer des résultats, d'une manière tout à fait générale, quel que soit leur mode d'obtention.

(1) M. Bouasse a réalisé un dispositif dans lequel une chaîne de poids connu par mètre de longueur se déroule d'une vitesse uniforme, à l'aide d'un mécanisme approprié; le poids augmente ainsi sur le plateau de 100 gr en $\frac{5}{4}$ secondes.

1^o Courbe d'extensibilité. Son équation. Détermination des coefficients d'extensibilité.

— Ainsi que l'a remarqué le premier, croyons-nous, l'ingénieur Stévant, la forme de la courbe d'extensibilité du caoutchouc vulcanisé est tout à fait caractéristique. Elle se présente sous la forme d'un S plus ou moins allongé qu'indique la figure 2, lorsqu'on porte les allongements en ordonnées, la partie rr' se produisant souvent avant la rupture en r' (fig. 2).

Il est à remarquer que l'éprouvette employée par Stévant avait la forme d'un anneau. Les expériences que nous avons faites portent uniquement sur des barrettes prismatiques, à section carrée ou rectangulaire, sans têtes spéciales, pour lesquelles nous avons retrouvé, entre certaines limites, la même forme de courbe d'extensibilité.

Nous nous sommes demandé si cette courbe caractéristique pouvait être représentée par une équation suffisamment exacte au point de vue pratique. En nous aidant des

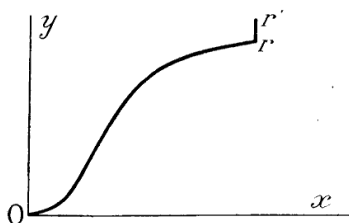


Fig. 2. — Courbe d'extensibilité du caoutchouc vulcanisé (éprouvette en forme de barrette prismatique sans tête).

résultats expérimentaux et de considérations mathématiques simples, nous avons remarqué que la formule :

$$y = cx + a \sin^2 bx$$

représentait suffisamment bien la courbe d'extensibilité ou la fonction reliant l'allongement y à la charge x (1).

Nous pensons que la forme industrielle d'éprouvette prismatique avec tête et surtout la manière d'opérer en mesurant l'allongement sous une charge donnée entre deux traits tracés sur le corps de la barrette ne peuvent mener à la même loi d'extensibilité, et même à la loi exacte, puisque l'allongement qu'on considère n'est pas l'allongement réel de l'éprouvette entre les pinces et que diverses sections interviennent. Il est vrai qu'on cherche ainsi à déterminer plus exactement la charge de rupture, mais on n'a sans doute pas exactement non plus l'allongement à la rupture. Nous nous proposons de vérifier ce point.

Si l'on examine avec attention la courbe d'extensibilité du caoutchouc vulcanisé, on voit qu'elle peut être considérée comme constituée de trois parties caractéristiques et que les coefficients c , a , b se rapportent successivement à l'allongement initial, l'allongement moyen et l'allongement au voisinage de la rupture; nous reviendrons sur l'importance théorique de cette constatation et nous allons indiquer auparavant la

(1) Dès 1901, M. Heim avait indiqué l'existence probable de cette relation.

manière d'obtenir les coefficients de l'équation précédente, afin de vérifier son accord avec les résultats expérimentaux.

La détermination des coefficients peut se faire par le calcul algébrique ou, plus simplement, par la méthode graphique suivante, pour laquelle il faudra tenir compte des échelles : Étant donné la courbe d'extensibilité, si l'on mène la tangente OT à l'origine de la courbe (fig. 3), le coefficient c est le coefficient angulaire de cette tangente. Pour déterminer a et b , considérons deux ordonnées y_1 et y_2 correspondant à

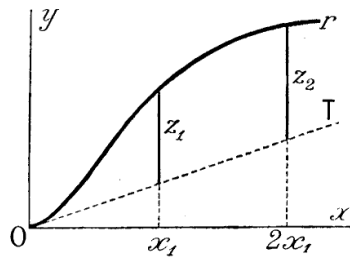


Fig. 3. — Méthode graphique pour le calcul des coefficients de l'équation de la courbe d'extensibilité.

des charges x_1 et $2x_1$, cette dernière choisie dans la période d'allongement au voisinage de la rupture, et appelons z_1 et z_2 les portions d'ordonnées comprises entre la tangente OT et la courbe, on a

$$\begin{aligned} y_1 - cx_1 = z_1 &= a \sin^2 b x_1 \\ y_2 - c2x_1 = z_2 &= a \sin^2 2b x_1. \end{aligned}$$

La résolution de ce système d'équations donne alors :

$$a = \frac{4z_1^2}{4z_1 - z_2}, \quad \cos^2 b x_1 = \frac{z_2}{4z_1}.$$

2° Vérification sur des caoutchoucs simplement vulcanisés ou manufacturés. — Par une étude systématique qui porte aujourd'hui sur une trentaine de sortes de caoutchoucs différents et au moins deux cents éprouvettes, on peut voir, d'après le tableau I, qui n'est qu'un faible extrait de nos résultats, que l'accord est satisfaisant, en général, entre l'allongement observé et l'allongement calculé, la différence atteignant ou dépassant rarement 5 p. 100. Le tableau II se rapporte à des essais effectués par M. Breuil et montre encore une bonne vérification de la loi. Le tableau III, déduit d'expériences de Stévant, indique que la loi s'applique aussi à l'échantillon en forme d'anneau. Enfin, la loi est vraie, non seulement pour le caoutchouc simplement vulcanisé, mais aussi pour le caoutchouc manufacturé qui est non seulement vulcanisé, mais plus ou moins chargé de matières minérales et organiques; c'est ce que fait ressortir le tableau IV.

3° Signification théorique des coefficients d'extensibilité. — À un point de vue purement physique, la considération des diverses parties de la courbe d'extensibilité, caractérisées par les coefficients précédemment calculés, conduit à l'hypothèse suivante

sur la constitution moléculaire du caoutchouc vulcanisé. Le caoutchouc semble se comporter, pendant le travail d'extension, comme une matière à molécules formées d'un noyau à forte ténacité, à extensibilité très faible et d'une enveloppe molle à faible ténacité, à extensibilité forte.

L'allongement initial du caoutchouc correspondrait à l'extension de la matière enveloppante, seule sollicitée par de faibles efforts de traction, l'allongement moyen correspondrait à l'extension simultanée et inégale de l'enveloppe et du noyau sous l'influence de charges croissantes; enfin l'allongement limite qui précède la rupture correspondrait, sous l'influence des fortes charges, à la déformation très limitée de la substance nucléaire.

Tableau I. — *Caoutchoucs naturels simplement vulcanisés (Cheneveau et Heim) (1).*

<i>Fine Para de l'Amazone (sauvage).</i>				<i>Para de l'Indo-Chine (Hevea de la plantation Belland).</i>			
S (2) = 10 p. 100 $t = 3 h$ $\theta = 140^\circ$ $y = 1,6 x + 8,7 \sin^2 20,9 x$.				S = 2,5 p. 100 $t = 3 h$ $\theta = 140^\circ$ $y = 3,4 x + 13 \sin^2 50,7 x$.			
Charges x.	Allongements y.		Différences.	Charges x.	Allongements y.		Différences.
	Calculés.	Observés.			Calculés.	Observés.	
kg.	cm.	cm.	cm.	kg.	cm.	cm.	cm.
0,2	0,33	0,40	— 0,07	0,2	1,1	1,1	0
5	1,1	1,2	— 0,1	4	2,9	2,9	0
1,0	2,7	2,7	0	6	5,36	5,3	+ 0,06
1,7	5,8	5,8	0	0,9	9,8	9,8	0
2,0	7,1	7,3	— 0,2	1,2	14,0	14,0	0
2,5	9,4	9,8	— 0,4	1,4	16,3	16,3	0
3,0	11,8	12,1	— 0,3	1,6	18,11	18,15	— 0,04
3,4	13,7	13,7	0	1,8	19,2	19,2	0
<i>Para de Ceylan (plantation).</i>				<i>Caoutchouc de Liane (Landolphia Tholloni, Congo).</i>			
S = 2,5 p. 100 $t = 3 h$ $\theta = 140^\circ$ $y = 1,8 x + 14,8 \sin^2 36,1 x$.				S = 2,5 p. 100 $t = 3 h$ $\theta = 144^\circ$ $y = 6,3 x + 7,7 \sin^2 13,15 x$.			
Charges x.	Allongements y.		Différences.	Charges x.	Allongements y.		Différences.
	Calculés.	Observés.			Calculés.	Observés.	
kg.	cm.	cm.	cm.	kg.	cm.	cm.	cm.
0,4	1,64	1,50	+ 0,14	1	1,0	0,8	+ 0,2
8	4,9	5,2	— 0,3	2	2,8	2,7	+ 0,1
1,0	6,9	6,6	+ 0,3	3	5,0	5,1	— 0,1
1,3	10,3	10,3	0	4	7,4	7,4	0
1,5	12,4	12,4	0	5	9,6	9,6	0
1,8	15,4	15,0	+ 0,4	6	11,2	11,4	— 0,2
2,0	17,0	16,8	+ 0,2	7	12,1	12,2	— 0,1
2,3	18,8	18,4	+ 0,4				
2,6	19,4	19,6	— 0,2				

(1) Nous sommes redevables à la Société industrielle des Téléphones de nombreux échantillons de caoutchouc vulcanisés et manufacturés; nous tenons à remercier bien sincèrement MM. le Professeur Léauté, de l'Institut, administrateur de la Société et Bécuve, directeur de l'usine de caoutchouc.

(2) Les quantités S, t, θ , représentent le taux de soufre mélangé au caoutchouc, la durée de la cuisson et la température de vulcanisation.

Tableau II. — Caoutchoucs Para simplement vulcanisés (P. Breuil).

S = 5 p. 100 $l = 3 h$ $\theta = 145^\circ$ $y = 0,4 x + 4,8 \sin^2 11,2 x$				S = 10 p. 100 $l = 3 h$ $\theta = 140^\circ$ $y = 0,3 x + 4,3 \sin^2 11,4 x$			
Charges x .	Allongements y .		Différences.	Charges x .	Allongements y .		Différences.
	Calculés.	Observés.			Calculés.	Observés.	
kg.	cm.	cm.	cm.	kg.	cm.	cm.	cm.
1	0,58	0,50	+ 0,08	1	0,45	0,47	— 0,02
2	1,5	1,3	+ 0,2	2	1,15	1,20	— 0,05
3	2,67	2,70	— 0,03	3	2,25	2,25	0
4 (1)	4,2	4,2	0	4	3,6	3,6	0
5	5,3	5,45	— 0,15	5	4,6	4,7	— 0,1
6	6,5	6,65	— 0,15	6	5,6	5,75	— 0,15
7	7,4	7,6	— 0,2	7	6,3	6,6	— 0,3
8	8,5	8,5	0	8	6,7	7,3	— 0,6
S = 5 p. 100 $l = 1,5 h$ $\theta = 150^\circ$ $y = 0,68 x + 4,21 \sin^2 13,4 x$				S = 7,5 p. 100 $l = 1,5 h$ $\theta = 150^\circ$ $y = 0,32 x + 6,72 \sin^2 10,4 x$			
1	0,9	0,85	+ 0,05	1	0,54	0,50	+ 0,04
2	2,2	2,0	+ 0,2	2	1,18	1,35	+ 0,13
3,5	5,65	5,65	0	3	2,74	2,80	— 0,06
5	7,0	7,0	0	4	4,23	4,45	— 0,22
6	8,15	8,3	— 0,15	5	5,77	5,90	— 0,13
7	9,6	9,3	+ 0,3	6	7,21	7,10	+ 0,11
S = 5 p. 100 $l = 3 h$ $\theta = 130^\circ$ $y = 0,2 x + 8,7 \sin^2 21,2 x$				7	8,36	8,10	+ 0,26
1	1,3	1,2	+ 0,1	8	9,20	8,90	+ 0,30
2,5	4,35	4,35	0	9	9,65	9,5	+ 0,15
3	7,76	7,6	+ 0,16	10	9,8	10,05	— 0,25
4	9,4	9,5	— 0,1				
5	10,7	10,7	0				

Tableau III. — Échantillon de caoutchouc vulcanisé en forme de rondelle (Stévant) (2).

$$y = 0,45 x + 15,96 \sin^2 7,18 x$$

Charges x .	Allongements y .		Différences.	Charges x .	Allongements y .		Différences.
	Calculés.	Observés.			Calculés.	Observés.	
kg.	cm.	cm.	cm.	kg.	cm.	cm.	cm.
1	0,7	0,7	0	7	12,75	12,8	— 0,05
2	1,9	1,8	+ 0,1	8	15,0	14,9	+ 0,1
3	3,5	3,5	0	9	17,3	16,6	+ 0,7
4	5,5	5,5	0	10	19,1	18,3	+ 0,8
5	7,8	8,1	— 0,3	11	20,7	19,7	+ 1,0
6	10,2	10,6	— 0,4	12	21,4	21,2	+ 0,2
6,5	11,7	11,7	0	13	21,9	22,5	— 0,6

(1) Les nombres en chiffres gras dans les tableaux indiquent les valeurs des efforts de traction prises pour le calcul des coefficients a et b , d'après la méthode graphique indiquée (p. 23).

(2) Conditions de vulcanisation inconnues.

Tableau IV. — *Caoutchoucs manufacturés vulcanisés et chargés*
(Société industrielle des Téléphones).

<i>Très bon caoutchouc</i> (peu vulcanisé, sans charges) (1). $y = 5,9 x + 8,6 \sin^2 90 x$.				<i>Caoutchouc moyen</i> (vulcanisé, moyennement chargé). $y = 2,5 x + 6,1 \sin^2 36,9 x$.					
Charges x .		Allongements y .		Différences.	Charges x .		Allongements y .		Différences.
kg.	Calculés.	Observés.	cm.		kg.	Calculés.	Observés.	cm.	
0,100	0,8	0,85	— 0,05		0,200	0,75	0,75	0	
200	2,0	2,1	— 0,1		400	1,4	1,6	— 0,2	
300	3,5	3,5	0		600	2,3	2,4	— 0,1	
400	5,3	5,4	+ 0,1		800	3,4	3,5	— 0,1	
0,500	7,25	7,2	+ 0,05		1,000	4,6	4,6	0	
600	9,16	9,0	+ 0,16		1,200	6,0	5,7	+ 0,3	
700	10,9	10,6	+ 0,3		1,400	7,2	6,9	+ 0,3	
800	12,5	12,2	+ 0,3		1,600	8,5	8,3	+ 0,2	
900	13,7	13,5	+ 0,2		1,800	9,6	9,4	+ 0,2	
1,000	14,5	14,6	— 0,1		2,000	10,2	10,2	0	
<i>Bon caoutchouc</i> (vulcanisé, sans charges). $y = 4,1 x + 13,9 \sin^2 40,7 x$.				<i>Caoutchouc très chargé</i> (vulcanisé, forte charge minérale). $y = x + 1,4 \sin^2 53 x$.					
Charges x .		Allongements y .		Différences.	Charges x .		Allongements y .		Différences.
kg.	Calculés.	Observés.	cm.		kg.	Calculés.	Observés.	cm.	
0,200	1,1	1,1	0		0,200	0,24	0,30	— 0,06	
400	2,7	2,5	+ 0,2		400	0,6	0,7	— 0,1	
600	4,8	4,5	+ 0,3		600	1,0	1,1	— 0,1	
800	7,3	7,1	+ 0,2		800	1,43	1,50	— 0,07	
1,000	10,0	10,0	0		1,000	1,9	1,9	0	
1,200	12,8	12,9	— 0,1		1,200	2,3	2,3	0	
1,400	15,5	15,7	— 0,2		1,400	2,7	2,6	+ 0,1	
1,600	18,0	18,05	— 0,05		1,600	3,0	2,9	+ 0,1	
1,800	20,1	20,2	— 0,1		1,800	3,4	3,45	— 0,15	
2,000	21,8	21,8	0		2,000	3,3	3,3	0	

4° Signification pratique des coefficients d'extensibilité (2). — L'expérience nous a montré, entre certaines limites (3) :

1° que l'allongement total d'une éprouvette de caoutchouc est proportionnel à la longueur initiale l de l'éprouvette et en raison inverse de l'aire σ de sa section transversale (tableaux V et VI). Par allongement total, il faut entendre soit l'allongement sous une charge donnée, différente de la rupture, la valeur limite étant l'allongement à la rupture, soit l'allongement à la rupture ;

2° qu'il en est de même pour l'allongement initial :

$$c = k \frac{l}{\sigma}$$

(1) Les désignations données sont les désignations empiriques commerciales. La matière dont le caoutchouc est « chargé » peut être d'origine organique ou inorganique. Conditions de vulcanisation inconnues.

(2) L'hypothèse précédente s'accorde bien d'ailleurs avec la forme exponentielle de la loi de compression d'un disque de caoutchouc libre, d'épaisseur faible par rapport à son diamètre.

(3) Ces limites sont : pour la longueur initiale de l'éprouvette : $l = 2$ à 12 cm ; pour l'aire de la section transversale : $\sigma = 0,10$ à 0,90 cm². Il faut remarquer que la vérification de ces lois est déli-

l'allongement pour de très faibles charges étant déjà, expérimentalement, proportionnel à la charge ;

3° qu'il résulte immédiatement des deux lois précédentes que le coefficient d'allongement moyen est de la forme :

$$a = \alpha \frac{l}{\sigma}$$

tandis que le coefficient b est indépendant des dimensions de l'éprouvette ;

4° que pour un allongement donné, la charge est proportionnelle à la section initiale de l'éprouvette et que cette loi s'étend jusqu'à la charge de rupture (tableau VII).

Tableau V. — *Bon caoutchouc commercial.*

$\sigma = 0,20 \text{ cm}^2$.

1 ^{re} éprouvette : $l = 10,4 \text{ cm}$.				2 ^e éprouvette : $l = 5,2 \text{ cm}$ $\frac{l}{l'} = 2$.			
Charges x .	Allongements.			Charges x .	Allongements.		
	y	y'	$\frac{y}{y'}$		y	y'	$\frac{y}{y'}$
kg.	cm.	cm.		kg.			
0,200	1,2	0,7	1,7	1,100	15,9	7,8	2,0
0,300	2,0	1,2	1,7	1,200	18,7	9,0	2,0
0,400	3,0	1,7	1,8	1,300	21,5	10,2	2,1
0,500	4,0	2,3	1,8	1,400	24,5	11,5	2,1
0,600	5,4	3,0	1,8	1,500	27,0	12,5	2,1
0,700	7,0	3,8	1,9	1,600	29,8	13,8	2,1
0,800	8,8	4,6	1,9	1,700	32,0	14,8	2,1
0,900	10,9	5,6	1,9	1,800	34,4	15,6	2,1
1,000	13,1	6,6	2,0	1,900	36,3	16,3	2,1
				2,000	37,8	17,4	2,1

Tableau VI.

Bon caoutchouc commercial.

$l = 4,5 \text{ cm}$

1^{re} éprouvette 2^e éprouvette

$\sigma = 0,825 \text{ cm}^2$ $\sigma' = 0,616 \text{ cm}^2$ $\frac{\sigma}{\sigma'} = 1,34$

Charges x .	Allongements.		
	y	y'	$\frac{y}{y'}$
kg.	cm.	cm.	
1,00	0,65	0,80	1,23
1,33	0,85	1,1	1,30
1,66	1,1	1,5	1,36
2,00	1,4	1,9	1,35
2,33	1,65	2,2	1,33
2,66	1,9	2,5	1,31
3,00	2,2	2,9	1,32
3,33	2,6	3,4	1,31
3,66	2,95	4,0	1,35
4,00	3,25	4,5	1,38

Tableau VII.

Bon caoutchouc commercial.

$l = 5,2 \text{ cm}$

1^{re} éprouvette 2^e éprouvette

$\sigma = 0,200 \text{ cm}^2$ $\sigma' = 0,120 \text{ cm}^2$ $\frac{\sigma}{\sigma'} = 1,66$

Allongements y .	Charges.		
	x	x'	$\frac{x}{x'}$
cm.	kg.	kg.	
1	0,25	0,16	1,56
2	0,47	0,28	1,68
3	0,60	0,36	1,66
4	0,71	0,43	1,65
5	0,81	0,50	1,62
6	0,90	0,55	1,64
7	1,00	0,62	1,61
8	1,08	0,67	1,61
9	1,17	0,74	1,60
10	1,27	0,80	1,58
15	1,72	1,13	1,53

caté ; il y a tout d'abord, pour de faibles charges, l'influence possible des pinces et l'erreur assez forte sur la mesure des allongements, qui sont petits. Une erreur de 100 gr peut entraîner une erreur relative maximum de 7 p. 100. S'il en est bien ainsi, les expériences doivent devenir meilleures pour de fortes charges, et c'est ce que les résultats confirment.

Il en résulte que l'équation d'extensibilité peut alors prendre la forme :

$$y = k \frac{l}{\sigma} x + \alpha \frac{l}{\sigma} \sin^2 b x,$$

dans laquelle les coefficients k , α et b peuvent être considérés comme *caractéristiques du caoutchouc* ; ce sont, en effet, des *coefficients spécifiques*.

Il est aisé de voir également que ces coefficients peuvent caractériser certaines qualités techniques importantes du caoutchouc.

SOUPLESSE. — Par exemple, on dira qu'un tuyau de caoutchouc est d'autant plus souple qu'il s'allonge plus facilement sous l'influence d'un faible effort nécessaire à le placer sur un tube métallique. *Le coefficient k peut donc caractériser la souplesse.*

TÉNACITÉ. — L'expérience montre qu'un caoutchouc tenace aura un coefficient b plus petit qu'un caoutchouc mou ; de sorte qu'on pourra caractériser la *ténacité* par l'inverse du coefficient b . Plus b est petit, plus le caoutchouc est tenace. Ordinairement, en pratique, la *ténacité* est définie par la *charge de rupture* qui s'évalue en *kg par cm² de l'aire de la section initiale* de l'éprouvette. Remarquons que c'est une grandeur spécifique, au même titre que b , si la charge de rupture est celle qui intervient dans la formule d'extensibilité, lorsque la section est d'1 cm².

D'après les expériences les plus récentes de Memmler, la valeur de la charge de rupture varie énormément avec la forme de l'éprouvette et on peut résumer ainsi, brièvement, ses observations : les barrettes à section carrée ou rectangulaire, même avec tête, seraient inférieures aux rondelles, la rupture se faisant toujours dans la tête de la barrette ; les différences des charges de rupture sont supérieures à 50 p. 100. Cependant, bien que toutes les barrettes ne se fendent pas toujours dans la tête, si l'on considère la charge de rupture d'un anneau mobile ou immobile, on obtient encore une différence qui atteint aussi au moins 50 pour 100. Il est certain que la matière ne travaille pas dans ces deux formes de la même façon, et que dans la forme en anneau l'action exercée n'est pas uniforme. On peut dire que si la forme de barrette donne une charge de rupture plus faible, à cause de l'influence des pinces de serrage, la forme d'éprouvette en anneau, qui double la section au point d'attache, a des chances de donner une charge de rupture trop grande. On ne peut donc fixer la valeur de la charge de rupture d'une façon absolue.

Dans la plupart des expériences que nous avons à faire, nous ne pouvions songer, étant donné la petitesse des échantillons de caoutchouc, à utiliser de grandes éprouvettes et d'ailleurs nous ne pouvions dépasser certaines limites pour que les lois précédentes restent valables. Nous avons donc essayé de vérifier si, sur la forme d'éprouvette qu'il nous était le plus commode d'adopter (barrette sans tête à section carrée ou rectangulaire), il y avait une grande différence entre les deux définitions de la *ténacité*, et nous avons obtenu les résultats suivants :

1. — Pour une même forme d'éprouvette, les différences sont du même ordre de grandeur pour les deux définitions de la *ténacité*.

Exemple : échantillon de caoutchouc *Para*, bien homogène, vulcanisé à l'usine.

$$S = 10 \text{ p. } 100, \theta = 135^\circ, l = 3 h.$$

Éprouvette.			Forme.	Coefficients d'extensibilité.			Charge de rupture X_r .		Différence maximum sur
N ^{os}	l cm.	σ cm ² .		k	α	b			
1	4,8	0,23	Barrette à	0,08	0,73	23,6	12,1	} X_r	18,9 p. 100
2	2,6	0,24	section à	0,08	0,70	26,4	12,5		
3	2,4	0,26	peu près	0,08	0,88	22,3	13,5		25,8 p. 100
4	2,6	0,33	carrée.	0,09	0,85	21,4	10,0		

2. — Pour de petites éprouvettes, la forme de la section ne change pas beaucoup les valeurs comparatives obtenues par l'une ou l'autre définition.

Exemple : même caoutchouc.

Éprouvette.			Section.	Coefficient b .	Charge de rupture X_r .	Différence sur	
N ^{os}	l	σ				$\frac{1}{b}$	X_r .
1	2,6	0,24	Carrée.	26,4	12,5	} 4,8 p. 100	5,3 p. 100
2	2,65	0,14	Rectangulaire.	27,8	13,2		

3. — Mais un fait remarquable est donné par l'expérience suivante, faite avec un caoutchouc *Para*, très homogène, vulcanisé à l'usine :

$$S = 10 \text{ p. } 100, \theta = 140^\circ, l = 3 \text{ h.}$$

Éprouvette			Section.	Coefficients d'extensibilité.			Charge de rupture X_r .		Différence sur
N ^{os} .	l	σ		k	α	b			
1	2,53	0,275	Carrée.	0,06	0,53	27,7	11,6	} X_r	11,5 p. 100
2	2,58	0,18	Rectangulaire.	0,07	0,66	24,5	21,1		

Ainsi, tandis que la charge de rupture a pu sensiblement doubler, bien qu'il s'agisse du même caoutchouc, le coefficient b a varié environ quatre fois moins.

De sorte que nous sommes autorisés à conclure que les valeurs de la ténacité, considérée comme caractérisée par l'inverse du coefficient b , auront une signification suffisamment précise dans nos expériences.

NERVOSITÉ. — Nous verrons plus loin que le coefficient α est intimement lié à la nervosité (page 33).

5^e Définition de l'extensibilité. — Bien qu'on ne désigne pas explicitement cette qualité du caoutchouc, qu'on confond même parfois avec l'élasticité, on la sous-entend industriellement lorsqu'on spécifie *l'allongement à la rupture* A_r qui est la longueur totale dont s'allonge l'éprouvette, y compris la longueur de l'éprouvette; on évalue souvent cette quantité par le nombre de fois la longueur initiale dont l'éprouvette s'est allongée, c'est-à-dire par le rapport

$$\frac{l+y}{l} = 1 + \frac{y}{l}.$$

Il nous semble que la véritable définition doit simplement considérer le rapport de l'allongement y à la longueur initiale l de l'éprouvette; elle doit aussi tenir compte de l'influence de la section σ , si on ne compare pas les allongements à la rupture pour des

sections identiques ; de sorte que cette quantité devrait être définie pour l'éprouvette de dimensions $l=1$, $\sigma=1$.

L'allongement à la rupture est aussi délicat à déterminer que la charge de rupture et est influencé par le glissement possible dans les pinces, l'arrachement avant la rupture, etc.

Il nous semble que la meilleure définition de l'extensibilité est la suivante :

L'extensibilité est caractérisée par l'allongement d'une éprouvette de dimensions déterminées sous l'influence d'une charge déterminée.

6° Variation des coefficients d'extensibilité avec le travail accompli par le caoutchouc vulcanisé. — Lorsque, après avoir tractionné une éprouvette de caoutchouc, on la soustrait à l'action de toute charge, puis qu'on recommence l'extension, on constate que l'éprouvette tend à s'allonger de plus en plus à chaque extension. Si l'on fait la même expérience en s'astreignant à ce que la longueur initiale de l'éprouvette soit toujours sensiblement la même après chaque extension et repos prolongé du caoutchouc, on remarque que la courbe de première traction diffère toujours essentiellement de la seconde, mais que, dès la troisième traction, les coefficients d'extensibilité ne varient plus beaucoup.

L'expérience suivante, citée parmi beaucoup d'autres, a été faite avec un bon caoutchouc commercial, chaque traction étant effectuée après un temps de repos de 24 heures (1).

Traction.	k	α	b
1 ^{re}	0,074	0,27	30,0
2 ^e	0,070	0,25	38,1
3 ^e	0,070	0,25	40,7
...	...	...	...
5 ^e	0,068	0,25	42,6

On dirait donc que le caoutchouc vulcanisé prend, sous l'influence de tractions répétées, avec ou sans temps de repos, un état physique plus stable et cet état paraît à peu près atteint pour la troisième traction.

II. — Élasticité de traction du caoutchouc vulcanisé.

1° Définition de l'élasticité. — On définit pratiquement, en général, l'élasticité d'un corps par le rapport de la charge de rupture à l'allongement à la rupture d'une éprouvette de cette matière, ou plus volontiers, parce que plus exactement, par le rapport d'une force appliquée à l'allongement provoqué par cette force. Il résulte de cette définition que les corps *les plus élastiques* sont ceux qui *s'allongent le moins* sous une charge donnée par unité de section.

Il est facile de voir que cette définition n'a pas grand sens lorsqu'on veut l'appliquer au caoutchouc.

(1) On s'était assuré de ce fait que le caoutchouc est suffisamment homogène en coupant des éprouvettes dans le même sens (la taille dans deux sens perpendiculaires ne donnant pas grande

D'autre part, la définition du coefficient d'élasticité, telle qu'on l'applique aux métaux, par exemple, n'a pas non plus grande signification dans le cas du caoutchouc puisque l'allongement ne varie pas proportionnellement à la charge, sauf pour de faibles charges et qu'alors, même dans ce cas, intervient l'influence du mode de traction, d'après les expériences de MM. Bouasse et Carrière.

L'élasticité du caoutchouc doit être envisagée comme la propriété de la matière de revenir à son état initial lorsqu'elle a été déformée (1). Si nous considérons une éprouvette de dimensions définies, que nous lui fassions subir une extension puis une rétraction, nous obtiendrons les deux courbes OA et AB (fig. 4); on a très nettement le sentiment que si le caoutchouc était parfaitement élastique, les deux courbes se recouvriraient parfaitement. Comme, en général, il n'en est pas ainsi on peut se demander s'il y a un lien entre cette non-coïncidence des courbes de traction et de rétraction et l'élasticité.

On peut d'abord appeler cet ensemble des deux phénomènes (extension et rétrac-

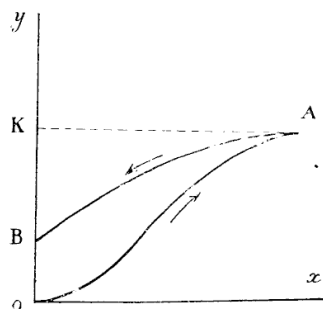


Fig. 4. — Cycle d'hystérésis élastique.

tion) *cycle d'hystérésis élastique*, le caoutchouc ne reprenant pas généralement sa longueur initiale. On peut démontrer ensuite facilement, et même mathématiquement, que l'aire du cycle représente le travail absorbé par le caoutchouc. En effet, on cède dans la période d'extension un certain travail au caoutchouc ($\int_0^y x dy$, représenté par l'aire OAK) qui en restitue une partie dans la période de rétraction (aire BAK) et la différence (aire OAB) est évidemment l'énergie absorbée par la matière. Il nous semble donc que la véritable signification physique de l'élasticité est nécessairement liée à l'aire du cycle élastique tracé entre des limites données. Et comme l'aire est d'autant plus petite que l'élasticité est plus grande, *l'élasticité, qualité réellement primordiale du caoutchouc*, pourra être définie par *l'inverse de la surface d'un cycle particulier* (ou de

différence). Voici quelques résultats, en première traction, qui montrent de plus que le caoutchouc simplement vulcanisé est suffisamment homogène pour des essais :

Eprouvette.	k	α	b
1	0,069	0,21	30,0
2	74	0,27	30,0
3	70	0,26	30,6
1'	0,070	0,24	30,9

(1) Il y a lieu de séparer l'élasticité de traction de l'élasticité de compression tant qu'aucun lien ne sera trouvé les réunir.

l'énergie correspondante). Ce cycle particulier pourra être tracé *pour une charge limite donnée* (exprimée en tant pour cent de la charge de rupture) ou *pour un allongement limite donné* (exprimé en tant pour cent de la longueur initiale de l'éprouvette).

On peut passer facilement d'un cycle (charge donnée) à l'autre (allongement donné) et réciproquement, si l'on a également enregistré la courbe d'extensibilité. En effet, si l'on trace, pour deux éprouvettes semblables d'un même caoutchouc vulcanisé bien homogène, deux premiers cycles pour des charges limites X et X', les allongements correspondants étant alors A et A', les surfaces S et S' de ces cycles sont telles que :

$$\frac{S}{S'} = \frac{A}{A'} \times \frac{X}{X'}.$$

Exemple : — Caoutchouc *Para*, de la Société des Téléphones, vulcanisé à 5 p. 100 de soufre, sans autre indication :

Éprouvettes.	A p. 100	X kg.	S cm ² .
N° 1	100	1,4	3,8
N° 2	200	2,1	9,7
N° 3	300	2,8	21,2

$$\frac{A_3}{A_1} = 3, \frac{X_3}{X_1} = 2 - \frac{A_3}{A_1} \times \frac{X_3}{X_1} = 6 \quad \frac{S_3}{S_1} = 5,7. \text{ Différence 5 p. 100}$$

$$\frac{A_3}{A_2} = 1,5, \frac{X_3}{X_2} = 1,5 - \frac{A_3}{A_2} \times \frac{X_3}{X_2} = 2,25 \quad \frac{S_3}{S_2} = 2,18. \text{ Différence 3 p. 100.}$$

2° Variation de l'élasticité avec le travail accompli par le caoutchouc vulcanisé. —

Par une intéressante technique, MM. Bouasse et Carrière ont étudié la variation de l'amplitude des cycles successifs, tracés avec ou sans temps de repos aux extrémités de ces cycles. Alors que M. Breuil remarque qu'au bout de 4 ou 5 tractions les allongements, pour une même surcharge, paraissent être égaux, M. Bouasse a indiqué qu'à la température ordinaire, si le nombre des cycles augmente, l'amplitude des cycles tend vers une limite qui est atteinte pour le 8^e cycle qu'on peut appeler le cycle fixé. Plus récemment M. Schwartz a indiqué que l'aire des cycles successifs tracés à allongement limite donné (200 p. 100) tendait vers une valeur constante pour le 6^e cycle.

Nous avons nous-mêmes tracé des cycles d'hystérésis élastiques d'une façon *continue*, pour un allongement constant de l'éprouvette de 200 p. 100, en ramenant au besoin la longueur initiale à être la même et nous avons obtenu pour divers caoutchoucs les résultats suivants :

N° des cycles.	Caoutchoucs.		
	Barrettes.		Tube.
	<i>Para.</i> cm ²	<i>Ceara.</i> cm ²	Feuille anglaise. cm ²
1 ^{er}	S = 9,5	S = 14,6	S = 2,4
2 ^e	7,2	6,6	1,8
3 ^e	7,05	5,9	1,5
4 ^e	6,95	5,4	»

On voit donc que le premier cycle diffère totalement du second et que l'élasticité ne varie plus beaucoup à partir du troisième cycle, conclusion conforme à celle prove-

nant de l'étude de l'extensibilité, mais qui montre aussi la difficulté d'assurer d'une façon absolue le moment où la limite de stabilité vers laquelle tend le caoutchouc vulcanisé est atteinte.

3° Définition de la nervosité. — La nervosité du caoutchouc est une qualité technique encore empirique et abandonnée à l'appréciation des observateurs ; cependant, comme nous allons le montrer, elle paraît dépendre à la fois de l'extensibilité et de l'élasticité.

Le courtier qui propose l'achat d'un caoutchouc à un industriel ne lui dit-il pas que le caoutchouc est « nerveux » lorsque ce caoutchouc présente une assez grande résistance à l'effort d'extension, et que de plus il « revient » bien ? Si l'on remarque que l'extension est, dans ce cas, tout à fait moyenne et si l'on se base sur cette observation, on peut dire que la nervosité d'un caoutchouc sera d'autant plus grande que la force x pour lui donner un allongement moyen donné sera plus grande et que l'aire s du cycle d'hystérésis élastique pour cet allongement moyen sera plus petite. Donc :

$$N = \frac{x}{s}$$

Or, si α est le coefficient d'allongement moyen, la force x est d'autant plus grande que α est petit et l'on peut admettre, d'après l'expérience (1), que pour un allongement de 100 p. 100 :

$$x = \frac{1}{\alpha}$$

La nervosité devient alors :

$$N = \frac{1}{\alpha s}$$

c'est-à-dire que la nervosité pourra être caractérisée par l'inverse du produit du coefficient d'allongement moyen par l'aire du cycle tracé pour un allongement moyen (100 p. 100).

4° Élasticité rémanente. — Si les courbes d'extensibilité et de rétraction coïncidaient parfaitement, le point B (fig. 4) devrait se superposer au point O. Comme il n'en est rien, les ordonnées à l'origine diffèrent toujours d'une petite quantité OB qui est évidemment la caractéristique du défaut d'élasticité ou de ce qu'on peut appeler *l'élasticité rémanente*. On a pratiquement l'habitude de caractériser l'élasticité rémanente par la quantité OB qu'on appelle *l'allongement permanent* A_p et on évalue cet allongement permanent en tant pour cent de la longueur initiale de l'échantillon essayé. Pour les mesures comparatives, il y a tout intérêt à ce que les sections des échantillons soient identiques.

D'après les expériences de M. Bouasse, l'allongement permanent varie avec la charge appliquée, le temps d'application, la température ; il varie aussi avec le nombre de

(1)	Para.	Société des téléphones.	S = 3 p. 100.	$x = 1.16$	$\alpha = 0.9$	$\frac{1}{\alpha} = 1.11$	Écart 4 p. 100.
—	—	—	5 —	1.49	0.7	1.43	— 4 —
—	—	—	10 —	1.43	0.7	1.43	— 0 —

Ceci correspond bien aussi à la sensation que plus le caoutchouc est nerveux, moins il s'allonge sous un effort donné.

tractions. L'expérience montre cependant que l'allongement permanent est assez bien défini après rupture de l'éprouvette et au bout d'un certain temps après cette rupture, comme le montre l'exemple suivant obtenu avec une éprouvette de bon caoutchouc commercial, de section $\sigma = 0,22 \text{ cm}^2$.

Longueurs.	Allongements permanents.		Variations.
	cm.	Δp	p. 100.
Initiale.	5,2	0	"
Après traction et rupture.	6,4	1,2	23
2 à 3 minutes après.	6,0	0,8	15
10 à 15 — — — — —	5,7	0,5	10
12 heures après.	5,4	0,2	4
24 — — — — —	5,2	0	0

La nouvelle longueur est obtenue par l'addition des longueurs des deux fragments de l'échantillon mesurées après rupture.

5° Détermination correcte des coefficients d'extensibilité et d'élasticité. — D'après ce que nous avons dit précédemment, *on doit opérer sur une éprouvette de dimensions bien déterminées*. Étant donné la difficulté d'opérer lorsque la matière paraît plus stable parce que cela diminue beaucoup l'ordre de grandeur des coefficients numériques, et parce qu'il est délicat de fixer ce moment de stabilité, *la courbe d'extensibilité devra être tracée pour la première traction* et on devra rejeter toute éprouvette ayant accompli un travail antérieur quelconque. Il faut aussi, pour les cycles d'hystérésis, ne considérer que les *premiers cycles sans travail antérieur*. Le *cycle d'élasticité* sera tracé *pour un allongement de 200 p. 100*, le *cycle de nervosité* pour un allongement de 100 p. 100 (1). Il est donc nécessaire d'avoir une éprouvette pour l'essai d'élasticité et une autre pour l'essai de nervosité ; ce qui, avec l'éprouvette pour l'essai d'extensibilité, porte au moins à trois le nombre des éprouvettes nécessaires pour les essais d'un caoutchouc, sans compter les accidents possibles. Aussi, à cause de la faible quantité de matière dont nous disposons, nous sommes-nous souvent arrêtés aux dimensions suivantes des éprouvettes faciles à obtenir par moulage au moment de la vulcanisation : $l = 2,5 \text{ cm.}$ (longueur totale 5 cm.) ; $\sigma = 0,5 \text{ cm.} \times 0,5 \text{ cm.} = 0,25 \text{ cm}^2$. Courbe d'extensibilité et cycles d'hystérésis devront être tracés d'une façon *continue*, sans arrêt et *enregistrés*. On pourra alors déduire facilement les coefficients k , α , b et l'extensibilité et déduire de la mesure des aires des cycles S et s l'élasticité et la nervosité. On aura également l'enregistrement de la rupture ; pour avoir l'allongement permanent on repérera, après rupture, les longueurs des fragments d'éprouvette dont on mesurera à nouveau les allongements au bout de 24 heures. Nous allons décrire un élasticimètre enregistreur qui, lorsqu'on est à l'abri de fortes variations de température, peut donner des résultats corrects, quelle que soit la vitesse de tractionnement.

III. — Élasticimètre enregistreur.

1° Considérations générales. — Nous avons cherché à réaliser un appareil qui se prête très commodément aux essais d'extensibilité et d'élasticité du caoutchouc, précédemment décrits.

(1) Pour le choix du cycle à allongement donné et de ces nombres, voir plus loin p. 47.

Nous voulons signaler ici l'étroite analogie que présente l'étude du caoutchouc au point de vue mécanique avec celle du fer au point de vue magnétique.

En effet les qualités d'un fer ou d'un acier seront assez bien définies lorsqu'on aura tracé et étudié la *courbe de première aimantation* et l'*aire du cycle d'hystérésis* magnétique, entre des valeurs de champ magnétisant données.

Nous avons montré que les qualités techniques d'un caoutchouc vulcanisé étaient également assez bien définies par la *courbe de première traction* et par l'*aire d'un cycle d'hystérésis élastique* tracé entre des limites données, charge ou extension. L'analogie entre les deux cas se poursuit encore si l'on songe qu'au point de vue mécanique la stabilité du caoutchouc se produit au bout de quelques cycles d'hystérésis élastiques successifs, de même qu'au point de vue de l'aimantation, celle-ci tend vers une valeur limite après quelques cycles d'hystérésis magnétiques réitérés.

L'élasticimètre enregistreur aura l'avantage de tracer, soit la courbe d'extensibilité à charges progressivement croissantes, soit un cycle d'hystérésis élastique, d'une façon continue, indépendante de l'habileté de l'observateur, tant comme expérimentateur que comme dessinateur.

Il existe déjà de nombreux élasticimètres enregistreurs, surtout destinés à l'étude du caoutchouc.

Les types les plus récents de Breuil, d'Heim-Richard et de Schwartz donnent des résultats très intéressants, mais sont peut-être critiquables parce qu'ils utilisent un ressort pour mesurer les charges et que nous ne croyons pas qu'on puisse se fier à un ressort pour obtenir une mesure absolument exacte de la charge. C'est ce qui découle en particulier d'une étude que nous avons faite avec l'appareil Heim-Richard.

Il y a, d'autre part, intérêt à effectuer le tracé sur un papier millimétré ordinaire ou même sur un papier quelconque, divisé ou non, et à ne pas trop réduire l'échelle des courbes pour assurer plus d'exactitude à la détermination possible des constantes d'extensibilité et de la surface des cycles d'hystérésis; il peut être également commode dans certains cas que le graphique soit obtenu avec des échelles connues proportionnelles aux grandeurs mises en jeu.

Aussi, pour que l'appareil réalise ces diverses conditions et reste bien comparable à lui-même, nous sommes-nous adressés à la forme de dynamomètre pendulaire que nous allons décrire sommairement (1).

2° Principe et théorie élémentaire de l'élasticimètre enregistreur. — L'éprouvette C de caoutchouc ou d'une matière quelconque, plastique ou textile (fig. 5) est, par exemple, en forme de barrette prismatique à section carrée ($0,5\text{cm} \times 0,5\text{cm} = 0,25\text{cm}^2$) et de $2,5\text{cm}$ de longueur (2); elle est serrée entre deux pinces p, p' , la pression étant au besoin réglable à volonté pour chaque caoutchouc.

On tire verticalement sur la pince inférieure à l'aide d'une vis V dont l'écrou E est mis en mouvement à l'aide d'un train d'engrenages coniques T et d'une manivelle

(1) L'appareil a été réalisé avec beaucoup d'habileté par M. L. Deffez, constructeur à Paris.

(2) L'éprouvette, quelle que soit sa forme (barrette ou rondelle) peut être découpée dans une lame de caoutchouc. Pour les essais très nombreux auxquels nous nous sommes livrés sur cette matière, dont nous n'avions souvent que de petits échantillons à l'état naturel, nous nous sommes de préférence adressés à des éprouvettes en forme de barrettes moulées au moment de la vulcanisation, ainsi qu'on le verra plus loin.

M; la pince supérieure se meut aussi verticalement, supportée qu'elle est par une chaîne qui reste tangente au cercle O.

L'effort x appliqué à l'éprouvette sert à allonger cette éprouvette sous l'influence d'une force qui oblige une masse A à se déplacer circulairement autour de l'axe de rotation O, à une distance déterminée R; si nous considérons une position quelconque A' de cette masse pendulaire, la force efficace réellement agissante est la composante $A'\beta$ du poids P de la masse, c'est-à-dire :

$$A'\beta = P \sin \alpha,$$

si α est l'angle que fait la direction OA' avec la verticale OA.

Comme l'effort x peut être toujours supposé appliqué en D à une distance con-

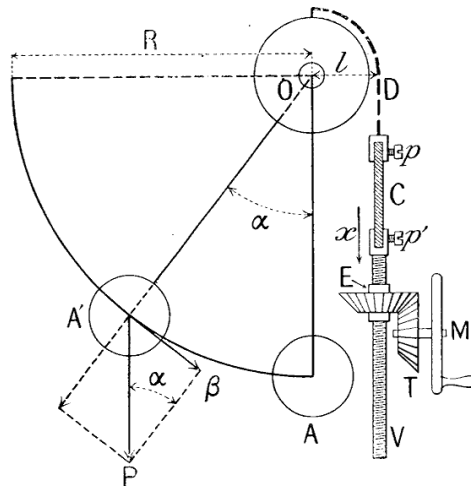


Fig. 5. — Schéma montrant le principe du fonctionnement de l'élasticimètre enregistreur.

stante $OD = l$ de l'axe O, nous avons donc en jeu deux forces antagonistes, l'une, $P \sin \alpha$ appliquée à l'extrémité du bras de levier $OA' = R$, l'autre x appliquée à l'extrémité du bras du levier $OD = l$.

Lorsqu'il y aura équilibre, on aura, par application du théorème des moments pris par rapport à l'axe O :

$$(1) \quad \begin{aligned} P \sin \alpha \cdot R - xl &= 0 \\ \text{ou } x &= \frac{P \cdot R}{l} \sin \alpha. \end{aligned}$$

On voit ainsi que l'effort de traction x varie d'une façon continue, depuis une valeur nulle, pour $\alpha = 0$, jusqu'à la valeur maximum $\frac{PR}{l}$, pour $\alpha = 90^\circ$.

3° Détermination de l'extensibilité et de la rupture. Dispositifs d'enregistrement. — En réalité, pour la plus faible sensibilité de l'appareil, le poids P est constitué par un tambour cylindrique monté sur la tige OA formant support (fig. 6), et ce tambour

se déplace avec elle dans son mouvement pendulaire autour de l'axe OO' ; mais, en même temps que se produit son mouvement d'ascension, le cylindre peut prendre un mouvement de rotation autour de son axe, grâce à un engrenage fixe et à un pignon conique denté mobile qu'on aperçoit nettement sur la figure 6, en haut et en avant de

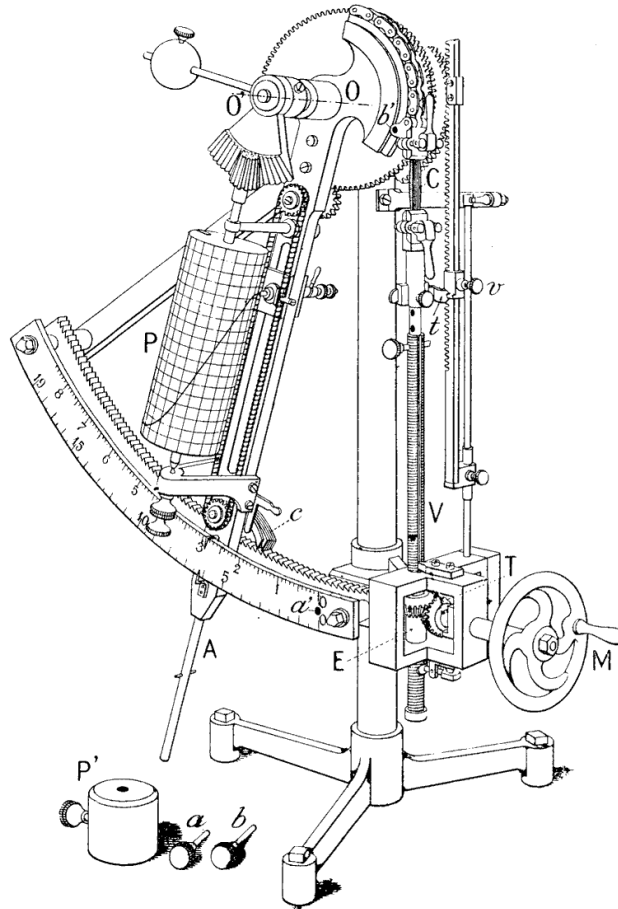


Fig. 6. — Élasticimètre enregistreur.

l'appareil. La pince supérieure p est portée par une chaîne de Galle tangentielle. Pour passer, par déplacement circulaire, de la position A à la position A' (fig. 5), le cylindre, qui deviendra le cylindre enregistreur, aura donc en même temps tourné d'une *quantité dépendante de la charge*, égale à l'arc AA' ou :

$$(2) \quad s = R \alpha.$$

L'allongement de l'éprouvette produit par l'effort de traction x , commande, à l'aide

du taquet t et d'une crémaillère, un système de roues dentées (qu'on aperçoit également sur la figure 6) qui, par l'intermédiaire d'une chaîne de Vaucanson, réalise le déplacement d'un crayon, le long d'une génératrice du cylindre, *proportionnellement à l'allongement*.

De sorte que, si le cylindre enregistreur porte une feuille de papier millimétré et si le crayon s'appuie sur cette feuille, on aura l'*inscription directe de la courbe d'extensibilité* :

$$y = f(x).$$

reliant l'allongement y à la charge x (1).

On peut remarquer que, si l'on calcule la valeur de l'arc s dont a tourne, à un moment donné caractérisé par l'angle α , le cylindre enregistreur, on obtient, en remplaçant dans l'équation (2) R par sa valeur tirée de l'équation (1), l'expression :

$$s = \frac{xl}{P} \frac{\alpha}{\sin \alpha}.$$

Si l'angle α est inférieur à 30° , ce qu'on peut facilement réaliser par construction sans trop d'encombrement (2) le rapport $\frac{\alpha}{\sin \alpha}$ reste constant avec une approximation que légitiment les erreurs expérimentales (3) et l'on peut dire alors que les *déplacements s sont sensiblement proportionnels aux efforts x* .

Dans ce cas, le graphique pourra être considéré comme tracé avec des échelles connues pour l'allongement et la charge. Mais il faut bien remarquer que cette condition n'est d'ailleurs que commode et nullement nécessaire. L'arc circulaire de l'appareil est gradué en kilogrammes et hectogrammes pour l'emploi de l'appareil comme dynamomètre ordinaire.

La *rupture* de l'éprouvette se fait sans à-coups, grâce à un système de cinq cliquets c (fig. 6) dont au moins l'un d'eux engrène, à ce moment, sur un arc denté parallèle à l'arc divisé.

(1) Beaucoup d'enregistreurs donnent la relation, beaucoup moins commode à utiliser directement et inverse de la précédente :

$$x = f(y).$$

(2) Ce qui cadre également bien pour l'ordre de grandeur des divers facteurs mécaniques avec les dimensions de nos éprouvettes, en donnant de 6 à 12 kg comme charge limite suivant la sensibilité.

(3) On a par exemple :

α	$\sin \alpha$	$\frac{\alpha}{\sin \alpha}$
5°	0,087	57,5
10°	0,174	57,5
2°	0,340	58,8
30°	0,500	63,0

L'expérience d'étalonnage du premier modèle de l'appareil donne d'ailleurs :

x kg.	s mm.		Erreur relative. p. 100.	Erreur absolue. gr.
1	31	} Moyenne 32,9 mm.	- 6	- 60
2	33,5		+ 1,8	+ 18
3	32,0		- 2,8	- 28
4	33,5		+ 1,8	+ 18
5	31,0		+ 3,0	+ 30
6	33,5		+ 1,8	+ 18

On peut enfin changer la sensibilité de l'appareil par l'addition de contrepoids P disposés sur une tige A placée au-dessous du cylindre, et l'on s'est arrangé pour diminuer le plus possible les frottements, au besoin par l'emploi de roulements à billes (1).

4° Détermination de l'élasticité. — Pour tracer un *cycle d'hystérésis élastique*, le taquet *t* entraîné par la pince inférieure de l'éprouvette dans son allongement peut revenir en arrière et commander ainsi en sens inverse le mouvement de la crémaillère, des roues dentées, de la chaîne et par conséquent du crayon. Ce mouvement de rétraction peut se produire quand l'on veut, lorsqu'on juge que la courbe d'extension est arrivée à la limite qu'on voulait atteindre avant la rupture, soit par suite d'un allongement donné et constant de l'éprouvette (exprimé en tant pour cent de la longueur initiale), soit sous l'influence d'une charge déterminée et constante (exprimée en tant pour cent de la charge de rupture qui, on le sait, est exprimée, en général, en kilogrammes par centimètre carré de la section initiale de l'éprouvette).

On peut d'ailleurs tracer ces cycles à allongement constant ou à charge constante avec des temps de repos différents aux extrémités du cycle, tracer des cycles réitérés, etc., en somme, refaire toute l'intéressante technique que M. Bouasse a établie dans les conditions ordinaires de température, au point de vue de la fixation et de l'amplitude des cycles; mais on peut aussi mesurer la *surface* de ces cycles, étude qui mène également à des résultats importants sur l'élasticité, comme nous l'avons montré précédemment.

5° Influence de la vitesse de tractionnement sur l'extensibilité et l'élasticité. — Un point très important est que, dans les limites où l'on peut opérer commodément avec l'élasticimètre enregistreur, la *vitesse de tractionnement a peu d'influence sur l'extensibilité et l'élasticité*.

Ainsi lorsque la variation de la vitesse est de 600 p. 100, on observe les variations suivantes des coefficients d'extensibilité :

$$\frac{k}{11 \text{ p. } 100} \quad \frac{\alpha}{3 \text{ p. } 100} \quad \frac{h}{11 \text{ p. } 100}$$

Lorsque la variation de la vitesse est de 500 p. 100, l'aire du cycle d'hystérésis, tracé pour un allongement de l'éprouvette de 200 p. 100, ne varie que de 8 p. 100.

(1. Les chevilles *a* et *b* fig. 6 qu'on met en place pour le réglage de l'éprouvette, de façon à éviter le mouvement d'aucune pièce de l'appareil, ont leurs logements en *a'* et *b'*.

Les deux trous qu'on voit à gauche de *t* servent à élever, plus ou moins, la pince inférieure et une cheville est, dans le dessin, placée dans le 3^e trou.

Pour faire une expérience, on enlève les chevilles *a* et *b*, après détermination des dimensions de l'éprouvette à l'aide des appareils Zivy, on abaisse *c* et on actionne à la main la manivelle M.

Le réglage du départ se fait en tournant la manivelle jusqu'à ce que l'index du tambour, soit au zéro de la graduation.

L'expérience montre qu'il n'y a pas de glissement sensible entre les pinces striées intérieurement. La délicatesse et la sensibilité très grande de l'appareil (le démarrage se faisant pour un poids inférieur à 100 gr) permettent de mettre en évidence une certaine paresse du caoutchouc, ainsi serré entre mâchoires, non seulement au début d'une traction, mais aussi au début d'une rétraction. Ce fait a été confirmé par un essai où l'on ajoutait directement des poids au début d'une traction par très petites fractions, au plateau de l'éprouvette tendue à la manière ordinaire (fig. 4).

6° **Influence de la température.** — Il reste à indiquer l'importance des variations de température sur l'extensibilité et l'élasticité signalée par M. Bouasse et étudiée par cet auteur dans le cas de grandes différences de température.

a. *Extensibilité.* — Les résultats que nous avons obtenus sur une bande prismatique de caoutchouc commercial ($l = 33,3$ cm, $\sigma = 0,09$ cm²) montrent que les courbes d'extensibilité, tracées pour des températures de 10°,6 C et 20°,3 C, coïncident pour les faibles charges et s'écartent de plus en plus pour différer au moment de la rupture de 2 p. 100 sur l'allongement, ce qui est d'ailleurs de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

b. *Elasticité.* — Des expériences ont été faites par M. Schwartz sur des éprouvettes d'essai contenant 88 p. 100 et 40 p. 100 de *Para* qui étaient exposées pendant 7 heures à des températures variant de 14° à 29° C et de 22° C à 26° C. Voici les résultats :

Échantillon, à 88 p. 100 de *Para*; différence de températures 15° C : aires des cycles identiques.

Échantillon à 40 p. 100 de *Para* :

Variation de température.	Variation de l'aire du cycle (200 p. 100 d'extension).	Variation du poids pour donner l'allongement nécessaire.
4°,8 C.	1,3 p. 100.	0,8 p. 100.
4°,8 C.	1,1 —	0,8 —

Il est à remarquer qu'en général la variation d'élasticité est de signe contraire aux variations de température; on peut en tout cas conclure que l'influence de la température sur l'extensibilité et sur l'élasticité est *pratiquement* négligeable dans les essais de laboratoire effectués à la température ambiante.

Mais il ne faudra pas oublier cette cause possible de variation surtout avec des caoutchoucs mous, si l'on observe des anomalies dans l'extensibilité ou l'élasticité et si l'on sait que les différences de température entre deux essais différents sont notables.

IV. — Étude de l'extensibilité et de l'élasticité du caoutchouc cru.

Le caoutchouc cru se présente sous des aspects différents, dont les principaux sont :

1° *L'aspect de boules ovales formées de couches concentriques*, que présente le *Para sauvage de l'Amazonie*, et ces boules sont obtenues de la façon suivante. Pour coaguler le latex d'*Hevea*, on se sert d'une pelle en bois qu'on trempe dans le lait; on porte cette pelle dans la fumée obtenue par la combustion de bois vert; sous l'influence de la chaleur et d'un agent coagulant contenu dans la fumée — qui serait peut-être l'aldéhyde formique — la pelle se recouvre d'une couche très mince de caoutchouc qu'on peut appeler la *pellicule d'enfumage*. L'opération précédente étant répétée un grand nombre de fois, on obtient une superposition de pellicules qui se soudent plus ou moins en formant les *couches concentriques* qui engendrent les grosses masses de caoutchouc.

2° *L'aspect de feuilles lisses*, plus ou moins minces, jaunes ou brunes, ou *crêpes*

pâles, ou fumées, que présentent par exemple les *Paras de plantation*. Ces feuilles assez homogènes à la vue et d'épaisseur à peu près uniforme sont obtenues par cylindrage du caoutchouc dont le latex a été coagulé très souvent par l'acide acétique s'il s'agit d'*Hevea* de plantation.

Nous ne dirons rien des *scraps*, *saussages*, *twists*, etc., formes sous lesquelles se rencontrent de préférence les *caoutchoucs de lianes* et qui ne se prêtent nullement à l'étude que l'on peut faire des propriétés mécaniques du caoutchouc cru.

Les expériences faites sur du caoutchouc *Para* obtenu par enfumage montrent :

1^o une hétérogénéité de structure dû à la superposition des pellicules d'enfumage en couches concentriques.

2^o une hétérogénéité moléculaire qu'on peut attribuer à la constitution même du caoutchouc.

Comme l'indique le tableau suivant, la courbe d'extensibilité à charges progressivement croissantes d'une pellicule d'enfumage de *Fine Para, hard cure*, ayant moins de 1/2 mm d'épaisseur, est analogue à celle du caoutchouc vulcanisé.

$$y = 7,4 x + 49,2 \sin^2 442 x.$$

Charges x .	Allongements y .		Différences.
	Calculés.	Observés.	
gr.	cm.	cm.	cm.
25	0,25	0,25	0
50	0,66	0,60	+ 0,06
75	1,20	1,15	+ 0,05
100	1,9	1,9	0
125	2,52	2,70	— 0,18
150	3,64	3,8	— 0,16
175	4,67	5,0	— 0,33
200	5,62	5,9	— 0,28

L'étude de l'extensibilité à charges progressivement croissantes d'une couche concentrique ne montre, au contraire, aucune analogie avec celle du caoutchouc vulcanisé. En première traction, l'éprouvette s'allonge très lentement et *file* plus ou moins vite jusqu'à la rupture, ou *s'allonge, à la manière des tubes de longue-vue*, à cause du glissement des pellicules d'enfumage; ces résultats permettent de reconnaître une mauvaise vulcanisation du *Para* sauvage.

L'étude du caoutchouc *Para* cru, en crêpes, mène à des résultats analogues; mais la matière étant beaucoup moins tenace et homogène, lorsqu'elle est découpée, qu'elle le paraît, on obtient péniblement des courbes d'extensibilité à coefficients calculables.

L'élasticité du caoutchouc cru est inférieure à celle du caoutchouc vulcanisé, et il en est en général ainsi de sa nervosité. L'allongement permanent d'éprouvettes de caoutchouc cru, tractionnées jusqu'à la rupture, est considérable (parfois 200 p. 100 de la longueur initiale) et diminue peu avec le temps. L'influence d'une opération mécanique quelconque sur le caoutchouc cru (extension unique ou extensions successives, compression) (1) est de rapprocher ses propriétés de celles de la matière, plus homo-

(1) On peut atteindre, par compression, des charges de rupture de 50 kg/cm², alors que, normalement, la charge de rupture oscille autour de 12 kg/cm².

gène, qu'est le caoutchouc vulcanisé. Mais on augmente l'extensibilité au détriment de l'élasticité.

L'effet de la chaleur est de détruire les qualités d'extensibilité et d'élasticité du caoutchouc cru.

Il paraît donc difficile, en l'état actuel de la question, de tirer des conclusions certaines d'essais mécaniques effectués sur la gomme crue. On peut cependant penser que la matière crue a la constitution moléculaire que nous avons indiquée précédemment, constitution qui, détruite par les opérations de broyage, peut se reformer, en se renforçant, sous l'influence de la vulcanisation.

V. — Étude de la vulcanisation du caoutchouc.

1° Étude de l'influence du travail antérieur à la vulcanisation sur les propriétés du caoutchouc vulcanisé. — Nous avons essayé de faire quelques expériences quantitatives qui, effectuées dans les conditions mêmes de la pratique industrielle (1), puissent donner au moins l'ordre de grandeur des variations des propriétés de la gomme, plus particulièrement de ses qualités techniques diverses, après vulcanisation, sous l'influence de travaux de valeur différente subis avant la vulcanisation. Il est assez difficile d'évaluer le travail total fourni à la machine pour mastiquer le caoutchouc. Mais il suffit de connaître le *travail absorbé* par la matière par le fait même de la mastication. Pour connaître ce dernier travail, on peut déterminer la chaleur développée dans la quantité de matière mastiquée, sachant le poids de gomme traitée P , la chaleur spécifique c du caoutchouc ($c = 0,55$ pour le *Para sauvage* et $0,47$ pour le *Para de plantation* de Nha-Trang) et l'élévation θ de la température de la masse de gomme qu'on peut mesurer à l'aide d'un couple thermo-électrique étalonné (2); connaissant le temps t secondes de l'opération, on peut en déduire la puissance absorbée par kilogramme de caoutchouc (3):

$$P_n = \frac{c \theta}{t} \times 10^3 \times 4,18 \text{ watts.}$$

Les expériences ont été faites avec un *Para* de la plantation de Nha-Trang (Indo-Chine) qui se présente en belles feuilles qu'on peut mastiquer pour mélanger au soufre sans déchiquetage préalable. L'opération du déchiquetage ne produit pas d'ailleurs une grande action sur une telle matière. Nous avons étudié l'influence de la mastication du caoutchouc suivie du mélange à 10 p. 100 de soufre sur les propriétés du caoutchouc vulcanisé dans les conditions de cuisson $\theta = 140^\circ$, $t = 3 \text{ h}$. En évaluant le travail total absorbé par la matière dans les deux opérations méca-

(1) Nous tenons à remercier tout particulièrement M. Janson, directeur technique, et M. Ciret, directeur commercial de la maison Maurel, Ciret et C^e, qui nous ont aimablement aidés et autorisés à faire quelques expériences dans leur usine.

(2) Cette élévation peut atteindre 60 degrés dans un échantillon de 400 g. environ malaxé pendant 15 minutes.

(3) En effet la puissance pour P g dépend de ce poids, et est, pour 1 kg, égale à celle pour P g multipliée par $\frac{1000}{P}$, ce qui fait disparaître le poids P .

niques (malaxage et mélange), on trouve les principaux résultats suivants (1) :

Mélange.	P _a H. P.	k	b	X _r	A _r	A _p	N	E	
								Allong. ¹ 200 p. 100.	Charge. 80 p. 100 X _r
1. Normal.	0,1	0,09	28,1	12,5	3,1	0	1,0	0,14	0,18
2. Travail moyen. .	0,2	0,09	30,0	11,0	3,3	0,08	0,48	0,11	0,105
3. Trop travaillé .	0,3	0,09	21,4	12,6	3,9	0,12	0,29	0,11	0,077

Le tableau suivant donne d'ailleurs une idée des variations des diverses grandeurs :

Variation de puissance absorbée par la matière. p. 100.	Variation de l'extensibilité. p. 100.	Variation de la nervosité. p. 100.	Variation de l'élasticité. p. 100.
+ 40	+ 6	— 52	— 41
+ 80	+ 20	— 71	— 77

C'est donc bien la nervosité et l'élasticité qui paraissent les qualités techniques les plus atteintes par un excès de travail mécanique ; la nervosité diminue, ainsi que l'élasticité pour une charge donnée, à peu près proportionnellement à la puissance absorbée par le caoutchouc. L'élasticité rémanente augmente.

2° Influence de la cuisson. — La cuisson dépend de trois facteurs principaux ; le *taux de soufre mélangé*, S p. 100, le *temps de cuisson* t et la *température de la cuisson* θ . Dans l'incertitude où nous sommes, *a priori*, de l'influence de ces divers facteurs de la vulcanisation et en nous conformant à l'expérience ordinaire de la pratique, nous pouvons appeler *effet vulcanisant* : le produit $S \times t \times \theta$. La *vulcanisation* d'un caoutchouc dépendrait donc du produit τ , τ étant le *travail interne* dont nous avons parlé précédemment (2).

Les relations précédentes ne sont évidemment que des premières approximations intéressantes au point de vue industriel, lorsqu'on s'adresse à une même cuisson de mélanges divers de caoutchouc avec une même gomme caoutchoucifère ou à des cuissons différentes d'un même mélange, ce qui représente par conséquent un travail interne donné et constant (3).

3° Influence des divers facteurs de l'effet vulcanisant. — A. SUR L'EXTENSIBILITÉ. — On a considéré divers caoutchoucs et pour chacun d'eux trois mélanges de soufre 2,5,

(1) On a remarqué également que, pour qu'un caoutchouc, mélangé à 5 p. 100 de soufre vulcanise, bien dans les conditions de cuisson en autoclave $\theta = 140^\circ$, $t = 3$ h, il faut que la puissance absorbée pour la matière pendant le malaxage soit voisine de 94 watts ou 0,13 H.P par kilogramme de caoutchouc traité, ce qui entraîne une durée de malaxage de 20 à 25 minutes.

(2) Il y a lieu de bien définir le mot vulcanisation : au sens industriel du mot, le caoutchouc vulcanisé est le plus tenace (*conditions optimum*). Il y a d'ailleurs beaucoup d'empirisme et de latitude dans cette définition, la vulcanisation n'étant souvent constatée que qualitativement. A notre sens, le caoutchouc vulcanisé est celui qui donne des courbes d'extensibilité à coefficients calculables. Un caoutchouc n'est donc pas simplement et uniquement vulcanisé, mais est plus ou moins vulcanisé suivant les conditions de cuisson qui peuvent être en particulier optimum.

(3) Par exemple, pour un *Para* fin de l'Amazone, on a pour $t = 3$ h, $\theta = 140^\circ$: essais d'usine : analyse du caoutchouc par la méthode d'Henriques :

S de vulcanisation		S libre p. 100.					
S p. 100 mélange.	p. 100.	g	g	ϵ	k	α	X _r
2,5	0,185	0,815	1 050	"	"	"	"
5,0	0,729	2,175	2 100	0,16	0,9	36,5	10,0
10,0	2,124	2,945	4 200	0,12	0,5	22,2	15,1

5 et 10 p. 100. Pour chacun de ces mélanges les cuissous ont été faites : pour un même temps de 3 heures à quatre températures différentes : 130°, 135°, 140° et 145° G.; pour une même température de 140° pendant les durées de : 2 heures, 2 heures et demi et 3 heures (1). Les résultats des essais sont donnés dans le tableau général ci-joint.

Les conclusions les plus intéressantes à tirer de ces essais sont les suivantes :

Tableau général

CAOUTCHOUC.	S	p. 100.	2 H. — 100°.						2 H. 1/2. — 100°.						3 H. — 100°.					
			K	α	β	N _p	A _p	Ext.	K	α	β	N _p	A _p	Ext.	K	α	β	N _p	A _p	Ext.
P. 1. . . .	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,10	1,0	42,2	9,1	7,7	0,03	0,13	0,8	33,2	8,8	3,6	0,02	0,10	0,8	33,2	10,2	4,6	0,05	3,7
"	10	0,08	0,8	28,8	9,9	3,5	0,01	0,09	0,5	32,8	11,9	4,7	0	0,06	0,5	27,1	11,2	3,1	0	1,6
P. 2. . . .	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	0,7	45,5	11,3	3,9	0	0,06	0,7	37,5	12,6	3,4	0	0,10	0,7	33,7	8,7	6,3	0,04	6,5
"	10	0,10	0,8	32,0	11,1	1,0	0	0,11	0,8	31,8	12,0	6,4	0	0,07	0,6	20,9	14,3	4,1	0	4,5
N° 1227.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,11	1,1	46,1	8,7	5,8	0	0,11	1,0	38,0	8,5	4,1	0,01	0,17	1,3	30,8	14,5	7,5	0,15	5,2
"	10	0,15	1,1	28,4	18,2	6,4	0,05	0,06	1,1	20,0	19,7	5,8	0,05	0,10	0,9	21,7	18,6	7,3	0,13	9,3
N° 1229.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	1,2	42,9	9,2	6,0	0,05	0,20	1,1	29,0	16,6	6,8	0,01	0,20	1,4	16,6	10,2	7,3	0,08	9,5
"	10	0,10	1,2	23,1	19,3	6,5	0,05	0,10	0,8	21,0	18,1	5,6	0,05	0,15	0,8	22,0	17,6	5,6	0,21	2,5
N° 1233.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	1,2	42,9	9,2	6,0	0,05	0,20	1,1	29,0	16,6	6,8	0,01	0,20	1,4	16,6	10,2	7,3	0,08	9,5
"	10	0,10	1,2	23,1	19,3	6,5	0,05	0,10	0,8	21,0	18,1	5,6	0,05	0,15	0,8	22,0	17,6	5,6	0,21	2,5
N° 1231.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	1,2	42,9	9,2	6,0	0,05	0,20	1,1	29,0	16,6	6,8	0,01	0,20	1,4	16,6	10,2	7,3	0,08	9,5
"	10	0,10	1,2	23,1	19,3	6,5	0,05	0,10	0,8	21,0	18,1	5,6	0,05	0,15	0,8	22,0	17,6	5,6	0,21	2,5
"	10	0,15	0,6	31,4	9,3	3,9	"	0,17	0,8	30,9	6,3	3,4	0	0,10	0,8	33,8	8,9	4,2	0,05	3,7
"	2,5	"	"	"	"	"	"	0,09	0,9	22,7	8,0	2,6	0	0,10	0,85	20,5	19,0	5,3	0,06	2,0
"	10	"	"	"	"	"	"	0,09	0,85	30,2	10,4	5,3	0	0,10	0,85	30,2	10,4	5,3	0	1,0

P. 1. Para de plantation (Ceylan), ST. — P. 2. Para du de l'Amazonie, J. — N° 1225, Para de Yang-Mon (Indo-Chine). — N° 1229, Para

1° Pour tous les caoutchoucs essayés, la meilleure cuisson, pouvant permettre leur comparaison, paraît être définie par les conditions : $t \approx 3h$, $\theta \approx 140^\circ$, tous les mélanges ayant vulcanisé.

(1) On voit ainsi qu'il y a un effet vulcanisant minimum et que la vulcanisation donne des caoutchoucs d'autant plus tenaces que l'effet vulcanisant est plus grand.

Pour un même travail interne, pour un même mélange et divers cuissous, on a également :

S. p. 100 mélange.	t	θ	S de vulcanisation	S. p. 100.	t	θ	N _p
10	3 h.	130°	0,625	4,800	3,600	2,2	7,7
"	"	135°	2,265	2,785	1,050	12,8	"
"	"	140°	2,311	2,945	1,200	0,5	15,1

Cependant, la température de la cuisson ayant plus d'influence que sa durée, il est probable que l'effet vulcanisant est plutôt de la forme $S \propto t^2$: étant l'exposant le plus grand. A noter, aussi que le soufre combiné augmente bien en général avec le taux de soufre mélange et varie pour les mélanges du Para étudiés à 2,5, 5 et 10 p. 100 S. de 0,2 à 2,3 p. 100. Le soufre total (réserve (soufre de vulcanisation + soufre libre) est environ la moitié du soufre mélange.

Voir plus loin les détails sur la vulcanisation, p. 38.

2° Pour tous les caoutchoucs, la température de cuisson d'un mélange paraît avoir plus d'influence sur la vulcanisation et l'extensibilité que la durée de la cuisson. Par exemple, l'extensibilité pour le Para J. ($S \approx 10$ p. 100) varie pour $t \approx 3h$ de 5,5 à 1,5 soit 266 p. 100, lorsque θ passe de 130° à 140°; elle ne varie que de 3,2 à 1,5 soit 113 p. 100, lorsque pour $\theta \approx 140^\circ$, t passe de 2h à 3 h.

des expériences.

CAOUTCHOUC.	S	p. 100.	2 H. — 110°.						3 H. — 130°.					
			K	α	β	N _p	A _p	Ext.	K	α	β	N _p	A _p	Ext.
P. 1. . . .	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,10	1,0	42,2	9,1	7,7	0,03	0,13	0,8	33,2	8,8	3,6	0,02	0,10
"	10	0,08	0,8	28,8	9,9	3,5	0,01	0,09	0,5	32,8	11,9	4,7	0	0,06
P. 2. . . .	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	0,7	45,5	11,3	3,9	0	0,06	0,7	37,5	12,6	3,4	0	0,10
"	10	0,10	0,8	32,0	11,1	1,0	0	0,11	0,8	31,8	12,0	6,4	0	0,07
N° 1227.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,11	1,1	46,1	8,7	5,8	0	0,11	1,0	38,0	8,5	4,1	0,01	0,17
"	10	0,15	1,1	28,4	18,2	6,4	0,05	0,06	1,1	20,0	19,7	5,8	0,05	0,10
N° 1229.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	1,2	42,9	9,2	6,0	0,05	0,20	1,1	29,0	16,6	6,8	0,01	0,20
"	10	0,10	1,2	23,1	19,3	6,5	0,05	0,10	0,8	21,0	18,1	5,6	0,05	0,15
N° 1233.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	1,2	42,9	9,2	6,0	0,05	0,20	1,1	29,0	16,6	6,8	0,01	0,20
"	10	0,10	1,2	23,1	19,3	6,5	0,05	0,10	0,8	21,0	18,1	5,6	0,05	0,15
N° 1231.	2,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	5	0,15	1,2	42,9	9,2	6,0	0,05	0,20	1,1	29,0	16,6	6,8	0,01	0,20
"	10	0,10	1,2	23,1	19,3	6,5	0,05	0,10	0,8	21,0	18,1	5,6	0,05	0,15
"	10	0,15	0,6	31,4	9,3	3,9	"	0,17	0,8	30,9	6,3	3,4	0	0,10
"	2,5	"	"	"	"	"	"	0,09	0,9	22,7	8,0	2,6	0	0,10
"	10	"	"	"	"	"	"	0,09	0,85	30,2	10,4	5,3	0	0,10

P. 1. Para de plantation (Ceylan), ST. — P. 2. Para du de l'Amazonie, J. — N° 1225, Para de Yang-Mon (Indo-Chine). — N° 1229, Para

3° Des essais faits en usine sur du caoutchouc Para, comparés à ceux faits en laboratoire montrent que le Para vulcanisé difficilement avec 2,5 p. 100 de soufre et d'une façon assez peu régulière. Le résultat est, croyons-nous, dû aux conditions de travail mécanique antérieure à la vulcanisation. Il explique en tous cas cette assertion fournie par les industriels que le Para ne commence à bien vulcaniser qu'avec 3 p. 100 de soufre et c'est le taux minimum qu'on met dans les caoutchoucs chargés. A part cette particularité que les cuissous faites au laboratoire ont vulcanisé pour $S \approx 2,5$ p. 100 alors qu'on n'a obtenu aucun résultat à l'usine, les résultats des cuissous faites à l'usine ou au laboratoire sont très sensiblement les mêmes, lorsqu'on considère les meilleures conditions de cuisson. En voici un exemple pour le Para J.

Essais d'usine.										Essais de laboratoire.									
S. p. 100	t	θ	K	α	β	N _p	A _p	Ext.		S. p. 100	t	θ	K	α	β	N _p	A _p	Ext.	
2,5	3 h.	140°	"	"	"	"	"	"	"	0,15	1,2	43,7	8,7	6,3	5,5	0	0,04	"	"
5	"	"	0,14	0,8	36,5	10,0	4,2	0	"	0,10	0,7	10,4	8,6	4,4	"	"	"	"	"
10	"	"	0,10	0,4	22,2	13,1	1,5	0	"	0,07	0,6	20,9	14,3	1,5	0	"	"	"	"

4° Pour divers caoutchoucs et pour une même cuisson, les coefficients k , α , b et l'extensibilité elle-même diminuent lorsque le taux en soufre mélangé augmente et par suite la charge de rupture. Ce résultat apparaît surtout nettement dans le tableau général pour la cuisson $t = 3h$, $\theta = 140^\circ$.

5° Quelques nombres donnés ci-dessous montrent l'influence curieuse du vieillissement des mélanges, soufre-caoutchouc, *avant* la vulcanisation sur les propriétés après vulcanisation. Lorsqu'on cuit des mélanges à des époques de plus en plus éloignées du mélange, la ténacité paraît augmenter parfois dans de notables proportions (1). On dirait qu'il est possible que la vulcanisation commence déjà à froid et l'influence du repos de la matière est assez notable.

Caoutchouc.	Durée entre le mélange et la cuisson. jours.	Conditions de la cuisson.				
		t h.	θ°	S p. 100	b	X_r
<i>Para</i> plantation (Ceylan) . . .	15	2 1/2	140	5	33,2	8,8
— — — . . .	53	"	"	"	34,7	10,0
— — — . . .	15	2 1/2	140	10	32,8	11,9
— — — . . .	53	"	"	"	28,3	16,2
— — — . . .	15	3	130	10	38,6	8,5
— — — . . .	50	"	"	"	30,9	15,5
<i>Para</i> fin, hard cure.	15	3	140	10	28,8	12,0
— — —	30	"	"	"	28,3	14,6
<i>Para</i> fin, soft cure	15	3	140	10	27,3	12,0
— — —	30	"	"	"	22,8	15,8

6° Lorsque la cuisson a été faite, il est facile de voir que l'influence de cette cuisson se manifeste pendant un certain temps sur les constantes d'extensibilité. Celles-ci ne se stabilisent guère qu'au bout d'une quinzaine de jours. *Ce vieillissement du caoutchouc après vulcanisation* tient peut-être à l'action ultérieure et prolongée du soufre sur la gomme.

Par exemple, voici le résultat obtenu avec du *Para* fin de l'Amazone vulcanisé dans les conditions $t = 3h$, $\theta = 140^\circ$, $S = 10$ p. 100 : l'essai d'extensibilité était fait : I, 9 jours après la vulcanisation, II, 20 jours, III, 33 jours.

I						II						III					
k	α	b	X_r	A_r	A_p	k	α	b	X_r	A_r	A_p	k	α	b	X_r	A_r	A_p
0,10	0,5	21,4	12,0	2,5	0,01	0,11	0,4	20,3	14,8	3,2	0	0,10	0,4	22,2	15,1	3,3	0

B. SUR L'ÉLASTICITÉ. — Les essais ont été faits pour divers caoutchoucs *Paras* et le tableau ci-joint montre que, pour une même cuisson, l'élasticité et la nervosité augmentent quand la proportion de soufre augmente.

(1) La charge de rupture paraît bien passer par un maximum comme l'ont indiqué certains auteurs (Boutaric) pour la vulcanisation optimum. La faible ténacité des mélanges, par rapport à celle obtenue parfois en usine, peut s'expliquer, en dehors de la question de forme de l'éprouvette, parce que les conditions de vulcanisation ne sont pas optimum. Ce fait se reproduit dans les expériences de MM. Stevens et Beadle ainsi que l'a montré M. Schidrovitz et d'autre part la « Manhattan Rubber Co » multiplie par 10 ses nombres d'essais. On peut voir dans ces écarts l'influence des formes d'éprouvettes (Memmler) ; et, étant donné que la matière est simplement vulcanisée, on peut les expliquer encore parce que les erreurs de dosage de soufre sont moins grandes sur des masses importantes. Ce point montre bien en tous cas l'intérêt de ne travailler les échantillons qu'avec des machines d'une puissance proportionnée à la quantité de matière.

L'élasticité rémanente diminue, en général, avec l'augmentation de la proportion de soufre. (Voir le tableau général des expériences.)

Para.	Soufre.		^s Cycle		Nervosité N = $\frac{1}{\alpha s}$	^S Cycle		Élasticité. E = $\frac{1}{S}$
	(t = 3 h, θ = 140°)		extensibilité.			extensibilité.		
	p. 100.	α	100 p. 100.	α s		200 p. 100.		
<i>Fine Para, hard cure.</i>	2,5	1,2	4,2	5,0	0,20	10,6	0,094	
— — —	5	0,6	3,1	1,86	0,54	7,3	0,14	
— — —	10	0,3	3,3	1,65	0,61	6,8	0,15	
<i>Fine Para, soft cure.</i>	2,5	1,0	4,7	4,7	0,21	11,1	0,090	
— — —	5	0,6	3,4	2,04	0,49	8,9	0,11	
— — —	10	0,5	3,6	1,80	0,56	6,8	0,15	
<i>Fine Para J.</i>	3	0,85	4,85	4,4	0,24	10,5	0,095	
— —	5	0,7	3,7	2,59	0,39	8,0	0,12	
— —	10	0,6	3,1	1,86	0,54	5,9	0,17	

Il y a expérimentalement intérêt, surtout pour des expériences comparatives, à considérer le cycle à extension constante plutôt que le cycle à charge constante parce qu'on aura moins de différence avec les cuissons successives. Par exemple, à charge constante de 80 p. 100 de la charge de rupture la surface du cycle peut s'écarter de la moyenne de ± 45 p. 100, à allongement constant de 100 p. 100, écart ± 8 p. 100, à allongement de 200 p. 100, écart ± 7 p. 100.

De même si l'on admet les conditions de cuisson : $t = 3 h, \theta = 140^\circ$, c'est le mélange à 5 p. 100 qui paraît donner le moins de différence pour l'élasticité et la nervosité entre les diverses cuissons, fait qui se retrouve aussi pour l'extensibilité. On a adopté les cycles à extension constante de 200 p. 100 et de 100 p. 100 parce qu'il se trouve que les surfaces d'élasticité et de nervosité définies avec ces cycles pour le *Fine Para, hard cure* correspondent à celles des cycles tracés pour une charge égale à 80 p. 100 et 50 p. 100 de la charge de rupture.

VI. — Méthode d'essai comparative de la valeur industrielle des caoutchoucs.

Les résultats qui précèdent montrent l'intérêt de ce que nous pouvons appeler une *cuisson-type* définie par les facteurs suivants : $t = 3$ heures, $\theta = 140^\circ$ C et effectuée avec des mélanges contenant $S = 5$ ou 10 p. 100. On doit en effet rejeter comme trop délicats les mélanges à 2,5 et 3 p. 100. On a intérêt à opérer de préférence avec 5 p. 100 de soufre pour les raisons développées plus haut et parce que les caoutchoucs trop vulcanisés tendent à se rapprocher au point de vue de leurs propriétés. Souvent, surtout pour les caoutchoucs de liane, on sera appelé à prendre 10 p. 100 de soufre. Pour des caoutchoucs inférieurs on peut porter la température à $144-145^\circ$.

Puisque c'est cette cuisson qui s'adapte le mieux à tous les caoutchoucs pour différencier la *nature* de la gomme, on peut établir une méthode rationnelle de comparaison des caoutchoucs basée sur cette cuisson-type et qui consistera, en principe, à donner la valeur des qualités techniques du caoutchouc étudié par rapport à celles d'un caoutchouc pris comme *étalon*. Il est certain que cet étalon doit être choisi parmi les

meilleurs caoutchoucs et les plus fixes; nous nous sommes donc adressés aux *Paras sauvages* de l'Amazonie de préférence, mais, comme l'indique l'un des tableaux ci-après, il y a des différences entre ces divers *Paras*, et le meilleur à adopter est le plus nerveux et élastique, le plus tenace et le moins extensible, c'est-à-dire le *Fine Para, hard cure*. D'après une communication qui nous a été faite par M. Le Coispellier, Président de la Compagnie de Suzannah (Indo-Chine), la « Manhattan Rubber Co » indique pour le *Para dur* des variations de résistance de 145 à 173 kg/cm², ce qui ne fait qu'une différence de 10 p. 100 et permet de dire que l'étalon est assez constant.

Il nous est impossible, vu la place restreinte dont nous disposons dans ce Bulletin, de décrire en détail ni de discuter ici cette méthode. Nous indiquerons sommairement que le *Para* et le caoutchouc étudié, travaillés identiquement pour le déchiquetage et le séchage à l'air libre sont mélangés à une même proportion de soufre (5 ou 10 p. 100) de façon à leur fournir sensiblement le même travail interne. Après un repos de la matière mélangée de 15 jours environ, celle-ci est découpée et mise dans des moules en fer qui permettent d'obtenir des éprouvettes de 5 cm de long et d'une section de 0,5 × 0,5 cm soit 0,25 cm². La cuisson-type ($t = 3h$, $\theta = 140^\circ$) était faite en autoclave, les moules plongeant dans l'eau. L'ébullition de l'eau demandait 25 à 30 minutes pour se produire à partir du moment de l'allumage, et la mise en pression, après chasse de l'air, demandait 10 à 11 minutes; la cuisson terminée, on arrêtait le feu et on laissait la pression tomber d'elle-même jusqu'à 1 atmosphère, ce qui demandait de 50 à 60 minutes; on sortait les moules le soir et on démoulait le lendemain matin. Les éprouvettes étaient alors soumises, 15 jours environ après vulcanisation, aux essais d'extensibilité et d'élasticité.

Un point sur lequel nous désirons insister est que la vulcanisation optimum ne peut avoir de sens pour une comparaison des caoutchoucs puisqu'elle les met tous nécessairement dans des conditions différentes, variables avec la nature de la gomme.

D'autre part, en fixant par des nombres les qualités des caoutchoucs, par exemple en indiquant qu'un caoutchouc est 2 fois plus tenace ou 2 fois moins extensible que le *Para* étalon, la méthode présente un intérêt, tout commercial, il est vrai; la possibilité de donner aux produits obtenus dans une plantation de caoutchouc des marques qui, une fois introduites sur le marché, seraient, sous la surveillance constante du colon, la façon la plus rationnelle de fixer et de maintenir la valeur de ses produits et permettraient d'assurer que les transactions entre producteur et consommateur seraient faites sur une base logique alors qu'elles sont encore régies par l'empirisme le plus absolu.

VII. — Influence de divers facteurs sur les propriétés d'extensibilité et d'élasticité.

La méthode comparative précédente met nettement en évidence :

1° *Influence de la nature du caoutchouc*, en rangeant bien les diverses gommes, comme le montre le tableau donné à la fin de ce paragraphe, dans l'ordre de leur valeur industriellement reconnue.

2° *Influence de l'individu produisant le latex*. Deux arbres de *Funtumia elastica* dont

le latex a été coagulé de la même façon (projection dans l'eau bouillante) donnent les résultats suivants qui montrent la différence des individus de façon très nette.

(S = 10 p. 100, $t = 3$ heures, $\theta = 140^\circ$).

N° de l'arbre.	Souplesse.	Ténacité.	Extensibilité (1 kg.).	Nervosité.	Elasticité.	Elasticité rémnente.
4	0,17	1 : 53,7	6,2	0,36	0,11	0
5	0,16	1 : 49,6	4,4	0,61	0,12	0

3° *Influence du mode de coagulation du latex.* On voit ainsi par exemple que la coagulation du latex de *Funtumia elastica* au bain-marie paraît meilleure que la coagulation par projection dans l'eau chaude.

(S = 10 p. 100, $t = 3$ heures, $\theta = 140^\circ$).

Mode de coagulation.	Souplesse.	Ténacité.	Extensibilité (1 kg.).	Nervosité.	Elasticité.	Elasticité rémnente.
Bain-marie.	0,14	1 : 34,2	3,9	0,74	0,15	0
Projection eau chaude . . .	0,16	1 : 53,1	4,3	0,66	0,14	0

4° *Influence du fumage.* Caoutchouc de la C^{ie} de Suzannah (Indo-Chine) comparé au *Para*.

(S = 10 p. 100, $t = 3$ heures, $\theta = 140^\circ$).

	Crêpe.	Souplesse.	Ténacité.	Extensibilité (1 kg.).	Nervosité.	Elasticité.	Elasticité rémnente.
Pâle.		1,6	0,8	2,6	0,4	0,7	0,02
Fumée.		1,1	0,8	1,3	1,0	1,0	0

Le fumage rapproche donc les qualités du *Para de plantation* de celles du *Para sauvage*.

Caoutchoucs.	Provenance.	Perte au lavage. p. 100.	[Téna- cité.	Extensibilité.	Nervosité.	Elasticité.	Elasticité rémnente.
S = 5 p. 100 — $t = 3$ h. — $\theta = 140^\circ$.							
PARAS SAUVAGES (1).	{ Amazone. Brésil (Amérique). }						
<i>Fine Para, hard cure.</i>	—	15 à 18	1	1	1	1	0
id. , <i>soft cure.</i>	—		1,1	0,9	1,2	0,9	0
id. , <i>J.</i>	—		1,3	0,9	1,35	0,7	0
PARAS DE PLANTATION.							
<i>Ceylan</i>	Asie.	20-25	1,1	0,95	1,35	0,7	1,1
<i>Nha-Trang</i>	(Indo-Chine). id.	0	1,6	1,15	1,6	0,3	0,8
<i>Porto-Novo</i>	(Afrique Occ. Française).	3	1,8	0,9	1,6	0,6	0,8

(1) Les valeurs des coefficients pour les divers *Paras* sont :

S p. 100.	Caoutchouc.	Souplesse.	Ténacité.	Extensibilité.		Nervosité.	Elasticité.	Elasticité rémnente.
5 p. 100.	<i>Fine Para, hard cure.</i> . . .	0,07	1 : 33,3	(1,5 kg)	(1 kg)	0,51	0,11	0
10 —	—	0,06	1 : 28,8	4,6	2,7	0,61	0,15	0
5 —	— , <i>soft-cure.</i>	0,08	1 : 39,4	5,6	»	0,49	0,11	0
»	— , (<i>J</i>).	0,09	1 : 37,5	6,2	»	0,39	0,12	0
»	<i>Para de plantation, Ceylan.</i>	0,08	1 : 34,9	6,2	»]	0,40	0,15	0
»	id. A. O. F.	0,13	1 : 37,0	7,3	»	0,30	0,11	0

Tome 120. — 2^e semestre. — Juillet 1913.

4

Caoutchoucs.	Provenance.	Perte au lavage p. 100.	Souplesse.	Téna- cité.	Exten- sibilité.	Ner- vosité	Élas- ticité.	Élas- ticité réma- nente.
CEARA.	A. O. F.	22	1,3	1,0	1,0	0,8	0,6	0
LIANE.								
<i>Landolphia</i>	A. O. F.	7	2,4	0,9	3,2	0,23	0,6	0,12
<i>Heudeloti</i>								
S = 10 p. 100 — l = 3 h. — θ = 140°.								
FINE PARA, HARD CURE.			1	1	1	1	1	0
PARAS DE PLANTATION.								
<i>Ceylan</i>	Asie		1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0
<i>Nha-Trang</i>	(Indo-Chine). id.		1,5	1,0	1,0	1,8	1,0	0
<i>Suzannah</i>	id. id.		1,1	0,8	1,3	1,0	1,0	0
FUNTUMIA ELASTICA.	A. O. F.	2,8	0,6	3,0	0,8	0,8	0,8	0
<i>Sangha-Oubangui</i>		2,2	0,6	1,0	1,0	0,9	0,9	0
LIANES.								
<i>Landolphia owariensis</i>	A. O. F.	2,3	0,5	2,7	0,9	0,8	0,8	0
<i>L. Heudeloti</i>	A. O. F.	2,0	0,5	3,6	0,5	0,8	0,02	
<i>Clitandra Sp.</i>	A. O. F.	1,5	0,9	1,1	1,2	0,9	0	
<i>Ficus albinervis</i> (1).	La Réunion.	1,7	0,7	3,6	0,1	0,7	0,04	

VIII. — Résumé montrant, d'après la méthode précédente, la valeur respective des divers caoutchoucs au point de vue industriel.

Pour donner une idée de la valeur de la méthode d'essai précédente nous avons indiqué dans le tableau ci-dessus les qualités techniques de diverses espèces de caoutchouc de *provenance sûre* que nous avons déjà étudiées. Nous résumerons les résultats dans la monographie suivante qui montrera, nous l'espérons, aux colons et aux industriels que la méthode qui consiste à donner la valeur d'un caoutchouc d'après celle du caoutchouc vulcanisé dans des conditions définies et après comparaison au *Para* fournit bien les mêmes conclusions que celles que la pratique courante a permis de fixer.

La méthode pouvant s'appliquer à l'étude de la variation de l'espèce, de l'individu, etc., des modes de coagulation, augmentera encore, de ce fait, son importance. Et peut-être pourra-t-elle aider à la réalisation du vœu du dernier Congrès international d'agronomie coloniale (1910), de faire converger vers un même but les études botaniques, chimiques et physiques sur le caoutchouc.

Qualités principales de divers caoutchoucs (2). PARAS. — Les *Paras sauvages* présentent entre eux des différences : le plus nerveux et le plus élastique en même temps que le moins souple, le moins extensible et le plus tenace est le *Fine Para, hard cure*.

Les *soft-cure* sont un peu moins tenaces, plus extensibles, un peu moins nerveux et élastiques.

Les *Paras de plantation* sont en général moins nerveux que les paras sauvages; mais s'ils leur sont inférieurs à ce point de vue, lorsqu'ils sont peu vulcanisés, il est

(1) Comparaison faite avec le Para étalon pour $\theta = 144^\circ$.

(2) Un certain nombre de ces échantillons nous ont été fournis par l'Office colonial et nous tenons à remercier à ce point de vue M. le Gouverneur Martineau et M. Yves Henry, Directeur de l'Agriculture de l'Afrique occidentale.

difficile de dire, d'après le petit nombre de nos essais, que cette infériorité est générale. En effet certains paras de plantation plus vulcanisés, de Ceylan ou d'Indo-Chine en particulier, ont des propriétés identiques à celles de paras sauvages et font que pour une application donnée ils peuvent être considérés comme leurs égaux.

CEARA. — Le Ceara est un caoutchouc particulièrement nerveux et tenace quoique moins élastique que le Para.

FUNTUMIA ELASTICA. — Le *Funtumia* est un caoutchouc peu tenace, à nervosité et élasticité assez élevées.

CAOUTCHOUCS DE LIANES. — Les caoutchoucs de lianes apparaissent en général comme très extensibles et peu nerveux, leur ténacité étant assez variable, quoique inférieure à celle du Para-type. L'élasticité rémanente n'est pas négligeable.

Il paraît en être au moins ainsi du *Landolphia owariensis* et du *Landolphia Heudeloti*. Exception doit être faite pour le *Clitandra orientalis*, etc., qui paraît tout particulièrement tenace, nerveux et élastique.

FIGUS. — Le caoutchouc de *Ficus albinervis* se présente comme inférieur; il manque tout à fait de nervosité.

Les recherches précédentes, que nous avons dû résumer nécessairement beaucoup pour en donner un aperçu d'ensemble, ont été faites par le service d'études du caoutchouc à l'Office colonial, dans le laboratoire du caoutchouc créé par le Comité Biologia.

Nous nous proposons de continuer une étude semblable, déjà commencée, sur la compressibilité et l'élasticité de compression; ces propriétés mécaniques sont au moins aussi importantes, au point de vue industriel, sinon plus, que l'extensibilité et l'élasticité de traction.

Nous serions heureux que ces recherches, si incomplètes qu'elles soient encore, contribuent à l'accroissement de nos connaissances sur le caoutchouc, dont l'importance dans l'industrie mondiale s'étend aujourd'hui avec une incroyable rapidité.

BIBLIOGRAPHIE

- BARY ET WEYDERT, *Comptes rendus Acad. Sciences*, t. 433, 1911, p. 676.
 BOUASSE, *Le caoutchouc et la gutta-percha*, 15 décembre 1905-15 mai 1912.
 BOUASSE ET CARRIÈRE, *Ann. Fac. Sc. Toulouse*, t. V, 2^e série, 1904-1905.
 BOUTARIC, *Comm. à la Soc. Ing. civils*, 19 février 1909.
 BREUIL, *Le caoutchouc et la gutta-percha*, 15 mai 1904.
 Id., *id.*, années 1904 et 1905.
 CHÉNEVEAU ET HEIM, *Comptes rendus Acad. Sciences*, t. 432, 1911, p. 320.
 Id., *Bull. Soc. franc. de Colonisation et d'Agriculture coloniale*, N° 2, 1910-1911, p. 41.
 Id., *Bull. Soc. franç. de Colonisation et d'Agriculture coloniale*, janvier 1912.

- CHÉNEVEAU ET HEIM, *Bull. de l'Office colonial*, août 1911.
- Id., *Congrès du caoutchouc de Londres, 1911 : The Rubber Industry*, p. 327.
- Id., *Soc. Physique*, 15 mars 1912.
- Id., *Journ. Physique*, 5^e série, t. II, 1912, p. 535.
- Id., *Soc. d'Encouragement pour l'Indust. nationale*, 15 juin 1912.
- Id., *Ass. franç. pour l'Avancement Sciences*, Congrès de Nîmes, août 1912, Congrès de Tunis, mars 1913.
- CLAYTON BEADLE AND STEVENS, *The Rubber Industry*, Londres, 1911, p. 274-276.
- HEIM, *Recherches scientifiques sur les matières premières*, Paris, 1901, p. 74.
- HEIM ET RICHARD, *Soc. d'Agric. coloniale*, juin 1904.
- HINRICHSSEN, *The Rubber Industry*, Londres, 1911, p. 306.
- LAMY-TORRILHON, *L'industrie du caoutchouc*, *Rev. écon. internationale*, Bruxelles, février 1912.
- LAMY-TORRILHON, SELIGMANN ET FALCONNET, *Le caoutchouc et la gutta-percha*, Paris, 1908, Desforges, éditeur.
- MEMMLER UND SCHOR, *Verband des Ver. z. Beförderung des Gewerbeleisses*, avril et mai 1910.
- Id., *The Rubber Industry*, Londres, 1911, p. 351.
- PHILIPPS, *Philosoph. Magazine*, Vol. IX, 1903, p. 515.
- SCHIDROVITZ, *The India-Rubber Journal*, 17 mai 1909, p. 563.
- SCHIDROVITZ AND GOLDSBROUGH, *The Rubber Industry*, Londres, 1911, p. 260.
- SCHWARTZ, *Journ. of the Inst. of Electr. Engineers*, Vol. XXXIX, 1907, p. 64.
- Id., *Inst. of Electr. Engineers*, section de Manchester, 1910.
- Id., *The Electrician*, Vol. LXIV, 21 janvier 1910, p. 583; — 28 janvier 1910, p. 629.
- Id., *British Association*. Congrès de Sheffield, 1910.
- STÉVART, *Musée de l'Industrie*, Bruxelles, 1870.
- TASSILLY, *Le caoutchouc et la gutta-percha*, O. Doin et fils, éditeurs, Paris, 1911.

C. CHÉNEVEAU et F. HEIM.

ARTS CHIMIQUES

L'ACÉTATE DE CELLULOSE

Fabrication, propriétés et usages.

INTRODUCTION

Les industries des éthers cellulosiques ont pris un développement considérable. Ce fait s'explique par la multiplicité des produits qu'elles permettent de réaliser.

Actuellement deux éthers cellulosiques ont surtout pris place sur le marché : le plus anciennement connu, la nitrocellulose, et le dernier né, l'acétocellulose ou acétylcellulose ou encore acétate de cellulose. Les autres produits tels que le formiate de cellulose n'ont pour l'instant qu'un intérêt scientifique.

Pendant longtemps les nitrocelluloses furent seules employées comme matière d'œuvre (1). La nitrocellulose alimente des industries très importantes pour lesquelles le danger existe pour ainsi dire à l'état permanent.

Si nous exceptons l'industrie des poudres de guerre, débouché formidable et tout indiqué pour ce produit — nous voyons la nitrocellulose utilisée dans bien d'autres cas : celluloïd, film cinématographique, pellicule photographique, soie artificielle, cuir factice, toiles lavables, vernis, etc.

On reste véritablement étonné de voir qu'un corps aussi dangereusement maniable que la nitrocellulose ait reçu tant d'applications pratiques et que la base de nos poudres de guerre, somme toute, constitue la matière première d'une foule d'objets dont nous sommes entourés sans nous en douter.

On avait songé à rendre le celluloïd ininflammable : les mélanges préparés n'ont donné aucun résultat industriel sérieux : il fallait changer la nature chimique du celluloïd pour arriver au but tant cherché.

(1) L. CLÉMENT et C. RIVIÈRE, *Les éthers de la cellulose et leurs applications industrielles* (Caoutchouc et gutta-percha de septembre 1909).

Les recherches ont donc suivi deux voies :

1° La recherche de nouvelles matières plastiques n'ayant pas la cellulose comme base (matières albuminoïdes, caséine, maïsine) ;

2° La recherche de nouveaux éthers cellulosiques.

C'est de ce côté que les recherches ont donné des résultats industriels remarquables. Le problème longtemps cherché en France, en Angleterre et en Allemagne a conduit après une quinzaine d'années d'efforts à la fabrication courante de l'acétylcellulose.

Industrie de l'acétylcellulose.

Historique. — Le grand chimiste français Schützenberger a signalé le premier en 1899 que la cellulose s'éthérifie sous l'action de l'anhydride acétique. Il opérait en tubes scellés à 180°

(*C. Rendus* — 68 — 814 1869).

Après lui Franchimont (*Berichte* 12, 2059/1879 et 14, 1290/1881) et Girard (*Ann. de chim. et phys.* 5^e série — 24, 360/1881) posaient les premières bases des recherches industrielles en utilisant les déshydratants (Franchimont), chlorure de zinc et acide sulfurique) et l'hydrocellulose (Girard). Mais les produits obtenus n'avaient encore qu'un intérêt scientifique.

Cross et Bevan, les célèbres chimistes anglais, reprirent le problème sous une autre forme et commencèrent à fabriquer industriellement un acétate de cellulose qu'ils essayèrent d'appliquer à la fabrication de la soie artificielle. Le premier brevet remonte à 1894.

L'élan était donné. En Allemagne le mouvement fut considérable : citons les premiers brevets du prince Henckel de Donnersmarck (1) 1898, du Dr Lederer (2) 1899, de Wohl, etc. Il y a environ cinq ans, la Société anonyme des produits Bayer d'Elberfeld commença à vendre par grosses quantités l'acétate de cellulose, dénommé « cellit ».

Les matières premières. — LA CELLULOSE. — *Constitution.* Nous allons résumer brièvement les travaux effectués dans le but de trouver la constitution de la cellulose ainsi que ses principales propriétés.

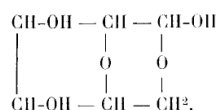
La cellulose appartient à la classe des hydrates de carbone. Sa formule brute est $(C^6H^{10}O^5)_n$ le facteur n étant indéterminé ; le poids moléculaire est inconnu.

(1) HENCKEL *Donnersmarck'sche Kunstseiden und Azetatwerke* à Sydowsaue, près Stettin.

(2) *Chemische Fabrik*, à Sulzbach.

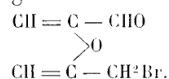
Shraup (1) a donné 5508 ($n=34$) pour la cellulose et 7440 pour celui de l'amidon. Nastukoff (2) donne $n=40$ soit 6480 comme poids moléculaire.

La formule élémentaire la plus simple est $C^6H^{10}O^5$; la composition centésimale est C = 44,42; H = 6,23; O = 49,35 à laquelle Green et Perkin donnent la représentation schématique suivante :



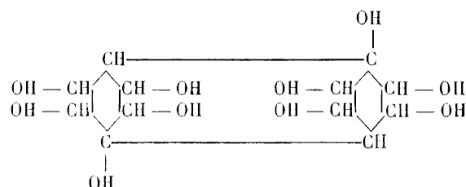
C'est une fonction anhydride interne d'un glucose $C^6H^{12}O^6$.

La formule de Green (*Z. f. ang. Chem.* 1904, p. 1121) explique la réaction de Fenton et Gossling : on obtient à froid le bromméthylfurfurol par action de l'acide bromhydrique sec et gazeux



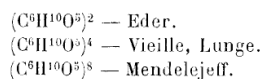
La déshydratation de la cellulose conduit d'abord à un corps en $C^6H^8O^3$ qui a la formule de la lignine ; ce corps par addition de H Br, puis par élimination d'eau donne précisément le bromméthylfurfurol.

Cross et Bevan ont adopté la représentation suivante :



en indiquant qu'au maximum quatre (OH) pouvaient être étherifiables dans une molécule de formule élémentaire $C^6H^{10}O^3$.

D'autres auteurs en étudiant les différents degrés d'éthérification de la cellulose donnent les valeurs suivantes pour n :



De toutes ces formules élémentaires proposées pour la cellulose, celle adop-

(1) *Wiener Monatshefte*, 1906, p. 1415.

(2) *Berl. Ber.*, 1900, p. 2241.

(3) *J. Soc. Chem.*, 1906, p. 811.

tée par Vieille et par Lange coïncide le mieux avec les divers résultats obtenus dans l'éthérification de la cellulose.

Propriétés. — La cellulose se présente dans la nature à divers états de pureté. Le coton (*Gossypium indicum*, *arboreum*, *barbadense*, *peruvianum*) constitué par le duvet de la graine du cotonnier est la forme la plus pure de cellulose.

Les parois de la fibre de coton occupent le 1/3 ou les 2/3 du diamètre total (environ 200 μ).

Le coton non mûr ou coton mort (1) est constitué par des fibres jeunes dans lesquelles le canal central n'existe pour ainsi dire pas. Le coton mort présente en teinture l'inconvénient de se teindre mal; au point de vue de l'éthérification le coton mort peut aussi présenter de grands défauts.

Le coton brut contient :

0,12	p. 100	de cendres.
7,00	—	d'eau.
91,35	—	de cellulose.
0,40	—	de graisse.
0,50	—	de substances azotées.
0,75	—	de substance articulaire.

La densité de la cellulose est 1,54. La cellulose ne contient que de l'eau hygroscopique, humidité évaluée au-dessous de 100° qui ne dépasse pas 9 p. 100 dans l'air saturé de vapeur d'eau.

Cette humidité hygroscopique est en général de 6 à 8 0/0 (Cross et Bevan).

La cellulose est modifiée :

- 1° par les alcalis — hydracelluloses
- 2° par les acides — hydrocelluloses
- 3° par les agents oxydants — oxycelluloses.

Les celluloses ont un pouvoir réducteur différent sur la liqueur de Fehling. On appelle chiffre de cuivre d'après Schwalbe (*Ber.* 1907, p. 1347) la quantité de cuivre que 100 grammes de cellulose peuvent donner avec une solution de Fehling (3 grammes de cellulose + 200 cm³ d'eau + liqueur de Fehling).

Schwalbe a trouvé pour la cellulose ordinaire un chiffre de 1,64 à 3,5, pour la cellulose mercerisée 6,9, pour l'oxycellulose obtenue avec l'hypochlorite de soude 34,9.

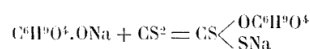
La cellulose fixe de la soude : $(C^6H^{10}O^5)^2NaOH$ et $(C^6H^{10}O^5)^2(NaOH)^2$ c'est-à-dire

(1) D^r HALLER, *Chem. Ztg.*, 1908, p. 838. Le coton mort se dissout difficilement dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. L'iode dans l'iodure de potassium teint les fibres non mûres en jaune clair au lieu de brun foncé.

$C^{12}H^{13}O^{10}Na + H^2O$ (Vieweg). Ces combinaisons sont détruites par l'eau et donnent le coton mercerisé.

Le coton mercerisé se teint en noir bleu par une solution d'iode dans l'iodure de potassium (20 g d'iode dans 100 cm³ d'une solution saturée d'iodure de potassium).

L'alcali-cellulose traitée par le sulfure de carbone se transforme en xanthate ou thiocarbonate de cellulose :



Ce thiocarbonate cellulosique est très instable sous l'action de la chaleur, des acides, des sels ammoniacaux et régénère une cellulose.

La cellulose ainsi régénérée entre plus facilement en réaction par ses groupes (OH).

La cellulose se dissout encore dans l'oxyde de cuivre ammoniacal, dans l'oxyde de nickel ammoniacal, dans une solution de chlorure de zinc chlorhydrique, et à 60° dans une solution de chlorure de zinc à 40 0/0. Les celluloses régénérées de ces solutions seront examinées plus loin au point de vue de l'acétylation.

Enfin, la propriété qui nous intéresse surtout ici, est la présence des groupes hydroxyles (OH) étherifiables.

Les éthers les plus connus sont les éthers nitriques et acétiques.

Théoriquement $C^{24}H^{20}(OH)^8(AzO^3)^{12}$ correspond à 14,17 0/0 d'azote, mais pratiquement le plus haut degré de nitration connu est 13,7 à 13,8 (Vieille. *Bul. Soc. chim.* 39, p. 237. — Hoitsema, *Z. f. ang. Chem.*, 1898, p. 173).

Dans l'acétylation le taux d'acide acétique fixé n'a pas dépassé 62,5 0/0 et correspond à $C^{24}H^{20}(OH)^6(CH^3-CO-O)^{12}$.

HYDRACELLULOSES. — Les hydracelluloses sont surtout les celluloses obtenues par régénération de la cellulose des dissolutions de thiocarbonates cellulosiques ou des solutions cupro-ammoniacales.

Elles ont un faible pouvoir réducteur et se teignent faiblement par les couleurs basiques; on les classe en :

- a) Coton mercerisé $2(C^6H^{10}O^5) + H^2O$
- b) Soie Glanzstoff.
- c) Soie viscose.

La soie de Chardonnet est bien plus hydratée.

Les hydracelluloses sont solubles dans les liqueurs faiblement alcalines de

5 à 30 0/0 de NaOH. Une solution de 40 0/0 donne un gonflement intense (1).

Les hydracelluloses sont très employées pour l'acétylation car elles réagissent facilement.

La cellulose régénérée des thiocarbonates se dissout dans l'anhydride acétique à 110-120°.

HYDROCELLULOSES. — Les hydrocelluloses se forment dans l'action des acides minéraux forts sur la cellulose.

Nous allons étudier les divers modes de préparation des hydrocelluloses industrielles.

1° *Hydrocelluloses obtenues par les acides concentrés* (2). — Girard a le premier indiqué de plonger le coton dans une solution d'acide sulfurique à 45°B. ($d = 1,453$) à 45° pendant 12 heures. Un résultat analogue est obtenu avec une solution d'acide chlorhydrique à 21°B., pendant 24 heures.

Lederer (D.R.P. 163 316 (1901) chauffe à 60°-70° la cellulose avec de l'acide acétique contenant un peu d'acide sulfurique; environ 1 partie de cellulose, 4 à 5 parties d'acide acétique contenant 0,5 0/0 $\text{SO}^2 \text{H}^2$.

Également on peut soumettre la cellulose à l'action de l'acide sulfurique dilué pendant plusieurs heures, en diluant le mélange par de l'acide acétique pour régler la réaction (Little. Walker et Mork — Br. fr. 319848/1902).

Mork plonge le coton (100 parties) dans l'acide acétique glacial (400 parties) additionné de 20 parties d'acide benzènesulfonique.

2° *Hydrocelluloses obtenues par les acides gazeux et hydratés.* — Par l'acide chlorhydrique gazeux et hydraté on obtient une cellulose hydrolysée, extrêmement friable. $\text{C}^{12}\text{H}^{20}\text{O}^{10}$, H^2O .

Cette hydrocellulose s'oxyde à 80-100° C en donnant des produits bruns solubles dans l'eau; attaquée par l'anhydride acétique bouillant à 138° elle s'y dissout entièrement.

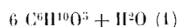
3° *Hydrocelluloses obtenues par les acides étendus et les acides faibles.* — L'hydrocellulose dont les propriétés sont les plus connues est obtenue de la manière suivante : la cellulose est imprégnée d'acide sulfurique à 3 p. 100, puis essorée; la masse est divisée aussi complètement que possible et abandonnée à la dessiccation; ensuite on l'introduit dans un vase clos placé dans une étuve. On chauffe huit à dix heures à 35-40° ou bien trois heures à 70°. On obtient un coton qu'un léger froissement transforme en poussière fine.

(1) *Vereinigte Kunstseidefabriken*. A. G. Br. fr. 323 475/1902.

(2) GIRARD, *Comptes rendus*, 81-1005.

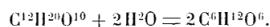
Cette hydrocellulose s'acétyle facilement par l'anhydride acétique à l'ébullition.

L'hydrocellulose la plus généralement admise a pour formule :



elle a un pouvoir réducteur très net et se teint facilement par les couleurs basiques.

L'hydratation plus complète de la cellulose conduit à



OXYCELLULOSES. — Les oxycelluloses s'obtiennent par action des oxydants sur la cellulose. L'oxydation peut s'opérer en milieu alcalin ou acide.

En milieu alcalin au moyen des solutions diluées d'hypochlorite de soude. Les solutions à 1 p. 100 produisent une action faible sur le coton à basse température, au contraire l'oxydation est grande au-dessus de 60°.

Le terme extrême de l'oxydation est $\text{C}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$, très soluble dans les solutions alcalines faibles. Le coton plongé pendant dix heures à 40° C dans une solution d'hypochlorite de soude à 10° chlorométriques donne un rendement de 60 à 75 p. 100 d'oxycellulose.

En milieu acide, l'oxycellulose peut s'obtenir de diverses manières. Par l'acide chromique dilué en présence d'acides minéraux et surtout à chaud, par le chlore gazeux, par le permanganate de potasse en solution et l'acide permanganique l'oxydation est lente. Le chlorate de potasse en solution et l'acide chlorhydrique sont des oxydants énergiques (Léo Vignon. *Bul.* 3 — 19 — 791 et 23, 133).

On a breveté l'emploi de quelques agents oxydants pour produire dans certaines conditions non pas de l'oxycellulose, mais de l'hydrocellulose. Sthammer fait agir de l'acide acétique contenant du chlore libre sur la cellulose (Br. fr. 304 723/1900); également le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique (Br. fr. 309 739/1904).

Les oxycelluloses ont un très fort pouvoir réducteur, elles réduisent notamment la liqueur de Fehling. Elles donnent en quelques secondes avec le réactif de Nessler un précipité gris intense tandis que l'hydrocellulose n'en donne qu'un très faible après quelque temps.

Les oxycelluloses se teignent très fortement par les colorants basiques. A l'ébullition par un lait de chaux on obtient les acides dioxybutyrique et isoglucosique (Tollens).

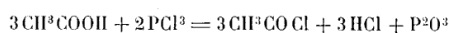
(1) GIRARD, *Annales chem.*, 5-24-337. — GLADSTONE, *J. Chem. Soc.*, 1852, p. 7. — SCHWALBE, *Ber.*, 1907, p. 4223.

Les oxycelluloses sont peu employées dans les méthodes d'acétylation.

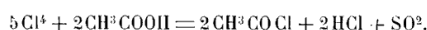
ACIDE ACÉTIQUE. — L'acide acétique $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ s'obtient par pyrogénéation du bois; l'acide utilisé pour l'acétylation est l'acide acétique cristallisable.

Sa densité est de 1,08, son point d'ébullition à $117^{\circ},3$; il est soluble dans l'eau en toutes proportions.

CHLORURE D'ACÉTYLE. — Le chlorure d'acétyle CH_3COCl s'obtient soit par action du trichlorure de phosphore sur l'acide acétique.



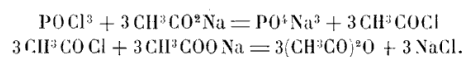
soit par action du chlore gazeux sur un mélange d'acide acétique et de soufre jusqu'à saturation et en refroidissant



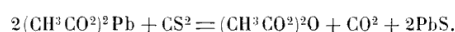
Le chlorure d'acétyle est insoluble dans l'eau, mais à son contact il se décompose peu à peu.

Sa densité est de 1,103 à 20° , son point d'ébullition $50^{\circ},9$.

ANHYDRIDE ACÉTIQUE. — L'anhydride acétique $\text{CH}_3\text{—CO—O—CO—CH}_3$ a été préparé par Gerhardt et s'obtient par action de l'oxychlorure de phosphore sur l'acétate de soude

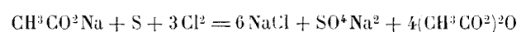


D'après Broughton on l'obtient à 163° de la manière suivante :



On a breveté les réactions suivantes :

Emploi de COCl_2 et de l'acétate de soude; SO_2Cl_2 sur un acétate (D. R. P. 63593, D. R. P. 244602); acide sulfureux sur un acétate, puis action du chlore (D. R. P. 210800); sur un mélange d'acétate de soude et de soufre on fait agir le chlore à basse température (-24°), on obtient



(Goldschmidt — D. R. P. 222236).

Sa densité est de 1,079 à 15°C , son point d'ébullition $137^{\circ},9$. Il est insoluble dans l'eau froide, ses vapeurs attaquent fortement les muqueuses.

Théorie de l'acétylation. — L'acétylation des celluloses est ramenée par la présence de groupes hydroxyles (OH) dans la molécule de cellulose à l'éthéri-

lication d'un alcool par un acide, opération souvent effectuée en chimie. La réaction est favorisée par la présence d'un déshydratant et par la température.

L'acétylation est une réaction bi-moléculaire (1) dont la vitesse de réaction est exprimée par la formule

$$\frac{dC_1}{dt} = K C_1 C_2.$$

C_1 étant la concentration au temps t de l'acide et C_2 celle de l'alcool.

La formule même de l'éthérification étant

$$\frac{C_1(C_0 - C_\infty)}{C_1 - C_\infty} = C_{0e} + C_\infty t.$$

C_1 désignant la concentration de l'acide à l'équilibre dans le cas où il y a un excès d'acide par rapport à l'alcool, C_0 désignant la concentration de l'acide au temps zéro. L'équilibre sera homogène dans le cas où l'acétylcellulose se dissout dans le liquide de réaction; hétérogène quand le coton ne semble pas subir de modification de forme; c'est le cas des acétylations faites en présence d'un liquide précipitant, la benzine par exemple.

L'équilibre homogène est régi par la loi de Guldberg et Waage

$$C_{\text{eau}} \cdot C_{\text{éther}} = R C_{\text{alcool}} C_{\text{acide}}.$$

Si C_{alcool} ou C_{acide} augmente $C_{\text{éther}}$ augmente aussi.

La présence d'un excès d'éther ou d'un excès d'eau diminue au contraire la quantité d'éther formé. On devra donc absorber l'eau formée dans la réaction, ajouter par exemple de l'acide sulfurique ou un absorbant d'eau comme ZnCl_2 ou $\text{Al}^{2+}\text{Cl}^-$.

Le point de départ de l'éthérification peut être soit la cellulose même, soit un de ses dérivés comme l'hydrocellulose. Dans les deux cas on arrive à un produit identique (Schwalbe, *Z. für. ang. Chem.*, 1910. Livre 23, p. 133).

Ainsi si l'on prend l'acide sulfurique comme agent catalysant, il n'agit pas seulement comme agent catalytique, mais il transforme la cellulose en hydrocellulose; par l'emploi de l'acide sulfurique tous les éthers acétiques de la cellulose dérivent de l'hydrocellulose.

Nous n'attacherons donc pas dans la suite une grande importance à la classification des méthodes d'éthérification basées sur l'emploi de l'une ou de l'autre des matières premières et nous réunirons ensemble les deux groupes.

Néanmoins, comme l'ont montré H. Ost et T. Katayama (*Z. f. angew.*

(1) *Les éthers de la cellulose et leurs applications industrielles (Caoutchouc et gutta-percha du 15 novembre 1909).*

Chimie, 1912. p. 1467), il y a une grande différence dans les solubilités obtenues, suivant par exemple que l'on part de cellulose, d'hydrocellulose Girard, de cellulose mercerisée.

Méthodes d'acétylation des celluloses.

Équilibre homogène. — ACÉTYLATIONS PAR LE CHLORURE D'ACÉTYLE. — Comme dans la réaction d'éthérisation il doit se former de l'acide chlorhydrique, pour absorber celui-ci il faut ajouter soit un produit basique, soit un sel neutre.

Emploi d'acétate de zinc ou de magnésie. — Par action du chlorure d'acétyle sur le mélange d'hydrocellulose et d'acétate de zinc ou de magnésie, on obtient à basse température un dérivé soluble dans le chloroforme. Cross et Bevan (D. R. P. 85329 et 86368/1891), pour régulariser l'opération, ajoutent au mélange acétylant du chloroforme ou du nitrate d'éthyle.

L'hydrocellulose est obtenue par régénération de la cellulose des solutions de viscose.

Donnersmarck (Br. fr. 280848/1898) utilise 3 kg d'un mélange équimoléculaire d'hydrocellulose et d'acétate de magnésie; on ajoute 1,8 kg de chlorure d'acétyle et 1 kg environ d'anhydride acétique. L'acétate de magnésie est employé en solution concentrée que l'on malaxe avec l'hydrocellulose; on sèche le mélange et on fait agir le chlorure d'acétyle. La réaction commencée on ajoute, comme diluant, 72 kg de nitrobenzine. Il ne faut pas dépasser 70° C. L'opération dure 3 heures, puis on ajoute alors 40 litres d'alcool qui précipite la masse en flocons.

Le mélange de chlorure d'acétyle et d'anhydride acétique est utilisé dans les brevets de Donnersmarck (D. R. P. 105347/1898) et de Cross et Weber (Br. angl. 18283).

Comme diluant on peut encore employer l'épi ou la dichlorhydrine (Weber, Cross et Frankenburg, Br. angl. 18283/1898).

Emploi de substances basiques. — Boesch dans son brevet américain 708456/1900 fait agir le chlorure d'acétyle sur la viscose même, c'est-à-dire sur le produit total : cellulose + CS² + soude. On ajoute de la nitrobenzine ou de l'acide acétique comme diluant; on précipite par l'alcool quand la réaction est terminée.

Emploi de la pyridine. — La pyridine est très employée en synthèse organique; en effet, elle se combine aux hydracides et favorise ainsi les combinaisons dans lesquelles l'acide chlorhydrique doit prendre naissance. Elle joue

un rôle analogue au chlorure de zinc ou au chlorure d'aluminium. Le chlorhydrate de pyridine est soluble dans l'alcool et dans l'eau.

Wohl (D. R. P. 139 669/1899) indique un mélange composé de : 10 parties de pâte à papier, 20 parties de pyridine, 60 parties de nitrobenzine; on ajoute lentement 20 parties de chlorure d'acétyle; après deux heures de digestion à 80-90°, on coule la masse dans un excès d'alcool.

ACÉTYLATIONS PAR L'ANHYDRIDE ACÉTIQUE. — La cellulose se dissout dans l'anhydride acétique seul à 180° C en tube scellé. En utilisant l'hydrocellulose, celle-ci se dissout dans l'anhydride acétique à une température comprise entre 110° et 120°.

Il est préférable, pour éviter toute dépolymérisation trop avancée des produits cellulosiques, d'opérer à plus basse température et, pour ce fait, on ajoute au mélange acétylant un corps catalyseur qui provoque l'éthérification de la cellulose de 40° à 70° (1).

Emploi des acides. — Lederer (D. R. P. 118 538 et 120 713/1899 et Br. fr. 301 749/1900) chauffe à 60-70° l'hydrocellulose de Girard avec l'anhydride acétique et l'acide sulfurique :

125 parties hydrocellulose.
500 parties anhydride acétique.
25 parties acide sulfurique (66°B.).

On peut opérer en présence de solvants indifférents. L'éther est précipité par l'eau ou l'alcool.

Également la Société anciennement Bayer et C^{ie}, dans son brevet français 317 007/1901 et son brevet allemand 139 524, donne la préparation d'un dérivé facilement soluble dans l'alcool en utilisant le mélange acétylant suivant :

125 grammes hydrocellulose.
500 — acide acétique glacial.
500 — anhydride acétique.
25 — acide sulfurique.

à une température inférieure à 50°.

Le Dr Sthammer (Br. fr. 304 723 et 308 506/1900), après avoir préparé une hydrocellulose en traitant la cellulose par l'acide acétique glacial contenant du chlore libre, mélange 100 parties d'hydrocellulose à 350 parties d'acide acétique glacial et 350 parties de chlorure d'acétyle. Dès que la réaction faiblit, on ajoute de petites quantités d'acide sulfurique concentré et l'on chauffe à 60-70°.

(1) CLÉMENT et RIVIÈRE, *Revue de chimie industrielle*, décembre 1912.

L'acide phosphorique a été mentionné dans le brevet français 316 500/1901 de Landsberg; on utilise l'hydrocellulose de Girard avec une quantité triple ou quadruple d'anhydride acétique en présence d'acide ortho, méta ou pyrophosphorique.

Les acides sulfoniques aromatiques comme l'acide phénol ou naphtholsulfonique ont l'avantage d'exercer une action moins hydrolysante sur la cellulose pendant la phase de formation de l'éther cellulosique.

Little, Walker et Mork (Br. américain 709 922 et Br. fr. 324 862/1902) ajoutent au mélange d'anhydride acétique, d'acide phénolsulfonique et de cellulose, une proportion convenable de sel de sodium ou d'un autre corps convenable dont la présence ne permet pas à l'acide sulfurique d'exister sous forme libre.

L'acide diméthyl-sulfurique a été signalé par Corti et par la Fabrique de produits chimiques Flora (Br. fr. 345 764).

L'acide sulfacétique, qui est le produit de réaction de l'acide sulfurique sur l'anhydride acétique, est employé par la Société anonyme d'Explosifs (Br. fr. 385 180/1907).

Les acides mono et trichloracétiques sont mentionnés dans les brevets : allemand 198 482/1905, français 368 738 de l'Actien Gesellschaft für Anilin Fabrikation et dans le brevet allemand 203 642/1906 de Knoll.

L'acide sulfinique fut signalé le premier par Franchimont, puis breveté par Knoll et C^{ie} (D. R. P. 180 666/1907 et addition 180 667). Les solutions obtenues avec ces acides sulfiniques conserveraient longtemps leur viscosité. Il suffit de très faibles quantités d'acide sulfinique pour provoquer la formation d'acétate de cellulose. Exemple : pour 1 kg d'ouate, on prend 5 kg d'anhydride acétique, 4 kg d'acide acétique glacial et 0,1 kg d'acide benzine sulfinique; on abandonne le tout 24 heures à 40°.

Comme dérivés de l'acide sulfurique signalons encore : les acides sulfo gras (Pauthonnier, Br. fr. 409 465), le sulfate acide de nitrosyle (Dreyfus, Br. fr. 413 671/1910).

Les acides minéraux volatils sont indiqués par :

Lederer (Br. fr. 319 848/1902) par Knoll (D. R. P. 201 233/1906) par exemple : 1 partie de cellulose et 0,1 à 0,2 parties d'acide chlorhydrique à 70° pendant 20 à 40 heures ou 0,2 à 0,3 parties d'acide nitrique à 96 p. 100 pendant 4 à 8 jours. Finck indique l'emploi d'un mélange d'acide halogéné et d'un sel du même acide.

L'acide sulfureux est revendu par Knoll (D. R. P. 180 666 et 180 667).

Emploi des chlorures d'acides. — L'oxychlorure de phosphore, le pentachlorure de phosphore peuvent être également des catalyseurs (Balston et Briggs.

Br. anglais 10 243/1903). SO^2Cl^2 et $\text{S}^2\text{O}^5\text{Cl}^2$ dans la proportion de 1 partie pour 10 parties de cellulose (Heyden. Br. anglais 24 232).

Emploi des halogènes. — Dans l'anhydride acétique, en présence d'iode, la cellulose se dissout bien vers 120-130°.

L'Actien Gesellschaft für Anilin Fabrikation a breveté récemment (Br. fr. 435 507/1911 et Br. angl. 22 237) l'emploi du chlore, du brome et des combinaisons deux à deux de ces halogènes.

Emploi des sels neutres. — La Société Knoll (D. R. P. 203 178/1905 et addition D. R. P. 206 950/1907) au lieu d'acides forts, utilise des sels neutres comme agents de condensation à chlorure de fer, chlorure de zinc, chlorhydrate de diméthylaniline, chlorure d'ammonium, etc.

Pour 1 partie de cellulose, 4 parties d'acide acétique, 5 parties d'anhydride, 0,1 à 0,2 parties de sel neutre — 10 à 24 heures à 70°.

Également dans le brevet français 376 578/1907 et D. R. P. 196 730 et 201 910/1907, la Société Knoll mentionne dans ces brevets, après l'acétylation, l'addition des bases ou des sels combinés à des acides faibles, comme par exemple l'acétate de soude pour conserver ainsi les solutions.

Dans le même but le Dr Lederer possède le brevet français 371 357/1906. Le chlorure de zinc avait depuis longtemps été signalé par Franchimont, mais la réaction se faisait à trop haute température : à 120-140°.

La Société anonyme d'Explosifs et de Produits chimiques signale également l'emploi du chlorure de zinc et d'un acide (Br. fr. 385 179).

Industrie de l'acétylcellulose. — Industriellement on utilise l'une quelconque des méthodes de dissolution qui viennent d'être indiquées, en évitant autant que possible les réactions secondaires qui occasionnent des dépolymérisations de la cellulose ou la formation d'éthers mixtes instables. Le point de départ est, soit la cellulose, soit une hydrocellulose auxquelles on ajoute le plus généralement de l'anhydride acétique avec l'acide acétique pour diluer la masse.

La dissolution achevée dans un malaxeur, on précipite l'acétylcellulose de sa solution acétique, soit par l'eau, et dans ce cas on récupère l'acide acétique à l'état d'acide acétique dilué, soit par des solvants neutres comme l'alcool (1), le benzol (2), le tétrachlorure de carbone (3), l'éther (International Ester Cellu-

(1) HENCKEL VON DONNERSMARCK, D. R. P. 205 347/1898. — LEDERER, D. R. P. 120 713/1900. — WOHL, D. R. P. 139 669/1899. — BOESCH, Br. américain 708 456/1901. — A. G. F. A., D. R. P. 198 482/1905.

(2) Dr LEDERER, Br. fr. 330 714/1903.

(3) D. R. P. 185 151/1905. — Br. fr. 371 356/1906. — Br. fr. 385 179 et 385 180/1907.

Tome 120. — 2^e semestre. — Juillet 1913.

lose Actien Gesellschaft, D. R. P. 242 289); dans ces derniers cas, l'acide acétique est récupéré à l'état concentré par simple distillation.

L'acétylcellulose complètement lavée et débarrassée de toute trace d'acide est séchée au-dessous de 100°.

ÉQUILIBRE HÉTÉROGÈNE. — Dans l'acétylation en milieu hétérogène, on fait agir l'anhydride acétique sur la cellulose en présence d'un catalyseur et d'un liquide neutre, mais dans lequel l'acétylcellulose formée soit insoluble. Dans ce processus la cellulose ne semble pas changer d'aspect.

Tous les catalyseurs peuvent être employés. Les différents liquides neutres utilisés sont : benzine, toluène, éther (Badische Anilin-und Soda-Fabrik (D. R. P. 184 201/1904 et Br. fr. 347 906), tétrachlorure de carbone (Lederer D. R. P. 200 916/1905 et Br. fr. 374 370).

Également il faut citer le brevet américain 834 374/1905 de Mork. Comme équilibre hétérogène, il faut mentionner le procédé de la Société chimique des Usines du Rhône (Br. fr. 437 240) dans lequel on fait agir l'anhydride acétique à l'état de vapeurs sur la cellulose. On modère la réaction en opérant à basse pression ou en diluant avec des gaz inertes.

Exemple : on imprègne 100 grammes de coton de 20 grammes d'une solution à 3 p. 100 d'acide sulfurique dans l'eau; on fait passer les vapeurs d'anhydride à 59° pendant trois heures.

Ces méthodes d'acétylation ou équilibre hétérogène sont intéressantes en ce que, par simple filtration ou centrifugation, on sépare de suite l'acétylcellulose du liquide acétylant que l'on fractionne ensuite en acide et anhydride acétique. L'acétylcellulose est lavée ensuite avec des liquides neutres, puis à l'eau et enfin séchée.

ÉTHERS MIXTES. — *Acétonitrocellulose.* — La nitrocellulose en présence d'anhydride acétique ou de chlorure d'acétyle et d'acide sulfurique perd peu à peu ses groupes nitriques par substitution de groupes acétyls. La substitution peut être presque totale. La réaction est favorisée en chauffant légèrement (Dr Lederer D. R. P. 179 947 et Br. fr. 368 766).

Inversement les groupes acétyls peuvent être remplacés par des groupes nitriques (C. Häussermann, *Z. f. ang. Chem.* 23 (1910) 433-441); on a pu obtenir jusqu'à 11,5 p. 100 d'azote.

Acétoformiate de cellulose. — L'anhydride acétique et l'acide formique à 100 p. 100 donnent un anhydride mixte, facilement décomposable. Avec de grandes précautions on peut cependant préparer un éther mixte de la cellulose.

Acétobutyrate de cellulose et éthers supérieurs. — On peut l'obtenir avec un mélange d'anhydride acétique et d'anhydride butyrique, ou encore en chauffant un mélange de cellulose, de butyrate de magnésie, de chlorure d'acétyle et d'anhydride acétique.

Pour l'acétopalmitate de cellulose, on mélange intimement du palmitate de magnésie à la cellulose; puis le produit bien séché et additionné d'anhydride acétique et de chlorure de palmityle; on ajoute du nitrobenzène pour modérer la réaction.

La méthode générale la plus simple est d'utiliser le mélange des deux anhydrides d'acides, en présence d'un agent de condensation

Sulfoacétylcellulose. — Les sulfoéthers de la cellulose prennent toujours naissance en plus ou moins grande quantité quand on utilise comme agent de condensation l'acide sulfurique ou l'un de ses dérivés.

Cross, Bevan et Briggs ont signalé, en 1903, l'influence fâcheuse de SO_3H^2 (Knoll, D. R. P., 196 730 — 201 910/1907. Lederer, Br. fr. 371 337/1906).

Ce sont les réactions secondaires qui rendent en effet excessivement délicate la conduite de la réaction d'acétylation; de plus les agents de condensation font subir à la molécule cellulosique une dépolymérisation souvent avancée. Les sulfacétates de cellulose sont des éthers non plastiques et donnent des produits très cassants et spontanément décomposables, de même que les nitrocelluloses sont rendues instables par la présence de sulfonitrocelluloses (1).

Lorsqu'on soumet à une ébullition prolongée les acétates de cellulose contenant des sulfoéthers, cette eau se charge peu à peu d'acide sulfurique facilement décelable.

Pour éviter ces multiples inconvénients et rendre la conduite de la réaction simple, nous avons eu l'idée d'employer des corps non acides comme agents de condensation. Les halogènes tels que le brome et leurs composés réagissant sur des hydrocelluloses en présence d'anhydride acétique ont été essayés par nous avec succès (Br. fr. 435 507 et 449 253).

On obtient alors des produits d'une haute plasticité, d'une solidité remarquable. L'absence de réaction secondaire fait que les acétates obtenus et les autres éthers de la cellulose sont véritablement des éthers purs.

De la constitution chimique de la cellulose ou celle des éthers, dépendent les propriétés colloïdales des solutions.

(1) On a constaté notamment dans les soies dites de Chardonnet la présence de traces d'acide sulfurique (Hermanns, *Kgl. Materialprüfungsamt*, 1910. — Dr H. Stadlinger, *Kunststoffe* de novembre 1912.)

HYDROLYSE DES ACÉTYLCELLULOSES. — En vue de modifier surtout les solubilités et les propriétés générales des acétylcelluloses, on fait subir à celles-ci un second traitement, qui a pour résultat de les hydrolyser partiellement.

C'est ainsi que la Société Bayer et C^{ie} (Br. fr. 371 447/1907 — Br. angl. 24 067/1906) traite les acétates de cellulose par des solutions acides.

Les solutions alcalines ont un effet analogue (Mork, Br. angl. 20 672/1910. — Br. fr. 416 752).

Dans d'autres procédés, au contraire, c'est dans le mélange acétylant même que l'on ajoute des solutions acides (Miles — Br. fr. 358 079/1905. — Br. américain 838 350/1904. — Chemische Fabrik von Heyden — Br. fr. 438 649; et même de l'alcool (Danzer, Br. fr. 428 554. Lederer, Br. fr. 441 864).

Propriétés des acétylcelluloses.

Les acétylcelluloses se présentent sous deux formes : par les méthodes de dissolution, on obtient par précipitation par l'eau ou par tout autre liquide des flocons blancs qui, séchés, se présentent sous forme spongieuse et friable ; par les méthodes d'insolubilisation, la cellulose introduite dans le bain d'acétylation ne semble pas subir de modifications d'aspect ; elle est devenue un peu plus sèche au toucher, et les fibres sont plus cassantes.

La densité de l'acétylcellulose est de 1,2.

Solubilités. — En général, l'acétylcellulose que l'on obtient par l'une quelconque des méthodes précédemment citées n'est soluble que dans l'acide acétique, le chloroforme alcoolique (10 p. 100 d'alcool), le tétrachloréthane (1) seul ou alcoolique (Lederer, D. R. P. 175 379/1904. Lederer, Br. fr. 352 897 et D. R. P. 188 542/1905. Eichengrün, addition 132 37 au Br. fr. 419 530), le phénol, le gaïacol et les produits de la distillation du bois (Walker, Br. américain 774 713).

Après hydrolyse des acétylcelluloses, les solubilités sont augmentées dans les solvants déjà cités, et des solubilités nouvelles apparaissent : l'acétone, le formiate de méthyle (Dr Wohl, Br. fr. 425 900, et D. R. P. 246 657/1910. Mork, B. américain 972 464/1910), les éthers acétiques des premiers alcools gras comme l'acétate d'éthyle, les éthers de la glycérine : mono, dichlorhydrine et épichlorhydrine; mono, di, triacétine (C^{ie} française du Celluloïd. Br. fr. 440 955); l'éther diphenylique de la glycérine (Danzer, Br. angl., 13 239/1912); la chlorhydrine du glycol (Badische Anilin-und Soda-Fabrik), de nitrométhane

(1) Le tétrachloréthane symétrique a pour formule $\text{CHCl}^2 - \text{CHCl}^2$.

(Fischer, D. R. P. 201907/1907); le diacétate de résorcine (Lederer, B. angl. 8945/1909), l'acide formique (Fürst Guido Donnersmarck'se Kunstsciden-und Acetatwerke, Br. fr. 400652; D. R. P. 237718/1907).

Ces divers solvants sont très intéressants pour la formation de masses plastiques et, à cet égard, il faut encore mentionner: l'hydrate de chloral, le phénol, l'acétamide (Lederer, Br. fr. 319724/1902); les éthers et sulfoéthers des phénols, crésols, etc. (Merkens et Manissadjian, Br. fr. 444680); le phosphate triphénylique et tricrésylique (Lindsay, Br. fr. 415517); le phosphate triphénylique et l'urée (Lindsay, Br. fr. 415518); le lactate d'éthyle et le méthylacétanilide (Eichengrün, Br. fr. 418744); le mannol ou acétylméthylaniline.

Tous ces brevets dérivent du brevet plus général de la Société Bayer (Br. fr. 317008/1901), dans lequel l'addition de camphre ou d'un succédané du camphre à l'acétylcellulose est revendiquée pour former une masse plastique.

L'alcool chaud est un solvant de certains acétats de cellulose (Société Bayer et C^{ie}, D. R. P. 153350/1901, D. R. P. 185837/1901, — Br. fr. 317007/1911 et addition 1425).

L'alcool éthylique additionné de chlorure de zinc est un solvant des acétylcelluloses; la solution reste fluide à la température ordinaire (Société Bayer, D. R. P. 256922/1911). L'alcool et la benzine, dans la proportion de 20 kg d'alcool méthylique et de 20 kg de benzine pour 2 kg d'acétate dissolvent à chaud l'acétylcellulose (Reeser, Br. fr. 411126, et addition 12388, — Br. angl. 12976/1909). L'alcool et les hydrocarbures (Eichengrün, Br. fr. 412799) sont des solvants de l'acétate à chaud; on obtient une masse presque liquide à la température ordinaire, si l'on ajoute de la dichlorhydrine ou de la triacétine, ou des liquides solvants.

Le pentachloréthane et l'alcool (Société Bayer et C^{ie}, Br. fr. 417250, et Br. angl. 14364/1910), le dichloréthylène et l'alcool (B. fr. 418309), sont également des solvants.

Le trichloréthylène ou le perchloréthylène additionné de mono ou de polyphénols donne des solutions d'acétylcellulose (Koller, Br. fr. 440143).

L'acétylcellulose est insoluble dans: l'alcool méthylique et éthylique, la benzine, l'éther de pétrole, le sulfure de carbone, le tétrachlorure de carbone, l'éther.

Le contrôle de la viscosité des solutions se fait au viscosimètre de Cochiuss, dans lequel on compte le nombre de secondes que met une bulle d'air à se déplacer verticalement dans le collodion entre deux traits marqués.

Propriétés physiques. — Les acétates de cellulose brûlent avec une petite flamme et fondent en brûlant. Il est très facile d'ignifuger complètement les produits préparés avec ces éthers cellulosiques, en ajoutant divers corps, entre

autres les éthers phosphoriques du phénol ou de ses homologues : triphényl et tricrésylphosphate.

L'acétylcellulose est une matière peu perméable à l'eau : plus le degré d'acétylation est élevé, c'est-à-dire plus il y a de groupes (OH) étherifiés, plus l'imperméabilité est grande.

Il résulte d'études que nous avons entreprises sur les pellicules d'acétylcellulose que la résistance spécifique à la rupture, dans le cas de l'expérience, a diminué de 32 p. 100 de sa valeur primitive après séjour de plusieurs heures dans l'eau. Le chiffre de l'allongement à la rupture ayant augmenté de 21 p. 100. Ces essais ont donné les courbes dynamométriques suivantes (1) :

La cellulose, et notamment la cellulose régénérée des solutions de thio-carbonate de cellulose (viscose) est extrêmement perméable à l'eau.

Les pellicules de viscose donnent graphiquement les courbes dynamométriques suivantes (fig. 1) :

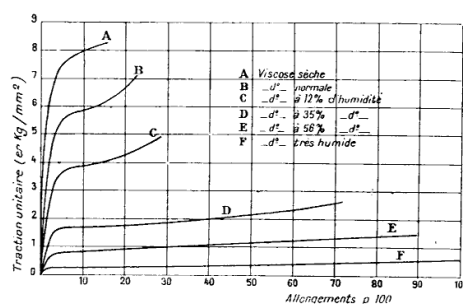


Fig. 1. — Courbes dynamométriques des pellicules de viscose.

On voit ainsi sur la figure la diminution progressive de résistance spécifique avec l'augmentation de la teneur en humidité de la pellicule.

Les essais dynamométriques peuvent être faits soit avec le dynamomètre de la maison Schoppé, utilisé dans les essais des papiers, soit avec le dynamomètre de MM. Chéneveau et Heim, pour les essais des caoutchoucs.

Voici, par exemple, des essais à la rupture de pellicules cinématographiques à base d'acétate de cellulose (2) (fig. 2 et 3).

Ces essais dynamométriques sont très intéressants, car ils permettent de formuler les deux indications suivantes :

La grande résistance à la traction d'une pellicule d'éther cellulosique indique

(1) CLÉMENT et RIVIÈRE, *Caoutchouc et gutta-percha* du 15 mai 1914.

(2) CLÉMENT et RIVIÈRE, *La dynamométrie des matières plastiques*.

un poids moléculaire élevé ; au contraire, un produit cassant est l'indice d'une dépolymérisation de l'éther cellulosique, c'est-à-dire d'un composé dans lequel le degré de polymérisation de la cellulose s'est notablement abaissé.

Le peu de perméabilité de l'acétylcellulose à l'eau a été pendant longtemps un obstacle gênant à sa teinture. On a tourné la difficulté en incorporant au bain de teinture des liquides ayant la propriété de gonfler l'éther cellulosique comme

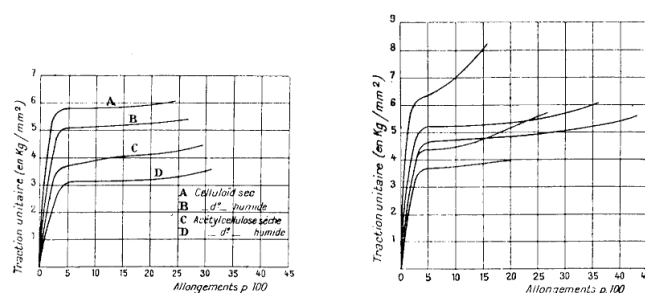


Fig. 2 et 3. — Courbes dynamométriques des pellicules d'acétate de cellulose.

l'acétine (Donnersmarck, D. R. P. 228 867), l'acétone, l'acide acétique, l'alcool méthylique (Actien Gesellschaft für Anilin Fabrikation, D. R. P. 193 135), l'aniline d'azotation ensuite (Knoll, D. R. P. 198 008/1907). Dans une autre voie, on incorpore au bain d'acétylation une matière colorante résistante aux acides comme le brun Bismarck, le jaune de métanile, et on précipite ainsi un acétate de cellulose déjà teinté (Borzigowski, Br. fr. 444 388, D. R. P. 237 210), ou bien encore on désacétyle partiellement l'acétylcellulose (Mork, Br. fr. 416 732/1910).

Propriétés chimiques. — Les acétylcelluloses peuvent contenir un chiffre variable d'acide acétique.

	Acide acétique. p. 100.	Rendement.
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O}^{12} (\text{OH})^8. \text{C}^{24}\text{H}^{20}$	62,5	176
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O}^{11} (\text{OH})^9. \text{C}^{24}\text{H}^{20}$	59,4	»
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O}^{10} (\text{OH})^{10}. \text{C}^{24}\text{H}^{20}$	56,2	164
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O}^9 (\text{OH})^{11}. \text{C}^{24}\text{H}^{20}$	52,6	158
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O}^8 (\text{OH})^{12}. \text{C}^{24}\text{H}^{20}$	48,7	151
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O}^5 (\text{OH})^{16}. \text{C}^{24}\text{H}^{20}$	29,4	»
$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{O}^2 (\text{OH})^{18}. \text{C}^{24}\text{H}^{20}$	14,7	»

L'acétylcellulose est inattaquable aux acides et aux alcalis dilués. Avec les acides et les alcalis moyennement concentrés (40 à 60 p. 100), il y a saponification lente à froid, puis dissolution ; à chaud, la désacétylation est plus rapide.

Ainsi, par la potasse alcoolique, on obtient le cellobiose $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$. L'acéto-cellulose est décomposable au-dessus de 200°.

ANALYSE DES ACÉTYLCELLULOSES. — L'analyse des acétylcelluloses se fait soit par saponification sulfurique, soit par saponification alcaline.

1° *Saponification sulfurique.* — On prend 1 gr d'acétylcellulose que l'on additionne de 10 cm³ d'acide sulfurique (2 volumes d'acide à 66° B. + 1 volume d'eau), on laisse en repos 24 heures. La masse complètement dissoute est diluée à 100 cm³ dans un ballon, l'acide acétique est entraîné à la vapeur d'eau à raison de demi-litre de distillat à l'heure. Après 2 heures on titre la liqueur par la soude demi-normale.

2° *Saponification alcaline.* — 1 gr de cellulose acétylée est additionné de 20 cm³ d'alcool et de 20 cm³ de potasse demi-normale; après 24 heures on neutralise la solution par l'acide sulfurique, on ajoute 5 gr d'acide tartrique et on entraîne 4 heures à la vapeur d'eau.

Applications.

L'industrie des matières plastiques utilise déjà des quantités assez importantes d'acétylcellulose pour fabriquer les objets jusqu'ici faits en celluloid : peignes, objets de tabletterie, etc.

L'acétate de cellulose est alors mélangé à diverses matières. Nous avons indiqué comme mélange type (VIII^e Congrès international de Chimie appliquée de Washington 1912) :

75 parties acétylcellulose.
15 parties de phosphate triphénylique (ignifugeant).
10 parties de triacétine (plastifiant).

Ce mélange est travaillé au malaxeur en présence d'une certaine quantité d'un solvant intermédiaire volatil comme le tétrachloréthane alcoolique. La pâte épaisse, obtenue est évaporée sur laminoirs et les galettes empilées les unes sur les autres sont pressées à chaud pour former un bloc qui est ensuite découpé en feuilles plus ou moins épaisses. On voit que l'ancien matériel des usines de celluloid est parfaitement employable. C'est dans ces feuilles que l'on découpe les objets.

Ces matières ont la remarquable propriété de se ramollir à chaud; à 80° elles sont assez plastiques pour être courbées, estampées, moulées. Elles se laissent scier, percer, tourner, fraiser, revêtir, polir et coller.

On réalise des imitations d'ivoire, d'écaille, de corail, d'ambre, de corne, de marbre, de jade, etc.

De là la variété infinie des formes et des usages dont la bimbeloterie, la tabletterie et les industries travaillant autrefois la corne et l'écaille ont tiré parti.

Par exemple : Objets de toilette et de parure : peignes, épingles, barrettes, colliers, bracelets, perles, boîtes à poudre, étuis, boutons, manches de parapluies et d'ombrelles.

Tabletterie : couvertures de livres, d'albums, incrustations.

Articles de fumeur : bouts de tuyaux de pipes et de porte-cigares, étuis, tabatières.

Coutellerie : manches de couteaux, de rasoirs.

Brosserie : montures de brosses.

Jouets : ballons, têtes de poupées, dés à jouer, dominos, pièces d'échecs, boules de billards.

Articles de dessins : équerres et règles, rapporteurs, règles à calculs.

Objets de chirurgie.

Objets divers : touches de pianos, œillets pour chaussures, coupe-papier, anneaux, cachets, boîtes d'accumulateurs.

Empreintes et médailles.

Revêtements protecteurs : protection des affiches au moyen d'une feuille transparente, plaquage de feuilles sur bois.

Vitres et lunettes pour automobiles.

Cette dernière application a été réalisée dernièrement par l'emploi de plaques d'acétylcellulose. Les plaques souples ont été utilisées comme vitres d'automobiles Daimler et comme vitres pour la nacelle du dirigeable *Zeppelin Hansa*.

Également on a constitué pour les aéroplanes des cabines munies de fenêtres garnies de feuilles transparentes d'acétylcellulose ; on a songé à constituer les surfaces portantes des ailes uniquement avec des feuilles transparentes. En effet la résistance spécifique des feuilles d'acétylcellulose atteint 9 kg/mm² de section avec un allongement à la rupture de 40 p. 100.

L'industrie des fleurs artificielles a su tirer un excellent parti des feuilles minces d'acétylcellulose. Ces feuilles sont estampées à froid à la machine puis gaufrées à chaud ou par l'action d'un liquide ; elles sont ensuite colorées au pinceau ou par projection d'un vernis. Toutes les imitations de feuillages et fleurs naturelles sont alors possibles. Les couronnes, les bouquets, les ensembles décoratifs que l'on peut réaliser présentent la grande propriété d'être ininflammables et de pouvoir figurer à toute place. Également des abat-jour, des tulipes électriques, des globes ont été fabriqués avec ces mêmes feuilles minces transparentes ou translucides d'acétylcellulose.

L'industrie des vernis et enduits a adopté depuis quelque temps déjà l'acétate de cellulose. Les solutions d'acétate de cellulose constituent d'excellents vernis propres à remplacer le vernis Zapon (vernis à la nitrocellulose). Ces

verniss sont d'ailleurs beaucoup moins coûteux que les verniss au cellulôid qui comportent comme dissolvant l'acétate d'amyle, produit aujourd'hui très cher. Les solutions d'acétylcellulose dans le tétrachlorethane (1) sont peu coûteuses, sont ininflammables et les pellicules obtenues sont admirablement transparentes et souples. Il s'agit là d'un verniss très apprécié et auquel l'avenir appartient sûrement. On l'utilise beaucoup dans le vernissage des métaux (Clément et Rivière, *Caoutchouc et gutta-percha*, 13 octobre 1911).

Les enduits d'acétate de cellulose sont utilisés en grandes quantités pour tendre, imperméabiliser et lisser les toiles d'aéroplanes. L'enduit est simplement appliqué à la brosse sur la toile posée sur les châssis. Par séchage, la toile se tend comme une peau de tambour, elle est imperméable et les ailes de l'aéroplane peuvent supporter la pluie pendant plusieurs heures sans le moindre dommage pour la tension des toiles.

Il n'en était pas de même dans les débuts de l'aviation lorsque les appareils étaient tendus de toile caoutchoutée. L'application des enduits à l'acétylcellulose a été un très réel progrès pour la jeune industrie si française de l'aviation. Disons en passant que le précurseur de l'aviation, Chanute, avait déjà signalé les verniss à la nitrocellulose pour cette application.

Les enduits servent également à préserver les enveloppes des gargarisses de l'humidité; on a même songé à vernir superficiellement les grains de poudre avec l'acétylcellulose pour régler la vitesse de combustion. Les enduits à base d'acétate de cellulose sont encore utilisés dans la fabrication des cuirs factices (2), pour la préparation du linge lavable et dans l'industrie des isolants électriques. Les fils sont simplement trempés dans des dissolutions spéciales d'acétylcellulose; ils se vernissent, deviennent brillants, paraissent émaillés et sont parfaitement isolés (140 000 volts par millimètre d'épaisseur d'enduit).

La soie artificielle lavable (3) est réalisée par l'emploi de l'acétylcellulose. Des essais de fabrication entrepris à Sydowsaue près de Stettin à l'Internationale Zellulosecester Gesellschaft, m. b. H., ont déjà donné les résultats suivants que nous extrayons d'un article du professeur Herzog (*Kunststoffe*, juin 1911) :

	Résistance spécifique en kg/mm ² .	Allongement à l'état sec. p. 100.	Perte de résistance à l'eau. p. 100.	Augmentation de l'allongement à l'état humide. p. 100.	Section d'un fil en mm ² .
Soie à l'acétylcellulose.	10,6 à 16,8	33 à 29	16	27	0,0578
Soie viscosse Helios . . .	21,9 à 23,9	26	74,3	11,5	0,032
Coton indien	"	"	"	"	0,000 137

(1) D^r LEDERER, D. R. P. 188 542/1905. Br. fr. 352 897. Br. fr. 432 388/1910.

(2) CLÉMENT et RIVIÈRE, *Revue de chimie industrielle*, décembre 1912.

(3) *Fürst Guido Donnersmarch'sche Kunstseiden und Azetatwerke*. D. R. P. 237 599/1907, *Chemische Fabrik von Heyden*. Br. fr. 426 436.

Ces essais déjà très concluants montrent la faible perte de résistance à l'eau par rapport à la soie visqueuse de la plus employée des soies artificielles.

L'acétylation superficielle des tissus a été essayée pour rendre ceux-ci imperméables (1).

L'industrie des apprêts pour tissus a également employé des solutions d'acétylecellulose (Société des produits Bayer. Br. fr. 417027).

Enfin la plus importante application est celle du film cinématographique ininflammable, dont nous parlerons dans une prochaine communication.

CONCLUSION

Cet exposé montre, nous l'espérons, qu'un grand progrès est réalisé par ces heureuses applications d'un nouvel éther cellulosique. Les conséquences en seront très grandes. Le jour où l'emploi du film ininflammable sera généralisé — et ce jour ne tardera pas à venir — la menace du danger des exhibitions cinématographiques disparaîtra complètement. Grâce au film en acétate de cellulose, le cinématographe peut entrer à l'école, dans la famille, dans la conférence populaire, — lieux qui lui étaient encore interdits à cause du film à base de nitrocellulose, terrible danger entre les mains d'un opérateur inexercé.

Un jour viendra également où tous les objets tels que peignes, fleurs, etc., jusqu'ici fabriqués à base de nitrocellulose, céderont la place aux mêmes matières sans danger à base d'acétylecellulose.

Ce sera également une sorte de renouveau pour l'industrie du celluloid, par suite d'un champ d'action plus vaste.

Et c'est pourquoi nous pensons que l'avenir appartient complètement à l'acétylecellulose et qu'il serait intéressant pour les industriels français de mieux étudier un produit qui commence à faire l'objet des plus grandes préoccupations de la concurrence étrangère.

L. CLÉMENT ET RIVIÈRE,
Ingénieurs-chimistes.

(1) CROSS et BRIGGS. D. R. P. 224 330. — D^r LEDERER. Br. fr. 320 883.

NOTES D'AGRICULTURE

par M. Henri HIRIER,

membre du Conseil.

LA CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE AUX ÉTATS-UNIS

« Le développement si extraordinaire qu'a pris, au cours de ces quinze dernières années, l'industrie du sucre de betteraves aux États-Unis a attiré, depuis quelque temps déjà, l'attention spéciale du monde sucrier sur ce pays. Disons de suite que, à notre avis, les États-Unis prendront rang d'ici peu parmi les grands producteurs de sucre du monde, si le tarif douanier révisé ne vient pas priver la jeune industrie betteravière du soutien qu'elle a trouvé jusqu'à présent de ce côté et sans lequel elle n'aurait très probablement pas pris naissance (1). »

Ainsi s'exprime, M. Lucien Dureau, en tête du premier des articles qu'il a publiés depuis le 23 avril 1913 dans le *Journal des fabricants de sucre*, sur l'industrie du sucre aux États-Unis et à Cuba. De son côté, M. Émile Saillard, directeur du Laboratoire du Syndicat des Fabricants de Sucre de France, en septembre et octobre 1912, a fait aux États-Unis un voyage d'études pour se rendre compte des conditions dans lesquelles se trouvent à l'heure actuelle, la culture de la betterave et l'industrie du sucre de betteraves dans l'Amérique du Nord, et il vient de publier les résultats de son voyage dans un mémoire des plus intéressants, intitulé : *Enquête sur la culture de la betterave et l'industrie du sucre de betteraves aux États-Unis*. M. Saillard continue ainsi l'enquête, on peut dire mondiale, qu'il a déjà poursuivie en Belgique, en Allemagne, en Autriche, en Russie sur la culture de la betterave et l'industrie du sucre de betteraves ; nous voudrions, aujourd'hui, analyser assez complètement le dernier mémoire de M. E. Saillard, comme nous avons déjà analysé les deux précédents, en souhaitant pouvoir analyser bientôt les enquêtes que M. Saillard nous donnera, nous l'espérons, sur la culture de la betterave en Italie et en Espagne. Nul n'est plus qualifié et plus compétent que M. Saillard pour faire de telles enquêtes et ses rapports sont de la plus haute utilité pour nos agriculteurs et industriels français.

*
* *

Augmentation de la consommation du sucre aux États-Unis. — Au cours des dix dernières années, la consommation du sucre aux États-Unis est passée de 2 500 000 t

(1) LUCIEN DUREAU, *Journal des fabricants de sucre*, 23 avril 1913. Notes de voyage aux États-Unis et à Cuba.

à 3 500 000 t (chiffre rond), subissant ainsi une augmentation moyenne annuelle de 90 000 à 100 000 t (on consomme aux États-Unis 40 kg de sucre par tête d'habitant et par an).

À l'heure actuelle, la consommation américaine est alimentée : pour la moitié environ (1 732 000 t), par du sucre indemne de droits (sucre indigène et sucre produit par les îles américaines) ;

Pour la moitié environ (1 665 000 t) par du sucre privilégié de Cuba, le sucre à 96° de Cuba ne supporte un droit de douane que de 15,40 fr, au lieu des 21,71 fr par 100 kg que paient les sucres étrangers à leur entrée aux États-Unis.

Les sucres payant le droit de douane plein n'entrent plus aux États-Unis que pour 100 000 t à 150 000 t alors qu'il y a dix ans ils participaient pour les deux cinquièmes environ (1 000 000 t) à la consommation totale.

Au cours des dix dernières années, l'augmentation de la production indigène (sucre de la métropole et sucre des possessions insulaires) a été d'environ 900 000 t soit 90 000 t par an.

C'est la production de la métropole qui a subi la plus forte augmentation annuelle et cette augmentation est due entièrement au sucre de betterave. La production de ce sucre, en effet, a augmenté chaque année de 45 480 t pendant les années 1902-1907 et de 28 288 t pendant les années 1907-1912.

Aire de la betterave à sucre aux États-Unis. — Bien que nouvellement introduite dans le pays, la betterave à sucre occupe déjà aux États-Unis un domaine très étendu, quoique très éparpillé. Dans le tableau suivant, M. E. Saillard donne la répartition des 74 fabriques américaines avec les quantités de sucre qu'elles produisent.

Si on réunit par une ligne générale les fabriques des États-Unis, on voit que cette ligne passe à peu près par les points qui, pendant les trois mois d'été (juin, juillet et août), ont une température moyenne (jour et nuit) de 70° Fahrenheit, soit 22° à 25° centigrades.

Il semble bien, ajoute M. E. Saillard, que la culture de la betterave pourrait s'étendre de chaque côté de cette ligne, à une distance d'environ 160 km.

Les fabriques américaines peuvent être rapportées à deux grandes régions : la région des Grands Lacs, où on ne fait pas d'irrigation, et la région avoisinant les Rocheuses, où on fait de l'irrigation.

C'est dans cette dernière que la production de sucre obtenue par hectare est la plus élevée : elle atteint 2 500 kg (Colorado), 3 500 kg (Californie), 3 900 kg (Utah).

Dans la région des Grands Lacs, la production moyenne de sucre par hectare, du moins dans les États qui ont plusieurs fabriques, reste généralement au-dessous de 2 000 kg par hectare. (En France la moyenne de 10 ans, 1899-1909, donne comme moyenne du sucre brut extrait par hectare 3 611 kg, en Allemagne, 4 577 kg, en Belgique 4 228 kg.)

Les fabriques américaines produisent en moyenne 80 000 sacs de sucre, alors que nos fabriques françaises n'en produisent que 30 000 à 35 000 sacs. Nous avons en France, en 1908-1909, 251 fabriques pour travailler les betteraves ensemencées sur 214 780 ha.

Or les 240 000 haensemencés en 1912 aux États-Unis ont été travaillés dans 73 fabriques seulement.

	NOMBRE DE FABRIQUES en 1912-1913.	SUCRE PRODUIT en 1911-1912 en tonnes de 1 016 kg.	HECTARES ENSEMENCÉS EN		SUCRE PRODUIT par hectare en 1911-12. kg.
			1911	1912	
<i>Région des Grands Lacs.</i>					
Ohio.	5	16 332	8 800	13 200	1 884
Michigan	16	119 790	61 080	57 960	1 991
Wisconsin.	4	17 857	12 800	9 600	1 417
<i>Avant les Montagnes Rocheuses.</i>					
Nebraska	2	15 347	6 366	8 600	2 448
Colorado.	17	111 703	44 186	67 520	2 567
<i>Dans le voisinage et au delà des Montagnes Rocheuses.</i>					
Utah.	6	49 821	13 012	15 114	3 888
Idaho	4	23 866	6 880	8 539	3 530
Californie	11	146 357	41 819	48 720	3 550
Indiana (2).	1	40 028	13 975	10 925	2 326
Illinois	1				
Minnesota.	1				
Iowa	1				
Montana.	1				
Kansas	1				
Arizona	1				
Oregon (2).	1				
Nevada	1				
TOTAUX.	74	541 401	"	"	"

(1) Les États possédant une seule fabrique sont placés dans l'un ou l'autre des trois groupes précédents.
(2) N'a pas marché en 1912.

Culture de la betterave. — En général, aux États-Unis, les terres, livrées à la culture de la betterave sont des terres d'alluvion ou des terres de limon et surtout des terres sablo-argileuses profondes. Elles sont plutôt faciles à travailler. Au surplus, quand elles ont été labourées avant l'hiver, les grands froids les dilatent, les divisent et les façons aratoires n'en sont que plus faciles au printemps. Les hivers sont beaucoup plus froids aux États-Unis, dans la plupart des régions de la culture des betteraves, qu'en France; les moyennes des minima correspondant à chacun des cinq mois d'hiver, novembre à mars, donnent: Pittsburg — 12°, 7, Chicago — 17°, 2, Denver — 17°, 7, Saint-Louis — 13°, 24.

Il n'y a pas, comme dans les pays européens à culture intensive, des règles bien étroites qui précisent l'assolement suivi; du reste, parmi les terres livrées à la culture de la betterave, il y en a beaucoup aux États-Unis qui sont, en quelque sorte, des terres *neuves*, où on peut ramener la betterave plusieurs années de suite.

Dans le Colorado et d'autres États, il y a nombre de cultivateurs qui, en employant

chaque année un peu de fumier, ont pu cultiver la betterave cinq, six et dix années consécutives, sans constater une diminution sensible des rendements.

D'une façon générale, on donne à la betterave du fumier ou des engrais verts (et encore pas toujours), mais peu ou point d'engrais chimiques.

Les façons aratoires sont à peu près les mêmes qu'en Europe, sauf celles que nécessite l'irrigation. Pour les pratiquer, on emploie à peu près les mêmes instruments qu'en Europe, et ces instruments sont rarement des instruments de motoculture ; le cheval est, au contraire, partout employé ; jamais le bœuf, pour les travaux des champs.

Comme en Europe, on cherche à faire les gros labours avant l'hiver, — on cherche à semer tôt, du 15 avril au 15 mai (1) dans les régions à l'Est des Rocheuses ; dans les terres non irriguées, on espace les lignes de betteraves de 40 à 45 cm et on laisse les racines sur les lignes écartées de 20 à 25 et 30 cm au moment du démariage que l'on fait, autant que possible, une semaine après le moment où on voit quatre feuilles sur un bon nombre de plants.

Dans les régions où l'on irrigue la betterave, les façons aratoires sont un peu plus compliquées, et M. Saillard prend soin de nous les décrire en nous indiquant en même temps les observations faites par les agriculteurs pour utiliser l'eau au mieux :

Le choix du moment à adopter pour l'irrigation est très important, car l'eau, donnée sans mesure ou à un moment inopportun, peut être nuisible au poids et à la qualité de la récolte.

On irrigue rarement avant la mi-juin et on fait, en tout, deux ou trois irrigations pendant la végétation.

Pour la première fois on estime qu'il vaut mieux laisser les betteraves quelques jours à leur soif. Cela les oblige à enfoncer leur pivot et leurs racines pour aller chercher dans les couches profondes l'humidité dont elles ont besoin. Elles peuvent avoir, ainsi, une forme plus allongée.

« Si les feuilles se courbent sous le soleil de midi, il peut être bon de leur donner de l'eau ; mais, si elles restent droites sous la fraîcheur du soir, c'est qu'elles demandent sûrement à boire. »

On admet que la dernière irrigation doit précéder de 20 à 25 jours le moment de l'arrachage. L'irrigation donne lieu, en effet, à un abaissement de la richesse saccharine qui se poursuit pendant 10 ou 15 jours. Il faut donc laisser à la betterave le temps de reprendre tout au moins sa richesse et, aux impuretés absorbées par la racine, le temps d'émigrer, en grande partie, vers les feuilles.

L'arrachage de la betterave se fait par les ouvriers qui exécutent les façons culturales. Il n'y a pas à l'heure actuelle encore, en Amérique, dit M. Saillard, d'arracheuses-décolleteuses mécaniques qui soient employées régulièrement.

(1) En Californie, le long du Pacifique, les conditions climatiques sont tout autres que de l'autre côté des Rocheuses ; dans cette région, que les Américains appellent « le verger du Nouveau Monde », règne, même l'hiver, une température très douce, pas de gelées. Aussi, d'après M. A. Aulard (Relation de voyage au Canada et aux États-Unis, 1913) on y cultiverait la betterave sucrière comme nos blés d'hiver, c'est-à-dire qu'elle est semée vers fin octobre-novembre et elle est récoltée en juillet, août et septembre ; elle reste ainsi en terre en moyenne deux à trois mois de plus qu'en Europe, et M. Aulard estime qu'il y a une relation directe entre le long séjour de la betterave en terre en Californie et sa richesse en sucre qui dépasse, en moyenne, 20 p. 100.

Prix de revient de l'hectare de betteraves. — Souvent aux États-Unis les betteraves sont simplement payées au poids, les graines étant fournies par les fabriques. Le prix payé au cultivateur varie quelque peu d'une région à l'autre. Il est forcément influencé par le prix du sucre sur le marché. Il est d'environ 5 dollars (soit 25 fr) par tonne anglaise (906 kg), contenant au moins 15 p. 100 de sucre. Pour chaque degré de richesse au-dessus de 15 p. 100 il est donné en plus 2,50 fr et quelquefois moins par tonne, dans les fabriques où l'on paye au poids et à la richesse.

Il est naturellement très difficile sinon impossible de donner des prix de revient de la culture de la betterave aux États-Unis, comme du reste partout ailleurs, mais cependant M. Saillard a pu réunir quelques chiffres qui permettent de fixer les idées; par hectare les frais seraient de :

	État de Colorado en francs.	État de l'Iowa
Valeur locative de la terre	100 à 120	90 à 120
Semences	25	18 à 20
Façons à la machine.	90	90 à 110
Façons à la main.	260	225
Transport des betteraves.	75	70 à 87
	560	524

Avec des récoltes de 12 tonnes à l'acre (payé 25 fr la tonne), le cultivateur touche un produit brut de 780 fr; il lui reste donc plus de 200 fr par hectare pour payer la fumure (très faible) qu'il emploie et les frais généraux.

Si aux États-Unis les façons à la machine coûtent moins cher qu'en Europe, les façons à la main coûtent à peu près deux fois plus cher. Cela est dû à la rareté de la main-d'œuvre agricole aux États-Unis et aux salaires alors très élevés que réclament les ouvriers.

On fait venir aux États-Unis pour la culture de la betterave des ouvriers étrangers (Russes, Allemands, Polonais, Japonais, Hongrois, Belges, etc.). Souvent ce sont les fabriques de sucre qui fournissent aux cultivateurs de betteraves les ouvriers nécessaires; d'un modèle de contrat de main-d'œuvre passé entre une fabrique de sucre et des planteurs (région du lac Michigan) que cite M. Saillard, nous extrayons les observations suivantes :

« La Compagnie sucrière est autorisée à retenir sur la somme qui doit être payée au cultivateur, pour les betteraves livrées, 21 dollars par acre (soit 262,50 fr par hectare), qui se répartissent comme suit :

1 dollar par acre (soit 12,50 fr par hectare) à la Compagnie sucrière pour les dépenses faites par elle, en vue de trouver des ouvriers et de les transporter, eux et leur famille, à la gare la plus proche de la ferme ;

6 dollars par acre (soit 75 fr par hectare) pour le placement et le démariage ;

3 dollars par acre (soit 37,50 fr par hectare) pour le premier binage ;

2 dollars par acre (soit 25 fr par hectare) pour le second binage ;

9 dollars par acre (soit 112,50 fr par hectare) pour l'arrachage. »

Voici, du reste, quelques-unes des conclusions du rapport de M. Saillard, en ce qui concerne précisément la culture de la betterave à sucre aux États-Unis.

« Malgré le prix de la main-d'œuvre (deux fois plus élevé qu'en France), l'hectare de

betteraves coûte moins cher au cultivateur américain qu'au cultivateur français. Cela tient à plusieurs causes, dont voici les principales :

a) Terres « neuves » qui n'exigent que peu ou point d'engrais chimiques et qui peuvent, avec un peu de fumier, produire de la betterave plusieurs années consécutives, sans qu'il en résulte une diminution sensible des rendements. Cet avantage diminuera peu à peu pour les terres à betteraves actuelles; mais celles-ci peuvent être remplacées par d'autres plus « neuves » pendant de longues années;

b) Terres plus faciles à travailler; frais généraux moindres;

c) Valeur peu importante attribuée au fumier, peut-être à cause de l'état de prospérité de l'élevage, de l'industrie laitière, etc., etc. Tous frais déduits, y compris la valeur locative de la terre, mais non compris la valeur du fumier, il reste souvent au cultivateur américain plus de 200 francs par hectare...

« Le prix de la tonne de betteraves, rendue usine, coûte à peu près le même prix qu'en France, et souvent un peu plus cher (environ 25 fr la tonne de 906 kg à 44/16 p. 100 de sucre); mais abstraction faite des droits, le prix du sucre est plus élevé aux États-Unis qu'en France. Il y a souvent une différence de 15 à 16 fr entre le prix du roux aux États-Unis et le prix du roux en France à égalité de titrage.

« Entre les recettes et le prix payé au cultivateur, par tonne de betteraves, il y a une différence qui dépasse souvent 30 à 34 fr.

« En résumé, conclut M. E. Saillard, l'industrie du sucre de betterave aux États-Unis est dans une situation très prospère. Sans doute cette prospérité est due, pour une bonne part, aux droits de douane qui la protègent contre les sucres étrangers; mais il faut dire aussi que les fabricants américains, avec leur esprit d'initiative et d'entreprise, ont été un gros élément de succès (1). Il y avait là-bas de grosses difficultés à vaincre : pénurie de main-d'œuvre, manque de pluie, etc.

« Au point de vue des procédés de fabrication, l'Europe a été d'un grand secours pour les États-Unis. Les fabricants européens ont eu à créer l'industrie elle-même, et ils ont porté les procédés de travail à un grand état de perfection; de la petite industrie du début ils ont fait une grande industrie possédant de grandes usines. Les fabricants américains ont trouvé un utile enseignement qu'ils ont su adapter à leur milieu.

« On a créé aux États-Unis de nombreuses stations expérimentales qui étudient tout ce qui a trait à la culture de la betterave et à l'industrie sucrière elle-même; beaucoup de fabriques possèdent des laboratoires fort bien outillés; l'industrie mécanique tourne aussi ses efforts du côté de l'industrie sucrière : c'est dire que les États-Unis apporteront une contribution de plus en plus large aux progrès chimiques et industriels de la sucrerie. »

La culture de la betterave, et la vie chère. — Comme nous le rappelions au début de cette note, la prospérité de l'industrie du sucre de betteraves aux États-Unis tient pour beaucoup au droit de douane qui frappe l'entrée des sucres étrangers; or la

(1) Pour diminuer la main-d'œuvre employée au déchargement des betteraves, certaines fabriques ont recours soit à des estacades ou ponts en bois, soit à des palans qui permettent d'incliner les voitures et de faire tomber les betteraves. M. Saillard donne la description de ces installations en l'accompagnant de croquis.

suppression de ces droits de douane est maintenant pendante devant le Sénat qui a fait une grande enquête sur l'industrie sucrière indigène. Le *Journal des fabricants de sucre* de M. Georges Dureau a consacré une série d'articles des plus intéressants à l'étude de la revision du tarif des États-Unis et, dans son numéro du 26 mars 1913, il a précisément analysé la déposition qu'a faite M. Trueman G. Palmer, secrétaire de l'industrie du sucre de betteraves des États-Unis, pour défendre la betterave. Cette déposition contient des observations souvent faites en Europe mais qu'il est curieux de retrouver aux États-Unis.

Les adversaires de la suppression des droits de douane invoquent le coût trop élevé du sucre aux États-Unis ; ils veulent lutter contre la « vie chère ». M. Palmer leur répond : que la véritable cause du renchérissement de la vie a été la méconnaissance des principes agronomiques fondamentaux, la conséquence du système de culture suivi. À l'inverse de l'agriculture des principales nations européennes, la culture américaine ignore le système de l'alternance des récoltes. Les États-Unis, avec leurs sols vierges les plus riches, leur climat excellent, leur outillage perfectionné, leurs fermiers si intelligents et si actifs, leur science agronomique et leur Département de l'Agriculture organisé d'une façon sans égale, devraient obtenir des rendements par acre moitié plus élevés qu'en Europe, c'est tout le contraire, et dès lors le prix des produits alimentaires est devenu anormalement élevé aux États-Unis.

Que l'on se souvienne donc que c'est la culture de la betterave qui a donné à l'agriculture européenne le moyen de doubler et de quadrupler le rendement par acre des céréales, et de doubler la capacité des fermes en ce qui touche le bétail.

Que l'on sache qu'aux États-Unis mêmes, dans les régions où la culture de la betterave à sucre a été introduite, les conséquences ont été aussi favorables, pour l'augmentation des rendements. Le consommateur ne saurait donc être assez aveugle à l'endroit de ses propres intérêts pour ne pas voir qu'il y a un avantage matériel direct à ce que subsiste une industrie capable de contribuer à l'accroissement du rendement des champs ce qui doit entraîner naturellement une diminution du prix des céréales et du bétail, et M. Palmer a conclu sa déposition devant la Commission d'enquête en ces termes :

« Me basant sur une étude minutieuse de cette importante question économique, je déclare aux membres de cet honorable Comité que, plus élevé sera le droit sur le sucre, dans les limites raisonnables, plus vous diminuerez le coût de la vie. Dans nombre de localités, — dans une douzaine d'États, — des milliers de fermiers sont à cette heure désireux de s'engager dans la culture de la betterave à sucre et d'améliorer par là le rendement de leurs champs ; mais en présence de l'attitude actuelle du Congrès touchant les droits d'entrée sur le sucre étranger, nul capital n'est obtainable pour l'érection de fabriques de sucre. Fixez le droit sur le sucre brut à 2 cents par livre (22,86 fr par 100 kg), ou maintenez le droit au taux actuel, donnez aux capitalistes l'assurance que le parti favorable à un tarif réduit, reconnaît l'importance de cette grosse question économique, et non seulement vous aurez dans dix ans du sucre à meilleur marché que ce pays ait jamais pu le produire, mais vous aurez ainsi abaissé le coût des produits alimentaires dans une plus large mesure que ne pourrait le faire par un moyen quelconque le Congrès (1). »

(1) *Journal des fabricants de sucre*, 26 mars 1913.

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Association d'étudiants et d'industriels. — Études sur l'oxydation.

Composés minéraux. — Sur la synthèse de l'acide nitrique. — Liants hydrauliques.

Métaux et métallurgie. — Dissolvants du cuivre et du nickel sans action sur le fer. — Rouille des tuyaux de chauffage en fer. — Alliages non corrodables.

Hydrocarbures, Essences, etc. — Un nouveau procédé de raffinage du pétrole. — Huiles essentielles; essences de térébenthine, d'aiguilles de pin, de citron, de girofles.

Résines, Vernis, Peintures. — Peinture au coaltar et à la chaux vive. — Une généralité de la vulcanisation des caoutchoucs. — État actuel de la question du caoutchouc synthétique.

Cuirs et peaux. — Sur la teinture des cuirs. — Sur la fermentation de l'acide tannique.

Autres composés organiques. — L'acide méthanal-sulfureux. — Les alcaloïdes de l'ipécacuanha. — Les constituants des houblons.

Chimie analytique. — Dosage de l'arsenic. — Méthode rapide pour déterminer le phénol.

Associations d'industriels et d'étudiants. — L'université du Kansas aux États-Unis donne, depuis quelques années, un magnifique exemple de collaboration entre les industriels et les étudiants. Sous l'inspiration d'un de ses professeurs, M. R. K. Duncan, qui communiqua ses idées dès 1906 au Congrès international de Chimie appliquée, à Rome, des accords sont établis entre industriels et étudiants, accords par lesquels les étudiants sont chargés de faire des recherches pour les industriels et d'étudier pour eux une question donnée.

N'est-ce pas le meilleur moyen de faire collaborer étroitement ensemble la science et l'industrie ? au plus grand avantage de la science, qui y trouve l'occasion de prouver sa puissance d'applications ; de l'industriel, à qui la modalité est fournie de faire résoudre les problèmes qui le préoccupent ; de l'étudiant, qui recueille des ressources lui permettant de poursuivre ses études ; du public tout entier, car les accords conclus sous les auspices des universités réservent pour celles-ci le droit de publier après trois ans les résultats obtenus.

Un mémoire de M. KENNEDY (*Journal of the Franklin Institute*, 1913, p. 43-59), intitulé : « Industrial Fellowships; five Years of an educational industrial Experiment », expose, avec détails, le fonctionnement de cette originale et intéressante institution. L'université du Kansas, où elle a été établie d'abord, l'a considérée comme digne d'un tel intérêt qu'elle en a fait un département autonome, sous le titre de « Institute of Research, » et qu'elle a construit pour son usage exclusif une dizaine de laboratoires. Une succursale a été établie à Pittsburgh.

Rien ne montre mieux la vitalité de cet institut que la liste des accords intervenus. Voici les quatre premiers.

1° *Blanchissage* (29 janvier 1907). Subvention annuelle de 2 500 fr pendant deux ans; 1 étudiant. Terminé, et allocation de 10 p. 100 des bénéfices nets.

2° *Diastases*. Subvention de 2 500 fr pendant deux ans, continuée une troisième année. 1 étudiant. Terminé, et allocation de 10 p. 100 des bénéfices bruts.

3° *Pain*. Subvention de 2 500 fr pendant deux ans. 1 étudiant. Terminé, et allocation supplémentaire.

4° *Caséine*. Subvention de 2 500 fr pendant deux ans. 1 étudiant. Terminé, et allocation de 10 p. 100 des bénéfices nets.

Le pétrole, les ciments, les verres, les vernis, les émaux, le borax, l'ivoire végétal, la gilsonite, le durcissement des graisses, le lissage du cuir, le cuivre, la boulangerie, la fumivorité (60 000 fr pendant deux ans, 12 étudiants), les défauts des verres, la gélatine, les savons, les matériaux de construction, le gaz naturel, la décoloration des huiles, l'action des courants à haute tension sur les réactions chimiques, la production de dépôts métalliques sur les métaux, ont déjà fait l'objet de contrats dont les subventions annuelles montent jusqu'à 75 000 fr pour un seul contrat et qui occupent un nombre variable d'étudiants.

Une institution de ce genre ne mérite-t-elle pas tous les éloges?

Études sur l'oxydation. — D'après MM. H. E. ARMSTRONG et R. T. COLGATE (*J. of the Society of chemical Industry*, 30 avril 1913, p. 391-397), dans toute oxydation, qu'elle s'effectue avec l'oxygène gazeux ou avec un autre agent oxydant, la réaction se passe dans un système où l'agent oxydant et le corps oxydé sont liés par un électrolyte, et uniquement si un système semblable se forme. La quantité d'électrolyte formée peut d'ailleurs être extrêmement minime.

Pour ces auteurs, l'oxydation de l'hydrogène se fait, nécessairement au début, avec formation de peroxyde d'hydrogène, lequel par la suite sert d'agent oxydant ou bien est décomposé. On obtient une forte proportion de peroxyde par l'action de la décharge silencieuse dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène refroidis par l'air liquide.

Fischer et O. Priess ont montré que l'électrolyse de l'acide sulfurique dilué donne à la cathode presque uniquement du peroxyde d'hydrogène, si l'on opère en présence d'oxygène comprimé à 100 atmosphères.

Il se produit du peroxyde d'hydrogène dans la dissolution du zinc et du cadmium en présence d'oxygène; la dissolution de l'aluminium en produit également, si l'on emploie l'amalgame d'aluminium.

Lorsqu'on oxyde le blanc d'indigo et l'hydrozobenzène, il se forme une molécule de peroxyde d'hydrogène pour chaque molécule de blanc d'indigo ou d'hydrozobenzène oxydée. Dans ce cas, il n'y a pas d'action directe de l'hydrogène et de l'oxygène et l'oxygène joue le rôle de dépolarisant, chaque molécule d'oxygène servant à oxyder la molécule d'hydrogène qui se trouve dans le circuit de l'électrolyte.

Les phénomènes de dissolution et de passivité des métaux s'expliquent par la for-

mation de sels peroxydés, qui protègent le métal. C'est ainsi que l'addition de peroxyde d'hydrogène à l'acide sulfurique étendu retarde la dissolution du cuivre. Avec les cuivres ordinaires, sur une plaque plongée dans une solution d'acide sulfurique à 20 p. 100 additionnée de peroxyde d'hydrogène, il se forme un dépôt noir; si on lave la plaque ainsi noircie et qu'on la plonge dans une solution de peroxyde d'hydrogène, le dépôt noir disparaît et la plaque prend une teinte bronzée. Si on la plonge dans l'acide après l'avoir lavée, cette coloration disparaît et un peu de cuivre se dissout, la solution contient du peroxyde d'hydrogène.]

Si on remplace le cuivre par le fer, il se forme, dans l'acide étendu et mêlé de peroxyde d'hydrogène, un dépôt noir, à condition que la proportion de peroxyde ne soit pas trop élevée. Si, après lavage, on plonge la plaque dans une solution de peroxyde, il se forme de la rouille et il se dégage de l'oxygène.

Si l'on fait passer un courant, entre une cathode de platine et une anode de fer plongées dans l'acide sulfurique, la lame de fer se couvre d'un dépôt noir; puis celui-ci disparaît et des bulles de gaz se dégagent à la surface. Quand le dépôt semble dissous, le fer ne se dissout plus et il se dégage de l'oxygène tant que le courant passe.

L'interruption du courant pendant quelques secondes fait disparaître la passivité.

Les agents oxydants agissent comme l'oxygène V. Meyer a observé qu'en agitant de l'hydrogène ou du protoxyde de carbone avec du permanganate de potasse acidifié, le gaz est oxydé et il se dégage un volume d'oxygène égal à la moitié du volume de gaz absorbé; mais si on emploie du permanganate en solution neutre ou alcaline il n'y a pas de dégagement d'oxygène.

En conclusion, dans toute oxydation, la réaction entre le combustible et le comburant n'est possible qu'en présence d'une électrolyte; il n'y a pas combinaison directe et immédiate entre les deux corps, mais l'oxygène agit comme dépolarisant. Le peroxyde d'hydrogène est très souvent un des premiers produits de ces réactions; on ne sait encore s'il se forme toujours. D'ordinaire, le peroxyde d'hydrogène formé est détruit immédiatement, ce qui fait que souvent on ne peut le déceler.

Mais il a été souvent isolé et les méthodes qui ont permis d'y arriver démontrent qu'on ne peut en prouver la présence que dans des conditions particulièrement favorables.

Les particularités des réactions des anodes métalliques en présence d'acides avec peroxyde d'hydrogène prouvent que les peroxydes métalliques peu stables ont un rôle très important, et il est à supposer que des recherches dirigées vers l'étude de ces composés élucideront les phénomènes de passivité et les changements observés dans la dissolution des métaux.

Sur la synthèse de l'acide nitrique. — Dans sa *Bibliographie industrielle*, M. JULES GARÇON observe que les recherches bibliographiques amènent quelquefois la trouvaille de véritables joyaux, ou le signalement de documents inconnus ou oubliés. Entre plusieurs indications, il cite celle d'un brevet français pris le 15 mars 1839 par M. P. Gerle, pour préparer du papier transparent au moyen de l'acide sulfurique et qui semble une réelle antériorité de la découverte du papier parchemin. La préparation de celui-ci a été brevetée en 1858 par John Mercer, à la suite d'études poursuivies avec R. Hargreaves.

Dans un ordre d'idées analogue, au sujet de la synthèse industrielle de l'acide

nitrique, M. CAMILLE MATIGNON, professeur au Collège de France, signale un brevet pris en Angleterre le 12 avril 1859 par une Française, M^{me} Louise Lefebvre, de Paris, pour des perfectionnements dans la fabrication de l'acide nitrique (*Revue scientifique* du 22 mars 1913, p. 360-361. Cf p. 264). Cette invention se rapporte à la production de l'acide nitrique ou de ses sels par la combinaison des éléments de l'air atmosphérique au moyen d'électricité statique et dynamique.

M. Matignon dégage plusieurs remarques importantes de la lecture de ce brevet.

Pour produire les étincelles, M^{me} Lefebvre recommande déjà l'emploi d'un appareil d'induction. Il est vrai que Böttger dès 1843, puis Frémy, Becquerel, Masson, Morren avaient déjà montré que le rôle chimique de l'étincelle d'induction était le même que celui de l'étincelle des machines statiques, mais c'est seulement quelques années plus tard, en 1861, que Perrot, dans une étude comparative des plus importantes entre les deux étincelles, devait établir nettement la supériorité de l'étincelle d'induction sur la seconde et montrer ensuite que, pour une même quantité d'électricité consommée, les longues étincelles sont plus actives que les courtes étincelles.

M^{me} Lefebvre signale aussi l'introduction de l'oxygène afin de rendre l'opération plus économique et plus rémunératrice; aujourd'hui les avantages que procure l'emploi d'un air sur-oxygéné sont bien connus, mais là encore M^{me} Lefebvre a été une initiatrice de la première heure, car l'utilisation d'un air enrichi n'est pas encore passée dans la pratique; il est probable d'ailleurs qu'un tel mélange s'imposera bientôt dans l'industrie de l'acide azotique.

Enfin, l'auteur du brevet appelle l'attention sur un fait important. L'acide nitrique ainsi préparé sera un produit pur; neutralisé par les bases, il fournira des nitrates purs. Or cette propriété est vraiment, au point de vue pratique, la qualité dominante des produits nitriques de synthèse. Les matières azotées préparées en Norvège sont particulièrement recherchées, à cause de leur pureté, par toutes les usines chimiques qui préparent les cotons nitriques, la nitroglycérine et la dynamite, les différents corps nitrés aromatiques, les matières colorantes azoïques, etc.

Il m'a paru utile de rappeler les mérites scientifiques de cette Française, qui n'eut qu'un tort, celui de trop devancer son époque. Ses projets ne pouvaient entrer dans la période de réalisation qu'avec une énergie électrique produite à bon marché.

Plus de mille brevets, ayant pour objet la synthèse de l'acide azotique, ont été accordés dans ces dix dernières années; ils attestent la justesse des vues de M^{me} Lefebvre.

Liants hydrauliques. — Le capitaine du génie GIRARD nous a parlé en 1911, (voir les Notes de Chimie, Bulletin de novembre 1911, p. 336) des chaux employées sur les chantiers et des principes qui peuvent servir, en dehors de prescriptions bien insuffisantes, à caractériser un produit de bonne qualité. Aujourd'hui, il passe en revue la classe des liants hydrauliques (*Revue du Génie militaire*, mai 1913, p. 389-409). Nous empruntons à cette revue quelques extraits.

M. Girard commence par renvoyer à ce que disait M. H. Le Chatelier dans la *Revue de Métallurgie* d'octobre 1907 de l'industrie des ciments et des chaux hydrauliques devant les consommateurs. « A un nom déterminé ne correspond pas une qualité déterminée. » M. Girard se propose de classer les produits qui se trouvent dans le commerce (1).

(1) Le ciment lent est fourni par l'État sous la rubrique « ciment administratif ». Le *ciment Portland* désigne tantôt le ciment artificiel de la région boulonnaise, tantôt le ciment à prise lente. Le ciment artificiel désigne parfois les simples mélanges après cuisson.

Les usines qui fabriquent les ciments et les chaux hydrauliques, ou bien cuisent un mélange préparé avec des éléments crus, ou bien cuisent la pierre naturelle, ou bien procèdent des deux façons. Aux dernières, il ne faut commander que des produits préparés par voie de mélange avant cuisson.

Dans la première façon, la base est le dosage des matières crues, en vue d'obtenir des silicates et des aluminates définis. Les produits offrent donc une plus grande sécurité, puisqu'ils peuvent répondre à la formule théorique de la fabrication du ciment : $\text{SiO}_2 + 3\text{CaO} + x(\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO}) + 9\text{CO}_2 + \text{Aq}$, Ciment théorique de Newberry $\text{SiO}_2 + 3\text{CaO} + x(\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO})$.

Malheureusement, dit M. Girard, « le fabricant de ciments, préparant ses mélanges avec toute la sécurité chimique et mécanique désirable, cuisant suivant les procédés les plus modernes au four rotatif, broyant ses klinkers à une grande finesse avec les moulins à boulet et les tubes à grand rendement, s'est vite aperçu qu'il était très au-dessus de la demande des cahiers des charges ou du commerce. On a trouvé suffisant de demander un résidu inférieur à 10 p. 100 sur tamis de 900 mailles, alors que ces résidus sont pratiquement inertes et que par conséquent l'on pourrait les remplacer par des matières moins chères, du sable par exemple. De même, on se contente d'une résistance à la traction de 7 à 8 kg au mortier 1 ciment pour 3 sable, à sept jours, alors que l'on devrait demander 15 kg au minimum. Bien plus, n'admet-on pas aujourd'hui qu'une faible addition de plâtre, faite au ciment à la mouture, ne peut qu'être favorable? Il y a dix ans, elle était regardée comme une fraude. Le laitier de haut fourneau, soit granulé, soit fondu, ne se glisse-t-il pas dans la fabrication des liants hydrauliques? Certaines usines n'ajoutent-elles pas régulièrement à la mouture un ou deux sacs de chaux par wagonnet de klinkers pour diminuer le prix de revient? Aux additions plus ou moins dangereuses de matières colorantes, de charbon, d'argiles, de sables, de cendres, de pierres à chaux pulvérisées, de schistes, de trass, de scories de débris de fours, le fabricant ajoute les incuits, les à-coups de fabrication, etc., qui passent dans la seconde qualité.

Les additions de laitiers de haut fourneau sont-elles nuisibles? D'après M. Girard, le laitier granulé basique a seul une valeur hydraulique et peut être utile parce qu'il sature un excès de chaux, mais les sulfures qu'il renferme toujours en quantité notable tachent les enduits. Le Gouvernement prussien admet sur le pied d'égalité le ciment Portland préparé artificiellement et le *Portland de fer* à 7 klinkers et 3 laitier granulé. L'Allemagne emploie beaucoup aussi le *laitier portland* à 2-1 klinkers et 8-9 laitier. Enfin, on fabrique un ciment où l'alumine est remplacée par l'oxyde de fer. Les manœuvres des Allemands aux Congrès de Copenhague et de New York de l'Association internationale des essais des matériaux ne sont pas parvenues à faire tomber l'essai Le Chatelier qui les gêne beaucoup, parce que, remarque M. Girard, ils se préoccupent assez peu de la bonne composition des mélanges crus et de la bonne cuisson.

Les produits des usines de la première catégorie, en général, se rapprochent sensiblement du ciment théorique, mélange de silicates et d'aluminates avec un peu de chaux libre.

M. Girard veut qu'on leur demande de subir l'épreuve Le Chatelier, c'est-à-dire : de donner au plus 5 mm d'écartement des aiguilles ; de laisser au plus 15 p. 100 de leur poids au tamis de 4900 mailles au centimètre carré, toile n° 200 ; enfin de donner au moins 15 kg/cm² à la traction à sept jours de durcissement, en mortier 1/3

Dans la seconde façon, cuisson des pierres de carrière, nous avons une matière première très variable. Lorsqu'on cuit un calcaire argileux, l'eau non combinée est expulsée jusqu'à 120°; de 120° à 600°, l'argile se déshydrate; entre 800° et 900°, l'acide carbonique se dégage, et la chaux vive se forme; enfin celle-ci réagissant avec les éléments des argiles, il se forme des aluminates, des silicates, des ferrites. Si la chaux est en excès, on a un silicate tricalcique, des aluminates et de la chaux; et si la cuisson n'a pas été trop poussée, la chaux pourra s'éteindre, et l'on a une chaux hydraulique, simple mélange d'hydrate de calcium et de ciment. Si le calcaire renferme 21 p. 100 d'argile, uniformément répartie et que la cuisson atteigne 1 600°, on a le ciment véritable sans chaux libre. Si la pierre à chaux renferme plus de 21 p. 100 d'argile, une faible cuisson donne des aluminates à prise rapide; une cuisson plus prononcée donne des silico-aluminates à prise lente. Un aspect jaunâtre indique le ciment hydraulique et le ciment rapide; un aspect vert foncé le ciment demi-lent et lent; la vitrification, une matière pouzzolanique ou inerte.

Il faut tenir compte en outre des différences de températures qui existent dans le four, des cendres du combustible riches en silice et en alumine, d'où proviennent les grappiers qui ne s'éteignent pas.

Un calcaire contenant moins de 20 p. 100 d'argile fournira, par épurations successives, de la chaux légère ou fleur de chaux, de la chaux lourde, du ciment blanc, du ciment gris. Un calcaire renfermant de 20 à 25 p. 100 donnera, par une simple sélection, de la chaux lourde et un petit ciment, et, par broyage du tout-venant, une chaux ou un ciment. Une pierre à ciment renfermant plus de 25 p. 100 d'argile donnera, par cuisson modérée, une série de combinaisons ébauchées, par cuisson plus forte un ciment demi-lent à résistance réduite, ce qui amène à ajouter du plâtre pour régulariser la prise, ou à ajouter un ciment de grappiers; etc. Tous ces ciments se définiront uniquement par la résistance mécanique.

Les ciments prompts sont employés en faible quantité. On les réalise en gâchant un ciment lent avec une solution concentrée de chlorure de calcium à 300 gr par litre; la prise devient très rapide et le durcissement considérable. Il faut employer le ciment frais, et attendre pour immerger vingt-quatre heures après la prise. Le chlorure de calcium du commerce ne contient que 75 p. 100 de sel anhydre.

Les ciments fulminants ou extra-rapides ne sont pas à recommander.

Quelques mots, pour finir, sur le *ciment de laitier*. La *chaux laitière* est obtenue par simple addition d'un peu de laitier à une chaux médiocre pour lui donner de l'hydraulicité. Le ciment de laitier, bien plus intéressant, a pris naissance à la Forge de Choindex, en Suisse, vers 1880; il s'est développé en Allemagne; puis en France d'une façon considérable, tandis qu'en Allemagne il a décliné et tend à disparaître devant le portland de fer et le laitier portland. Le ciment de laitier se fabrique très simplement en mélangeant à froid 3 à 4 de chaux grasse ou hydraulique à 7 à 6 de laitier séché. On broie finement de manière à laisser au plus 12 p. 100 sur le tamis de 4 900 mailles. Le produit est variable; un bon ciment de laitier peut être excellent; les qualités médiocres peuvent être inférieures à une bonne chaux hydraulique. Il faut noter que la prise pouzzolanique du ciment de laitier étant différente de la prise hydraulique, le produit peut supporter l'épreuve Le Chatelier tout en contenant de la chaux non éteinte, c'est-à-dire une matière dangereuse; il faut donc compléter la première épreuve par celle de l'immersion de la galette dans l'eau. Le ciment de laitier

se conserve mal à l'air, mais il convient dans les travaux souterrains et dans ceux exposés à des infiltrations. Les métropolitains de Paris en font un grand emploi.

Dissolvants du cuivre et du nickel sans action sur le fer. — Quelles sont les substances qui peuvent dissoudre le cuivre et le nickel, sans agir sur le fer?

Le problème s'est posé à la suite de l'encrassement des canons de fusil rayés par les enveloppes en cuivre-nickel des balles.

M. W. HODGKINSON (*J. of the S. of chemical Industry*, 31 mai 1913, p. 519-520), après avoir pensé à l'ammoniaque, essaya la solution ammoniacale de la formamide ; mais comme l'ammoniaque, cette solution n'agit qu'en présence de l'air. Une action plus prompte s'obtient si l'on emploie des oxydes : nitrate, permanganate, persulfate, chromate, les peroxydes, l'acide picrique, le nitrophénol en union avec la susdite solution. Toutes les amides solubles sont de bons dissolvants du cuivre dans ces conditions.

Au cours de ses expériences, M. Hodgkinson a noté que l'azotate d'ammonium, à l'état de dissolution comme à l'état fondu, exerce une action dissolvante très marquée sur plusieurs métaux. Dans la solution saturée d'azotate d'ammonium, le zinc, le cadmium, le magnésium se dissolvent à la température ordinaire ; le cuivre, le nickel, le cobalt ne sont attaqués que lentement ; le fer, l'aluminium, l'étain, le plomb, le bismuth, l'argent et le mercure ne sont guère attaqués. Dans l'azotate d'ammonium fondu à 160°-165°, le cadmium, le cuivre, le cobalt, le nickel se dissolvent, et la réaction est violente, si le métal se trouve divisé ou si la température est portée vers 180°.

Il y a dégagement d'une petite quantité d'ammoniaque. Puis, il se forme du nitrite ; enfin, il peut y avoir dégagement d'azote, si l'on chauffe la solution du nitrate en présence du métal, ou la solution du nitrite.

Lorsqu'on ne chauffe pas, les produits finaux de la réaction sont le nitrite du métal, du nitrate, et peut-être un sel double du type : $\text{HNO}_3, \text{NH}_3, \text{Zn. NH}_3, \text{NO}^2\text{H}$. L'acide nitrique et l'acide nitreux existent en quantités équivalentes.

Tous les composés obtenus dans l'action de la solution de nitrate d'ammonium sur les métaux absorbent rapidement l'acide carbonique de l'air.

Cette solution peut servir à doser le zinc du fer galvanisé.

Les nitrates d'aniline, de toluidine, et des bases analogues réagissent d'une façon analogue, surtout à l'égard du zinc.

A priori, il semblait probable que le nitrate d'hydrazine pouvait être encore plus actif et qu'il donnerait des acides comme sous-produits.

Le nitrate d'hydrazine fond sans se décomposer à 70°, et l'on peut le garder fondu à 100°. Vers 200°, dans le vide, il se décompose entièrement en fournissant de l'azote, du bioxyde d'azote et de l'eau, suivant l'équation : $2\text{NH}_2, \text{NH}_2, \text{NO}^2\text{H} = 3\text{N} + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$. Si on le chauffe en vase clos, il explose avec violence ; à la pression ordinaire, il se contente de brûler rapidement. Le contact des oxydants : permanganates, chromates, oxydes, cause son inflammation.

Le nitrate d'hydrazine en solution aqueuse n'agit guère sur les métaux, mais le sel

fondus est encore plus actif que le nitrate d'ammonium. Le zinc et le cuivre entraînent une décomposition avec flammes, à des températures peu supérieures au point de fusion 70°. Le nickel et le cobalt se décomposent aussi.

Les carbures de ces métaux ne sont pas attaqués par le nitrate d'hydrazine ; les azotures sont transformés en oxydes.

Rouille des tuyaux de chauffage en fer. — Les gaz qui se trouvent dissous dans l'eau ont une grande influence sur la durée des tuyaux en fer et en acier (voir *Engineering News*, 1941). Si l'on élimine l'oxygène dissous, la corrosion intérieure des tuyaux diminue dans une proportion très forte. M. F. N. SPELLER (*Engineering News*, 1943, p. 294) déclare, à ce sujet, que des tuyaux en même métal peuvent durer dix fois plus longtemps, c'est-à-dire cinquante ans au lieu de cinq à six ans, si l'on fait circuler de l'eau dépouillée d'oxygène ou si l'on opère la circulation en système fermé. Il y a là le principe d'une méthode pour prolonger la durée des conduites de circulation d'eau chaude.

Pour atteindre ce résultat, par exemple dans une installation de chauffage central à l'eau chaude, il faut que les tubes d'ascension possèdent à leur sommet, à la partie supérieure de l'édifice, un séparateur d'air, qui enlève la plus grande partie de l'air dissous.

Alliages non corrodables. — Au cours de recherches sur l'influence que des additions de cobalt peuvent exercer, M. G. R. GRIMSHAW (*Institute of Metals*) a trouvé qu'un alliage à 40 cobalt et 59 étain montre une résistance très grande aux acides, même au mélange acide nitrique et chlorures.

Cet alliage est si fragile qu'on ne peut guère le travailler. Mais on peut le dissoudre dans le cuivre, et il communique à celui-ci sa grande résistance aux acides. Par exemple, les alliages renfermant 80 à 95 p. 100 de cuivre et 20 à 5 p. 100 de l'alliage cobalt-étain à 2/3, peuvent être travaillés sans difficulté, être tournés, forés, forgés, et possèdent une grande résistance aux acides. Cette résistance est telle que l'acide nitrique étendu aurait besoin de cinq à sept ans pour enlever une couche de 1 mm, même en supposant que l'action corrosive conserve tout le temps son énergie maximum.

La préparation de ces alliages se fait au mieux en préparant d'abord l'alliage cobalt-étain et en dissolvant ensuite l'alliage dans le cuivre.

Un nouveau procédé de raffinage du pétrole. — Le raffinage des pétroles bruts et des naphthes en vue d'obtenir des huiles lampantes se fait généralement, après distillation, par un traitement aux acides et aux alcalis. L'anhydride sulfureux liquide, qui a déjà reçu de si importantes et de si nombreuses applications, vient d'en recevoir une nouvelle dans ce raffinage, et le procédé Edeleann, basé sur l'emploi de l'anhydride sulfureux, a fait l'objet de recherches très développées ; le spécialiste M. C. ENGLER les expose dans la *Zeitschrift für angewandte Chemie* (4 avril 1943, p. 177-181).

Après le raffinage à l'acide sulfurique, suivi d'un lavage soigné et d'une neutrali-

sation à l'alcali, les distillats des pétroles renferment encore, en dehors des hydrocarbures paraffines et naphthènes, qui brûlent avec une flamme blanche et claire, une certaine proportion d'hydrocarbures non saturés, oléfines et carbures benzéniques, qui brûlent avec une flamme jaune et fuligineuse. Les proportions relatives de ces deux classes d'hydrocarbures dépendent de l'origine du pétrole. Certains pétroles sont suffisamment raffinés par un traitement à l'acide sulfurique; mais d'autres ne le sont pas. C'est pour ces derniers surtout que M. Engler recommande le procédé Edeleanu.

Ce procédé repose sur l'action dissolvante que l'anhydride sulfureux liquide exerce sur un grand nombre de corps, et par exemple sur les hydrocarbures riches en carbone préférablement aux hydrocarbures moins riches. Il consiste, en conséquence, à mélanger ce distillat de pétrole et l'anhydride sulfureux liquide; ce dernier se dissout lui-même en partie dans l'huile de pétrole, et donne lieu à la formation de deux couches, l'une inférieure qui est une dissolution d'hydrocarbures riches en carbone dans l'anhydride liquide, l'autre supérieure qui renferme les hydrocarbures non saturés et une proportion variable de l'anhydride.

Le traitement se fait au mieux vers -10° (brevet allemand 216 459). Le distillat du pétrole que l'on veut ainsi raffiner est séché d'abord au moyen d'un mélange de chlorure de calcium et de sel à 1 pour 4.

Le distillat séché est refroidi à -10° , et l'on pulvérise à sa surface un flot d'anhydride sulfureux liquide également refroidi à -10° ; les proportions ordinaires de distillat et d'anhydride sont de 1 à 1,3. On traite aisément, par appareil, 62 l par jour. On récupère ensuite l'acide sulfureux des deux couches.

Le distillat purifié se trouve à la partie supérieure; il est encore un peu jaunâtre. Si l'on veut un distillat incolore, on lui fera subir un traitement accessoire avec 0,5 p. 100 d'acide sulfurique.

La partie inférieure, ou extrait d'hydrocarbures saturés, ne convient plus à l'éclairage, car sa flamme est jaune et très fuligineuse.

M. Engler donne ensuite des détails sur les dispositifs des appareils et le coût du traitement. Il conclut que le procédé est mis au point, et qu'il offre les perspectives les plus intéressantes par le traitement, d'abord des pétroles roumains, galiciens, indiens, mais aussi de nombreux pétroles d'origine américaine ou russe.

Huiles essentielles. — Le bulletin semestriel de la maison Schimmel renferme, comme d'habitude, des données très intéressantes; quelques-unes sont reproduites ci-dessous.

Essences de térébenthine. — On emploie depuis longtemps l'essence de térébenthine récemment distillée, ou aussi l'essence dite ozonée, ainsi que le peroxyde d'hydrogène et le permanganate de potassium, comme antidotes dans les empoisonnements par le phosphore jaune. Bien qu'un grand nombre de savants aient fait, depuis un certain temps, des travaux analytiques sur la chimie et la toxicologie de ce sujet, les avis sur l'efficacité de cette essence dans les empoisonnements par le phosphore variaient au point de la rendre assez discutable. Certains auteurs estimaient que

l'essence de térébenthine agit en formant des produits d'oxydation du phosphore; d'autres pensaient qu'il ne saurait être question d'une action sur ce corps. Au dire de plusieurs chimistes, tels que MM. Minovici et Colson, l'action de cet antidote repose sur la production d'une combinaison spéciale et non toxique, d'un acide térébenthino-phosphoreux. Cette controverse a poussé M. E. Siegburg (*Biochem. Zeits.*, 1912, p. 280) à tenter d'élucider ces contradictions par une étude chimique de toxicologie expérimentale. Dans ce but, l'auteur a déterminé les conditions dans lesquelles cette combinaison se forme, puis sa formule brute établie par l'analyse, et il a recherché, par des expériences sur des animaux vivants, son action et ses caractères à l'égard de l'organisme.

Voici les conclusions de l'auteur :

1° L'essence de térébenthine et le phosphore forment, en dehors de l'organisme, une combinaison qui est, non pas un acide térébenthino-phosphoreux, mais un acide terpénol-hypophosphoreux.

2° Les sels de cet acide qui ont été analysés, c'est-à-dire ceux de sodium, de lithium, de baryum et de plomb, indiquent que c'est un acide monobasique.

3° Soumis à une légère oxydation, cet acide produit de l'acide terpénol-phosphorique.

4° L'acide terpénol-hypophosphoreux n'est pas toxique; il est éliminé à l'état d'acide terpénol-phosphorique.

5° Le produit résultant de l'action du phosphore sur le terpène est une combinaison analogue; le phosphore y est fixé directement sur l'hydrocarbure.

Les nombreux *succédanés* de l'essence de térébenthine sont divisés par M. Vèzes et M^{me} Pariselle en deux classes : ceux qui sont voisins du *white spirit*, enfin ceux qui sont retirés des bois résineux (*S. des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 20 juin 1912). La production de l'essence de térébenthine dite de bois a été étudiée d'une façon approfondie dans le Bulletin 109 du *Forest Service* des États-Unis.

D'après le Bulletin 119 du même service, on songerait à retirer de l'essence d'un nouveau pin, le Western pine.

L'essence d'aiguilles de pin de Sibérie est importée en grandes quantités par la maison Schimmel de Leipzig. Son horizon d'applications s'étend d'une année à l'autre, parce que son prix modique lui a procuré accès dans une multitude de produits techniques, tels que les désinfectants, les crèmes pour chaussures, les matières pour graissage, les essences de térébenthine artificielles, les vernis, etc. Le cours des affaires a malheureusement été rendu fort difficile par le gâchage des prix pratiqué dans certaines maisons. Il s'agissait généralement d'essence en consignment qu'on était forcé de placer à un prix praticable, mais dont une partie a été reconnue comme fortement « accommodée » avec de l'essence de pin.

L'essence de sapin blanc (Edeltannenöl) possède une odeur suave qui lui fait jouer un grand rôle dans la fabrication des liquides employés pour purifier l'air. La production est en diminution dans les districts forestiers de la Basse-Autriche.

Essence de citron. — L'augmentation du prix de l'essence de citron à fin 1912 et au début de 1913 a amené de réels désastres sur les marchés à terme, et subséquemment l'apparition de nombreuses fraudes.

Cette augmentation provient de ce que les 100 000 kg d'essence ancienne laissés en réserve en 1910 se sont trouvés réduits à 30 000 en fin 1911, et à 0 en fin 1912. La consommation de l'année courante ne peut donc compter que sur le produit de la fabrication en hiver 1912-1913. Et par une méprise des plus fâcheuses, des marchés à bas prix furent conclus qui dépassèrent la production et ne purent être exécutés. Le prix de l'essence passa de 16 fr en juin à 31,25 fr en décembre, à 40 fr à fin janvier.

Les essences fraudées ont pris un développement inouï. C'est l'essence de térébenthine qui est la base des fraudes les plus nombreuses. Le laboratoire de la maison Schimmel a trouvé également de l'alcool, de l'huile minérale, des terpènes.

Essence de girofle. — Il paraît qu'à Zanzibar la culture des girofliers pourrait produire de beaux bénéfices, mais elle est tombée tout entière entre les mains d'usuriers rapaces. Ce sont des Arabes qui cultivent les girofliers, ce sont surtout des Hindous qui font métier de prêteurs d'argent, d'après un article de M. H. Klein (dans la *Hamburgischer Fremdenblatt*). Plus de la moitié des Arabes sont obligés de s'adresser à l'usurier pour nettoyer les plantations, pour payer les ouvriers de la récolte; en sorte que la récolte est souvent vendue un an à l'avance, à un prix dérisoire, et les biens-fonds sont vendus à leur tour, par voie judiciaire, à des prix dérisoires, alors que les prêts d'argent se font à des taux exorbitants; le Gouvernement considère comme permis un taux allant jusqu'à 12 p. 100; personne ne prend ombrage d'un taux de 30 p. 100, et il atteint parfois 300 p. 100.

D'après le Bulletin semestriel de la maison Schimmel duquel sont tirées ces réflexions, « on peut s'étonner qu'il ne se trouve pas plus d'Européens pour tirer parti d'occasions d'acquérir des plantations à un prix avantageux, car on ne trouve nulle part des chances d'arriver aussi rapidement et économiquement à se procurer des plantations fertiles et rémunératrices ».

Peinture au coaltar et à la chaux vive. — D'après la *Revue du Génie militaire* (avril 1913, p. 368), la Chefferie du Génie de Brest a constaté la bonne tenue d'une peinture au coaltar et à la chaux vive sur les fers exposés à l'air salin.

Le mélange, dosé à raison de 1 l de chaux vive pour 10 l de coaltar, est chauffé jusqu'à ébullition dans une marmite de fonte, et la masse est triturée pendant l'ébullition. On applique la peinture chaude (40° à 50°) au moyen d'un pinceau emmanché permettant d'appuyer plus fortement, et par conséquent d'étendre la peinture en couche plus mince. Dans ces conditions, la durée de dessiccation est de deux jours au plus, par temps chaud ou vent un peu fort; cette peinture ne doit jamais être appliquée par temps pluvieux.

Le poids de peinture à employer par mètre carré est d'environ 200 gr et le prix de revient, main-d'œuvre comprise, est d'environ 1,07 fr par couche.

La peinture pour fers neufs est appliquée sur une première couche de minium; pour les fers anciens et déjà oxydés, il faut procéder d'abord au grattage et à l'application d'une couche de minium.

Le premier essai a été fait, à la fin de 1911, sur une porte métallique. Au bout

d'un an, aucune trace d'oxydation n'apparaissait, alors que la peinture ordinaire ne résiste guère plus de six mois à l'action oxydante de l'air salin.

À la suite de cet essai, de nombreuses applications ont été faites dans l'annexe de Quelern, sur grilles métalliques, lanterneaux de fer, appareils de manœuvre de pont-levis, etc.

Une généralité du procédé de vulcanisation des caoutchoucs. — On admet généralement, dans la vulcanisation des caoutchoucs, que la combinaison du soufre et du caoutchouc est sous la dépendance de la chaleur; que la vitesse de cette combinaison augmente un peu plus rapidement que l'accroissement de la température, et qu'elle décroît proportionnellement à la diminution de la température; que le degré de la vulcanisation réalisée à une température donnée complète exactement celle réalisée à une température plus basse.

M. AUG. O. BOUX remarque dans le numéro du 21 juin du *Scientific American Supplement* que la loi de la vitesse de la vulcanisation semble être restée peu connue jusqu'ici, tant des techniciens que des savants, et cependant c'est elle qui devrait aussi bien régler la conduite industrielle des premiers qu'inspirer les recherches des derniers.

La vulcanisation est régie, comme toutes les réactions chimiques, par la loi des vitesses. Ostwald a dit que la vitesse des réactions chimiques est, en moyenne, doublée par une élévation de température de 10 degrés (18 degrés Fahrenheit). Il s'ensuit qu'une réaction qui demande 15 minutes à la température de 10°, demandera 7,5 minutes à 20°; mais elle exigera onze jours à — 90° et une année entière à — 140°.

C'est à la lumière de ce principe que des expériences furent poursuivies avec une composition renfermant: para sec 2 parties, litharge 1 partie, craie 1, et soufre 3 p. 100 du mélange.

En opérant la vulcanisation par le procédé dit à l'air sec, on trouva que la vitesse de vulcanisation est diminuée de moitié, pour obtenir les mêmes résultats, par chaque augmentation des températures de 5,5 degrés et qu'elle est doublée par chaque décroissement de 5,5 degrés. Ceci entre 90° et 150°. Au-dessus de 150°, la variation des vitesses est différente. Au-dessous de 90°, une composition à 3 p. 100 de soufre ne semble pas se vulcaniser convenablement par le procédé à l'air; mais par les autres procédés, les résultats sont les mêmes jusqu'à 171°. Au-dessus de 150°, les variations de la vitesse ne suivent plus la même loi, quel que soit le procédé. Ce fait se rattache probablement à des modifications dans la constitution physique du soufre.

Entre 150° et 204°, la vitesse double pour chaque augmentation de 14 degrés. À 204°, la réaction ne demande plus que 3 secondes.

Fait curieux à noter, plus les prises ont attendu pour être essayées, plus la réaction se précipite. Spence et Young l'ont vérifié (*Colloid. Zeits.*, juillet, 1912).

Il résulte de ces essais qu'une composition pour caoutchouc se vulcanise à toutes les températures et que sa vulcanisation commence dès la composition faite. La vulcanisation se produit donc à toute température.

Une vulcanisation commencée à 43° s'est poursuivie pendant huit ans à la température ordinaire jusqu'à être complète. Les échantillons enrobés dans une masse de soufre et de litharge se vulcanisent le mieux; puis ceux enrobés dans un mélange de soufre, de litharge et de zinc, enfin ceux dans la fleur de soufre seule.

Du para pur, enrobé six mois dans du soufre, fut vulcanisé à 0,49 p. 100 de soufre combiné.

L'addition de litharge semble aider la dissociation du soufre en ses molécules. La fusion du soufre n'a aucune influence sur la vitesse de la vulcanisation; celle-ci dépend de la température, puisque la composition qui se vulcanise à 108° ne demandera que la moitié du temps à 114°,5, et le quart à 121°,5.

La vulcanisation de compositions bien faites peut être obtenue à toute température. A température suffisamment élevée, on peut la réaliser en un temps très court.

État actuel de la question du caoutchouc synthétique. — M. ALB. NEEF la pose comme il suit, à la suite d'une étude générale, dans le numéro de mai 1913 de la *Revue universelle des Mines*.

J'estime, dit-il, que les gommes synthétiques ne trouvent pas leurs semblables parmi les sortes qui occupent actuellement le marché. Elles présentent certains caractères qui en font une classe spéciale. Il faut ajouter que les multiples recettes pour l'obtention des caoutchoucs artificiels aboutissent à des produits fort variables.

Certains défauts semblent les caractériser tous :

1° *La lenteur de la vulcanisation.* — Cette lenteur est telle pour certains produits que quelques manufacturiers ont douté de la possibilité de leur réaction avec le soufre. Elle présente des irrégularités dangereuses, et ces variations constituent un défaut suffisant pour jeter le discrédit sur les produits synthétiques.

2° *La diminution de la solubilité.* — Les caoutchoucs naturels sont solubles dans le benzol, le naphle, le chloroforme, le sulfure de carbone, etc. Cette propriété reçoit, au cours de la fabrication des objets en caoutchouc, des applications continuelles. Or, si les gommes synthétiques sont solubles dans les mêmes dissolvants aussitôt après leur naissance, au bout de peu de temps la solubilité disparaît, et la gomme ne fait plus que gonfler fortement.

3° *L'altérabilité à l'air.* — Le plus grave inconvénient qui affecte la plupart des synthétiques, c'est d'être très altérables à la lumière et à l'oxygène de l'air. L'oxydation superficielle forme une pellicule insoluble qui protège le restant de la masse de l'action des dissolvants; c'est à ce fait qu'il faut attribuer la difficulté que l'on éprouve à les mettre en solution après quelques jours d'existence. M. Alb. Neef a soumis des échantillons de caoutchouc synthétique, pendant 32 heures, à l'action des rayons ultra-violets d'une lampe à mercure en quartz; traités ensuite par l'acétone, ils abandonnent jusqu'à 20 p. 100 de matières résineuses, alors que le produit original accuse seulement 2 p. 100 d'extrait acétonique.

Il existe, d'ailleurs, des sortes très variées de synthétiques; tel échantillon reste des mois insensible à l'influence de la lumière.

Les synthétiques oxydables sont dangereux; ils ne pourraient même pas se substituer aux caoutchoucs factices, qui sont des huiles oxydées et soufrées et se vendent de 0,60 fr à 1,50 fr le kilogramme.

4° Beaucoup de gommes artificielles sont poisseuses, collent aux mains. Sur les lamineurs, elles s'attachent aux rouleaux; l'ouvrier mélangeur parvient à grand'peine à les décoller. Ce sont généralement des produits qui se dépolymérisent à la longue, surtout sous l'influence de

la lumière. Ils ne peuvent espérer d'application industrielle semblable à celles des gommes naturelles.

3° La plupart des procédés préparent les hydrocarbures de la série du butadiène comme produits intermédiaires; or ces hydrocarbures sont généralement des liquides très volatils, et le butadiène est gazeux à la température ordinaire. Ces vapeurs sont-elles inoffensives?

D'après M. Alb. Neef, l'atmosphère chargée de vapeurs d'isoprène ne provoque aucune gêne immédiate. L'odeur est très pénétrante, mais l'on s'y accoutume vite. A la longue, cependant, il semble que certains troubles de l'organisme se fassent jour : le sujet ressent une sorte de lassitude, le visage prend un teint anémié, le caractère s'énervé, s'enflamme. L'on a observé des troubles digestifs, provoqués par l'ingestion d'une petite quantité d'isoprène. Un chimiste, à qui cet accident est survenu, a souffert d'une hypertension artérielle très intense; le nombre de pulsations du cœur s'est élevé à 140.

En conclusion, le problème du caoutchouc artificiel semble à M. Neef loin d'être résolu. « Mais en face des difficultés formidables qu'il présente, il faut admirer les progrès réalisés. Certaines solutions peuvent déjà soutenir la comparaison avec de bonnes gommes naturelles. Le point de vue commercial reçoit des améliorations continuelles. Il ne faut pas désespérer des efforts de la science. Le laboratoire des plantes opère avec une substance unique : l'isoprène. La chimie, en mettant en œuvre tous les hydrocarbures de la série du butadiène, a élargi, dès le début des recherches, les conceptions que la nature s'était imposées. »

Sur la teinture des cuirs. — Presque tous les cuirs tannés avec des matières tannifères végétales sont teints, en Grande-Bretagne, au moyen de matières colorantes acides, tandis qu'en France et en Allemagne on emploie des matières colorantes basiques. M. LAMB remarque à ce sujet (*Shoe Leather Report*, t. 109, p. 27-29) que les teinturiers de cuirs français et allemands sont d'accord pour dire qu'ils ne peuvent pas obtenir de bons résultats avec les matières colorantes acides.

Il semble cependant que les matières colorantes basiques aient une attraction plus grande à l'égard de la peau elle-même que de sa couche supérieure ou fleur, et ce qui le démontre c'est que si le cuir présente une cassure ou une éraflure, la teinture avec les couleurs basiques est plus foncée à cet endroit et accentue le défaut. De plus, les couleurs basiques, vu leur grande affinité pour le tannin, manquent aisément d'unisson et donnent des teintes inégales; elles sont exposées aussi à bronzer.

Les couleurs acides ont l'inconvénient d'exiger des bains acides pour produire tout leur effet colorant. Si l'on se sert d'acide sulfurique, la solidité du cuir est exposée à s'en trouver considérablement amoindrie, principalement dans le cas des cuirs exposés à la sécheresse. Les cuirs destinés à la reliure ne doivent jamais être teints avec des couleurs acides en bain acidé à l'acide sulfurique. L'acide formique lui sera substitué, bien qu'il donne des teintures moins pleines et moins brillantes. Les couleurs acides teignent plus lentement et demandent une trempe de 30 à 40 minutes, tandis que les couleurs basiques peuvent être fixées en 3 à 5 minutes. Ces dernières nécessitent donc une trempe préalable des cuirs.

Sur la fermentation de l'acide tannique. — Le tannin subit, sous l'action d'un certain nombre de moisissures, en particulier du *penicillium glaucum* ou moisissure

verte et de l'aspergillus niger, une fermentation qui le transforme d'abord en acide gallique : $C^{14}H^{10}O^9 + 2H^2O = 2C^7H^5O^5$, mais qui peut être poussée, jusqu'à fournir des produits plus simples.

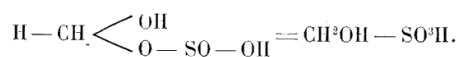
C'est Scheele qui, le premier, montra en 1786 que les noix de galle donnent de l'acide gallique avec le temps. Pelouze prouva en 1833 que cet acide gallique ne préexiste pas ; il crut qu'il provenait d'une simple oxydation. Robiquet en 1837 observa qu'il résulte de l'action d'un ferment ; cette action fut étudiée dans ses détails par Van Tieghem, 1868. Duclaux l'étudia, à son tour. Puis Fernbach, en 1900, réussit à caractériser la diastase sécrétée par le mycelium et il l'a nommée tannase.

Si on laisse les moisissures s'étaler et proliférer à la surface, le tannin lui-même est attaqué et il se forme de l'acide carbonique.

Andreascch en 1897 a déterminé les espèces de ferments qui pouvaient produire les fermentations acétique et lactique et produisent ainsi l'aigrissement des jus tannants.

L'acide tannique par lui-même est un poison pour le plus grand nombre des moisissures. D'après KNUDSON (*J. biol. Chem.*, 1913, p. 159), la fermentation peut se produire en marche anaérobie et il suffit de 1 mg de mycélium pour transformer en 10 jours 2,70 gr d'acide tannique. Dans une solution d'acide tannique à 15 p. 100, la fermentation est surtout rapide si l'acide tannique est la seule source de carbone et si les conditions d'aérobic sont maintenues, mais le rendement en acide gallique est moindre. Les méthodes les plus efficaces sont celles où la prolifération est assurée en conditions d'aérobic, avec addition de sucrose et celles où, l'acide tannique étant la seule source de carbone, la présence de l'oxygène n'est permise que dans des limites restreintes. La présence de 10 p. 100 de sucrose ne semble pas empêcher la sécrétion de la tannase-enzyme par l'aspergillus niger, mais elle semble réduire celle de l'enzyme du penicillium sp. Cette sécrétion d'enzyme est produite aussi bien par le mycelium immergé que par la moisissure de la surface.

Acide méthanal sulfureux. — L'acide méthanal-sulfureux, préparé par M. Philippe Malvezin et M. R. Saunier en faisant barboter jusqu'à refus de l'anhydride sulfureux dans du formol du commerce, se produit dès la température ordinaire. On ne peut pas le distiller sans décomposition. Il répond à la formule



Il attaque tous les métaux usuels.

C'est un réducteur énergique et violent. M. Malvezin croit en son avenir comme substituant dans la fabrication des matières colorantes (*Bull. de l'Ass. des Chimistes de Sucrierie*, 1913, p. 740).

Les alcaloïdes de l'ipécacuanha. — Le succès que rencontre l'émétine dans le traitement de certaines entérites attire l'attention sur un sujet très étudié, mais difficile à approfondir.

D'après Paul et Cownley (*Pharm. J.*, série 3, t. 24, p. 111), l'émétine amorphe ren-

Tome 120. — 2^e semestre. — Juillet 1913.

ferme au moins deux alcaloïdes définis, l'émétine de formule $C^{15}H^{22}O^4N^2$ et la céphéline, base phénolique de formule $C^{14}H^{20}O^4N^2$. Hesse (*ibidem*, série 4, t. 7, p. 98) a trouvé quatre groupes méthoxy dans l'émétine et deux dans la céphéline.

Keller, récemment, a trouvé que l'émétine donne une nitrosamine; elle renferme donc un groupe imine (*Arch. Pharm.*, 1911, t. 249, p. 512).

F. Carr et F. Lee Pyman (*Proc. of the chemical S.*, 1913, p. 226) attribuent la formule $C^{22}H^{40}O^4N^2$ à l'émétine; la céphéline en diffère de CH^2 en moins. Ce sont des bases biacides, renfermant leurs deux atomes d'azote dans un groupe imine. L'émétine a bien quatre méthoxy; la céphéline deux, et en plus un hydroxyl phénolique.

Sur les constituants du houblon. — Le plus grand nombre des substances que l'on a retirées du houblon présentent encore un caractère mal défini. MM. F. POWER, FR. TITIN et H. ROGERSON, de la Chemical Society de Londres, se sont efforcés de combler cette lacune.

L'amertume du houblon n'est pas due à quelque substance unique, mais à un ensemble de substances, la plupart amorphes. Quelques-uns de ces produits sont solubles dans l'eau; d'autres sont des constituants de la résine. Les auteurs ont isolé de la résine une substance cristalline, bien définie, possédant une saveur amère, et qu'ils ont nommée *humulol*. Cette substance possède un caractère phénolique; sa formule empirique est $C^{17}H^{18}O^4$. Elle fond à 196° . Une substance très voisine comme composition, mais n'ayant pas de saveur amère, est la xanthohumol; sa formule semble être $C^{13}H^{14}O^3$, et elle fond à 172° .

La résine du goudron renferme une proportion élevée d'acides gras et d'éthers gras, fait qui ne semble pas avoir été étudié jusqu'ici. Il s'ensuit que les méthodes proposées pour l'évaluation des houblons et basées sur le dosage d'extraits obtenus avec l'éther de pétrole et autres solvants, sont d'une utilité douteuse.

De son côté, A. CHAPMAN a étudié les constituants des houblons qui renferment de l'azote dans leur molécule constitutive. Isoler les constituants azotés est une opération difficile, à cause de la présence des constituants résineux. Ils ont obtenu différents produits, de l'histidine, de l'asparagine, de l'adénine, de l'hypoxanthine, de la bétaine et de la choline.

Après l'étude développée de M. HENRI HITIER sur la culture des houblons en différents pays (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, mai 1913, p. 685-698), et se rattachant aux travaux sur la constitution des houblons, il est intéressant de connaître la variation des constituants des houblons selon leur pays d'origine. MM. H. TARTAR et B. PILKINGTON se sont chargés d'étudier cette question (meeting de 1913 de l'*American chemical Society*). Ces auteurs ont comparé la composition de houblons d'Amérique, de houblons d'Angleterre et de houblons de Saaz en Bohême. Ces derniers sont les plus appréciés. Leurs prix diffèrent largement; c'est ainsi qu'en automne 1911, les houblons de New York se vendaient 55 cents la livre, ceux de l'Oregon 40 à 45 cents et ceux importés d'Europe jusqu'à 1 dollar. Cette différence de prix se rattache-t-elle à une véritable différence de valeurs intrinsèques? et dans ce cas, d'où dépend cette différence de qualités, au point de vue des constituants?

Les principaux constituants chimiques des cônes de houblons sont, d'après l'état actuel des connaissances, une huile volatile, une résine dure, une résine γ , deux résines amères ou résines α - et β -, une cire et un tannin. La résine γ , d'après Siller (*Z. für Untersuch. Nahrung-Genuss.*, t. 18, p. 241), se compose elle-même de deux substances. L'on est d'accord que la qualité des houblons dépend des substances amères, qui donnent au houblon son odeur, sa saveur et ses qualités de conservation. L'huile volatile et le tannin ne sont que des facteurs minimes, au point de vue commercial; quant à la cire et à la résine dure, on est d'accord qu'elles ne jouent aucun rôle dans la fabrication des boissons fermentées à houblons.

Dans l'examen ci-dessous figuré, les résines ont été dosées par le procédé Tartar, les résines amères par le procédé Siller, le tannin par le procédé Chapman. On n'a pas représenté les chiffres de l'huile volatile, à cause de leur faiblesse et de leur incertitude.

COMPOSITION DE DIFFÉRENTS HOUBLONS (p. 100), PROVENANT DE :

	Washington.	New York.	Californie.	Wisconsin.	Angleterre.	Orégon.	Saaz.
Humidité.	3,90	2,40 à 4,90	3,40 à 5,70	4,00	2,50 à 4,80	6,30 à 9,20	6,50 à 8,20
Résines (total). . .	17,55	13,90 à 18,51	12,29 à 17,31	15,82	11,70 à 12,34	18,12 à 19,80	13,75 à 16,25
Résine dure ou γ . .	1,91	1,30 à 1,90	1,38 à 2,42	7,14	1,19 à 2,35	1,58 à 2,48	1,15 à 2,06
Résines amères. . .	15,64	12,59 à 14,20	10,79 à 15,72	8,68	8,97 à 10,51	16,54 à 17,62	12,60 à 14,19
α	0,79	2,80 à 3,89	3,92 à 5,54	0,75	3,21 à 4,41	6,11 à 8,30	4,98 à 6,99
β	14,85	8,91 à 13,81	4,43 à 11,65	7,93	6,05 à 7,40	8,27 à 10,56	7,20 à 7,62
Cire.	0,37	0,60 à 0,72	0,33 à 0,52		0,39 à 0,50	0,33 à 0,41	0,45 à 0,53
Tannin	2,02	1,30 à 3,06	1,40 à 2,52	2,40	1,8 à 2,22	1,67 à 2,97	
Graines.	4,86	0,06 à 2,50	7,55 à 18,35	0,22	6,15 à 12,50	1,42 à 13,56	0,00
Feuilles.	3,00	9,00 à 18,6	3,80 à 13,50	1,80	0,00 à 1,20	4,00 à 7,60	0,00

L'on voit que le houblon anglais renferme 6 à 13 p. 100 de graines, tandis que celui de Saaz n'en renferme pas, non plus que de feuilles; ceux des Côtes du Pacifique en renferment de 5 à 18 p. 100. La proportion de matières étrangères est en rapport inverse avec les soins apportés à la récolte, et ceux de New York laissent bien à désirer sous ce rapport. Le dosage des matières étrangères est un nombre important à évaluer sous le rapport des prix et des valeurs. Le dosage des résines douces amères est encore plus intéressant à connaître et, chose curieuse, les houblons de Saaz sont moins riches en principes amers que les américains. Ce qui conduit les auteurs à conclure à un bel avenir en faveur des houblons de l'Orégon.

Dosage de l'arsenic. — Une nouvelle méthode très délicate pour apprécier des traces d'arsenic et d'antimoine est donnée par M. D. R. STADDON (*Chemical News* du 25 octobre 1912).

Un poids de 0,5 gr à 2 gr de la substance suspecte est dissous dans 5 cm³ d'eau. On y ajoute 0,5 gr à 2 gr d'hyposulfite de soude, et le tout est chauffé. Il se produit une réduction rapide; on laisse reposer quelques secondes, et il se précipite de l'arsenic ou de l'antimoine finement divisé. Le précipité varie en couleur selon la proportion de chacun d'eux.

Une solution d'hypochlorite de sodium dissout le précipité dû à l'arsenic, et laisse en suspension l'antimoine.

Bien entendu, les acides et les sels acides qui peuvent préexister seront neutralisés au préalable par un alcali.

Vu sa simplicité et sa délicatesse, cette méthode peut être appelée à remplacer l'essai de Marsh qui est si long. La méthode peut déceler $\frac{2}{100\,000}$ d'arsénite de sodium (à 57 p. 100 d'arsenic).

Méthode rapide pour déterminer le phénol. — MM. L. V. REDMAN et E. O. RHODES ont publié dans le *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* (Sept. 1912, p. 653-659) un mémoire sur le dosage du phénol.

Les méthodes jusqu'ici employées pour doser le phénol sont : 1° la précipitation à l'état de tribromophénol (Landolt, *Berichte*, t. 4, p. 770 en 1871); 2° la solution de bromure-bromate (Koppeschaar, *Z. ang. Chem.*, t. 15, p. 233 en 1876); 3° la solution d'hypobromite (Lloyd, *J. Am. Chem. Soc.*, t. 27, p. 16 en 1905), avec une bibliographie sur le dosage du phénol. Cette méthode a été critiquée par Olivier qui en 1909 et 1910 publia des résultats ne concordant pas avec ceux de Lloyd (*Rec. Trav. Chim.*, t. 28, p. 362 en 1909); 4° Wilkie a indiqué une méthode basée sur l'emploi de l'iode dissous dans une solution froide de carbonate de sodium; la réaction demande 5 à 10 minutes (*J. Soc. Chem. Ind.*, t. 30, p. 399 en 1911, avec bibliographie).

Pour rendre plus rapides les méthodes par la solution de bromure-bromate et par celle d'hypobromite, les auteurs ont employé un appareil d'agitation mécanique. La durée de la réaction peut être réduite de 30 minutes à 1 minute, sans rien sacrifier de l'exactitude du dosage, l'erreur restant au plus de $\frac{3}{1\,000}$.

La solution de bromure-bromate a sur la solution d'hypobromite l'avantage d'être stable. La solution d'hypobromite perd 1/3 p. 100 par 24 heures.

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN
Membre du Conseil.

Appareils de culture mécanique du type roundabout,

par M. MAX RINGELMANN.

Le système de culture à vapeur de Howard, dont les câbles entourent le champ à labourer, et qui est désigné en Angleterre sous le nom de *roundabout*, a été combiné en vue d'utiliser une locomobile ordinaire, de force suffisante, pouvant exister dans

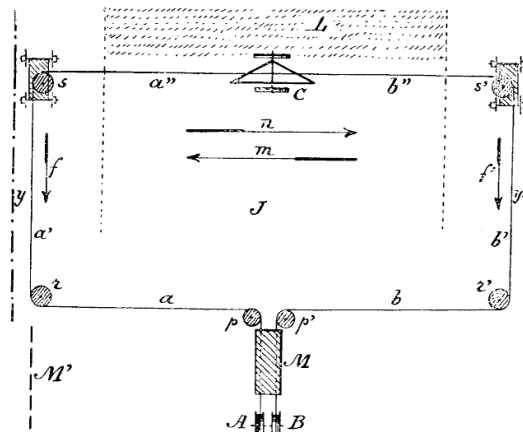


Fig. 51. — Principe d'un chantier de labourage à vapeur du type roundabout.

l'exploitation où elle est destinée à d'autres travaux. Les systèmes dérivés du Howard ne comportent que des modifications de détail. Enfin on peut remplacer la locomobile à vapeur par un tout autre moteur (moteur à explosions; moteur électrique, etc.; aux essais d'Alger (1), en avril 1913, le matériel Pelous était actionné par une locomobile à gaz pauvre).

La figure 51 donne le principe de l'installation d'un chantier de labourage Howard :

(1) Page 704, *Bulletin* de mai 1913.

le moteur placé en M, à poste fixe, peut actionner à volonté l'un ou l'autre des deux

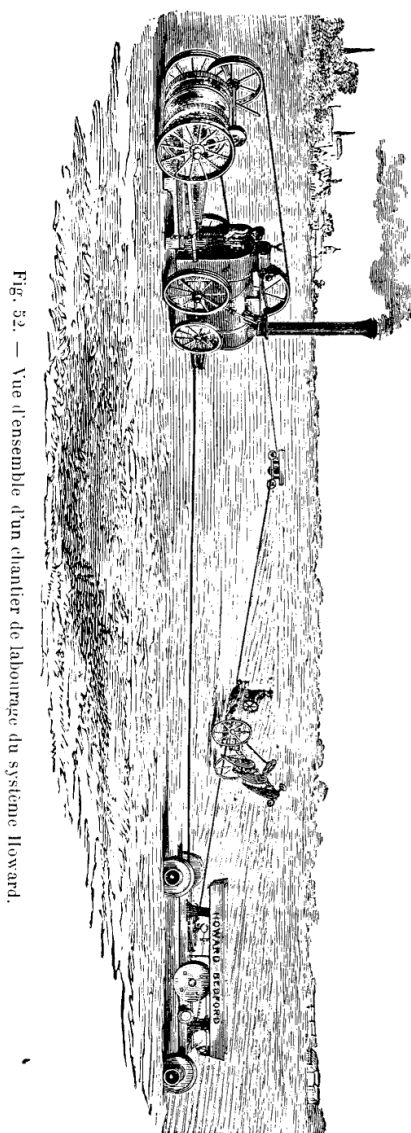


Fig. 52. — Vue d'ensemble d'un chantier de labourage du système Howard.

tambours des treuils A et B; sur chaque treuil peut s'enrouler un câble $aa'a''$, $bb'b''$, passant chacun sur des poulies horizontales p , r , s et p' , r' , s' . Les poulies p et p' sont rendues solidaires du moteur M; les poulies d'angle r et r' restent en place jusqu'à la fin du travail; seules, les poulies s et s' sont montées sur des chariots (1) et se déplacent au fur et à mesure que la charrue-balance C, ou toute autre machine de culture, exécute son ouvrage.

Supposons la charrue placée du côté de la fourrière y (fig. 51); au signal convenu, donné par le laboureur, le mécanicien embraye le treuil B qui enroule le câble $bb'b''$ en faisant avancer la charrue suivant la flèche n ; pendant cette période, le câble $aa'a''$, tiré par la charrue, se déroule du treuil A légèrement serré par un frein, et le chariot ancre s' a été déplacé, a suivant f' , sur la fourrière y' d'une quantité égale à la largeur du labour. Quand la charrue C arrive près de s' , le mécanicien, prévenu par un signal donné par le laboureur, débraye le treuil B. Après la bascule de la charrue les opérations recommencent: le treuil A, embrayé, enroule le câble $aa'a''$, déplaçant la charrue suivant la flèche m ; le treuil B laisse alors dérouler le câble $bb'b''$, et le chariot-ancre s se déplace suivant f sur la fourrière y du champ. En L est la partie labourée et en J la partie à labourer: au début du travail, la charrue C se trouve sur la fourrière opposée au côté ab .

Dans la figure 51 nous avons supposé un champ rectangulaire, mais le système s'applique aussi bien lorsque les fourrières y et y' ne sont pas parallèles. L'ensemble MAB, au lieu d'être placé au milieu du côté rr' , peut occuper une position quelconque M'; on a même intérêt à ce que, cet ensemble du moteur et des treuils

soit hors du champ J et installé sur un chemin par exemple.

(1) Chariot-ancre, *Culture mécanique*, t. I, p. 68.

On voit que, jusqu'à la fin du travail, les poulies r et r' (fig. 51) restent en place; les câbles a et b passent toujours au même endroit, et, pendant un certain temps,

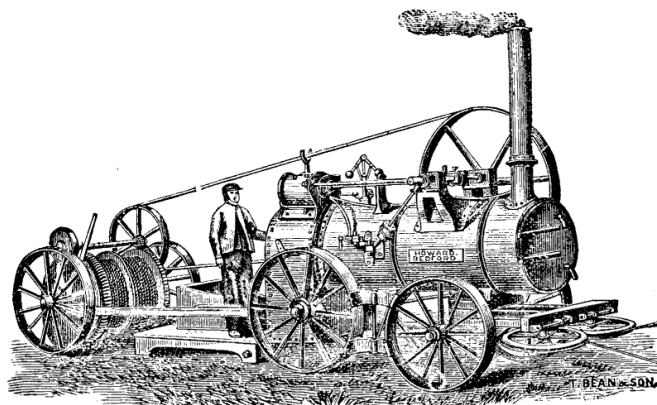


Fig. 53. — Locomobile et treuil Howard.

il en est de même de certaines portions des câbles a' et b' ; on a intérêt à soutenir les câbles dans ces parcours par des poulies porte-câble dont nous avons déjà parlé (1).

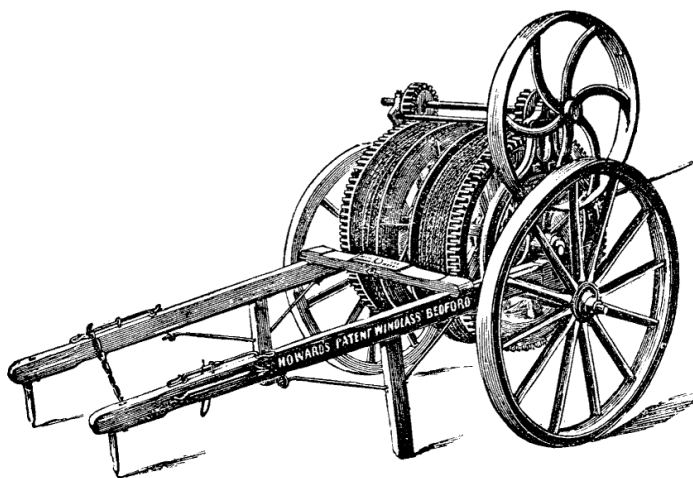


Fig. 54. — Treuil Howard.

La vue d'ensemble d'un chantier de labourage du système Howard est donnée par la figure 52. La locomobile et le treuil sont représentés par la figure 53 et le treuil seul par la figure 54.

(1) Poulies porte-câble, *Culture mécanique*, t. I, p. 69.

Le treuil (fig. 54), comprenant les deux tambours, est monté sur deux grandes roues porteuses et le véhicule est pourvu de limonnières qu'on relie à la locomobile (fig. 53); entre ces limonnières se trouve une plate-forme sur laquelle se tient le méca-

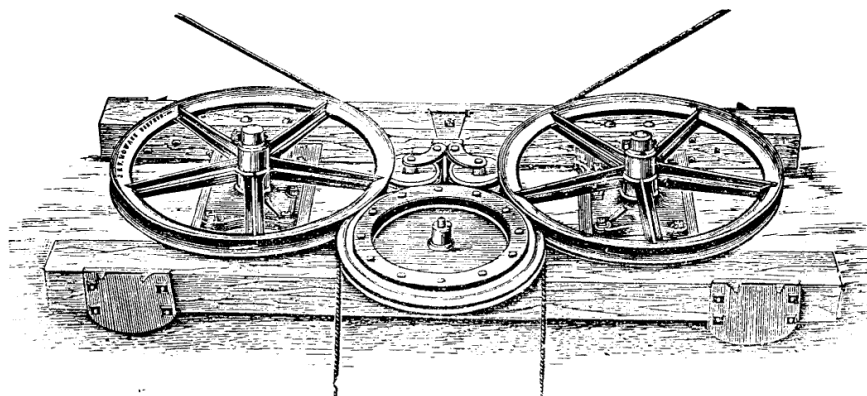


Fig. 55. — Poulie de compensation et poulies de renvoi.

nicien; en dessous de cette plate-forme passent les câbles allant des tambours aux poulies de renvoi (p et p' de la fig. 51) reliées à l'avant-train de la locomobile; la plate-forme porte aussi un coffre contenant l'approvisionnement de charbon.

La locomobile actionne, par courroie, un arbre portant deux pignons (fig. 54);

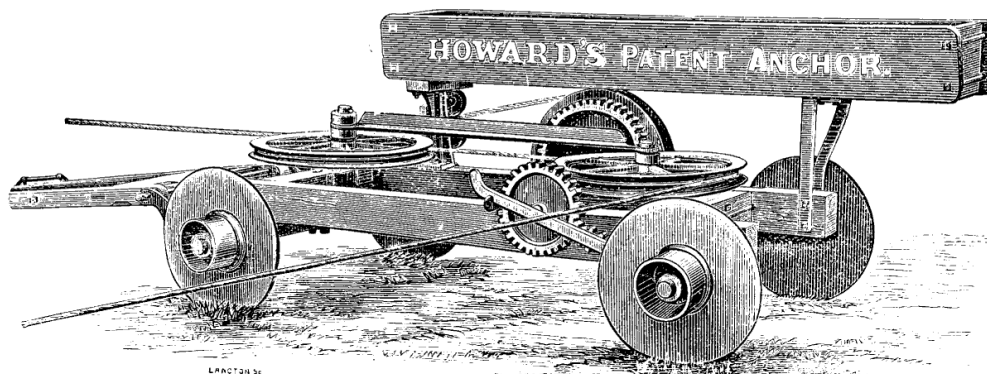


Fig. 56. — Chariot-ancrer Howard.

L'embrayage de chaque pignon avec la roue dentée correspondante, solidaire d'un des tambours du treuil, se fait en déplaçant verticalement ce tambour, dont l'axe est monté en excentrique qu'un levier peut faire tourner d'une quantité suffisante pour engrener ou dégrener les roues; quand le tambour est abaissé il bute sur un sabot de frein qui empêche le déroulement rapide du câble.

Le frein dont nous venons de parler est reconnu suffisant pour éviter le déroule

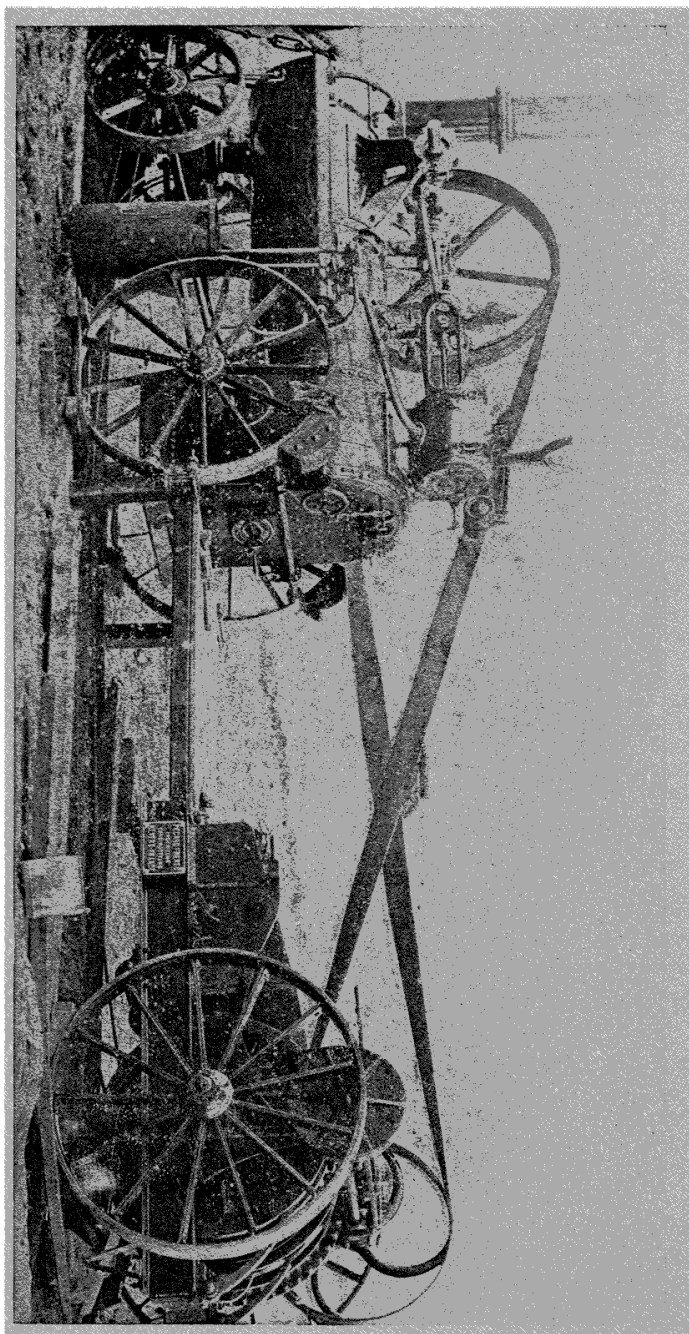


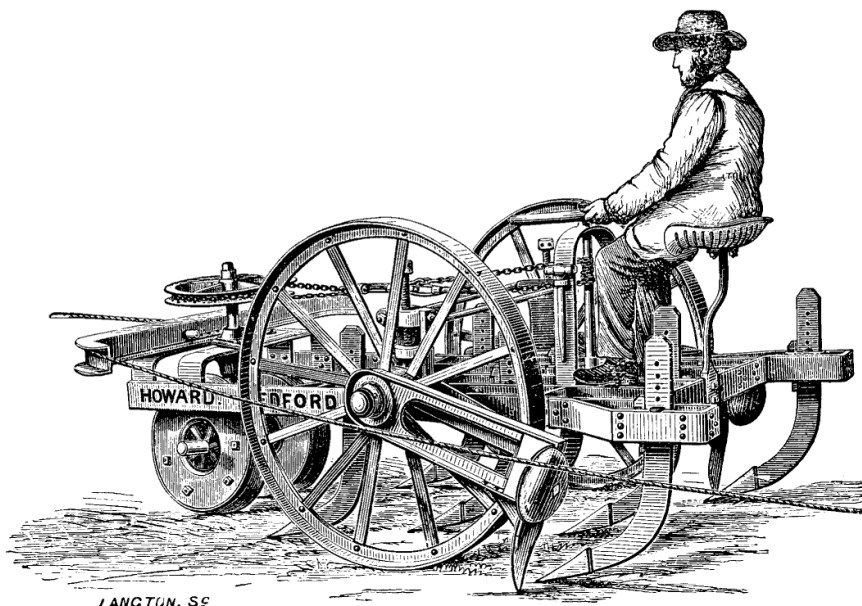
Fig. 37. — Locomobile et treuil de MM. Pécard frères.

ment du câble, alors qu'autrefois on employait ce qu'on appelait une poulie de compensation, représentée par la figure 55 : entre les deux poulies de renvoi (poulies p et p' de la figure 54), se trouvait, du côté du treuil, une autre poulie horizontale (d'un diamètre un peu plus grand que l'écartement laissé entre les deux poulies de renvoi) montée sur un bras horizontal pouvant tourner librement autour d'un axe vertical placé du côté du champ à labourer. Il résulte de cette disposition que le câble de traction, de droite par exemple dans la figure 55, faisait déplacer un peu la poulie mobile vers la gauche et l'appliquait contre le câble de retour et la poulie de renvoi de gauche; des galets maintenaient le câble dans les gorges des grandes poulies de renvoi.

La figure 56 donne la vue d'un chariot-ancrer automatique de Howard, sur lequel il n'y a pas lieu d'insister.

Enfin la figure 57 montre une locomobile et un treuil construits par MM. Pécard frères, de Nevers (Nièvre).

Avant de donner les résultats de nos recherches dynamométriques sur un appareil



J. LANGTON. S^e

Fig. 58. — Cultivateur tournant, de Howard.

du type roundabout, nous résumerons un certain nombre d'indications provenant d'essais antérieurs.

On possède des données d'expériences sur le système de labourage de J. et F. Howard, provenant du concours de Wolverhampton, organisé en 1871 par la

Société Royale d'Agriculture d'Angleterre. — Nous tirons les renseignements suivants du rapport de ce concours :

Le matériel, du prix de 14 500 fr, comprend :

Une locomobile de 10 chevaux (alésage 0^m,254; course 0^m,355); un treuil à double tambour; 1 460 mètres de câble de 0^m,0142 de diamètre; 3 poulies dites de compensation, fixées l'avant-train de la locomobile (fig. 55); 5 poulies de renvoi; 7 ancras en fer; 4 ancras en bois; 11 poulies-supports montées sur des chariots à 3 roues; 8 poulies-supports; 2 chariots-ancras à poulies de renvoi (fig. 56); 1 cultivateur tournant à 5 dents (fig. 58); 1 charrue-balance à 4 raies. Le poids de la locomobile est de 5 550 kg; le poids du treuil est de 2 840 kg.

La mise en place du matériel a nécessité 5 hommes, 2 enfants et 8 chevaux; elle a été faite en 21 minutes (1).

Les essais du concours de Wolverhampton ont été effectués à Barnhurst Farm, en terre légère, et à Stafford, dans une terre argileuse; des diverses constatations, nous pouvons déduire les chiffres consignés dans les tableaux suivants :

	Charrue à 2 raies pour labour profond.	Cultivateur à 5 dents.
Nombre moyen de tours de la machine à vapeur par mètre d'avancement.	2	2
Nombre d'hommes employés au travail (non compris ceux occupés au transport de l'eau).	5	5
Puissance maximum du moteur, en chevaux indiqués	35,0	40,3
Vitesse maximum du câble (mètres par seconde).	1,01	1,52
Effort de traction sur le câble, estimé à 75 p. 100 de la puissance moyenne du moteur relevée à l'indicateur (kilog.).	1 964	1 508
Largeur de la culture (mètre)	0,813	1,116
Profondeur de la culture (mètre).	0,304	0,193
Section cultivée en décimètres carrés.	24,7	21,5
Traction (en kilog.) par {		
décimètre carré de la {		
section cultivée . . . {		
Comptée d'après la puissance moyenne à l'indicateur.	106,01	93,52
Comptée à l'extrémité du câble (estimée à 75 p. 100 de la puissance moyenne précédente).	79,51	70,14

Voici d'autres chiffres relevés dans des essais pratiques d'une durée de 2 h. 1/2 et de 3 heures exécutés avec le cultivateur à 5 dents :

Profondeur de la culture (mètre)	0,168	0,088
Puissance en chevaux du moteur, relevée {		
à l'indicateur. {		
Maximum	"	40,3
Moyenne	"	31,8
Charbon consommé par heure et par cheval indiqué (kilog.)	"	3,40
Par heure. {		
Surface cultivée (ares).	10,4	17,2
Combustible employé (kilog.)	72,4	108,3
Eau (litres)	473,3	790,9
Huile (kilog.).	"	0,520
Volume d'eau vaporisé par kilogr. de charbon (litres).	6,54	7,3
Charbon employé par hectare (kilogr.).	181,6	223,1
Volume de terre cultivé par kilogr. de charbon (mètres cubes).	40,4	8,8

Dans toutes les expériences de Wolverhampton, on a mesuré le charbon, l'eau, la puissance sur le piston du moteur (à l'aide de l'indicateur), le travail pratique effectué (cube de terre remué) et l'on a admis que, pour tous les systèmes présentés au concours,

(1) Il doit ne s'agir ici que de la mise en place des poulies, de la charrue, du déroulement des câbles, etc., la locomobile et le treuil ayant déjà été installés.

25 p. 100 de l'énergie fournie par la vapeur au piston de la machine motrice étaient perdus par les frottements et les diverses résistances passives. Ainsi, le rendement mécanique fut *estimé* uniformément, pour tous les concurrents, au chiffre élevé de 75 p. 100 du travail indiqué.

Selon le rapport d'Eastons et Anderson, ingénieurs de la Société Royale d'Agriculture d'Angleterre, on aurait, en moyennes générales, les chiffres suivants pour l'ensemble des divers systèmes présentés au concours de Wolverhampton :

Consommation par hectare.	{ Charbon	180 kilog.
	{ Eau	1 296 —
	{ Huile et graisse	0 ^{kil} 3,360
Eau employée par kilogramme de charbon		7 ^m 2
Charbon consommé par heure et par cheval indiqué . . .		3 ^{kil} 25
Volume de terre remué par kilogr. de charbon		5 mètres cubes.

Faisons remarquer que ces consommations ont été obtenues en essais de *concours*, avec un personnel très habile et des machines en excellent état; en travail courant ces chiffres seraient dépassés.

On voit, dans l'essai fait avec le cultivateur à 5 dents, que par kg. de charbon on a ameubli près de 10 mètres cubes et demi de terre, alors que dans des constatations récentes (1) effectuées sur des tracteurs ou des tracteurs-treuil fonctionnant à l'essence minérale ou au benzol, on ameublissait de 40 à 80 mètres cubes de terre par lit. Les différents chiffres précédents ne semblent pas en rapport des puissances calorifiques des combustibles employés. Il faut cependant tenir compte que, dans le système de Howard, la locomobile consommait 3^k,40 de charbon par cheval-heure indiqué, ce qui représenterait environ 4^k,25 par cheval-heure mesuré au frein, alors qu'un moteur à explosions nécessite au plus un demi-litre de benzol par cheval-heure au frein; c'est-à-dire que, dans nos systèmes actuels, un litre de benzol donnerait au moins autant d'énergie pratiquement disponible que 8^k,50 de charbon consommés avec l'appareil Howard à Wolverhampton.

*
* * *

Un appareil du système Howard, construit par M. Pineau, de Moulins (Allier), a été examiné en 1881 par une Commission (2) de la Société d'Agriculture de l'Indre, chargée d'en suivre le fonctionnement au domaine du Plessis appartenant à M. Balsan. Nous donnons ci-dessous l'analyse du rapport de M. Stichter :

Chaque tambour du treuil peut enrouler 750 mètres de câble en fils d'acier formé de 4 torons de 6 fils (ayant chacun 19 dixièmes de millimètre de diamètre) et d'une âme centrale en chanvre (3).

La locomobile ne présente rien de particulier. L'alimentation se fait par un injecteur; le robinet de mise en train est à côté du levier de débrayage du treuil afin que le conducteur

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 19, 24.

(2) La commission était composée de MM. Ch. Balsan, Paul Baucheron de Lécherolle, Léon Charpentier, Jouslin, Parise fils, Paul Petit, Stichter, Tessiot, Em. Thimel.

(3) Un essai de rupture fait par M. Stichter sur un des fils (de 19 dixièmes de millimètre de diamètre) d'un câble qui avait déjà labouré 800 hectares a donné une charge de 430 kilogrammes, ce qui, pour les 24 fils composant le câble, représenterait une charge de rupture de 10 320 kilogr.

puisse manœuvrer ces deux organes en même temps. Le cylindre est placé dans le dôme de vapeur.

Surface de chauffe (mètres carrés)	10,45
Timbre (kilogr.)	6
Alésage (mètre)	0,170
Course du piston (mètre)	0,300
Détente fixe	0,07 de la course
Nombre de tours par minute	130 à 180
Diamètre du volant (mètres)	1,40
Largeur de la courroie (mètre)	0,12

Avec les 1500 mètres de câble dont on dispose, on peut, sans déplacer la locomobile et le treuil, labourer de 9 à 10 hectares.

Une fois cette surface terminée, il suffit de 4 à 5 heures avec trois hommes pour disposer le travail d'une nouvelle surface équivalente. L'ensemble de tous ces appareils est vendu par M. Pineau 13500 fr.

Fonctionnement des appareils. — Dans une première expérience qui a duré 9 heures, les résultats obtenus ont été les suivants :

La profondeur du labour était de 0^m,32 et derrière le corps de charrue une dent fouilleuse allait à 0^m,15 plus bas, soit une profondeur totale de 0^m,47.

La surface du sol est silico-argileuse et le sous-sol argilo-siliceux.

Longueur du rayage	265 mètres.
Largeur du labour	0 ^m ,35
Temps nécessaire pour tracer une raie	6 min. 5
Temps pour changement de marche de la charrue	4 min. 5
Une raie est donc parcourue en	5 minutes.
Vitesse du câble en travail par minute	53 mètres.
Vitesse moyenne du câble par minute, arrêt compris	40 mètr. 70

Pour faire, dans ces conditions, un hectare, soit 108 raies, la machine aurait mis 11 heures 42 minutes.

Pendant cette première expérience de 9 heures on a consommé 1350 litres d'eau et 230 kilogr. de charbon, briquettes d'Ahun.

On peut, avec une approximation bien suffisante, se rendre compte des diverses circonstances de cette expérience. — En faisant le calcul relatif à la locomobile (avec les dimensions données précédemment, une admission à 5^{kg},16, une vitesse de 167,6 tours par minute), on trouve une force moyenne d'environ 8^{chev},4. En comptant sur 8 chevaux, on aurait donc, par cheval-heure, une consommation de vapeur de 18^{kg},75, ce qui serait un peu faible, et 3^{kg},29 d'un charbon évaporant 5^{kg},86 d'eau par kg; la dépense de charbon est faible aussi. Il faut remarquer que, sur 6^{min},5, la machine ne marche que pendant 5 minutes et on peut considérer que la force fournie par la locomobile a été bien voisine de 8 chevaux.

Le calcul montre que la tension du câble a été en moyenne de 679 kg, bien loin de la charge de rupture.

La consommation de charbon nécessaire au labourage d'un hectare, c'est-à-dire pour un travail de 11 heures 42 min., ou 11 heures 7 dixièmes, est de 299 kg.

Cette expérience ne tient pas compte des pertes de temps de toutes sortes d'un travail continu de plusieurs semaines, mais M. Tessiot, l'habile régisseur de la terre du Plessis, a pu fournir des renseignements embrassant une période de 37 journées de travail, pendant les mois de janvier et février 1881.

Pendant cette période les appareils ont été changés 3 fois de place, et bien qu'on fût dans des terres tellement détrempées que les bœufs y entraient presque jusqu'au ventre, il a suffi toujours, pour opérer ce déplacement, de 4 à 5 heures avec 3 hommes et 4 bœufs. La durée du travail journalier n'a été, pendant cette période, que de 8 à 9 heures.

Pendant ces 37 journées de fonctionnement, on a labouré avec un soc et une fouilleuse, comme dans l'expérience citée plus haut, descendant ainsi à 0^m,47 de profondeur; la nature du sol était toujours la même aussi. La surface défrichée a été de 26^{ha},35; on a dépensé 10 000 kg de charbon coûtant dans le champ 28 fr. 50 les 1000 kg. Le travail n'a jamais né-

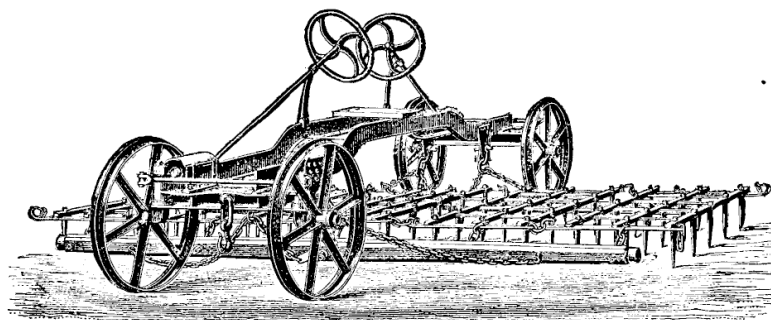


Fig. 59. — Herse pour culture à vapeur.

cessité plus de 3 hommes; il fallait aller chercher l'eau pour la machine à une assez grande distance, ce qui exigeait deux bœufs d'une manière à peu près continue.

On peut donc établir de la manière suivante le prix de revient du défoncement fait dans ces 26^{ha},35 :

	fr. c.
10 000 kg de charbon à 28 fr. 50.	285 00
37 journées à 3 ouvriers et 2 bœufs, à 12 fr. 50.	462 50
Huile de graissage.	40 00
Intérêts et amortissement à 15 p. 100 du matériel compté à 13 500 fr. et supposé travailler 100 jours par an.	749 25
Usure du câble; le câble représente 1 800 francs pouvant labourer 800 hectares au moins.	59 30
Entretien du matériel (à raison de 500 francs pour 100 jours), pour 37 jours.	485 00
Total.	1 781 05

Soit 67 fr. 50 par hectare.

Il est indispensable de faire observer que les résultats obtenus au Plessis n'auraient pu l'être avec un nombre quelconque de bœufs à cause de l'état du sol qui rendait la traction par bœufs presque impossible et que, surtout, la qualité du travail était reconnue infiniment supérieure à ce qu'elle eût été avec des bœufs.

Le hersage avec les appareils de M. Pineau a été également très satisfaisant. La herse (fig. 59) se compose de 4 à 5 compartiments de 18 dents chacun. Au Plessis, on n'a fonctionné qu'avec 4 compartiments, soit 72 dents; la profondeur du hersage a été de 0^m,08, le poids de la herse 1000 kg; dans ces conditions, en 13 heures de travail on a fait 4^{ha},20 de hersage deux fois, soit 8^{ha},40, dont la moitié hersée sur labour, l'autre moitié hersée sur un premier hersage. La machine a consommé 290 kg de charbon; on employait 3 hommes.

Le prix du hersage peut donc s'établir ainsi pour 8^{ha},40 :

	fr. c.
290 kg de charbon à 28 fr. 50.	8 50
1 journée 1/3 à 3 ouvriers et 2 bœufs, à 12 fr. 50 l'une.	16 65
Huile.	4 50
Intérêt (comme pour le labour), pendant une journée 1/3.	26 95
Usure du câble, pour 1 jour 1/3.	2 15
Entretien, pour 1 jour 1/3.	6 65
Total.	62 40

Soit 7 fr. 40 par hectare.

Dans le prix de revient, établi plus haut, du labour d'un hectare, on a réparti sur 100 jours les intérêts du matériel à 45 p. 100 sur 13 500 fr; or, la locomobile entre pour 5 500 fr dans ces 13 500 fr; il faudrait donc, d'après cela, répartir sur 100 jours les intérêts de 8 000 fr et sur 250 environ, ceux de 5 500 fr; ce qui ferait :

Pour 37 journées du matériel spécial de 8 000 francs, travaillant	
100 jours par an.	444 francs.
Pour 37 journées de la locomobile de 5 500 francs, travaillant	
250 jours par an.	122 —
Total.	566 francs.

Soit 566 fr au lieu de 749 fr comptés précédemment, donc une différence de 183 fr qui, sur 26^{ha},35, font, par hectare, une différence de 6 fr. 90. Le prix du défoncement par hectare est ainsi ramené à 60 fr. 60, soit 61 à 62 fr, au lieu de 67 fr. 50.

Il est manifeste que ce prix s'abaisserait beaucoup s'il s'agissait d'un labour ordinaire, au lieu d'un *défoncement* dans les conditions de celui qui a été fait au Plessis, car alors on emploierait une charrue à deux raies et on pourrait même augmenter la vitesse du câble, ce qui, avec les mêmes frais de machines, personnel, bœufs, etc., conduirait à une surface cultivée presque double.

*
* *

Au concours régional agricole de Versailles, en 1881, où nous étions commissaire, on essaya deux appareils de labourage à vapeur dont l'un était celui de M. Pineau (2^e prix, médaille d'argent). Les résultats constatés furent les suivants (prix de l'appareil complet avec tous les accessoires, 14 000 francs).

La charrue à 2 raies labourait à 0^m,26 de profondeur sur 0^m,63 de largeur avec une vitesse moyenne de 0^m,78 par seconde (y compris le temps de bascule de la charrue et les arrêts ordinaires à l'extrémité du rayage); ce chiffre correspond au labourage d'un hectare en 5 heures 5 minutes. En travail pratique (et non en travail de concours), il aurait fallu compter *labourer* un hectare en 6 h. 1/2 à 7 heures dans les conditions des expériences de Versailles, alors qu'aux essais du Plessis en 1881, selon les chiffres du rapport précité de M. Stichter, il a fallu, en pratique, près de 12 heures pour *défoncer* un hectare.

*
* *

Dans nos essais dynamométriques effectués au Plessis (1), sur un appareil de M. Pineau en service courant, essais que nous aurons l'occasion de détailler ultérieu-

(1) En 1901, à l'occasion du Centenaire de la Société d'Agriculture de l'Indre.

rement, nous avons constaté que la charrue, dans le système Howard, n'utilise que 61 p. 100 de l'énergie fournie au treuil par le moteur, le reste (39 p. 100) étant absorbé par les différentes parties du mécanisme.

*
* *

Enfin, au sujet des résultats d'ordre cultural obtenus, nous trouvons ce qui suit dans le rapport, présenté en mai 1901 à la Société d'Agriculture de l'Indre, sur la *Terre du Plessis* :

Les labours de défoncement sont exécutés ici avec la charrue à vapeur. La locomobile actionnant la charrue est placée à une extrémité du champ et on peut labourer une assez grande surface, 6 à 10 hectares, sans lui faire subir aucun déplacement, de même qu'au treuil sur lequel s'enroulent et se déroulent les deux câbles moteurs. Ce système a donné, depuis vingt-deux ans, des résultats dont on se félicite sans réserve. On laboure à une profondeur de 0^m,25 à 0^m,35 et, quand on ne rencontre pas les grès, des griffes fouilleuses suivent le corps de la charrue et remuent la terre de 0^m,15 à 0^m,20 plus bas sans remonter le sous-sol à la surface.

Il a été ainsi labouré, depuis que M. Balsan possède la Terre du Plessis, 585 hectares. Le prix moyen de revient à l'hectare va de 70 à 80 fr en comptant le hersage qui suit le labour.

Le prix de l'appareil, avec une locomobile de 10 mètres carrés de surface de chauffe, tous ses engins de labourage et une grande herse, était de 14 000 francs.

Les labours profonds ont produit des résultats excellents. Avant cette amélioration foncière, l'eau se voyait partout dans les sillons plusieurs jours après les fortes pluies ; aujourd'hui, il n'en est plus ainsi, car le défoncement permet au sol d'absorber de bien plus grandes quantités d'eau. Et, conséquence heureuse de cette absorption, les récoltes ne souffrent plus autant de la sécheresse qu'autrefois, car les réserves d'humidité accumulées dans les couches profondes remontent peu à peu à la surface et au fur et à mesure de l'évaporation.

*
* *

Par ce qui précède, on voit tout l'intérêt que présentent les appareils employant des câbles de traction surtout lorsqu'il s'agit d'effectuer les travaux difficiles de défoncements et de mise en culture des terres. Aussi, nous croyons utile de réunir prochainement dans une étude spéciale l'ensemble de diverses expériences et recherches que nous avons eu l'occasion d'effectuer sur les treuils, les poulies de renvoi et les câbles de traction fonctionnant dans diverses conditions de travail.

La main-d'œuvre et la culture mécanique (1),

par M. ABEL BECKERICH, Ingénieur agricole.

Le problème de la main-d'œuvre en agriculture est un des plus angoissants de l'heure actuelle. Le machinisme peut remplacer les bras absents, qui ont fui la terre pour de multiples raisons très longuement énoncées dans *l'Enquête sur les salaires*

(1) Bulletin mensuel de l'Association amicale des Anciens Élèves de Grignon, mars 1913; Revue d'Économie et de Législation Rurales.

agricoles (1) et l'*Enquête sur la désertion des campagnes* (2). Le nombre des communes inférieures à 400 habitants augmente (3), ce qui établit nettement la diminution de la population paysanne. Dans la Côte-d'Or, l'effectif des salariés agricoles passe de 30 576 en 1892 à 24 325 en 1910; en Indre-et-Loire de 37 298 en 1882, à 25 418 en 1910 (4); et en Picardie, M. Pluchet estime à 25 et même 60 p. 100 la diminution de la population rurale depuis vingt ans (5).

Le malaise est d'ordre économique et social, social surtout, car la condition de l'ouvrier agricole n'est pas inférieure à celle du citadin; les salaires ont augmenté à la campagne. De 1892 à 1910 on enregistre une hausse de 70 p. 100 dans la Vienne, 93 p. 100 dans le Morbihan, 54 p. 100 dans les Hautes-Pyrénées, 30 à 40 p. 100 dans l'Yonne (6). Cette hausse est d'ailleurs plus nette à la campagne, car la vie chère porte surtout sur les denrées alimentaires que les ouvriers nourris par le patron n'achètent pas, fait remarquer M. Zolla (7). D'autre part, l'ouvrier traité dans nombre de régions sur le pied d'égalité avec le patron, dont il partage la vie, n'est pas dans la condition inférieure dénoncée par les socialistes.

Il faut chercher les raisons de l'exode dans la diminution voulue de la natalité, dans l'alcoolisme, la fausse orientation de l'instruction primaire, le dégoût des travaux manuels pour les jeunes filles, le service militaire, le chômage (8) et aussi dans la condition matérielle de la vie à la ferme, privée du confort le plus élémentaire, dit très justement M. de Fontgalland au Musée social (9). Et si l'on ne peut toucher aux salaires sans compromettre la production, dont on augmenterait inconsidérément le prix de revient, on peut agir sur les causes sociales.

Il faut agir contre le chômage en transportant la main-d'œuvre suivant les besoins dans les régions de France, à l'appel des grands travaux (10), en développant ou en faisant revivre toutes les petites industries rurales locales, suivant le conseil de M. Ardouin-Dumazet (11), en utilisant les bras inactifs à la forêt pendant l'hiver (12), forêt qui doit être jalousement conservée, car le déboisement inconsidéré, dit M. Descombes, aggrave la désertion des campagnes et contribue au renchérissement des travaux agricoles (13). Enfin, pour retenir l'ouvrier par un salaire plus élevé, il serait bon, écrit M. Vacher, de s'inspirer des clauses des contrats de maitrevaletage, des conditions de paiement des estivandiers, etc., qui ne sont que des formes de parti-

(1) Voir *Bulletin de l'Office de renseignements agricoles*, novembre et décembre 1911, puis janvier à novembre 1912. *Enquête sur les salaires agricoles*.

(2) *Commission internationale d'agriculture*, juin 1912. Librairie agricole de la Maison rustique, 1912 et 1913.

(3) Recensement de 1911. *Journal Officiel*, 10 janvier 1912.

(4) Voir les *Bulletins de l'Office des renseignements agricoles* précités.

(5) *Enquête de la Commission internationale d'agriculture*, fasc. 1912. Analyse des réponses par M. Paisant, page 9.

(6) Voir les *Bulletins de l'Office* précités.

(7) *Annales du Musée social*, novembre 1912.

(8) *Enquête de la Commission internationale d'agriculture*, fasc. 1912, page 13.

(9) Le développement économique de l'agriculture. Conférence au Musée social, 30 janvier 1913, par M. de Fontgalland. *Annales du Musée social*, mars 1912.

(10) Voir statuts de la Société de protection de la main-d'œuvre agricole. Bourse de commerce de Paris, 178.

(11) Lire *les Petites industries rurales*, Ardouin-Dumazet, 1912.

(12) *Revue des Deux Mondes*, 1^{er} octobre 1912.

(13) *Annales du Musée social*, avril 1912. L'influence du déboisement sur la désertion des campagnes.

cipation de l'ouvrier aux bénéfices, en attendant que cet ouvrier soit mieux fixé au sol par la possession sous condition d'une habitation et d'un petit jardin (participation à l'habitation) (1).

D'ailleurs cet exode rural n'est-il pas le fait (trop accusé peut-être) d'une évolution naturelle nécessitée par des besoins économiques ? M. Zolla, qui s'appuie sur l'autorité de Léonce de Lavergne, croit qu'à mesure qu'a grandi la population rurale, la population industrielle a pu grandir à son tour. La population rurale, plus exigeante parce que plus riche, a sans cesse accru les débouchés de l'industrie et celle-ci, pour satisfaire à la demande, a dû faire appel à un plus grand nombre de bras qui sont venus de la campagne. Alors, conclut M. Zolla (2), la culture pour suffire aux besoins de la population industrielle devra se spécialiser pour s'intensifier davantage, pour devenir une industrie. Profits et salaires augmenteront.

La terre n'est pas abandonnée, presque partout la jachère est réduite ou disparue (3) ; le malaise rural a été combattu par l'emploi de la machine, mue demain par le moteur mécanique qui fera de l'ouvrier agricole un véritable ouvrier d'industrie, à la besogne plus intelligente et plus agréable, à la journée mieux limitée. Et ainsi en fin de thèse, l'exode rural apparaît comme l'agent nécessaire du progrès agricole s'exerçant au point de vue technique, économique et social, déclarait M. Roux dans la *Science Sociale* (4).

Charrue automobile de M. Amiot,

par M. FERNAND DE CONDÉ, Ingénieur agronome.

La charrue automobile de M. H. Amiot (3, rue des Boucheries, Reims, Marne) comporte trois corps de charrue (fig. 60), disposés à l'arrière du châssis. Celui-ci est porté par quatre roues dont les deux d'avant sont directrices et dont les deux d'arrière, munies de stries, sont motrices. Le moteur à explosions, à deux cylindres, est d'une puissance de 20 chevaux (moteur Henry Bauchet, de Rethel, Ardennes).

Un dispositif spécial augmente la pression des roues motrices sur le sol : chaque corps de charrue V (fig. 61) est monté sur un levier C articulé autour d'un axe x solide du bâti bb' de la machine. Le corps de charrue est toujours disposé de façon à tendre à pénétrer dans le sol : il marche sur la pointe du soc ; l'étauçon avant e est articulé autour d'un axe n du levier C (à cet effet la pièce C est double dans sa partie arrière) ; l'étauçon e' peut être manœuvré à l'aide de la vis à volant v de façon à donner au versoir V une entrure suffisante selon la profondeur du labour. Il en résulte un effort vertical p appliqué à l'extrémité du levier C. L'axe x d'articulation de ce levier étant situé en avant de l'axe O de l'essieu, la machine se déplaçant dans le sens de la flèche f , on a donc sur l'essieu arrière une force P verticale exprimée par

$$P = p \frac{L}{l}$$

(1) *Agriculture nouvelle*, 1912, pages 612 et 613. La participation de l'ouvrier agricole. *Annales du Musée social*, février 1912.

(2) *Revue des Deux Mondes*, 1^{er} octobre 1912. La condition des salariés agricoles et l'exode rural par D. Zolla.

(3) *Idem*.

(4) *Science Sociale*, fascic. 66, février 1910. La dépopulation des campagnes par P. Roux.

l et L représentant respectivement les bras de levier des forces P et p par rapport à l'axe x ; ce dispositif, augmentant la pression des roues motrices A sur le sol, permet

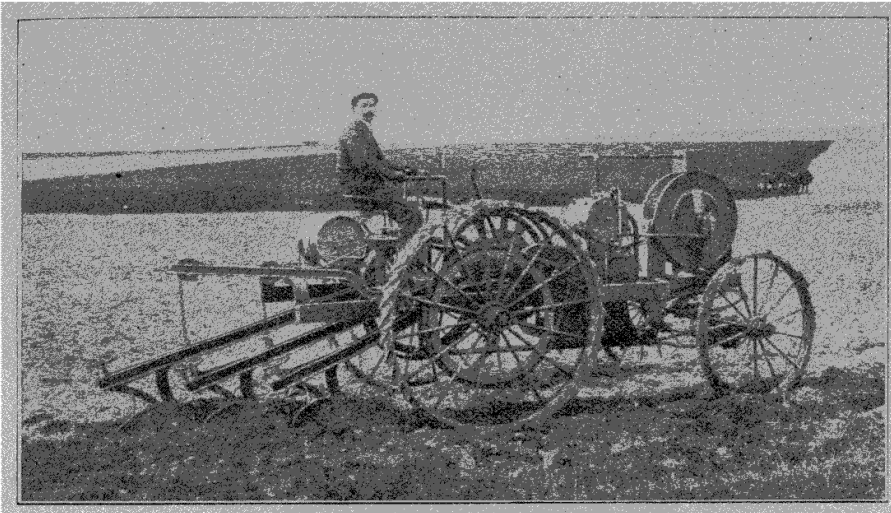


Fig. 60. — Charrue automobile Amiot.

d'avoir une adhérence suffisante avec des roues assez étroites et une machine relativement légère.

Le moteur est placé en M (fig. 61), entre les roues avant et les roues arrière. Les

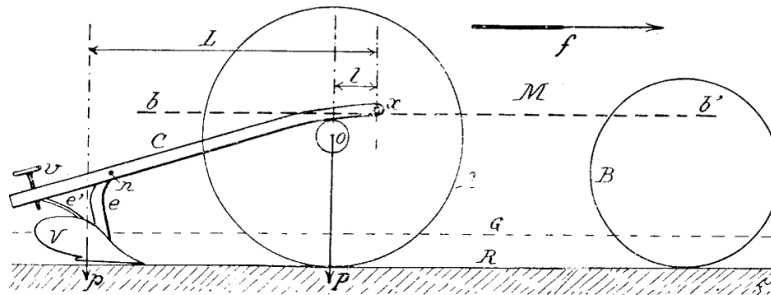


Fig. 61. — Principe de la charrue automobile Amiot.

charrues versant à droite, les roues de droite A et B roulent dans le fond de la raie R, tandis que les roues de gauche se déplacent sur le guéret G.

Le labour s'effectue en planches, mais pourrait aussi être pratiqué à la Felleberg, c'est-à-dire en tournant autour du champ. Pour les virages et pour le transport sur route on relève les corps de charrue par l'intermédiaire d'une chaîne enroulée sur un treuil et passant sur une poulie verticale servant de poulie de renvoi; ce méca-

nisme de relevage ou d'abaissement peut être manœuvré du siège du conducteur et à volonté à l'aide du moteur ou à l'aide d'un volant placé à proximité de ce siège.

Un homme suffit pour la conduite de la machine. En démontant les charrues, ce qui s'opère facilement, la machine devient un tracteur ; le moteur peut servir également pour actionner, par courroie, des machines fixes.

Aux Démonstrations de Reims (octobre 1912), dans une terre légère, facile à travailler, cette machine traçait trois raies à une profondeur de 20 centimètres en moyenne.

Selon le constructeur, la vitesse atteindrait 7 kilomètres à l'heure en terre légère. La quantité travaillée en 10 heures, à une profondeur de 18 à 20 centimètres, serait d'environ 2 hectares.

Emploi du tracteur aux ensemencements.

M. R. Wallut (1) nous a communiqué des photographies prises au commencement de 1913 en Tunisie, montrant des essais d'un tracteur C. I. M. A. (2), type D « Titan », employé aux ensemencements d'une très grande étendue.

En avant du chantier un homme conduit un cheval tirant une petite charrette à plate-forme sur laquelle sont posés les sacs contenant les semences.

Viennent ensuite trois ouvriers qui effectuent le semis à la volée.

Derrière les semeurs se déplace le tracteur auquel sont attelées 10 herses canadiennes travaillant les unes à côté des autres sur la même transversale. Les herses sont attachées à une longue barre d'attelage; elles sont reliées en arrière à une chaîne traînante destinée à effacer les crêtes des sillons tracés par les dents et à égaliser la surface du sol.

Deux mécaniciens sont sur la plate-forme du tracteur, de sorte que le chantier comprend 6 hommes, 1 cheval, le tracteur et les 10 herses.

Chaque herse, qui a 10 dents, pèse environ 80 kg. et travaille sur une largeur d'un mètre. Dans nos cultures, ce modèle de herse nécessite un attelage de 2 chevaux; le tracteur remplace donc ici 20 animaux-moteurs.

La largeur travaillée (semis et recouvrement des graines) est de 10 mètres.

Résultats des essais d'Alger.

Nous avons reçu le rapport (3) de M. L. Ventou-Ducaux relatif aux *Démonstrations de labourage mécanique* qui eurent lieu les 3, 4 et 5 avril 1913, à Alger, et au sujet desquelles il a déjà été donné ici des renseignements (4).

(1) 168, Boulevard de la Villette, à Paris.

(2) *Culture mécanique*, t. 1, p. 79.

(3) *Bulletin officiel de la Commission technique de l'Automobile-Club de France*, avril 1913, p. 37.

(4) P. 704, Bulletin d'avril 1913.

Pour ce qui concerne les caractéristiques des appareils présentés nous renvoyons aux études qui leur ont été spécialement consacrées dans cette *Revue*, nous limitant aux indications ci-après :

Tracteur à vapeur, de la Cie Case de France (1); machine d'une puissance de 60 chevaux.

Tracteur à vapeur, de MM. J. et H. Mac Laren (2), présenté par M. Feyeux, à Baba-Hassen; machine avec surchauffeur, d'une puissance de 100 chevaux.

Tracteur Avery (3), présenté par M. Thénier, à Alger; moteur à essence minérale de 35 chevaux.

Tracteur de M. Edmond Lefebvre (4); moteur Gnome, à benzol, à 4 cylindres de 120 millimètres d'alésage et 160 millimètres de course, développant 35 à 40 chevaux à 900 tours par minute; pompe de circulation d'eau; radiateur Solex.

Tracteur-toueur de M. Georges Filtz, Juvisy-sur-Orge, Seine-et-Oise (5); moteur à benzol à 4 cylindres de 120 millimètres d'alésage et 140 millimètres de course, développant 25 à 30 chevaux à la vitesse pouvant varier entre 800 et 1200 tours par minute.

Laboureuse Stock; charrue automobile avec moteur à benzol à 4 cylindres, pouvant développer de 42 à 50 chevaux; deux grandes roues motrices de 2^m,20 de diamètre, munies chacune de 15 palettes rectangulaires de 0^m,13 × 0^m,25 fixées à la jante par deux boulons, et pouvant s'enlever rapidement pour le transport sur route; roue arrière directrice; 4 vitesses.

Nous parlerons plus loin du treuil pour défoncements présenté par la Société Franco-Hongroise.

*
* * *

Le sol était fortement argileux, très compact et certaines parties n'avaient pas été labourées depuis longtemps. Un essai a été effectué pour se faire une idée de la nature du terrain : « Seize bœufs indigènes attelés à une charrue à une raie ont permis de labourer 16 ares 20 en 3 heures 15 m. Les raies avaient 42 m. de longueur, 0^m,38 de largeur et 0^m,23 de profondeur. La traction moyenne était de 700 kilogrammes; la section de la raie étant de 8,74 décimètres carrés, la traction moyenne par décimètre carré ressort à 80 kilogrammes environ. »

La longueur des parcelles mises à la disposition des concurrents était de 400 mètres. La surface de chaque parcelle était de 2 hectares 84 ares.

Nous résumons dans les tableaux suivants les différents chiffres consignés dans le rapport, ainsi que les résultats de quelques calculs qu'ils nous ont permis d'effectuer, malheureusement d'une façon approximative, car certaines données précises manquent; c'est donc sous toutes réserves que nous indiquons les volumes de

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 106.

(2) *Culture mécanique*, t. I, p. 106.

(3) *Culture mécanique*, t. I, p. 106; — p. 592 du Bulletin d'avril 1913.

(4) *Culture mécanique*, t. I, p. 41.

(5) *Culture mécanique*, t. I, p. 117.

terre ameublie avec chaque appareil et par kilogramme, ou par litre, de combustible dépensé.

Tracteurs à vapeur.	Case.	Mac Laren.
Puissance, en chevaux	60	100
Nombre d'hommes employés	2	3
Nombre de corps de charrues en action	4	10
Largeur du travail (mètres)	"	4
Largeur sur la fourrière pour les tournées (mètres)	25	45
Temps employé pour une tournée (minute, secondes)	0 ^m ,55*	1 ^m 50*
Profondeur du labour (centimètres)	14-12	8 à 10 — 12 à 13
Durée totale du travail (heures, minutes)	6 ^h 30 ^m	5 ^h 32 ^m
Surface labourée (mètres carrés)	19 691	26 891
Vitesse moyenne d'avancement (mètres à l'heure)	3 318	2 250
Consommation d'eau (litres)	2 090	2 225
Consommation de charbon (briquettes) (kilogr.)	572	288
Prix de la tonne de briquettes (francs)	47	47
Dépense de combustible par hectare (francs)	13 ^{fr} ,65	5 ^{fr} 04
Volume de terre ameublie par kilogramme de charbon (mèt. cubes)	4,5	10,2

Case. — « Il a été noté que beaucoup de bandes de terre n'étaient pas entièrement retournées et que généralement le terrain était labouré à faible profondeur. »

Mac Laren. — « Il a été noté que le terrain était très comprimé par les roues motrices avant le passage de la charrue. Le sol était bien retourné, mais la division était insuffisante. Enfin, la profondeur du labour était faible. »

En compulsant nos notes sur les appareils de culture à vapeur avec deux locomotives-treuil (1), nous trouvons qu'on ameublit de 9 à 10 mètres cubes de terre par kilogramme de charbon consommé. Aux essais de Wolverhampton (1871, Société Royale d'Agriculture d'Angleterre), en moyenne générale des divers systèmes, on ameublissait 5 mètres cubes de terre par kilogramme de charbon consommé.

Appareils avec moteur à explosions.	Tracteur Avery.	Tracteur Lefebvre.	Tracteur-toueur Filtz.
Puissance, en chevaux	35	35 à 40	25 à 30
Nombre d'hommes employés	1	2	2
Nombre de corps de charrues en action	5 (indépendants).	2	"
Largeur du travail (mètres)	"	"	"
Largeur sur la fourrière pour les tournées (mètres)	15 et 25	16 et 32	15
Temps employé pour une tournée (minute, secondes)	1 ^m 47*	1 ^m	1 ^m
Profondeur du labour (centimètres)	8 — 12 à 13	10 à 15	15 — 20 à 28
Durée totale du travail (heures, minutes)	6 ^h 34 ^m	1 ^h 51 ^m	5 ^h 09 ^m
Surface labourée (mètres carrés)	9 668	9 700	9 793
Vitesse moyenne d'avancement (mètres à l'heure)	1 769	3 650	4 180
Nature du combustible employé	Essence minérale.	benzol.	benzol.
Litres de combustible employés	78,09	31,30	47,90
Prix du litre de combustible (francs)	0 ^{fr} ,50	0 ^{fr} ,50	0 ^{fr} ,50
Dépense de combustible par hectare (francs)	45 ^{fr} ,04	16 ^{fr} ,13	24 ^{fr} ,46
Volume de terre ameublie par litre de combustible (mètres cubes)	12,4	40,2	44,9

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 13, et p. 408 de ce Bulletin.

Avery. — « Il a été noté que l'ensemble était mal réglé; il en est résulté un labour défec-
tueux. Cet appareil serait certainement susceptible de donner de meilleurs résultats. » C'est
une question d'habileté du mécanicien, qui est tout à fait indépendante du tracteur.

Lefebvre. — « Il a été noté que le terrain était bien retourné et l'ameublissement suf-
fisant avec la charrue-bascule. Le tracteur a bien fonctionné, mais les divers modèles de
charrues essayées successivement ne lui ont pas permis de donner sa mesure, aucun ne cor-
respondant au type qui était nécessaire. »

Fitz. — « Il a été noté que le retournement des bandes de terre laissait à désirer par
suite d'une trop grande vitesse donnée à la charrue. Cette dernière avait été empruntée dans
une ferme voisine et n'était pas destinée à ce genre de travail. Le tracteur-toueur est rela-
tivement léger, il ne comprime donc pas démesurément le sol et, par conséquent, l'ameublis-
sment du terrain est facile. »

Laboureuse.	Stock.
Puissance, en chevaux	42 à 50
Nombre d'hommes employés	1
Nombre de corps de charrues en action	6
Largeur du travail (mètres)	»
Largeur sur la fourrière pour les tournées (mètres)	14
Temps employé pour une tournée (minute, secondes)	1 ^m 30 ^s
Profondeur du labour (centimètres)	14 à 25 — 20
Durée totale du travail heures, minutes	5 ^m 50 ^m
Surface labourée (mètres carrés)	23 101
Vitesse moyenne d'avancement mètres à l'heure	3 960
Nature du combustible employé	benzol.
Litres de combustible employés	100,44
Prix du litre de combustible (francs)	0,50
Dépense de combustible par hectare (francs)	21,46
Volume de terre ameublie par litre de combustible (mètres cubes)	16,0

Stock. — « Il a été noté que le terrain était bien ameubli et le travail régulier. »

Le treuil de *défoncements*, actionné par une locomobile à gaz pauvre de la Société
Franco-Hongroise, fonctionnait avec de l'anthracite en grains. La mise en route deman-
dait de 12 à 15 minutes. Le moteur de 27 chevaux et les treuils à axe horizontal étaient
montés sur un bâti se déplaçant le long de la fourrière au fur et à mesure de l'avance-
ment du travail (1). Les câbles passaient sur des poulies de renvoi, horizontales,
fixées au bâti. La charrue n'ouvrait qu'une raie et était ramenée à vide à son point de
départ par un câble de rappel.

Nombre d'hommes employés	2
Profondeur du labour (centimètres)	55 à 58
Vitesse moyenne d'avancement (mètres à l'heure)	1 400
Vitesse moyenne donnée à la charrue pour son retour à vide (mèt. à l'heure)	7 400

« Il a été noté que le travail était très régulier et le retournement des bandes très
complet. »

(1) Ces treuils sont étudiés dans l'ouvrage : *Travaux et machines pour la mise en culture des terres.*

Il n'a pas été procédé à d'autres constatations que celles que nous indiquons ci-dessus, car l'appareil, destiné à des travaux d'amélioration foncière, ne rentrait pas dans le programme des *Démonstrations* pour lesquelles la profondeur du labour était fixée à 15 cm.

Le rapport fait remarquer que « la partie du problème relatif à l'application de la force motrice est au point; celle au contraire concernant les instruments de travail mérite d'être étudiée. Il faut que les fabricants de charrues adaptent parfaitement leurs appareils à la nouvelle méthode de culture ». — Cette conclusion ne peut que surprendre tous ceux qui connaissent tant soit peu les charrues. Nous croyons que l'idée du rapport est plutôt la suivante: que les concurrents apprennent à régler une charrue, étudient et choisissent à l'avenir des charrues convenables, au lieu d'attacher derrière leur tracteur une charrue quelconque qui n'est pas établie pour le genre d'ouvrage qu'on demande d'effectuer dans une terre dont ils ne connaissent pas d'avance la nature. Aussi on a eu bien raison d'émettre le vœu que désormais les concurrents fussent renseignés préalablement sur la constitution physique des terrains qui seraient mis à leur disposition. Il est vrai que depuis longtemps on aurait dû commencer par là, car il est impossible de choisir une charrue si l'on n'a pas une idée de la nature du sol qu'elle doit travailler.

Résultats d'essais de la moto-charrue Stock,

par M. R. GAGÉY, professeur de Génie Rural
à l'École coloniale d'Agriculture de Tunis.

Nous avons eu l'occasion d'effectuer quelques mesures sur la charrue automobile Stock, le 2 mai 1913, à Mégrine, aux environs de Tunis.

La moto-charrue Stock, de la Stock Motorflug Gesellschaft, de Berlin, comprend un châssis monté en son milieu sur deux grandes roues motrices et porteuses de 2^m,20 de diamètre, et reposant par l'arrière sur une petite roue. Les grandes roues sont armées à la périphérie de palettes rectangulaires en nombre et de dimensions variables suivant la nature des terres. La roue arrière, munie d'un disque tranchant afin d'éviter le dérapage, est supportée par une crémaillère qui permet de soulever plus ou plus le châssis qui pivote autour des grandes roues porteuses.

La moitié postérieure du châssis, comprise entre les roues motrices et la roue d'arrière, peut être munie de 6 corps de charrue; l'avant de ce même châssis supporte le moteur et ses accessoires; le réservoir à essence a une contenance de 150 litres.

Ce moteur à 4 cylindres, de 130 mm d'alésage et 200 mm de course, développe 42 à 50 chevaux-vapeur à 720 tours; il est muni d'une magnéto Bosch à allumage jumelé; le refroidissement s'effectue par thermo-siphon. Il attaque par une série d'engrenages réducteurs de vitesse et un différentiel les deux grandes roues motrices.

Du siège, le conducteur commande la direction par pivotement de la roue arrière,

la profondeur en actionnant la crémaillère portant cette même roue, et enfin le carburateur du moteur. Un seul homme suffit donc à la conduite de la machine.

Avec 6 socs, elle peut mener 1^m,80 à 2 mètres de large. Elle pèse 5 500 kg. Elle se déplace à grande vitesse, dépassant souvent 1 mètre par seconde, et conserve une très bonne adhérence au sol grâce à ses palettes. Cependant, chaque roue ne présente que deux palettes en prise dans le sol; il est à penser que le bon entraînement de la charrue est dû aux grandes dimensions des roues motrices.

Enfin signalons que les corps de charrue sont de types différents suivant la nature du sol à travailler, et qu'on peut en varier le nombre sur le bâti.

*
* * *

Les essais ont eu lieu, à la demande de l'Association agricole de Tunisie, dans la propriété de Mégrine.

Le sol, très compact et relativement sec, présentait de réelles difficultés, puisque les brabants-doubles ne pouvaient plus y effectuer un travail convenable.

Malgré l'état du sol, le labour a été effectué dans de bonnes conditions, la bande de terre étant bien brisée, grâce à la vitesse de déplacement et au choix judicieux des corps de charrue.

Chaque roue portait 15 palettes mesurant 0^m,45 de haut sur 0^m,36 de large.

Combustible : essence minérale, densité 712.

Huile de graissage, densité 916.

Le résultat des mesures nous a fourni les chiffres suivants :

Durée de l'essai (heures)	5
Longueur des raies (mètres).	560
Nombre de corps de charrues en action.	5
Profondeur moyenne du labour (centimètres).	23,5
Largeur moyenne du travail (mètre)	4,44
Vitesse moyenne de déplacement (mètres par seconde)	1,19
Surface labourée en 5 heures (hectares, ares)	3,68
Surface labourée par heure (ares).	73,6
Volume de terre remuée en 5 heures (mètres cubes).	8 548
Consommation { D'essence minérale (kil., lit.)	82 ^{kg} ,35 = 115 litres
en 5 heures. { D'huile (kil., lit.)	10 ^{kg} ,64 = 11 ^{lit} ,6
{ D'eau (lit.)	7,0
Consommation { D'essence minérale (kil., lit.)	16 ^{kg} ,47 = 23 litres
par heure. . { D'huile (kil., lit.)	2 ^{kg} ,128 = 2 ^{lit} ,3
Consommation { D'essence minérale (kil., lit.)	22 ^{kg} ,37 = 31 litres
par hectare. { D'huile (kil., lit.)	2 ^{kg} ,885 = 3 ^{lit} ,15
Volume de terre ameublie { par kilogramme d'essence.	104
(mètres cubes). { par litre d'essence	74

Nous retiendrons de cet essai le chiffre intéressant de 74 mètres cubes de terre remuée par litre d'essence minérale consommée.

Matériel Ventzki pour labourage à vapeur,

par M. R. DESSAISIAUX.

Les principes généraux de la culture à vapeur à l'aide de deux locomotives-treuil ont déjà été étudiés (1), ainsi que de récentes applications faites dans la plaine de Liensaint, en Seine-et-Marne, aux environs de Soissons et dans le département de l'Oise (2).

A propos de ces locomotives-treuil nous pouvons donner quelques indications relatives au matériel construit par la Société A. Ventzki, de Graudenz, dont la maison de vente est à Paris, 60, rue Ordener.

Les machines sont du type compound et il y a surtout de particulier à signaler l'application de la surchauffe, la possibilité de démonter le faisceau tubulaire de la chaudière, enfin, pour certains modèles, l'emploi d'un foyer capable de brûler la paille.

* * *

Le surchauffeur est logé dans la boîte à fumée de la locomotive qui présente ainsi, par sa longueur et la forme de la base de la cheminée, un aspect particulier (fig. 62).

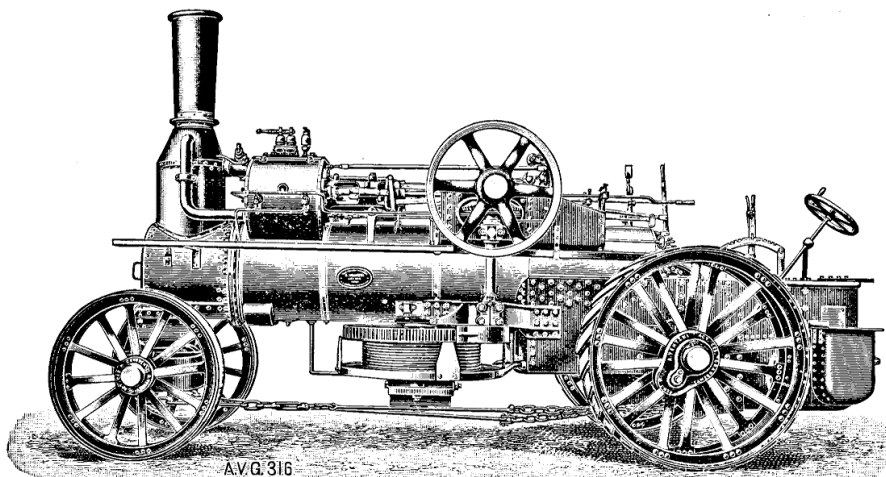


Fig. 62. — Locomotive-treuil, compound, à surchauffeur, de Ventzki.

La figure 63 donne la vue d'ensemble d'un chantier de labourage avec deux semblables locomotives-treuil.

L'emploi de la surchauffe procure une économie d'environ 30 p. 100 de combustible. Le foyer de la chaudière est très grand, afin de pouvoir utiliser des charbons médiocres, du bois tronçonné ou de la tourbe.

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 7.

(2) *Culture mécanique*, t. I : *Travail du sol à la vapeur dans la plaine de Liensaint*, p. 14; *Culture à vapeur dans le Soissonnais*, p. 37; *Culture à vapeur dans l'Oise*, p. 38.



Fig. 63. — Chantier de labourage avec deux locomotives-treuzils de Ventzki.

Le démontage du faisceau tubulaire de certains modèles s'effectue facilement par le déboulonnage du joint de la plaque de raccordement du corps cylindrique horizontal avec la boîte à fumée (fig. 64) et du côté du foyer. Ce dispositif est très recommandable quand le matériel doit être utilisé dans les pays dont les eaux incrustantes obligent à de fréquents nettoyages de l'appareil évaporatoire, afin d'éviter des accidents et une dépense exagérée de combustible.

Au sujet du moteur à vapeur il n'y a surtout à mentionner que la lubrification des pistons est assurée, d'une façon automatique, par une petite pompe à huile, dont l'emploi permet de réaliser une économie de graissage.

* * *

Un matériel intéressant pour beaucoup de régions est celui qui est destiné à brûler la paille. On a pu voir, dans l'article consacré au *labourage électrique* du domaine du Koudiat, en Tunisie (1), une belle application de ce chauffage à une machine à vapeur

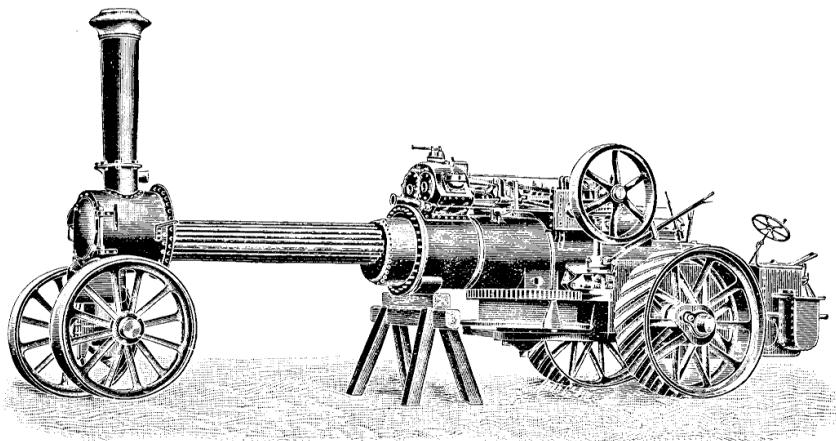


Fig. 64. — Démontage de la chaudière de la locomotive-treuil de Ventzki.

fixe de 100 à 120 chevaux, consommant environ 3 kilogrammes de paille par cheval et par heure (machine compound, à vapeur surchauffée), et dont la manutention était facilement assurée par un seul homme chargeant le foyer avec une fourche.

Pour des locomobiles ordinaires, M. Max Ringelmann donne les chiffres suivants (2), résultant de constatations. Pour vaporiser 7 à 8 kilogrammes d'eau dans une bonne chaudière, il faut dépenser, suivant les combustibles, les quantités ci-après :

- 1 kilogr. d'excellente houille,
- 2 k. à 2^k,3 de tourbe,
- 2^k,3 à 2^k,6 de bois de feu,
- 3 à 4 kilogr. de fagots et broussailles,
- 4 à 5 kilogr. de paille de blé ou d'orge.

(1) P. 583, *Bulletin* d'avril 1913.

(2) MAX RINGELMANN : *Génie Rural appliqué aux Colonies*, p. 471-479.

Le même auteur décrit un certain nombre de foyers spécialement établis pour brûler de la paille, et dont le plus simple est le système Elworthy.

Dans les locomotives-treuil Ventzki chauffées à la paille (fig. 65), il y a en arrière du tender un grand couloir légèrement incliné, en tôle, garni latéralement de rebords verticaux. C'est dans ce couloir que des hommes jettent les pailles amenées par des voitures et d'où le chauffeur les prend pour les pousser dans le foyer de la locomotive. La figure 66 donne la vue d'un chantier de labourage à vapeur avec le chariot à paille, dont la flèche est attachée à l'arrière du tender de la locomotive-treuil, laquelle déplace ainsi sa réserve de combustible au fur et à mesure de son avancement sur la fourrière du champ; à côté se trouve le tonneau à eau, monté sur quatre roues, tiré par deux paires de bœufs, chargé de ravitailler la chaudière.

* * *

Selon les essais, publiés ci-après, de M. Johan V. Krause, professeur du cours de Machines agricoles à l'École polytechnique de Lemberg (Autriche), sur une locomotive-treuil Ventzki, compound, avec surchauffeur, on ne consommerait en moyenne qu'un kilogramme de très bon charbon par cheval-heure indiqué; cela correspon-

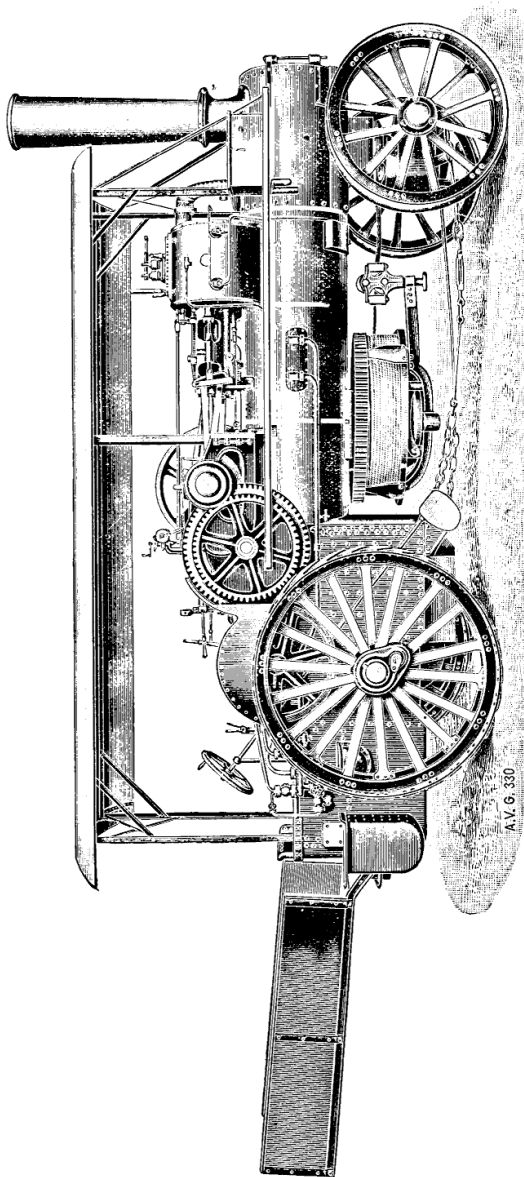


Fig. 65. — Locomotive-treuil Ventzki, chauffée à la paille.

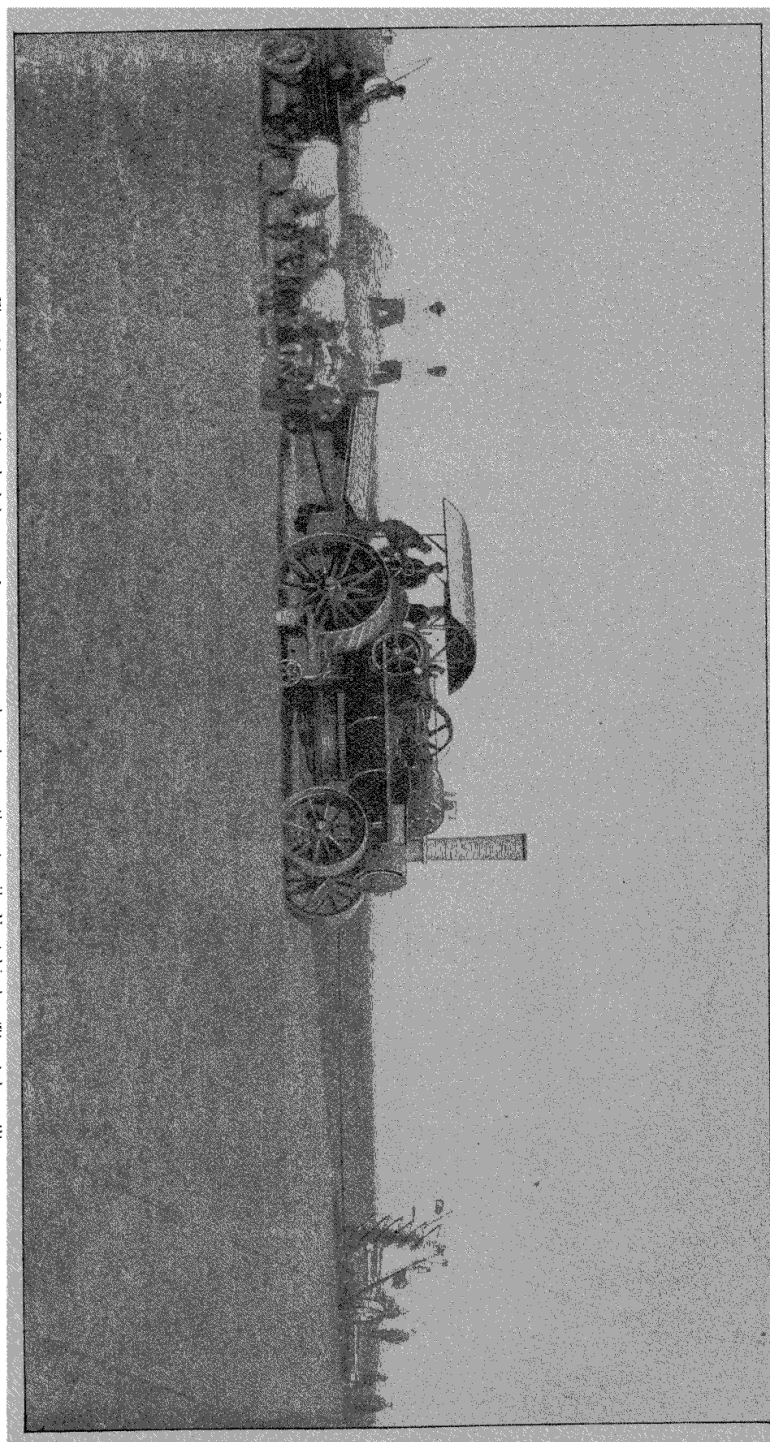


Fig. 66. — Chantier de labourage à vapeur avec deux locomotives-troules. Ventilateurs chauffés à la paille.

draît, en pratique, à une dépense de 1 kg, 25 à 1 kg, 30 de charbon par cheval-heure développé sur l'arbre du moteur, et, très probablement, en travail courant, à 1 kg, 40 ou 1 kg, 50 par cheval-heure compté sur le câble de traction de la charrue.

En supposant qu'il faut brûler 4 à 5 kilogrammes de paille à la place d'un kilogramme de charbon, on voit que, par cheval-heure compté sur le câble de traction, la dépense serait en travail pratique de 5^{kg},60 à 7 kilogrammes de paille, c'est-à-dire bien peu de chose dans beaucoup de pays où cette marchandise n'a pour ainsi dire pas de valeur.

Résultats d'essais

d'un

appareil de culture à vapeur surchauffée

de la maison Ventzki,

par M. JOH. KRAUSE,

de l'École polytechnique de Lemberg.

Les essais d'un matériel Ventzki, comportant deux locomotives-treuil, avec surchauffeur de vapeur, ont été effectués au commencement du mois d'août 1912 sur le domaine du comte Frantz Potocki, à Gross Moczulka (gouvernement de la Podolie, arrondissement d'Hajsyn).

Nous donnons dans ce qui suit le résumé de la traduction du rapport du Dr Krause.

Dimensions d'une locomotive-treuil :

Surface de chauffe (mètres carrés)	{ De la chaudière	20,35
	{ Du surchauffeur	10,84
	{ Totale	31,19
Surface de la grille (mètre carré)		0,67
Nombre de tubes		35
Pression normale (atmosphères)		12
Contenance en eau de la chaudière (litres)		1 265
Contenance du tender	{ En eau (litres)	950
	{ En charbon (kilogr.)	200
Alésage du cylindre de	{ Haute pression (millim.)	225
	{ Basse pression (millim.)	360
Course des pistons (millim.)		360
Vitesse moyenne (tours par minute)		300
Nombre de tours du moteur pour un tour du treuil		9,2
Câble	{ Diamètre (millim.)	22
	{ Longueur enroulée sur le treuil (mètres)	450
Roues motrices	{ Diamètre (mètres)	2,00
	{ Largeur de jante (mètre)	0,66
Nombre de tours du moteur par tour de roue motrice de la locomotive	{ Petite vitesse	22
	{ Grande vitesse	10
Dimensions totales extrêmes (mètres)	{ Longueur	7,30
	{ Largeur	2,90
	{ Hauteur sans la cheminée	3,00
	{ Hauteur avec la cheminée	4,25

Poids de la locomotive-treuil (kilogr.)	{ Sans eau ni charbon	21 650
	{ En ordre de marche	23 100
Pression exercée sur le sol par la locomotive en ordre de marche (kilogr.)	{ Sur les roues d'avant	8 900
	{ Sur les roues d'arrière	14 200

Dimensions de la charrue anti-balance :

Largeur du travail (mètres)	2,40
Nombre de raies ouvertes	5
Dimensions extrêmes (mètres). {	
Longueur	11,00
Largeur	2,50
Hauteur	1,95
Poids (kilogr.)	4 880

Charbon : Le charbon employé aux essais était de très mauvaise qualité; son pouvoir calorifique calculé était de 4 768 calories au kilogramme et, pratiquement, 4 461 calories.

Un bon charbon aurait dû dégager 7 500 calories au kilogramme.

Par le calcul on peut ramener les consommations constatées aux essais avec le mauvais charbon (de 4 461 calories), à la consommation supposée effectuée avec du bon charbon (7 500 calories).

Mise en pression :

Essais.	I Chaudière froide.	II Chaudière encore chaude 12 heures après l'extinction du feu.
Temps (heure, minute) { A la pression de 1 atmosphère. . .	40 m.	21 m.
depuis l'allumage. . . { A la pression de 12 atmosphères. .	1 h 23 m.	1 h. 02 m.
Consommation de char- { Mauvais charbon.	86,6	76,5
bon (kilogr.) { Bon charbon (calculé).	50,8	44,5

En travail régulier de plusieurs jours consécutifs, ce sont les chiffres de l'essai II qui doivent être appliqués; ils présentent sur la première mise en route (essai I) une économie de 21 minutes et de 6 kg,3 de bon charbon (ou 10 kg,1 de charbon de très mauvaise qualité).

Labour :

Les essais ont eu lieu dans un champ primitivement en blé, ayant une éteule très haute, qui atteignait par endroits 60 centimètres de longueur. Il s'agissait de faire un labour profond d'au moins 30 centimètres pour préparer la terre en vue de la culture des betteraves à sucre.

Les résultats constatés aux essais, ainsi que ceux des calculs qu'on a effectués, sont indiqués ci-après.

Essais.	I	II	III
Nombre de relevés faits. { A l'indicateur	"	10	13
{ Au dynamomètre de traction. . .	"	5	5
Durée des essais (heures et dixièmes). { Travail	9,00	1,486	1,618
{ Arrêts divers	1,70	2,334	"
{ Totale	10,70	3,82	1,61

Essais.	I	II	III
Nombre total de rayages	112	20	22
Nombre de rayages effectués par chaque locomotive-treuil	56	40	11
Temps moyen employé pour un rayage (secondes)	218	206	221
Durée du travail d'une locomotive (heure et dixièmes)	3,837	0,572	0,675
{ Pour tirer la charrue	0,194	0,0418	0,0460
{ Pour se déplacer sur la fourrière et pour diverses manœuvres	4,051	0,613	0,721
{ Total de travail	447	354	358
Longueur du rayage (mètres)	258	47	52,5
Largeur labourée (mètres)	30,2	28,35	28,5
Profondeur du labour (centimètres)			
Température de l'eau d'alimentation (centigrades)	29°	30°5	25°
Pression moyenne dans la chaudière (atmosphères)	11,6	11,8	11,7
Températures de la vapeur (centigrades)			
{ Minimum	»	230°4	230°
{ Maximum	»	260°5	275°5
Nombre de tours du moteur	»	944	987
{ Pour un rayage de la charrue	»	274	268
{ Moyen, par minute			
<i>Consommation pour une seule locomotive :</i>			
Eau (kilogr.) (l'eau était de très mauvaise qualité)	4 450	808,2	784,6
Charbon (kilogr.)	819	162,5	142,5
{ Mauvais charbon (4 461 cal.)	486	96,5	84,5
{ Calcul pour un bon charbon (7 500 cal.)	0,850	0,21	»
Huile (kilogr.)	2,875	0,67	»
Graisse (kilogr.)	0,675	0,20	»
Largeur moyenne du rayage (mètres)	2,30	2,35	2,386
Rapport moyen de la largeur à la profondeur d'une raie de charrue	1,32	1,65	1,67
Section moyenne du labour d'un rayage (décimètres carrés)	69,4	66,62	68,2
Traction moyenne de la charrue (kilogr.)	»	5 140	5 295
Traction de la charrue à vide (kilogr.)	»	273	268
Traction utile des corps de charrue (kilogr.)	»	4 867	5 027
Traction utile par décimètre carré de section du labour (kilogr.)	»	73,05	73,7
Vitesse de la charrue (mètres par seconde)	1,8	1,718	1,62
Puissance moyenne absorbée par la charrue chevaux-vapeur	»	117,7	114,1
Puissance du moteur, à l'indicateur 'chevaux-vapeur'	»	146,6	147,5
Rendement pour 100 (de la puissance absorbée par la charrue, à la puissance indiquée)	»	80,4	77,5
Travail employé par le roulement à vide de la charrue (chevaux-vapeur)	»	14,37	16,07
Rendement mécanique de la transmission du moteur à vapeur au treuil (p. 100)	»	91,5	90
Eau vaporisée par kilogramme de mauvais charbon (kilogr.)	5,44	4,97	5,5
Effet utile de la chaudière p. 100	»	70,5	78,7
{ Avec le mauvais charbon (4 461 cal.)	»	72,9	81,4
{ Calcul pour un bon charbon (7 500 cal.)	»	3,7	3,3
{ Par les fuites	3,2	25,8	15
{ Par la cheminée et par rayonnement	»		
Bon charbon (7 500 cal.) employé par heure et par cheval indiqué (kilogr.)	»	1,08	0,8
Bon charbon (7 500 cal.) employé par heure et par cheval absorbé par la charrue (kilogr.)	»	1,34	1,03
Eau employée par heure et par cheval indiqué (kilogr.)	»	9704	7,36
Eau employée par heure et par cheval absorbé par la charrue (kilogr.)	»	11,22	9,5

Tome 120. — 2^e semestre. — Juillet 1913.

9

Essais.	I	II	III
Rendement thermique { De la machine à vapeur	"	7,8	10,5
(p. 100) { De l'ensemble (compté à la charrue).	"	6,3	8,2
Rapport du temps utile du labour au temps total employé.	0,86	0,775	0,835
Lubrifiants employés par cheval { Huile des pistons	"	1,9	"
indiqué et par heure pour une { Huile du mécanisme	"	6,15	"
seule locomotive (grammes). { Graisse	"	1,8	"
Surface labourée par heure (hect., ares).	1,28	1,12	1,16
Bon charbon (7500 cal.) calculé, employé par hectare, pour les deux locomotives (kilogr.).	85	116	91
Eau nécessaire par hectare, pour les deux locomotives (kilogr.).	772	980	836
Lubrifiants employés par hectare { Huile des pistons	0,295	0,5	"
pour les deux locomotives { Huile du mécanisme	1,00	1,6	"
(kilogr.). { Graisse	0,234	0,49	"
Travail utile effectué par heure, en 100 000 kilogrammètres.	"	233	245
Nombre de kilogrammètres utiles obtenus avec une calorie.	"	23,8	31,0
Rendement thermique sur le travail utile (p. 100).	"	5,55	7,5
Personnel employé. { Chef de chantier	1		
{ Mécaniciens	2		
{ Laboureur	1		
{ Aides.	2		
{ Service d'eau.	3		
Totaux.	9		
Chevaux pour les transports d'eau et de charbon.	4		

Déplacement de la locomotive dans le champ :

Puissance indiquée (chevaux-vapeur).	73,6
Rendement de la transmission	68,5 p. 100
Puissance effective calculée aux roues motrices (chevaux-vapeur)	50,4
Vitesse d'avancement (mètre par seconde)	1,13
Puissance indiquée lorsque la locomotive tire l'autre locomotive (chevaux-vapeur).	127,2
Puissance effective calculée lorsque la locomotive tire l'autre locomotive (chevaux-vapeur)	87,2
Vitesse d'avancement (mètre par seconde)	1,18
Traction pour tirer l'autre locomotive (kilogr.)	2 720
Traction pour le déplacement de la locomotive-tracteur (kilogr.)	2 830
Traction totale aux roues motrices (kilogr.)	5 550
Enfoncement des roues dans le sol (centimètres).	6
Plus petit rayon de virage (mètres).	9

Prix de revient du labourage à vapeur,

par M. JOH. KRAUSE,
de l'École polytechnique de Lemberg.

Le rapport du Dr J. Krause, sur les résultats de ses essais d'un appareil de culture à vapeur surchauffée de la maison Ventzki, avec deux locomotives-treuil, qui a été résumé ci-dessus, est suivi d'une évaluation des frais du travail, dont nous donnons

également la traduction. Les sommes indiquées ici sont exprimées en couronnes et en heller (une couronne vaut 1,05 fr., et cent heller).

Le prix du charbon (il s'agit du mauvais charbon ne dégageant que 4 461 calories au kilogramme) est ainsi fixé :

	Couronnes.
1 wagon de 15 tonnes, prix à la mine.	175 »
Transport par chemin de fer.	286 »
Transport par chevaux, de la gare au domaine	56,50
Total.	517,50

soit 34 c. 5, par tonne de charbon, ou 36 fr. 23 de notre monnaie, Il y a lieu de remarquer qu'on réaliserait une économie en employant du bon charbon dont les frais de transport seraient les mêmes :

Les prix des lubrifiants sont	{ Huile des pistons. 82 ^h ,5 le kilogr.
(en heller) :	{ Huile du mécanisme 57 ^h ,5 —
	{ Graisse. 82 ^h ,5 —

Dans les calculs qui suivent, on admet un labour de 0^m,30 de profondeur sur 12^{ha},8 par journée de 10 heures, et 150 journées de travail (50 journées au printemps et 100 journées en automne). Cela représente 1 920 hectares labourés par an.

Le prix du matériel est de 80 000 couronnes (ou 84 000 francs).

Frais fixes par jour :

	Couronnes.
Amortissement à 7 p. 100 de 80 000 couronnes.	37,30
Intérêts du capital à 5 p. 100	26,62
Réparation, 2 p. 100 de 80 000 couronnes	10,67
Amortissement à 3 p. 100 du bâtiment de 12 ^m × 12 ^m ,50 pour remiser le matériel.	2,40
Intérêts à 5 p. 100 du capital du bâtiment	4 »
Réparations du bâtiment à 1 p. 100 du capital	0,80
	<u>7,20</u>
Total.	81,79

Ce qui représente une dépense journalière voisine de 86 francs et une dépense annuelle de 12 900 francs, soit 15,3 p. 100 du capital engagé.

Frais du travail par journée de 10 heures :

	Couronnes.
1 920 kg. de mauvais charbon à 34 ^c ,5 la tonne	69 »
3 ^{kg} ,8 huile pour piston à 82 ^h ,5	3 ^c ,13
12 ^{kg} ,8 huile pour mécanisme à 57 ^h ,5.	7 ^c ,36
3 kg. graisse à 82 ^h ,5.	2 ^c ,48
	<u>12,97</u>
Chiffons	1 »
Amortissement en 1 an et demi du câble valant 2 440 couronnes.	10,05
1 chef de chantier.	6 ^c ,00
2 mécaniciens à 4 ^c	8 ^c ,00
1 laboureur et 1 aide	4 ^c ,00
3 charretiers à 1 ^c ,50.	4 ^c ,50
	<u>22,50</u>
4 chevaux à 2 ^c ,50.	10,00
Total.	125,52

Dépenses totales par journée :

Pour le labour à 0^m,30 de profondeur, de 12^h,8 par jour, on a :

	Couronnes.	Francs.
Frais fixes	81,79	85,90
Frais du travail	125,52	131,80
	<u>207,31</u>	<u>217,70</u>

soit, par hectare, 16^c,18 ou, en chiffres ronds, 16 couronnes, c'est-à-dire près de 17 francs de notre monnaie.

Ce chiffre, qui est bien faible, s'applique à une superficie annuellement labourée de 1920 hectares. En tout cas, les données précédentes permettent d'effectuer les calculs pour l'application du même matériel à d'autres surfaces, pour d'autres durées de travail, en temps qu'heures par journée d'hiver et nombre de journées de travail à effectuer par an.

Récolte mécanique du riz en Indo-Chine.

par M. R. ALAZARD, Ingénieur agronome.

Nous avons déjà eu l'occasion de publier (1) une analyse, faite par M. F. Main, des rapports de M. R. Alazard, ancien stagiaire à la Station d'Essais de Machines, ingénieur agronome attaché à l'*Association rizicole indo-chinoise* et spécialement chargé de différents essais : labour mécanique, semis direct au semoir en lignes, récolte à la moissonneuse-lieuse, battage à la machine, nettoyage du paddy, sélection des variétés, etc.

La moissonneuse-lieuse envoyée en Indo-Chine était une des machines ordinaires employées en France pour la récolte des céréales. La lieuse était tirée par le treuil à moteur dont M. Main a parlé dans son analyse précitée ; la machine, qui a très bien pu circuler sur les parcelles qui avaient été les mieux ameublées, « a fonctionné d'une façon aussi satisfaisante qu'elle pouvait le faire ».

Lors de la récolte, on a constaté que le terrain était suffisamment asséché ; mais la moissonneuse-lieuse (2), tirée par le treuil destiné au labourage, se déplaçait avec une vitesse trop faible.

Il est intéressant de retenir la phrase suivante du rapport de M. Alazard : « Pas de crainte d'enfoncement dans la rizière : un tracteur de quatre ou cinq tonnes aurait pu y marcher et tirer directement la lieuse, qui, alors, ne manquant pas de vitesse, aurait fonctionné à merveille. »

(1) La culture mécanique du riz en Indo-Chine, par M. F. Main : *Culture mécanique*, t. I, p. 138.

(2) Moissonneuse-lieuse tirée par un tracteur : *Culture mécanique*, t. I, p. 98.

Débouchés qu'offre la Tunisie aux constructeurs d'appareils de culture mécanique,

*Note de la Direction Générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation
du Gouvernement Tunisien.*

La Tunisie se trouve, au point de vue de la culture du sol, dans des conditions spéciales. Les exploitations agricoles ont généralement une superficie supérieure à 100 hectares et beaucoup d'entre elles atteignent un et même plusieurs milliers d'hectares. Les raies de labours ont souvent plus d'un kilomètre de longueur. Le bon bétail de trait est rare et de taille insuffisante. Le climat oblige à exécuter rapidement des labours précoces sur des surfaces souvent considérables et à recroiser ces labours. Enfin les attelages deviennent indisponibles au moment de la fenaison, époque la plus favorable pour ces recroisements. Toutes ces conditions font que la culture mécanique paraît devoir prendre un grand développement dans la Régence.

La Tunisie importe tous les ans pour plus d'un million de machines agricoles. La création de nouvelles exploitations, l'étendue considérable des surfaces encore disponibles pour la culture, leur défrichement progressif, permettent d'affirmer que ce débouché se maintiendra longtemps encore.

Enfin, il importe de tenir compte de l'esprit entreprenant de l'agriculteur tunisien. Ce dernier s'intéresse aux nouveautés agricoles et les adopte sans peine, lorsqu'il les croit profitables. Déjà, d'ailleurs, les essais de culture mécanique entrepris en Tunisie ont provoqué la vente de plusieurs instruments.

Sur les instances de la Chambre d'Agriculture, la Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation de la Régence a décidé d'organiser un Concours d'appareils de labourage à moteur qui se tiendra à Tunis en 1914. Le but de cette manifestation est de renseigner les colons sur ce qu'ils peuvent attendre des nouveaux appareils de culture mécanique du sol. Il permettra également de faire connaître aux constructeurs les besoins de l'agriculture tunisienne afin de leur faciliter la mise au point de leurs appareils et de tenir compte, dans les modifications à y apporter, des conditions spéciales de sol et de climat de l'Afrique du Nord.

*
* *

A titre d'indication, la Direction générale de l'Agriculture croit devoir signaler aux participants les principales difficultés à vaincre dans le travail du sol de la Régence.

Les températures en plein air, au soleil, peuvent atteindre facilement 43° en juillet et l'eau d'un réservoir exposé à l'influence des rayons solaires atteint 40 à 42°. La réfrigération des moteurs est donc plus difficile que dans la Métropole.

Le prix des combustibles importés en Tunisie est actuellement le suivant :

Houille,	46 à 50 francs la tonne
Pétrole.	{ (Adriatic) 19 fr. 25 les cent litres
	{ (Atlantic) 21 fr. 25 les cent litres
Essence,	42 francs les cent litres \
Mazout,	85 francs la tonne.

Le pétrole et le mazout paraissent les combustibles les plus intéressants, en raison de leur faible prix de revient.

La houille, le pétrole, le mazout et l'essence sont importés. Ce sont les seuls combustibles dont on dispose en Tunisie. Il n'y a pas de benzol et il faudra faire venir spécialement ce combustible si les appareils engagés l'utilisent.

L'essence est importée de France après avoir payé les droits. La houille, le pétrole et le mazout seuls sont importés des pays d'origine.

Le bois *travaille* beaucoup en Afrique, il doit en entrer très peu dans la construction des machines.

Les mécaniciens habiles sont rares dans les centres agricoles et il n'y a pas d'ateliers spéciaux pour les réparations. Il faut donc des machines et des moteurs simples, à graissage facile et apparent.

Les terres sont le plus souvent compactes; elles se crevassent dès le printemps; le sol durcit à partir de mars; en avril les labours deviennent déjà pénibles.

Voici, à titre de renseignement, quelques chiffres de traction :

Type de charrue.	Époque du labour.	Profondeur en centimètres.	Traction en kilogrammes par décimètre carré de section du labour.
<i>Sol argilo-calcaire, densité : 2,2.</i>			
Charrue à disques et charrue à avant-train à versoir cylindrique.	Mai.	20	66 à 93*
Charrue brabant-double et charrue Dombasle	Décembre.	20	37 à 53*
Charrue à disques à griffe fouilleuse	Février.	30	70 à 90*
<i>Sol collant, densité : 2,4</i>			
Charrue brabant-simple à versoir hélicoïdal.	Février.	41	90*
Charrue défonceuse	Novembre.	56	125*

* * *

Le concours de Tunis sera ouvert à toutes les laboureuses (locomobiles-treuils, treuils, tracteurs, laboureuses à outils commandés, etc.), actionnés par moteur à vapeur, par moteur à combustion interne ou par moteur électrique. Il comportera des *essais sans classement* et des *épreuves publiques*. Les essais seront contrôlés avec des appareils de précision par la Station expérimentale de Génie Rural de l'École coloniale d'Agriculture de Tunis; les résultats en seront consignés dans un rapport.

Il est recommandé aux constructeurs de porter leur attention sur l'outil de labour. Les concours qui ont eu lieu jusqu'ici ont montré bien souvent l'imperfection du travail due à une mauvaise adaptation de la charrue tant au terrain qu'à l'appareil moteur.

L'agriculteur tunisien demande en effet que les instruments de culture puissent effectuer les gros labours à 20, 25 ou 30 cm (dits labours de printemps); puis les recroisements d'été faits habituellement au polysoc, enfin, si possible, d'effectuer les semailles.

Comme la moisson s'opère uniquement à l'aide de lieuses, il paraîtrait désirable que l'instrument présenté puisse remorquer ces appareils, ce qui soulagerait les attelages durant les travaux de moisson.

Concours international d'appareils de labourage à moteur.

Tunis, 15-22 avril 1914.

RÈGLEMENT

ARTICLE PREMIER. — La Direction Générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation du Gouvernement Tunisien organise, du 15 au 22 avril 1914, un concours international d'appareils de labourage à moteur, ouvert à tous les systèmes de machines.

ART. 2. — Pourront y prendre part tous les appareils, quel que soit leur pays d'origine. Les constructeurs pourront engager plusieurs machines de catégories différentes, mais une seule d'un même type.

ART. 3. — Les appareils prenant part au concours jouiront de la franchise de douane par admission temporaire.

ART. 4. — Les constructeurs français ou algériens prenant part aux essais seront remboursés de leurs frais de transport, aller et retour, depuis la gare la plus proche de leur usine. Les ports d'embarquement seront Dunkerque, le Havre, Marseille et Alger, où la Direction Générale de l'Agriculture prendra toutes dispositions utiles afin de profiter de certaines commodités de fret.

Les constructeurs étrangers prenant part aux essais recevront une indemnité de transport de 50 fr (1) par tonne brute.

Les indemnités de transport ne seront pas payées aux appareils vendus sur place.

ART. 5. — Une somme de 20 000 à 50 000 fr étant consacrée à ce concours, la totalité des sommes disponibles, déduction faite des frais d'organisation, de transport et de combustible, sera attribuée sous forme de primes en espèces aux concurrents prenant part aux essais. Ces primes comprendront :

Prime spéciale aux appareils susceptibles de se transporter sur les champs par leurs propres moyens.

Prime spéciale pour moteurs utilisant le pétrole lampant, le mazout ou tout autre carburant plus économique que l'essence et la houille.

Prime spéciale pour les appareils fonctionnant à l'électricité.

Prime spéciale pour les appareils munis d'une poulie permettant la commande des instruments d'intérieur de ferme.

Prime pour tous les appareils prenant le départ à chaque essai.

Pour chaque appareil, les primes s'additionneront.

ART. 6. — Des *essais contrôlés, sans classement*, seront effectués. Un jury attribuera pour ces essais des médailles spéciales. Ils seront complétés par des démonstrations publiques.

ART. 7. — Les engagements de principe sont demandés avant le 1^{er} septembre 1913. Les engagements définitifs sont reçus jusqu'au 1^{er} novembre 1913 à la Direction Générale de

(1) Cette indemnité sera augmentée si les disponibilités budgétaires le permettent.

l'Agriculture, 78, boulevard Bab-Benat, à Tunis. Ils seront accompagnés d'un droit d'engagement de 50 fr qui sera remboursé aux appareils présents à Tunis.

ART. 8. — Les appareils seront classés dans les catégories suivantes :

Appareils à vapeur.	1 ^{re} catégorie : tracteurs directs;
	2 ^{de} catégorie : appareils à treuil et à câble;
	3 ^e catégorie : laboureuses rotatives (fraises, pioches, disques, etc.);
	4 ^e catégorie : tracteurs directs;
Appareils munis de moteurs à combustion interne . . .	5 ^e catégorie : charrues à moteur;
	6 ^e catégorie : tracteurs mixtes à câble;
	7 ^e catégorie : tracteurs par touage;
	8 ^e catégorie : appareils à treuil et à câble;
	9 ^e catégorie : laboureuses rotatives (fraises, pioches, disques, etc.);
Appareils électriques.	10 ^e catégorie : appareils munis de leur groupe générateur.

La Direction de l'Agriculture jugera s'il y a lieu de créer d'autres catégories.

ART. 9. — Les appareils devront effectuer un labour de 20 cm. Cette condition sera rigoureusement exigée pour que leur inscription soit valable. Les appareils ne remplissant pas cette condition seront déchus de tous les avantages accordés aux concurrents (frais de transport, primes).

ART. 10. — Les essais contrôlés comporteront une épreuve sur terre forte, sur terrain de compacité moyenne et sur terrain sablonneux; pour chacune de ces catégories de sols, il sera effectué un labour obligatoire à 20 cm de profondeur et un autre facultatif à la plus grande profondeur possible; l'une des épreuves à 20 cm comportera un travail sur courte raie et un autre sur longue raie, soit en tout sept épreuves qui dureront chacune 5 heures (après-midi), la matinée étant réservée aux réglages, déplacements, etc.

En outre ces mêmes appareils pourront faire fonctionner facultativement scarificateurs, disques, herses, polysocs, semoirs et épandeurs d'engrais. Une huitième journée sera consacrée à ces essais spéciaux.

ART. 11. — Le contrôle portera sur les points suivants :

Surface travaillée.

Temps employé aux tournées ou à la réalimentation.

Profondeur et régularité du travail.

Consommation en eau, huile, pétrole et autres combustibles.

Main-d'œuvre nécessaire à la conduite des appareils.

Effort de traction.

Puissance développée par le moteur.

Puissance développée au crochet.

Qualité du travail; état d'ameublissement du sol.

Les appareils, soumis à un jury spécial, seront contrôlés dans leur travail par la Station expérimentale de Génie rural et d'Hydraulique agricole de Tunis. Ultérieurement paraîtra un avis réglant le détail des essais.

ART. 12. — Les appareils et leurs accessoires seront rendus aux lieux désignés pour les essais la veille du jour indiqué pour ceux-ci. Le temps nécessaire pour la mise en chantier sera chronométré.

ART. 13. — Les récipients à combustible, à eau, à huile, seront plombés. Pendant la durée des épreuves, les ravitaillements devront être effectués en présence du commissaire attaché à chaque machine qui déplombera les récipients. Par le fait même qu'ils prennent part au concours, les constructeurs s'engagent à laisser poser sur leur matériel tous appareils de mesures jugés utiles par le Jury.

ART. 14. — Les concurrents se procureront à l'avance les quantités de combustible, d'huile et d'eau nécessaires, qui seront déposés sur le lieu des essais. Ces dépenses seront à la charge du Concours.

ART. 15. — Les conducteurs désignés par les Maisons seront pourvus d'un brassard, et eux seuls assureront le fonctionnement des appareils.

ART. 16. — Les réclamations devront être remises au Président du Jury dans les 24 heures, accompagnées d'une somme de 100 fr qui sera remboursée si la décision du Jury est favorable au réclamant.

ART. 17. — Le Directeur Général de l'Agriculture décline toute responsabilité relative aux accidents pouvant survenir aux concurrents ou par leur fait. Les responsabilités civiles et pénales resteront à leur charge.

ART. 18. — Toute personne engageant un ou plusieurs appareils est réputée connaître le présent règlement et s'engage à s'y soumettre.

*
* *

A l'issue des essais et démonstrations de Tunis, une excursion facultative sera organisée dans les exploitations agricoles possédant déjà des installations de culture mécanique.

Cette excursion permettra aux constructeurs de s'initier aux besoins spéciaux de la Tunisie et de leur montrer les ressources du pays, tandis qu'elle démontrera aux agriculteurs les avantages pratiques de la culture mécanique.

NOTES DU COMITÉ DE COMMERCE

LES PROJETS D'IMPOT PERSONNEL SUR LE REVENU

État actuel de la question.

Les contributions directes en France sont établies, on le sait, de telle sorte que l'État se garde d'inquiéter les citoyens par une recherche de leur revenu effectif. Il ne leur demande pas de lui faire connaître ce qu'ils gagnent, ce qu'ils dépensent, quel est l'emploi ou quelle est la gestion de leur fortune. Les contributions directes existantes reposent sur des signes extérieurs à l'aide desquels, sans totalisation d'aucun genre, les diverses sources de revenu sont atteintes. Le système fiscal français s'attache à frapper, non pas les personnes, mais les choses. Dans la contribution dénommée communément personnelle-mobilière, la taxe personnelle n'a aucun rapport avec un impôt quelconque sur le revenu : c'est une taxe par tête, au taux d'ailleurs infime, et qui, dans plus de 35 000 communes, n'atteint pas 2,50 fr par contribuable. Quant à la contribution mobilière elle-même, impôt véritable sur l'ensemble du revenu, elle n'autorise ni n'implique, de la part du fisc, aucune mainmise sur les citoyens. Elle a pour base principale la valeur des loyers, c'est-à-dire un indice forfaitaire dont la fixation dépend du contribuable et non du fisc.

Or, ce régime semble à la veille d'être détruit de fond en comble. Aux contributions actuelles, essentiellement impersonnelles, un système de contributions directes personnelles serait substitué.

La menace de ce changement radical existe, il est vrai, depuis si longtemps que l'opinion publique a fini par la tenir pour nominale et platonique.

Dans le monde industriel, commercial, agricole, bien rares sont les esprits qui la prennent encore au sérieux. Et, précisément, le vrai péril pourrait provenir de cette indifférence même, par les surprises qu'elle rend possibles.

En fait, non seulement les projets dont on ne croit plus guère vraisemblable la réalisation n'avaient pas cessé de cheminer, mais ils ont, dans ces derniers temps, fait des progrès considérables. Ils ont revêtu des formes nouvelles, conquis des adhésions inattendues.

Le 27 mai dernier, le Ministre des Finances a présenté à la Chambre, sous le nom « d'Impôt National » sur le revenu, un nouveau projet d'impôt personnel qui, mêlant à la question purement fiscale, l'idée de sacrifices patriotiques commandés par la crise

au milieu de laquelle se débat l'Europe, fait appel à des sentiments que tout bon Français éprouve.

Mais, à ces sentiments se mêlent d'autres préoccupations, celles-là mêmes qui ont toujours animé les partisans les plus ardents de l'introduction de l'impôt personnel en France. Lors du projet de loi de M. Caillaux, le chef du parti socialiste uniifié, M. Jaurès, salua ce projet comme la sûre préparation du « cadastre des fortunes », instrument de réalisation du programme socialiste contre la propriété individuelle. A l'occasion du premier mai 1913, M. Jaurès a publié dans le *Vorwaerts* un article que l'*Humanité* du 2 mai a reproduit, et dans lequel se lit cet avertissement :

« Le Gouvernement va être acculé à proposer une opération d'emprunt de plus d'un milliard, et 400 millions au moins d'impôts nouveaux. Notre effort sera d'utiliser cette crise des finances pour exiger la refonte de tout notre système fiscal. »

On sent comme le projet de loi du 27 mai, aux intentions sûrement non suspectes, va être exploité dans ce sens.

Peu de jours après le dépôt de ce projet de loi, le 17 juin dernier, la Commission du Budget, à la Chambre, examinant diverses surtaxes que le Ministre des Finances jugeait indispensables pour parer au déficit du Budget de 1913, a pris, entre autres décisions, celle de réserver le produit de nouveaux impôts sur les valeurs mobilières afin d'assurer, notamment, « l'équilibre de l'impôt sur le revenu ».

Le lendemain, au Sénat, la Commission spéciale chargée d'étudier le projet d'impôt personnel sur le Revenu, voté par la Chambre précédente, a fait faire à la révolution fiscale projetée un pas de plus, en adoptant un article qui établit le système de la déclaration du revenu.

Enfin, il y a quelques jours à peine, à la Chambre, prenant prétexte du dépôt d'un projet de loi tendant à l'ouverture d'un septième douzième provisoire, M. Jaurès, mettant à exécution la menace qu'il avait formulée dans le journal allemand, a demandé : 1° que le Gouvernement liât au budget de 1913 les voies et moyens par lesquels les dépenses militaires seront couvertes; 2° que, pour le choix de ces voies et moyens, le Gouvernement s'inspirât des méthodes allemandes.

Or, le Président du Conseil a répondu :

« Le débat que demande M. Jaurès, et qu'il attend, se produira à son heure, immédiatement après le vote sur la durée du service militaire; et dès maintenant, puisqu'on provoque les explications du Gouvernement, je les fournirai d'un mot: si le Gouvernement, si le Parlement demandent au pays ce sacrifice particulièrement lourd de la prolongation du service militaire, ce sacrifice doit avoir pour conséquence inéluctable un impôt sur la richesse acquise, un impôt qui pèse non pas sur ces classes pauvres dont parlait l'honorable M. Jaurès, mais sur les contribuables aisés, sur les contribuables riches. »

Le Président de la Commission du Budget a dit ensuite, au nom de celle-ci :

« La Commission entend, — elle est unanime à entendre, — que ces ressources nouvelles soient demandées à ceux qui possèdent, à ceux qui sont favorisés de la fortune. »

Après quoi, M. Jaurès a déclaré qu'il avait satisfaction entière, et il a retiré la motion d'ajournement relative au vote du septième douzième provisoire.

Le 2 juillet, la Commission sénatoriale a voté l'article du projet établissant l'impôt personnel sur le revenu global. Dans ces conditions, il nous a paru de notre devoir d'appeler de nouveau l'attention sur une question dont il serait, en vérité, difficile d'exagérer l'importance, au point de vue fiscal, économique et social.

Nous présenterons, en premier lieu, un résumé sommaire des projets actuellement pendants devant les Chambres. Désireux de faire œuvre pratique, nous bornerons notre exposé à ces projets, sans remonter à ceux qui les ont précédés et dont ils se sont plus ou moins inspirés, comme, par exemple, le projet d'impôt personnel sur le revenu présenté sous le Ministère de M. Léon Bourgeois, par M. Paul Doumer, alors Ministre des Finances.

Dans une seconde partie, nous essaierons de mettre en lumière les traits communs des projets dont le Parlement est, en ce moment, saisi; on en verra la portée, et l'on sera ainsi en mesure de juger si une vigilance toute particulière ne s'impose pas à tous ceux qui ont à cœur l'indépendance des citoyens, la sécurité du travail, le libre essor de la richesse publique, l'avenir des finances françaises.

PREMIÈRE PARTIE

Les projets actuels.

Trois projets d'impôt personnel sur le revenu se trouvent simultanément exister, en ce moment, devant les Chambres :

1° Le projet voté le 9 mars 1909, par la Chambre des Députés et qui, renvoyé au Sénat, fait, depuis lors, l'objet des travaux d'une Commission spéciale de la Haute Assemblée;

2° Le projet de loi déposé à la Chambre, le 27 mai 1913, par le Ministre des Finances, et qualifié de projet d'impôt national sur le revenu;

En outre, devant la Commission Sénatoriale de l'Impôt sur le Revenu, un troisième projet a vu le jour. Il a été présenté par le Rapporteur de cette Commission, M. Aimond.

Nous nous occuperons, d'abord, des projets soumis à la Commission Sénatoriale. Nous passerons ensuite à celui dont la Chambre se trouve, parallèlement, saisie.

1°. — Le projet voté par la Chambre :

Le projet voté par la Chambre divise, d'abord, les revenus, suivant leur origine, en sept catégories, savoir :

- 1° Revenus des propriétés foncières bâties;
- 2° Revenus des propriétés foncières non bâties;
- 3° Revenus des capitaux mobiliers (y compris les rentes françaises et étrangères);
- 4° Bénéfices du commerce, de l'industrie, des charges et offices;
- 5° Bénéfices de l'exploitation agricole;

6° Traitements publics ou privés, salaires et pensions ;

7° Revenus des professions libérales et de toutes occupations lucratives non dénommées dans les précédentes catégories.

Chacune de ces catégories de revenu est frappée par des impôts dits cédulaires. Puis, toutes ensemble sont reprises en vue d'un impôt sur le revenu global, appelé impôt complémentaire.

Ces impôts prennent la place des contributions directes aujourd'hui en vigueur, que le projet supprime.

Par quels procédés découvre-t-il les revenus exacts qu'il prétend atteindre ?

D'une façon générale, on peut dire que l'évaluation administrative est réservée aux revenus de la propriété bâtie et non bâtie, ainsi qu'aux bénéfices de l'exploitation agricole, et que le régime de la déclaration contrôlée est institué pour les revenus du commerce et de l'industrie, les traitements et salaires, les revenus des professions libérales, enfin, pour l'estimation du revenu global.

Dans un exposé forcément succinct comme l'est celui-ci, il est impossible de passer en revue toutes les clauses du projet voté par la Chambre, et l'on doit se borner à donner une idée des exigences qu'il formule.

Quelques exemples suffiront.

Dans les professions industrielles et commerciales, le revenu légalement imposable dans la cédule qui leur est affectée serait « constitué par l'excédent des recettes brutes sur les dépenses et amortissements inhérents à l'exercice de la profession ». On sent tout ce qu'a de vague cette formule et à quelles contestations arbitraires elle prête.

Les amortissements, en particulier, sont chose éminemment individuelle. Ils doivent dépendre exclusivement de l'appréciation du chef de maison, seul bon juge des nécessités de son entreprise, et seul responsable des suites qu'elle comportera. Il n'est pas tolérable qu'ils puissent être discutés par un contrôleur irresponsable, à qui le projet confère le droit d'accepter ou non la déclaration désormais prescrite.

Cette déclaration doit, en vertu de l'article 30 du projet, porter, chaque année, sur « le revenu moyen des trois années précédentes ». Le défaut de déclaration dans le délai prescrit « et sans excuses valables admises par le Conseil de préfecture », entraîne une amende égale au quart de l'impôt.

La déclaration n'est obligatoire que pour les contribuables « d'un revenu total et supérieur à 5 000 fr ». Étant donné le vague et l'arbitraire que comporte la définition du revenu industriel et commercial, on aperçoit à quelles contestations cette limite elle-même peut déjà donner naissance. Mais, de plus, comme l'exonération de la déclaration n'est stipulée qu'en faveur des industriels et des commerçants dont le revenu « total » n'est pas supérieur à 5 000 fr, de petits industriels et de petits commerçants peuvent parfaitement s'y voir assujettis. C'est le revenu total que le fisc entend découvrir. L'impôt veut frapper la personne et non pas les choses.

On ne méditera jamais trop, dans cet ordre d'idées, les dispositions suivantes du projet voté par la Chambre :

Si le contrôleur des contributions directes accepte la déclaration pour vraie, elle fixe la base de l'imposition.

S'il la juge inexacte, il invite le contribuable à la modifier dans un délai de vingt jours, à dater de son avis.

Si, passé ce délai, l'accord n'a pu s'établir, le contrôleur procède à une évaluation d'office, et une procédure s'ouvre devant les tribunaux administratifs.

Or, dit le projet que la Chambre a admis, « devant les tribunaux administratifs, le contrôleur justifie son évaluation à l'aide des éléments d'information dont il dispose, spécialement ceux résultant des actes, jugements, déclarations, bordereaux, documents administratifs, pièces ou titres *parvenus à la connaissance de l'un quelconque des services publics*, conformément aux lois existantes ».

En un mot, avec la multiplication des actes que contrôlent les services publics ou qui parviennent à la connaissance de « l'un quelconque » d'entre eux, c'est bel et bien l'organisation de la surveillance la plus étroite sur le monde industriel et commercial.

Soumis à toutes les mesures vexatoires que comporte la déclaration contrôlée ou la contestation d'une taxation d'office, les commerçants et les industriels seraient fort en peine pour se défendre contre des contributions injustes. Sans doute, aux termes du projet, le contribuable « peut contredire à l'évaluation soutenue par l'Administration par tous moyens et par tous documents jugés par lui probants », et, « en aucun cas, même si une expertise est ordonnée, le tribunal ne pourra exiger la production des livres de commerce » ; mais il n'en est pas moins certain que le contribuable, qui voudra contredire à l'évaluation de l'Administration « par tous moyens et par tous documents jugés par lui probants », se trouvera fort empêché. S'il se refuse à toute communication de ses livres, quelles préventions n'aura-t-il pas éveillées contre lui ? Indirectement, il est acculé à la production de ses livres de commerce. Ce serait son plus sûr moyen de défense. Seulement, nul n'ignore que, dans le petit commerce ou la petite industrie, une comptabilité est rarement tenue comme le veut la loi. Les intéressés se bornent souvent à tenir un livre de caisse. Combien, même, se contentent de vendre leurs marchandises sans inscrire quoi que ce soit ? Tous ceux-là seraient singulièrement embarrassés pour contester, avec preuves à l'appui, les assertions du fisc.

Les autres cédules donneraient lieu à des observations analogues. Celle qui concerne les revenus des capitaux mobiliers mériterait, à elle seule, toute une étude, en raison des inquisitions innombrables qu'elle établit. Mais une innovation la domine : l'article 16 fait rentrer dans la catégorie des capitaux mobiliers auxquels s'appliquerait l'impôt cédulaire les « rentes, obligations et autres effets publics émis par l'État français ». Contre une telle mesure, il ne saurait y avoir de protestations assez fortes, car le projet viole les engagements les plus solennels. L'État les a contractés dans son intérêt propre, afin de ne pas déprécier son crédit. La disposition dont il s'agit équivaut à une déclaration de faillite.

Que dire de la catégorie relative aux revenus de l'exploitation agricole ? Dans le régime actuel des contributions directes, aucune taxe spéciale ne frappe ces revenus. La Chambre les a taxés, au risque d'empirer la situation des agriculteurs à qui on promettait pourtant monts et merveilles.

De même, pour les salaires et traitements. Les contributions directes existantes

les épargnent ; au contraire, le projet voté par la Chambre les taxe, à partir de certains niveaux variables suivant l'importance de la population des communes. Et, pour ces calculs, la condition personnelle du salarié est prise en considération. Comme, du montant du salaire, dépend le jeu de l'impôt, la masse des travailleurs tombe sous le coup d'un contrôle permanent.

A ce contrôle personnel, en si manifeste contradiction avec les mœurs françaises, les employeurs sont tenus de participer. Pour tous les travailleurs dont les salaires dépassent le minimum fixé, voici quelle clause le projet a édictée :

« Tout individu et toute société ou association occupant des employés, commis, ouvriers, aides ou auxiliaires, moyennant traitements, salaires ou rétributions, sont tenus de remettre, dans le courant du mois de janvier de chaque année, au contrôle des contributions directes, un état indiquant : 1° les noms et adresses des individus qui ont été occupés dans leur établissement au cours de l'année précédente ; 2° le montant des traitements, salaires ou rétributions payés à chacun d'eux pendant ladite année, et 3° la période à laquelle s'appliquent ces paiements, lorsque cette période est inférieure à l'année. »

Naturellement, les protestations du monde patronal ont été unanimes. Il n'accepte pas ce rôle de délateur.

Il est bien vrai que des exemptions et des détaxes sont promises. « Par le jeu des exemptions et des abattements, a dit M. Caillaux à la Chambre, tous les salariés, tous les possesseurs de petits traitements ou bien cesseront d'être inscrits au rôle, ou bien bénéficieront de larges diminutions d'impôts. » Et, dans ce même discours, le Ministre disait encore : « En ce qui concerne les cultivateurs propriétaires, sur 3 387 000, près de 3 millions bénéficieront d'exemptions ou d'atténuations à l'impôt foncier qu'ils paient aujourd'hui. »

Qu'on lise, par exemple, l'article 13 du projet voté par la Chambre, on trouve, en effet, les clauses attrayantes que voici :

« Les propriétaires fonciers qui exploitent pour leur compte ont droit aux dégrèvements ci-après :

« 1° Dans le cas où le revenu total ne dépasse pas 1 250 fr ;

« Exemption complète d'impôt sur le revenu de la deuxième catégorie jusqu'à concurrence d'un revenu de 625 fr ;

« 2° Dans le cas où leur revenu total est supérieur à 1 250 fr, sans excéder 5 000 fr ;

« Dégrèvement des $\frac{3}{4}$ sur la fraction de leur revenu de la deuxième catégorie comprise entre 0 et 625 fr ;

« De $\frac{1}{2}$ entre 626 et 1 000 fr ;

« De $\frac{1}{4}$ entre 1 001 et 1 250 fr.

« Pour l'application des dégrèvements établis ci-dessus, la valeur locative de l'habitation du contribuable, si elle est inférieure à 80 fr, ne sera pas comprise dans le compte du revenu. »

Quoi de plus séduisant pour les masses ? Seulement, l'impôt a été rendu personnel, qu'on ne perde jamais de vue cette transformation, et voici quelles restrictions l'article 14 apporte aux dégrèvements annoncés :

« Pour obtenir le bénéfice de ces dégrèvements, les contribuables doivent annuellement faire une déclaration de toutes leurs propriétés non bâties avec l'indication des localités où elles sont situées et du revenu imposable y afférent. Cette déclaration sera reçue soit à la mairie, soit à la perception des contributions directes du domicile réel des contribuables, dans le délai d'un mois à partir de la publication du dernier des rôles dans lesquels ils sont imposés pour des revenus de la deuxième catégorie.

« Ils doivent affirmer, en outre, dans cette déclaration :

« 1° Que l'exploitation de leurs propriétés est effectuée par eux-mêmes ou pour leur compte;

« 2° Que le total de leurs revenus de toutes catégories n'excède pas 1 250 fr dans le cas prévu au paragraphe premier de l'article précédent, ou 5 000 fr dans le cas prévu au paragraphe 2 du même article.

« Dans le cas prévu au paragraphe premier de l'article précédent, les revenus de la sixième catégorie n'entreront pas en compte, dans le calcul du revenu total, lorsqu'ils n'excéderont pas 300 fr. »

On prend là sur le vif l'impôt personnel, tel que la Chambre l'a organisé, avec de multiples atténuations apparentes : les plus favorisés par le projet peuvent voir à quelle gêne personnelle, à quelles vexations, à quelles déclarations ils seraient condamnés. Pour être admis à bénéficier d'un dégrèvement dans la cédula de l'impôt foncier sur les propriétés non bâties, ils devraient, non seulement se trouver dans une situation spéciale pour ces propriétés elles-mêmes, mais, en outre, n'avoir pas un revenu total pour toutes les catégories, excédant une somme de 1 250 fr à 5 000 fr.

De même, pour les industriels et les commerçants. Ils sont bien, dans certains cas, exemptés de l'impôt cédulaire, mais c'est au prix de déclarations dont on aura une idée en se rappelant simplement les exigences de l'article 35 dont voici les deux premiers paragraphes :

« Pour obtenir le bénéfice de cette exemption, les contribuables doivent faire annuellement, à la mairie de leur domicile réel, dans le délai d'un mois à partir de la publication du dernier des rôles dans lesquels ils sont imposés pour des revenus de la 4^e catégorie, une déclaration de tous leurs établissements professionnels, avec l'indication des localités où ils sont situés et du revenu pour lequel ils sont taxés.

« Ils doivent affirmer, en outre, dans cette déclaration, que le total de leurs revenus de toute catégorie n'est pas supérieur à 1 250 fr, réserve faite des dispositions insérées à l'article 34, en ce qui concerne les revenus de la 6^e catégorie. »

Ces brèves citations suffiraient sans doute pour montrer quel traitement a été réservé aux contribuables que le projet d'impôt personnel voté par la Chambre dit avoir favorisés.

Aux impôts cédulaires, se superpose l'impôt complémentaire. Il est défini comme suit par l'article 65 :

« Le revenu imposable est constitué *par la totalisation* des revenus compris pour l'année de l'imposition dans chacune des catégories de l'impôt général, *sans excepter les revenus qui n'ont pas été taxés* dans certaines d'entre elles par application des exemptions à la base. »

Ainsi, même les revenus qui avaient semblé faire l'objet d'exemptions ou de déductions à la base se voient repris pour la totalisation qu'exige l'application de l'impôt complémentaire.

Celui-ci n'est demandé qu'aux personnes dont le revenu n'excède pas 5 000 fr, « article 63 » ; mais, pour savoir quelles sont ces personnes, le fisc est armé d'un droit d'inquisition qui atteint, en fait, la masse des citoyens. En effet, suivant l'article 67, « le contrôleur des contributions directes dresse, pour chaque commune, la liste des personnes *susceptibles d'être assujetties* à l'impôt complémentaire, et il invite chacune d'elles, par un avis spécial, à souscrire la déclaration prévue à l'article 68, ou à certifier que son revenu total n'est pas supérieur au minimum exempté ».

Où commenceraient, où s'arrêteraient les listes ainsi formées ? L'impôt personnel fait peser sur l'ensemble des contribuables une suspicion d'autant plus redoutable qu'elle n'a d'autres limites que le zèle ou l'arbitraire des agents du fisc.

Quel champ ouvert aux passions politiques !

Voilà ce qu'on ne doit pas oublier, quand on entend répéter que l'impôt complémentaire frapperait seulement 500 000 personnes. Peut-être serait-ce là le nombre des taxés. Mais quel serait celui des suspects ? C'est celui que le bon plaisir des agents de l'Administration aura voulu.

On voit, dès lors, ce que vaut l'illusion à l'aide de laquelle on tâche de rallier aux principes généraux de l'impôt personnel la majeure partie des contribuables.

Une faible minorité seulement en souffrirait, dit-on. Rien de plus faux. La menace de l'inquisition fiscale pèse sur tous.

Enfin, l'impôt complémentaire serait progressif. Le projet voté par la Chambre fixe le taux initial à 1 p. 100 pour le revenu global, quand celui-ci monte de 5 000 fr à 10 000 fr.

Pour les tranches du revenu supérieures à 10 000 fr, le taux progresse comme suit :

2 p. 100 entre 10 001 et 15 000 fr ;

3 p. 100 entre 15 001 et 20 000 fr ;

4 p. 100 entre 20 001 et 25 000 fr ;

5 p. 100 pour le surplus du revenu global au-dessus de 25 000 fr (1).

On se rend compte de la facilité avec laquelle le tarif progressif serait aggravé une fois effectuée la détermination du revenu global.

L'article est libellé de telle sorte que, par un simple changement du dernier chiffre, celui du taux de 5 p. 100, tous les taux se trouveraient modifiés.

Nous en aurions fini avec le projet voté par la Chambre, si une observation capitale ne s'imposait pas encore.

Dans les contributions directes actuelles, trois parts concourent à la somme portée sur la feuille : l'une va à l'État, une autre aux Départements, et une dernière à la Commune.

(1) Voici en quels termes le projet voté par la Chambre s'exprime :

Art. 66. — L'impôt complémentaire se calcule en déduisant du revenu total de chaque contribuable une somme de 5 000 fr, puis en comptant pour $\frac{1}{3}$ la fraction du revenu comprise entre 5 001 et 10 000 fr, pour $\frac{2}{3}$ la fraction du revenu comprise entre 10 001 et 15 000 fr, pour $\frac{3}{3}$ la fraction comprise entre 15 001 et 20 000 fr, pour $\frac{4}{3}$ la fraction comprise entre 20 001 et 25 000 fr, pour l'intégralité le surplus du revenu et en appliquant le taux de 5 p. 100 au chiffre ainsi obtenu.

Tome 120. — 2^e semestre. — Juillet 1913.

10

Celle qui revient à l'État se décompose elle-même en deux parties : l'une forme ce qu'on nomme le principal, l'autre, qui s'ajoute au principal, résulte de centimes additionnels.

Les recettes dévolues aux communes et aux départements résultent également de centimes additionnels au principal de l'État.

Tout le monde sait quelle est l'importance des centimes additionnels aux quatre contributions directes actuelles. Pour l'année 1911, sur un produit total des contributions directes, de 1 104 713 337 fr, la part du principal n'a pas dépassé 430 565 250 fr. Celle des centimes additionnels s'est élevée à 674 148 087 fr, dont 139 455 181 fr au profit de l'État, et 534 692 906 fr au profit des départements et des communes (262 756 868 fr pour les départements; 271 936 038 fr pour les communes).

Or, le projet supprime les contributions directes aujourd'hui en vigueur. La base sur laquelle reposent les centimes additionnels disparaît. Les ressources départementales et communales correspondantes s'écroulent.

Pour permettre aux départements et aux communes de les remplacer, un projet spécial a été déposé.

Comme l'autre, qu'il tend à compléter, il comprend également des impôts cédulaires et un impôt complémentaire, entraînant les mêmes conséquences inhérentes à tout impôt personnel. Mais il en diffère par la disparition presque complète, avouée et fatale, celle-ci, des dégrèvements et exonérations.

« Il a été reconnu, dit le rapporteur, que le maintien des exemptions à la base et des abattements aurait pour résultat de tarir les ressources de l'immense majorité des communes rurales. »

Et le Ministre écrivait : « Il est un point sur lequel il nous a paru impossible d'adapter aux impôts locaux les dispositions bienveillantes votées par le législateur en ce qui concerne les impôts d'État. Nous croyons, avec l'unanimité de la Commission, que l'on ne peut, sans exposer les finances des localités à de véritables périls, admettre des réductions d'impôts applicables à la propriété bâtie et non bâtie. »

De sorte qu'on aboutit à cette constatation : même dans l'hypothèse où, pour le principal de l'impôt, certains allègements seraient possibles, en ce qui concerne la part revenant au budget de l'État; par contre tout l'équilibre des budgets communaux et départementaux ne serait maintenu qu'à la condition du maintien intégral des charges actuelles.

Il y a plus. Avec la contribution mobilière actuelle, les contribuables riches ayant des habitations diverses dans plusieurs communes se trouvent coopérer à l'alimentation des budgets locaux. Or, d'après le projet voté par la Chambre, l'impôt complémentaire, qui est substitué à la contribution mobilière, « est établi dans la commune où le contribuable a son domicile réel ». Tant et si bien que les communes risquent de perdre une part notable de leurs recettes, au détriment de leurs petits contribuables qui se verraient, par conséquent, surchargés.

Il a semblé si difficile de conjurer cet effet du remplacement de la contribution mobilière actuelle par un impôt personnel sur le revenu global, que la Chambre n'a jamais entamé la discussion du projet relatif aux centimes additionnels communaux et départementaux.

2°. — Le projet de la Chambre devant le Sénat.

Dès que le Sénat eut reçu de la Chambre le projet, il procéda, dans ses bureaux, à la nomination d'une Commission spéciale. Cette Commission fut composée, en grande majorité, de partisans de l'impôt non personnel. Elle aurait donc pu rédiger rapidement un rapport concluant simplement au rejet de ce projet.

Elle préféra mettre à l'étude un contre-projet et elle se subdivisa en deux Sous-Commissions : l'une chargée de l'étude de l'impôt complémentaire ; l'autre, chargée de l'examen des impôts cédulaires.

La première estima qu'en ce qui concerne l'impôt complémentaire sur le revenu global du contribuable, la déclaration devait être supprimée, mais elle maintint la taxation d'office.

La deuxième décida de supprimer l'impôt sur les bénéfices agricoles ainsi que celui frappant les salaires et traitements ; elle conserva, en l'améliorant, le régime des patentes. Sur la proposition de M. Touron, elle adopta toute une série de mesures excellentes destinées à sauvegarder les droits des contribuables lors de l'évaluation des propriétés bâties et non bâties.

Pour mettre quelque unité dans ces décisions, la Commission chargea son rapporteur général, M. Aimond, de lui soumettre un texte d'ensemble.

C'est ce projet qui, apporté le 5 mai 1912, sert désormais de base aux discussions de la Commission sénatoriale.

Il comporte trois parties : l'une supprimant ou modifiant quelques contributions directes ;

La deuxième, instituant un régime nouveau pour les valeurs mobilières ;

La troisième, organisant un impôt personnel sur le revenu global.

L'impôt sur la propriété bâtie est porté de 3,20 à 4 p. 100. La contribution foncière non bâtie, qui est aujourd'hui un impôt de répartition, est transformée en un impôt de quotité calculé à raison de 4 p. 100 de la valeur locative des propriétés diminuée de 1/5. Les taxes établies par la Chambre sur les bénéfices agricoles, les salaires et les pensions, sont écartées. La contribution mobilière et l'impôt des portes et fenêtres sont remplacés par un impôt personnel sur le revenu global.

En ce qui concerne les valeurs mobilières, le projet maintient pour les rentes françaises actuellement existantes l'exemption dont elles bénéficient. Mais toute rente future serait frappée.

Un impôt de 12 p. 100 est établi sur les actions et obligations françaises et étrangères, de manière à fondre en un impôt unique l'impôt sur le revenu, les droits de timbre et les droits de transmission actuellement perçus.

Quant aux fonds d'États étrangers, jusqu'ici exempts d'impôts, ils sont frappés de deux impôts :

1° Une taxe de 2 p. 100 de la valeur nominale du titre ou de la valeur de négociation si elle est plus élevée ;

2° Une taxe de 4 p. 100 sur le montant des coupons attachés au titre.

Comme la valeur de négociation d'un titre se calcule d'après le montant du revenu net qu'il produit, les nouveaux droits ont chance de se capitaliser, c'est-à-dire de déprécier immédiatement les titres. L'impôt pèserait donc exclusivement sur les détenteurs actuels des valeurs, dans la mesure où ils continueraient de garder et de négocier celles-ci en France. On s'est demandé si l'on n'aurait pas ainsi créé une prime à l'exode des capitaux.

Enfin, en ce qui concerne l'établissement d'un impôt personnel sur le revenu global, le projet du rapporteur général institue une contribution éminemment personnelle, établie sur l'ensemble du revenu net annuel dont jouit le contribuable au 1^{er} janvier, sous déduction des intérêts des dettes à sa charge.

Donc, obligation de déterminer le revenu brut puis les dépenses afin d'arriver au revenu net et obligation également de fixer les dettes à la charge du contribuable.

Le projet atteint toutes les personnes dont le revenu dépasse un certain minimum : 750 francs dans les petites communes ; 3 000 fr à Paris.

Comment le calcul du revenu net sera-t-il fait ?

Le projet dit que le contribuable peut à son gré se placer sous le régime soit de la déclaration, soit de l'évaluation administrative. D'où il suit que, si le contribuable veut se soustraire à cette dernière, il n'a d'autre ressource que la déclaration : indirectement, elle est, de cette façon, rendue normalement obligatoire.

Le projet stipule que la déclaration doit être détaillée : elle servira de base à l'impôt à moins que l'Administration ne puisse rapporter la preuve d'une dissimulation.

Faute de déclaration, l'Administration se livre aux investigations les plus minutieuses sur la situation qui ne lui a pas été révélée.

Elle se sert, tout à la fois, de deux modes de calcul : d'une part, elle applique un coefficient déterminé à la valeur locative de l'habitation ou des habitations avec majoration éventuelle du résultat de cette opération en raison des domestiques, des voitures, des embarcations et du mobilier assuré.

D'autre part, elle procède à une évaluation détaillée des revenus à l'aide des renseignements recueillis par les divers services publics. Elle comprend dans cette évaluation tous les revenus de diverses sources, dont elle peut établir l'existence et le montant exact. A défaut d'éléments certains, pour les bénéfices des professions soumises à la contribution des patentes, qui est maintenue comme impôt cédulaire, elle évalue ces bénéfices à 50 fois le montant en principal de cette contribution. Quant aux bénéfices des exploitations agricoles, ils sont évalués, pour la détermination de l'impôt global, à une somme égale au revenu net qui, pour l'assiette de la contribution foncière, est assignée aux terres exploitées.

L'Administration est donc nantie de deux évaluations et le projet ajoute : « l'évaluation la plus élevée servira de base à l'impôt. »

Au cas où des contribuables auraient non pas même fait une fausse déclaration, mais seulement produit des allégations inexactes, à l'appui d'une réclamation suivie d'effet, la peine de l'affichage leur sera infligée. Les noms des contribuables ayant encouru des pénalités seraient rendus publics.

En vue de prouver que les diverses parties de son projet s'équilibrent, au point de vue budgétaire, M. Aimond a présenté le tableau suivant :

	Différences par rapport aux recettes actuelles (part de l'État).	
	En plus. millions.	En moins.
Suppression de la contribution personnelle-mobilière	»	110
Suppression de la contribution des portes et fenêtres	»	70
Réforme de la contribution foncière des propriétés non bâties.	»	60
Réforme du régime fiscal des valeurs mobilières	50	»
Établissement d'un impôt général sur le revenu.	190	»
	240	240

On peut croire à l'exactitude des chiffres, pour la diminution des recettes, soit 240 millions. Quant aux 190 millions espérés de l'impôt personnel sur le revenu, on ne peut dire s'ils seront atteints puisque, jusqu'ici, le cadastre des fortunes n'a point été dressé.

Enfin, comme dans le projet voté par la Chambre, l'impôt serait progressif.

Les tranches du revenu global et les taux croissants qui leur sont appliqués sont les mêmes que dans ce projet. Seulement, le revenu global inférieur à 5 001 francs se voit frappé d'une taxe de 1/2 p. 100, pour toute la part excédant un minimum exonéré (1).

La Commission sénatoriale de l'Impôt sur le Revenu n'a pas encore terminé l'étude du projet de son Rapporteur général. Mais, en groupant les informations recueillies au cours de ses délibérations, on peut résumer de la façon suivante les décisions générales qu'elle a prises :

Elle a adopté les dispositions concernant l'impôt foncier sur la propriété bâtie, dont le taux se voit élevé de 3,20 à 4 p. 100, ainsi que la transformation de l'impôt foncier sur la propriété non bâtie en un impôt de quotité.

(1) Voici en quels termes ce tarif progressif est établi :

Art. 28. — Chaque contribuable est taxé seulement sur la portion de son revenu qui, après application des dispositions de l'article 26 ci-dessus, dépasse la somme de :

750 fr	dans les communes de	2 000 habitants et au-dessous
1 000 —	—	2 001 à 5 000 habitants
1 250 —	—	5 001 à 10 000 —
1 500 —	—	10 001 à 30 000 —
2 000 —	—	30 001 à 100 000 —
2 500 —	—	100 001 habitants et au-dessus
3 000 —	à Paris.	

Art. 29. — Le taux de l'impôt est fixé à :

5 p. 100	sur la fraction du revenu supérieure à 25 000 fr
4 —	comprise entre 20 001 et 25 000 fr
3 —	— 15 001 et 20 000 fr
2 —	— 10 001 et 15 000 fr
1 —	— 5 001 et 10 000 fr
0,50 —	la somme exonérée et 5 000 fr.

La Commission a décidé de reprendre et d'incorporer au projet les dispositions destinées à sauvegarder les droits des contribuables lors de l'évaluation des propriétés bâties et non bâties.

Les patentes sont conservées.

En ce qui concerne les valeurs mobilières, la Commission a enregistré une fois de plus l'intangibilité de la rente française.

Elle n'a pas accepté la transformation en un impôt de 12 p. 100 sur le revenu des droits de timbre, de transmission, et d'impôt sur le revenu, actuellement perçus sur les actions et obligations françaises et étrangères.

Le droit de timbre frappant les valeurs mobilières françaises et étrangères abonnées serait calculé sur la valeur nominale à raison de 8 centimes et demi p. 100 au lieu de 6 centimes.

Le droit de timbre au comptant serait supprimé pour ces valeurs.

Les valeurs étrangères non abonnées seraient assujetties à un droit de timbre au comptant de 2 p. 100 sur le capital nominal et d'un droit de 0,60 p. 100, également sur le capital, pour chaque période de 5 ans.

Quant aux fonds d'États étrangers la Commission a maintenu la taxe de 2 p. 100 au comptant de la valeur nominale du titre. Elle a ramené à 3 p. 100 du montant du coupon la taxe de 4 p. 100 proposée par M. Aimond.

La Commission a rejeté un article portant que tous les documents de comptabilité, sans exception, devraient être communiqués au fisc par toute personne payant des coupons. Elle a décidé que seuls les registres ayant trait à ce paiement seraient exigibles.

Ayant ainsi terminé l'examen du remaniement du régime des valeurs mobilières, la Commission est arrivée à la partie la plus grave du projet, au titre III qui a trait à l'impôt général sur le revenu, et ses premières décisions ne laissent pas que d'être très inquiétantes.

Elle avait réservé l'article remplaçant la personnelle-mobilière et la contribution des portes et fenêtres par un impôt général sur le revenu.

Elle l'a adopté.

Il est ainsi conçu :

« Il est établi un impôt général sur le revenu. »

Ce texte laissait complètement en suspens la question de savoir si le nouvel impôt général serait établi ou non sur les signes extérieurs. Serait-il ou non personnel ?

Or, le 18 juin, par 8 voix contre 6, la Commission sénatoriale a adopté l'article suivant :

« En ce qui concerne la détermination du revenu imposable, les contribuables ont la faculté de se placer soit sous le régime de la déclaration, soit sous le régime de l'évaluation administrative » et le 2 juillet l'article 6 ainsi conçu : « L'impôt est établi d'après le montant total du revenu annuel dont dispose le contribuable, sous déduction des intérêts, des emprunts et dettes à sa charge et des arrérages de rente payés par lui à titre obligatoire. »

C'est le projet même du Rapporteur général.

Ainsi la recherche du revenu exact du contribuable se trouve substituée au régime actuel de la contribution forfaitaire fondée sur des signes extérieurs.

L'impôt personnel sur le revenu global se trouve ratifié par une Commission élue, pourtant, dans une pensée d'opposition manifeste à cet impôt.

3°. — Nouveau projet de loi devant la Chambre (27 mai 1913).

Le 27 mai 1913, M. Charles Dumont, Ministre des Finances, a déposé à la Chambre un projet de loi portant établissement d'un impôt national sur le revenu dans le but de gager et amortir un emprunt dit de défense nationale.

Le projet actuel n'entend frapper, dit l'exposé des motifs, que 250 000 personnes. Il est limité aux contribuables ayant plus de 10 000 fr de revenu. « Le projet que nous vous soumettons, lit-on dans l'exposé des motifs, demande aux contribuables aisés un impôt très léger, global et progressif, assis sur l'évaluation administrative, rectifié à la volonté du contribuable par une déclaration contrôlée. »

L'impôt personnel sur le revenu global est donc nettement affirmé. D'ailleurs, le Ministre des Finances, M. Charles Dumont, a toujours proclamé sa fidélité aux principes généraux du projet voté par la Chambre. Entendu, le 13 juin dernier, par la Commission sénatoriale de l'Impôt sur le revenu, le Ministre a dit, textuellement : « Le Gouvernement actuel, comme ses prédécesseurs, maintient son adhésion aux principes généraux du projet voté par la Chambre, et il les défendra. »

L'article 6 du nouveau projet stipule expressément que « le montant total du revenu dont dispose chaque contribuable » est la base du revenu imposable, ce qui conduit inévitablement à la recherche de chaque fraction du revenu du contribuable imposé.

Les fractions du revenu global et les taux progressifs adoptés sont fixés de la façon suivante :

Tout d'abord, le contribuable a droit, sur son revenu annuel, à une « déduction de 1 000 fr par personne à sa charge, c'est-à-dire n'ayant pas de ressources personnelles suffisantes ».

Nulle part, il n'est précisé ce qu'on devra entendre par cette dernière expression. Les personnes dont il s'agit ne peuvent, du reste, être que celles-ci :

1° Les ascendants infirmes ou âgés de plus de 70 ans ;

2° Les descendants ou les enfants abandonnés recueillis par le contribuable, à la condition encore que ces descendants ou enfants soient âgés de moins de 16 ans ou infirmes.

Ces déductions opérées, le taux de l'impôt progresse ainsi :

1 p. 100 sur la fraction du revenu global comprise entre 10 000 et 50 000 fr ;

2 p. 100 sur la fraction comprise entre 50 001 et 100 000 fr ;

3 p. 100 sur la fraction du revenu supérieure à 100 000 fr.

Pour toute profession ou occupation lucrative et pour tous emplois rémunérés au

moyen de traitements ou salaires, le revenu imposable est constitué, — aux termes de l'article 7, — « par l'excédent des recettes brutes sur les dépenses inhérentes à la profession, l'occupation, la fonction ou l'emploi. » Quelles seront ces dépenses? Pour quelle part les amortissements industriels y seront-ils admis? Toute la menace du projet voté par la Chambre reparait.

Il s'agit, pour l'Administration, d'arriver à la totalité des revenus effectifs du contribuable. On pourrait croire que, dans certains cas, une sorte d'évaluation forfaitaire est acceptée, car, en ce qui touche les propriétés bâties et non bâties, le projet dit que le revenu imposable est constitué « par le revenu net servant de base à la contribution foncière », et l'on sait que les revisions d'évaluations pour le foncier bâti sont seulement décennales. Mais cette interprétation est démentie par l'article 12 dont le paragraphe 1^{er} est ainsi conçu :

« A l'aide des renseignements recueillis en vertu de la législation existante par l'administration des Finances, l'agent de l'assiette procède à une *évaluation* détaillée des revenus du contribuable. » Et l'article ajoute :

« Il comprend dans cette évaluation *tous les revenus* de diverses sources, dont il peut établir l'existence et le *montant* exact. »

La poursuite du « montant exact » des revenus, tel est bien l'objet de l'impôt personnel. C'est toujours le contribuable sous la coupe de l'État. Une minorité, si l'on veut : mais depuis quand le juste ou l'injuste se mesure-t-il au nombre des victimes de l'arbitraire?

Pour les bénéfices des professions soumises à la contribution des patentes, le même article dit, toutefois, que l'agent de l'assiette du nouvel impôt en fixe le montant, « à défaut d'éléments certains », à 50 fois le montant en principal de la contribution des patentes. De même, pour les bénéfices des exploitations agricoles, le montant de ces bénéfices sera, à défaut d'éléments certains, fixé « à une somme égale au revenu net assigné aux terres exploitées, pour l'assiette de la contribution foncière ». Ces dispositions semblent empruntées au projet de M. Aimond.

A l'évaluation directe des divers revenus du contribuable, l'agent de l'assiette en joint une autre, à l'aide de signes extérieurs énumérés par l'article 14; ce sont :

La valeur locative de l'habitation;

Le nombre des domestiques, concierges, jardiniers, gardes particuliers;

Le nombre des voitures, automobiles, embarcations de plaisance;

Enfin, la valeur du mobilier assuré « pour tout ce qui dépasse vingt fois la valeur locative des locaux d'habitation ».

Par cette dernière innovation, le fisc pénètre jusque dans le domicile privé. Les contrats d'assurance contre l'incendie sont transformés en moyens d'informations sur les propriétés même les plus improductives.

Nanti de ces deux évaluations du revenu, l'agent de l'assiette choisit la plus élevée et il la notifie au contribuable.

Celui-ci n'a plus, à ce moment, que cette alternative : s'incliner devant la taxation, ou bien adresser, dans la quinzaine, « une *déclaration détaillée* de son revenu compre-

nant toutes indications relatives à ses charges de famille et à *la composition* de son revenu ».

Et cette déclaration « doit indiquer distinctement, pour chacune des sources de revenus : 1^o le produit brut de ces revenus; 2^o les frais et charges dont la présente loi autorise la déduction pour le calcul du revenu net ».

Il ne semble nullement que, parmi les déductions admises, le montant des arrérages des rentes soit compris. La rente ne subit pas de retenue sur son coupon, mais elle doit être déclarée, au même titre que les autres valeurs mobilières; comme ces dernières, elle entre dans le calcul du revenu global passible du nouvel impôt.

Ajoutons que, aux termes de l'article 16, « le revenu déclaré sert de base à l'impôt, à moins que l'Administration ne puisse rapporter la preuve d'une dissimulation ».

L'Administration se réserve de rapporter cette preuve pendant un nombre d'années indéterminé, fût-ce longtemps après la mort du contribuable. Toute la concession faite, à cet égard, par l'article 19 consiste en ce que le droit de répétition ne pourra pas s'exercer « au delà des cinq années immédiatement antérieures à celle pendant laquelle l'omission ou l'insuffisance de la base d'imposition a été découverte ».

L'obligation d'acquitter les taxes et pénalités dues en vertu de cet article « incombe, ajoute-t-il, aux ayants droit des redevables, au cas où le recouvrement ne peut en être opéré sur ces derniers ».

Ainsi l'impôt personnel suivra jusqu'aux héritiers, et le projet vient donner un sens fiscal singulièrement macabre au fameux dicton : « le mort saisit le vif ».

Maintenant, on s'étonnera peut-être de ce qu'un pareil projet d'impôt personnel sur le revenu global ait pu être présenté à la Chambre, alors que le Sénat est constitutionnellement saisi d'un autre projet de même nature, voté par la Chambre précédente.

Le nombre des contribuables visés a beau ne pas être identique dans les deux projets, la conception générale est la même. La différence entre eux, c'est que le projet voté par la Chambre, comme d'ailleurs le projet élaboré par M. Aimond, supprime la contribution mobilière, au lieu que le nouveau projet la maintient.

Ce dernier, par conséquent, ne se contente pas de frapper d'un impôt personnel sur le revenu les 250 000 contribuables qu'il compte atteindre; il fait de cet impôt personnel un impôt de superposition à l'impôt déjà existant, mais impersonnel, sur le revenu.

Cette superposition n'empêche pas — elle accentuerait plutôt — la contradiction évidente qu'il y a à ce que la Chambre et le Sénat soient appelés à délibérer simultanément sur la question de l'introduction en France de l'impôt personnel sur le revenu.

DEUXIÈME PARTIE

Les caractères et les dangers de l'impôt personnel.

Les projets dont on vient de voir l'analyse succincte diffèrent, sans nul doute, plus ou moins les uns des autres; mais ils ont un trait commun qui est la caractéristique de tout impôt personnel: ils veulent que le revenu global du citoyen soit connu du fisc. Ils s'ingénient à saisir l'ensemble du revenu, non point par une série

d'approximations ou de taxes forfaitaires, mais à l'aide de recherches directes atteignant la personne elle-même, l'obligeant à déclarer annuellement sa situation, la soumettant aux investigations occultes les plus menaçantes, aux formalités et aux contrôles les plus vexatoires.

Lorsque, dans un régime fiscal d'impôt non personnel, une déclaration est exigée du contribuable, comme pour la douane ou l'octroi, par exemple, un objet tangible fait l'objet de la déclaration, de sorte que la contestation possible du fisc porte sur une chose matérielle, ne donnant aucune prise à l'arbitraire administratif. Déjà, cependant, on ne sait que trop par expérience à quels désagréments prêtent les déclarations exigées. Elles ont beau ne point porter sur la fortune et ne correspondre qu'au paiement d'une somme le plus souvent minime, elles sont mal accueillies par ceux qui doivent les subir. Or, si l'on était aux prises avec l'impôt personnel sur le revenu global, c'est ce revenu général lui-même qui devrait être taxé, c'est-à-dire un élément impondérable. Rien de fixe dans un revenu net global, rien qui apparaisse aux yeux, rien qui se pèse, se jauge ou se compte. Mettre l'État dans l'obligation de découvrir quand même ce revenu net c'est, évidemment, ériger en loi fiscale l'arbitraire; c'est lancer l'État dans une entreprise d'inquisition incompatible avec le respect du foyer domestique et de la vie privée.

Qu'on le remarque bien : le mode de l'impôt personnel, les formes qu'il peut affecter, auront beau varier, s'atténuer en apparence, les taxations se faire bénignes, les déclarations ne sembler être que facultatives, tout ce qu'on pourra imaginer dans ce sens sera vain; car, dès l'instant que le fisc ne s'en tient plus aux signes extérieurs du revenu, dès l'instant qu'il entend frapper le revenu global effectif, il est voué fatalement à des inquisitions et à des contrôles intolérables.

Dans le système fiscal français actuellement en vigueur, la contribution mobilière constitue un impôt sur le revenu global, mais, comme l'esprit du droit français interdit toute mainmise de l'État sur les personnes, le fisc n'est pas autorisé à pénétrer dans le secret des gestions individuelles, à rechercher la composition des fortunes, à exiger que le contribuable lui communique son revenu net exact. Seuls, les signes extérieurs entrent en jeu. Par la répudiation de ces signes extérieurs, — qu'elle ait lieu jusque pour les contributions directes cédulaires, ou bien qu'elle s'applique exclusivement au revenu global, peu importe, — le résultat final est toujours le même : l'impôt est rendu personnel, l'inquisition fiscale est établie.

Il est indéniable que plusieurs États étrangers ont accepté ce régime, et les partisans des projets soumis aux Chambres françaises voient dans ce fait un argument pour leur thèse. Il est plus que faible, cependant. S'il convient aux citoyens d'autres pays de se plier aux exigences d'un impôt personnel, libre à eux; ce n'est pas une raison pour que les contribuables français s'assujettissent aux mêmes rigueurs. L'indépendance personnelle dont ils jouissent n'a pas à être diminuée parce qu'elle se rencontre à un moindre degré en Prusse.

Chaque peuple a ses mœurs; chaque race, son génie. Si la France a conquis une place éminente parmi les nations, elle le doit à ce qu'elle ne se confond point avec les autres et, si elle s'en distingue, c'est précisément par son attachement à la liberté individuelle, par son souci du droit de la personne humaine. Qu'on lui laisse au moins cette originalité. Que, chez elle, le citoyen ne soit pas traité par le fisc comme un serf taillable à merci.

Une minorité seulement, dit-on, serait passible des mesures nouvelles, et l'on en conclut que l'innovation doit plaire au plus grand nombre. A cette foule on assure que, de l'impôt personnel sur le revenu, dépend pour elle l'allégement ou même la suppression des contributions directes. Le caractère illusoire de ces promesses est apparu déjà. Mais il y faut brièvement insister.

En effet, c'est leurrer les masses, — involontairement, sans nul doute, — que de leur faire croire à une relation quelconque entre une diminution des impôts directs et l'adoption d'un projet établissant en France l'impôt personnel sur le revenu. Entre ces deux mesures, il n'y a aucun lien. Pour la propriété foncière non bâtie, par exemple, depuis la loi du 21 juillet 1897 un nombre considérable de petites cotes foncières bénéficient de la remise totale du principal de l'impôt d'État. En 1911, 3252 961 cotes foncières ont joui ainsi d'une remise totale de l'impôt, et 1513 992 autres cotes ont bénéficié d'une remise variant des trois quarts au quart de l'impôt.

En ce moment même, il est question de reviser l'impôt foncier sur les propriétés non bâties, comme conséquence de l'évaluation qui a été effectuée pendant ces dernières années. On parle d'un dégrèvement qui atteindrait une soixantaine de millions. Il n'a aucun rapport avec le vote de l'un quelconque des projets d'impôt personnel, sur le revenu. C'est une opération financière spéciale, à laquelle la question de l'impôt personnel sur le revenu est absolument étrangère.

Il n'en est pas autrement pour la contribution mobilière, forme actuelle de l'impôt sur le revenu, mais impôt impersonnel, non inquisitorial, conforme à l'esprit général des institutions politiques et fiscales françaises. Cette contribution mobilière s'assouplit si bien aux besoins de dégrèvements ou de détaxes qui semblent légitimes, qu'elle a pu, en fait, être supprimée en totalité à Paris pour les trois quarts environ des contribuables. Pour l'ensemble du pays, sur 10 millions 1/2 environ de ménages plus de 2 millions 1/2 sont exempts de toute contribution personnelle-mobilière.

Il est regrettable que ces faits ne soient pas mieux connus. Le régime fiscal français est d'une flexibilité qui se prête à toutes les réformes véritables, si larges qu'on les veuille opérer.

Mais, ces réformes, il ne les permet qu'avec la sauvegarde de tous les droits individuels, sans menace pour aucune épargne, sans division entre les citoyens, sans qu'une classe de contribuables puisse être désignée aux confiscations éventuelles de l'État. L'impôt personnel, au contraire, rendrait possible cette désignation. Au fond, c'est là, pour nombre de ses partisans, son principal mérite. S'ils veulent bannir de la législation fiscale l'indice des signes extérieurs et recourir à la taxation ou à la déclaration du revenu global, la raison en est simple : ils visent à établir en France l'impôt progressif.

Cette progressivité est impossible, tant que l'État ignore quel est le revenu global des citoyens, tant qu'il ne peut même pas utiliser, pour le calculer, les divers impôts cédulaires, ceux-ci ne frappant pas, d'ailleurs, tous les revenus, et, de plus, les cédules actuelles ne trahissant elles-mêmes que des approximations partielles non totalisables. Contre l'arbitraire des taxateurs, contre les empiètements de l'État, contre toute éventualité de confiscation, le système actuel des contributions directes non personnelles oppose une digue infranchissable. Que l'impôt personnel triomphe, cette digue est détruite. L'impôt progressif entre dans la loi.

Les tarifs proposés dans les divers projets soumis aux Chambres sont modérés,

assurément. Mais ils auraient pu être plus faibles encore sans que le danger fût moindre. Celui-ci tient au système, non au taux initial de l'impôt. Les partisans de l'impôt progressif s'en rendent parfaitement compte, et surtout, parmi eux, ceux-là qui attendent de l'impôt personnel un bouleversement social. Ils vont jusqu'à admettre que, tout d'abord, pour commencer, le nouveau système fonctionne à blanc. L'État établirait une sorte de statistique, ce que M. Jaurès a appelé « le cadre des fortunes ». La chasse s'ouvrirait ensuite, et le tableau serait garni.

Voilà la réalité sur laquelle on ne saurait trop méditer. Pour ceux qui ne rêvent que de lutte de classes et qui voient dans la propriété privée l'ennemi à abattre, les réflexions sont toutes faites; ils savent, ceux-là, ce qu'ils veulent, et ils le veulent bien. En revanche, nombre de braves gens se sont laissé séduire par le grand mot de réforme fiscale, et, dans les desseins qui s'annoncent, ils ne voient qu'une entreprise de justice. Ils souhaitent une meilleure répartition des impôts. Qu'ils ouvrent les yeux: tandis que le système de l'impôt impersonnel, laissant libre cours à la richesse, favorise toutes les réformes fiscales, par contre, l'impôt personnel sur le revenu global, fatalement destiné à être progressif, aurait les contre-coups les plus funestes pour l'ensemble des contribuables.

Entre les citoyens il n'y a pas de cloisons étanches. La solidarité du capital et du travail n'est pas une formule vide de sens. Toute atteinte portée à l'une des parties de la puissance française est une diminution pour la nation entière.

Si, par le trouble jeté dans l'industrie, l'agriculture et le commerce, si par les effets de l'impôt progressif, les affaires deviennent hésitantes, croit-on que les employeurs seront seuls victimes de la crise, ne voit-on pas que les salariés n'en souffriront pas moins? Il n'y a pas de catégories à établir dans la démocratie laborieuse; elle comprend au même titre les patrons et les employés. Tous progressent ou déclinent ensemble. L'un des vices de l'impôt personnel sur le revenu global, c'est de méconnaître cette vérité.

Or, d'autre part, tandis que des plus-values de recettes ont, dépassant les prévisions les plus optimistes, soutenu jusqu'ici nos finances, en raison même de la sécurité garantie à tous par l'impersonnalité de l'impôt, vers quels mécomptes budgétaires ne s'acheminerait-on pas avec un nouveau régime de contributions directes personnelles? Ce ne sont pas seulement les produits de ces dernières qui risqueraient d'être en déficit par rapport au rendement, chaque année plus élevé, des contributions impersonnelles correspondantes aujourd'hui en vigueur. Les contributions indirectes elles-mêmes se verraient soumises à une épreuve qui n'est pas souhaitable pour elles, liées comme elles le sont à la paix du travail, à l'activité des transactions, à l'essor général de la richesse.

Prétendra-t-on que, pour remédier aux déficits possibles, on aurait sous la main une ressource toute prête: un accroissement du taux de l'impôt personnel? Une aggravation du tarif progressif, un tour de vis, et tout serait dit? La tentation serait forte, en effet. Mais, quel résultat aurait-on obtenu, sinon d'empirer le mal déjà fait?

Et, là encore, il convient qu'on y réfléchisse: à l'heure où tant d'augmentations de dépenses sollicitent les pouvoirs publics, quels entraînements ne seraient pas à appréhender de leur part s'ils disposaient de cet impôt progressif susceptible d'engendrer tant d'illusions?

Au point de vue des dépenses de l'État comme au point de vue de ses recettes, l'adoption d'un projet d'impôt personnel sur le revenu marquerait le point de départ d'une crise du budget. Or, plus que jamais, la défense du budget et celle du crédit de l'État doivent être l'objet de précautions redoublées, car elles sont inséparables de la défense nationale. Une situation financière saine, un crédit public intact, valent des armées.

La défense de la patrie intéresse au même degré tous les Français, la France constituant, avec ses gloires et ses deuils, son long passé et ses invincibles espoirs, le patrimoine commun de tous les citoyens. Un impôt personnel par lequel l'État se proposerait de restreindre à une minorité de contribuables les sacrifices reconnus nécessaires irait à l'encontre de cette notion primordiale; il introduirait la division là où doit surtout s'affirmer l'unité. Impôt de déceptions financières, de trouble économique et social, il équivaldrait, en outre, et par cela même, à un affaiblissement de la force nationale.

ROGER DELOMBRE,

*Docteur en droit, secrétaire général
du Comité central d'Études et de Défense fiscale.*

NOTES DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

Transmission mécanique à distance, système C. A. D. de M. Herzmark. — Il est toujours satisfaisant de noter l'invention d'un appareil dont le besoin se faisait sentir.

C'est le cas d'un système de transmission mécanique à distance que son inventeur, M. Herzmark, a présenté au Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Pour transmettre un mouvement à distance, à travers un parcours sinueux, il fal-

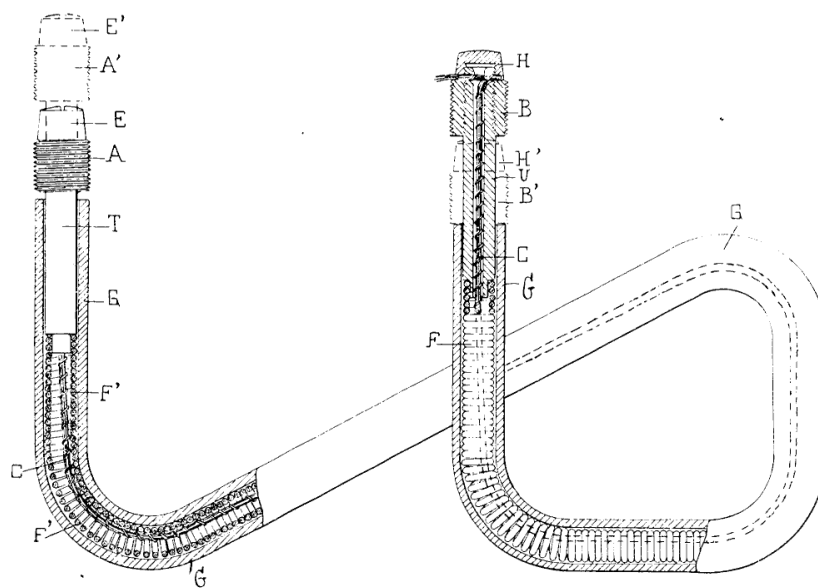


Fig. 1.

lait, jusqu'ici, avoir recours à l'électricité ou à l'air comprimé — il n'existait pas d'appareil simplement mécanique qui permit de le faire, du moins dans les deux sens.

En effet, on pouvait tirer, mais on ne pouvait pas pousser.

Encore, pour tirer, fallait-il placer au bout du parcours un ressort antagoniste qui pût ramener l'ensemble de la transmission à son état primitif. De plus, si le parcours se compliquait un peu il devenait nécessaire d'avoir recours à tout un ensemble

d'organes intermédiaires, tels que poulies de renvoi, leviers coudés, bielles, etc.

L'appareil de M. Herzmark, non seulement supprime tous ces dispositifs accessoires, mais encore agit dans les deux sens — à la poussée et à la traction. Il épouse tous les chemins et permet toutes les courbes. Enfin, il assure une transmission sans retard et sans jeu, de sorte qu'il autorise des mouvements d'une amplitude exactement déterminée.

M. Herzmark a appelé son appareil le C. A. D.

Ce dispositif comprend trois parties distinctes, ayant chacune leur rôle parfaitement défini (fig. 4) :

1° Une âme intérieure C constituée par plusieurs fils d'acier — et qui transmet les efforts de traction.

2° Une partie flexible FF' qui n'est autre qu'un fil d'acier, d'un diamètre notablement supérieur à celui des précédents, enroulé en spirale.

Une compression, exercée à l'une des extrémités de cette spirale, en amène toutes les spires en contact les unes avec les autres, ce qui assure la transmission intégrale de l'effort de poussée.

3° Une gaine rigide G, en cuivre ou en aluminium, qui renferme les éléments précédents et assure la permanence de la forme et du parcours.

A chaque extrémité de l'appareil, une tige T et U est engagée dans la gaine rigide G.

Ces tiges sont reliées à l'âme intérieure C au moyen des manchons filetés A et B et des chapeaux de serrage E et H.

De la sorte une traction exercée sur l'une des tiges, à l'un des bouts du parcours, s'exerce également sur l'autre tige, à l'autre bout du parcours, par l'intermédiaire de l'âme C.

De plus, chacune de ces tiges est décollée et porte une embase à son extrémité interne.

La partie décollée est engagée dans le flexible FF', lequel vient s'appuyer sur l'embase.

Ainsi les deux tiges T et U jouent le rôle de pistons et une compression exercée sur l'une écrase le flexible, qui transmet l'effort de poussée à l'autre.

Les filetages extérieurs des manchons A et B servent à relier les pistons aux appareils de commande et de réception.

La longueur de ces pistons doit excéder de 2 cm la course demandée.

Le nombre et la diversité des applications du C. A. D. n'échappent à personne. Aussi le Comité des Constructions et des Beaux-Arts a-t-il adopté les conclusions favorables du rapport que lui a soumis l'un de ses membres, M. de Ribes-Christoffe, à qui il avait confié pour étude le dossier présenté par M. Herzmark.

M. de Ribes-Christoffe, qui demande une récompense pour l'inventeur, a résumé ses observations dans la note qui suit et que nous reproduisons textuellement :

M. Herzmark présente un mode de transmission mécanique à distance.

Le système présenté est caractérisé par l'emploi d'un câble métallique souple maintenu et guidé par une enveloppe rigide.

On obtient ce câble en entourant d'un fil d'acier, enroulé en spirale, une âme constituée par d'autres fils d'acier juxtaposés et d'une certaine finesse.

En exerçant une traction sur l'âme intérieure en même temps qu'une compression sur le fil extérieur en spirale, on arrive à faire toucher toutes les spires sous une pression déterminée.

Les extrémités du câble ainsi constitué étant fixées d'une façon permanente, l'allongement des fils intérieurs, obtenu par la traction opérée, tend à maintenir comprimées toutes les spires extérieures.

Le câble introduit dans un tuyau de cuivre d'un diamètre très légèrement supérieur à son diamètre suivra toutes les sinuosités de ce tube.

Si l'on exerce une traction sur le câble, l'effort se transmettra à l'autre extrémité par l'âme intérieure; si, au contraire, on exerce une pression, cette pression se transmettra également à l'autre extrémité par les spires comprimées sans jeu les unes sur les autres.

Au point de vue résistance, on perdra évidemment la quantité dépensée pour obtenir la tension, qui reste permanente; mais il suffit de calculer le câble un peu plus fort. Il peut se faire aussi que la tension permanente détermine un allongement constant; mais comme on peut rester très loin de la limite d'élasticité, cet inconvénient paraît pouvoir être évité.

L'avantage de ce système consiste dans la possibilité qu'il donne d'agir à distance, soit à la traction, soit à la compression, sans ressort antagoniste, et, grâce à sa construction spéciale, sans aucun retard dans la transmission, sur des organes de machines, de signaux, de rhéostats..., ces différents organes pouvant être situés dans des plans quelconques; la distance est cependant limitée par le frottement du câble à l'intérieur du tube et par le nombre de coudes plus ou moins grand; toutefois, on peut, paraît-il, agir pratiquement jusqu'à 25 mètres.

Nous proposons une récompense pour M. Herzmark, en raison de sa très intéressante invention.

Miroir diaphane Argus. — Les Glaceries de la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey mettent actuellement en vente un miroir transparent qui est assez amusant et peut être fort utilement employé par bien des commerçants, des industriels et même des particuliers.

Ce miroir, appelé par le fabricant « miroir diaphane Argus », est constitué par une glace polie sur une face de laquelle a été déposée, par un procédé breveté, une couche d'argent probablement très divisé.

Cette couche d'argent est recouverte d'un vernis spécial et protégée par une seconde glace polie, mince et blanche, fixée à la première par des bandes de recouvrement collées sur les joints.

Un tel miroir a la propriété de réfléchir l'image d'un observateur placé devant lui, c'est-à-dire du côté de la glace argentée et de jouer de ce côté le rôle d'un miroir ordinaire; tandis qu'il reste transparent pour tout observateur placé derrière lui (du côté de la glace blanche protectrice).

Il faut seulement, pour que ce résultat soit pleinement atteint, que le miroir

« diaphane » reçoive plus de lumière du côté de sa face avant, c'est-à-dire du côté de la glace argentée, que de l'autre côté.

Ceci posé, on voit facilement quel parti on peut tirer d'un tel dispositif.

Supposons qu'un commerçant remplace par un miroir diaphane la cloison qui sépare son magasin de son arrière-boutique. Si cette dernière est moins éclairée que le magasin, ce qui est le cas général, le client, laissé seul dans la boutique, verra son image reflétée par la glace du fond et se croira en face d'un miroir ordinaire, tandis que le commerçant, de la pièce voisine, pourra le surveiller tout à son aise à travers le miroir diaphane.

On imagine de la sorte quels peuvent être les usages divers et fort nombreux de ce miroir : employé pour la décoration des magasins, des bureaux, des appartements... etc., il en permet la surveillance par une personne qui, située dans une pièce contiguë, voit sans être vue.

Du rôle de la zone neutre en ventilation. — La « zone neutre » a été définie pour la première fois par Ser et Recknagel, qui en ont donné la théorie.

Récemment, M. Biro, ingénieur à la Compagnie Sturtevant, en a, dans une confé-

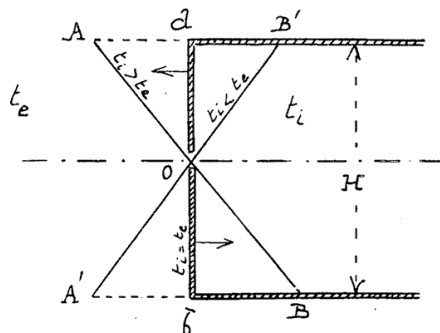


Fig. 2.

rence faite à l'Association des Ingénieurs de chauffage et de ventilation de France, défini le rôle en ventilation.

Ce rôle, dit-il, est très important et l'on peut affirmer que la bonne marche de la plupart des installations de chauffage et de ventilation dépend de son utilisation judicieuse.

Dans un local quelconque, où la température de l'air est différente de la température extérieure, il existe, entre le plancher et le plafond, un seul plan horizontal où la pression soit égale à la pression atmosphérique extérieure.

Il s'ensuit que par une ouverture de la paroi, percée dans ce plan, il n'y a ni rentrée, ni sortie d'air, tandis que, par des ouvertures situées au-dessus ou au-dessous de ce plan, il y a rentrée d'air d'une part et sortie d'autre part ou inversement.

Considérons un local, de hauteur H , ayant des parois absolument imperméables et contenant de l'air chauffé à une température t_i supérieure à la température t_e de l'extérieur.

M. Biro expose que, la pression intérieure augmentant en fonction de la température absolue, si on perce dans une paroi verticale une ouverture O (fig. 2), il y aura sortie d'air jusqu'à ce que la pression intérieure en O soit égale à la pression atmosphérique extérieure.

Il en résultera alors une dépression en dessous et une surpression au dessus de O en fonction linéaire de la distance de O au plancher et au plafond; en un mot, il s'établira un régime de pression indiqué par la droite AB .

Si, au contraire, la température t_i était inférieure à t_e , AB prendrait la position $A'B'$; et si les températures t_e et t_i devenaient égales AB coïnciderait avec ab .

Par conséquent, dans le premier cas, l'air aurait tendance à sortir par le haut et à rentrer par le bas; le mouvement inverse tendant à se produire dans le cas contraire.

Ces différences de pression donnent naissance à une énergie statique qui ne peut

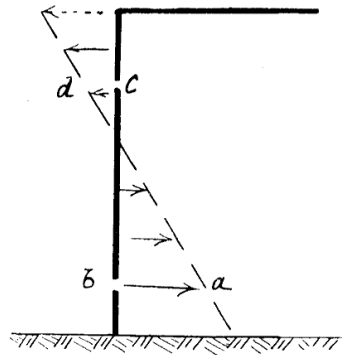


Fig. 3.

se manifester dans les circonstances théoriques où nous nous sommes placés.

Mais dans la pratique, il faut considérer les parois comme perméables et présentant des ouvertures que nous répartirons en deux groupes : celles de la partie supérieure de la paroi verticale dont nous supposerons la somme égale à S_1 et celles de la partie inférieure dont la somme sera S_2 .

Le volume d'air entrant par ces ouvertures est égal au volume sortant, donc :

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

Or si les ouvertures du haut deviennent très grandes, S_1 augmentant, v_1 diminue. Les ordonnées telles que Δa deviennent donc plus petites et la droite AB se déplace vers les ouvertures agrandies.

De ces considérations, M. Biro tire les conclusions suivantes :

La zone neutre s'établit toujours à proximité des parties plus perméables des parois et tout agrandissement d'ouvertures, toute augmentation de perméabilité provoque un déplacement de la zone neutre vers l'ouverture agrandie.

La ligne des pressions se déplace toujours parallèlement à elle-même puisque la différence des pressions au plancher et au plafond est constante.

Le nombre et la position des ouvertures ne changeant pas, la ligne de pression pivote toujours autour du même point neutre.

La zone neutre, dont la position est assez difficile à déterminer exactement, se trouve, dans les salles plafonnées et lorsqu'il n'y a pas d'intervention mécanique, un peu au-dessus de la mi-hauteur du local.

M. Biro l'appelle, dans ce cas, la zone neutre naturelle.

On conçoit quelle grande influence peut avoir la position de cette dernière sur la ventilation des locaux.

L'inspection du diagramme de la zone neutre naturelle (fig. 3) indique comment

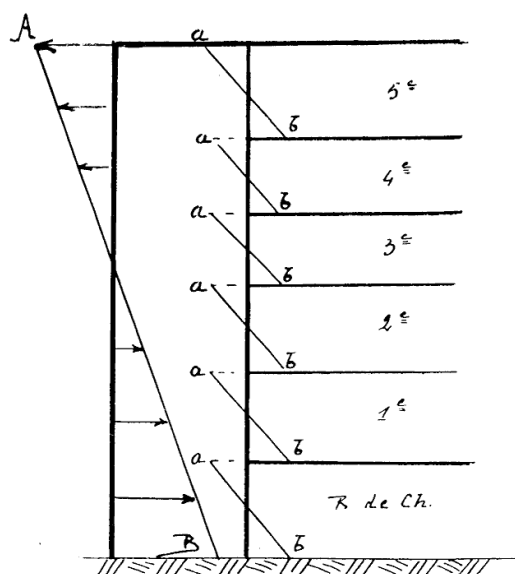


Fig. 4.

s'opère le renouvellement d'air continu des locaux chauffés; ventilation qui, bien que souvent très faible, empêche tout de même la viciation complète de l'air.

Le diagramme des pressions montre aussi quel parti on peut tirer des forces qui se manifestent en conséquence; on voit par exemple, que, en hiver, l'air frais doit être introduit aussi bas, et l'air usé évacué aussi haut que possible. En été ce sera le contraire.

D'autre part, lorsque les locaux ont une hauteur suffisante, on conçoit que les différences de pression puissent atteindre une valeur assez considérable et dont il est bon de tenir compte.

L'auteur cite le cas d'une cage d'escalier chauffée (fig. 4), et montre que, si l'on met l'un des étages en communication avec celle-ci, il s'établit à cet étage une surpression ou une dépression suivant qu'il s'agit d'un des étages supérieurs ou d'un des étages inférieurs.

Les lignes *a b* indiquent les pressions individuelles de chaque étage isolé du hall. La droite AB montre les différences de pression considérables qui se manifestent dans ce hall à cause de sa grande hauteur.

Si donc on fait communiquer un étage avec la cage d'escalier, la pression régnant au niveau correspondant du hall se communique à l'étage considéré, où s'établit une pression égale à la somme algébrique des deux pressions primitives.

Un tel régime est important à connaître, car il influe non seulement sur le chauffage des étages, mais encore sur le tirage des cheminées qui y sont placées et l'évacuation des odeurs qui y sont émises (cuisines; etc.).

Un autre exemple a trait aux salles de théâtres fortement chauffées et plafonnées de façon étanche. La zone neutre s'y établit à mi-hauteur, de sorte qu'une forte

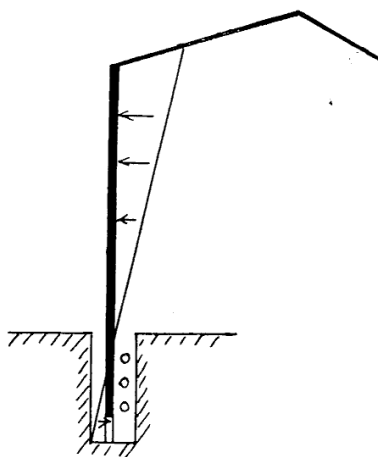


Fig. 3.

dépression règne à la partie inférieure, entraînant, chaque fois qu'on ouvre une porte, la rentrée d'un rapide courant d'air froid.

Ce dernier exemple montre bien l'intérêt qu'il y a, parfois, à changer la position de la zone neutre.

Par exemple, dans le cas du théâtre, il est nécessaire de l'abaisser jusqu'au plancher, pour que, toute la salle se trouvant en surpression, il n'y ait plus de rentrées d'air froid.

Tandis qu'au contraire, dans un atelier dont on voudrait empêcher l'air vicié, les fumées ou les odeurs de se répandre dans les locaux voisins, il faudrait élever la zone neutre, pour établir, dans la pièce entière, une dépression.

Or, on sait que la zone neutre s'établit toujours à proximité des grandes ouvertures.

On peut donc en provoquer, par exemple, l'abaissement artificiel, en faisant des ouvertures à la partie inférieure des parois. La zone neutre, attirée par la région perméable ainsi créée, descend vers le sol. Mais pour l'y amener complètement, il

faut que les ouvertures soient percées sous le plancher (fig. 5), ce qui peut entraîner, dit l'auteur, l'établissement « de véritables fossés de fortification » !

Ce n'est pas toujours facile. D'autre part, l'air que laissent pénétrer ces ouvertures, il faut le réchauffer.

Aussi l'auteur n'insiste-t-il pas sur ce stratagème et présente-t-il comme la véritable solution : l'insufflation d'un volume d'air suffisant pour créer partout une surpression dans la salle et pour obtenir l'abaissement mécanique du point neutre au-dessous du niveau du plancher.

Mais comment déterminer le volume d'air à insuffler ?

Dans certains cas assez rares, on peut le calculer avec précision :

Il faut pour cela des parois absolument homogènes, ayant partout la même épaisseur, car alors, on peut recourir au coefficient de perméabilité, c'est-à-dire au chiffre donnant le volume d'air qui passe par un mètre carré de surface, sous une différence de pression d'un kilogrammètre carré des deux côtés de la paroi.

Dans la plupart des cas, il faut procéder par tâtonnements.

Des chiffres ont été publiés concernant le volume nécessaire à l'abaissement du point neutre ; mais ils ne comportent aucune indication précise, à cause de la diversité des constructions et de la pénurie des renseignements généraux.

L'expérience surtout, dit M. Biro, doit guider l'ingénieur.

Il faut en constater et en contrôler les résultats. Et, puisqu'on en est réduit à des tâtonnements ou au moins à des approximations, il faut chercher les moyens les plus simples et les plus économiques de réduire ces approximations au minimum.

L'auteur envisage alors les deux cas typiques qui peuvent se présenter et fait, des méthodes à employer, un exposé très complet et très technique, qui s'adresse aux spécialistes et que nous ne pouvons reproduire ici.

Cet exposé a été publié dans la Revue du chauffage et des industries sanitaires.

P. COUTURAUD,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE PUBLIQUE

DU 13 JUIN 1913

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

La séance est ouverte à 20 h. 30 m.

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

Manuel de la machine à vapeur, par ÉDOUARD SAUVAGE, professeur à l'École nationale supérieure des Mines et au Conservatoire national des Arts et Métiers ;

Les arts et métiers de l'ancienne Égypte, par W. M. FLINDERS PETRIE, professeur d'égyptologie à l'Université de Londres. Traduit de l'anglais par JEAN CAPART, chargé de cours à l'Université de Liège ;

Cours élémentaire de machines marines, à l'usage des élèves des Écoles pratiques d'industrie se destinant aux équipages de la flotte et des candidats au brevet de 2^e classe des mécaniciens de la marine marchande, par E. ORDOT, officier mécanicien de la marine marchande ;

Cours de thermodynamique. 2^e édition, première partie : principes généraux, gaz et vapeurs. Tome deuxième du cours de physique, par H. BOUASSE, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse ;

Exercices et compléments de mathématiques générales, par H. BOUASSE, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, et E. TURRIÈRE, professeur au

lycée de Poitiers, faisant suite au cours de mathématiques générales de H. Bouasse ;

Recueil des lois, règlements et cahiers des charges relatifs à l'industrie électrique, publié par MM. GEOFFROY et DELORE ;

Mécanique et électricité industrielles. I : *Premiers principes de mécanique rationnelle*, par P. FRICK, Ingénieur des Constructions civiles. — II : *Notions générales sur les machines*, par P. FRICK, Ingénieur des Constructions civiles ;

L'alimentation méthodique des foyers. Chargeurs mécaniques, stokers, par A. BERTHIER, ingénieur ;

Comment on devient tourneur sur métaux, par RENÉ CHAMPLY, ingénieur-mécanicien. Nouvelle édition.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

La fabrication des celluloses de papeterie autres que celle du bois. Description et traitement des principales plantes utilisables en papeterie, par HENRY DE MONTESSUS DE BALLORE, ingénieur civil ;

La protection légale des travailleurs en France. Commentaire du livre II du Code du Travail et de la Prévoyance sociale. Tome I^{er} ; par ROGER FIGHIÉRA, chef de bureau au Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes ;

Les sourciers et leurs procédés. La baguette. Le pendule, par HENRI MAGER, ingénieur-conseil en hydrologie souterraine ;

Livret de l'enseignement technique, par CLÉMENT GAUCHER, sous-chef de bureau au ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et RAOUL MORTIER, professeur à l'École nationale professionnelle de Vierzon ;

Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture. — *Congrès des exportations et importations des produits de l'agriculture tenu à Paris les 18, 19 et 20 février 1913*. — Compte rendu des travaux, publié au nom du Bureau, par J.-M. DE LAGORSSE, secrétaire général de la Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture ;

Systèmes de culture et assolements, par HENRI HITIER, maître de conférences à l'Institut national agronomique ;

Nettoyage, détachage, dégraissage, blanchissage, blanchiment, par HERCAY, Ingénieur-chimiste ;

Les nouveautés chimiques pour 1913, par CAMILLE POULENG, docteur ès sciences ;

Les nouveaux livres scientifiques et industriels. Vol. II, années 1907 à 1912. Bibliographie des ouvrages publiés en France du 1^{er} juillet 1907 au 30 juin 1912.

M. LE PRÉSIDENT dit que la Société a reçu du Ministère de l'Agriculture des cartes d'invitation pour le Concours général agricole et hippique de Paris (animaux reproducteurs) qui aura lieu, du 18 au 22 juin, au Champ-de-Mars.

Elle a reçu aussi une lettre l'informant de l'organisation à San Francisco en 1915, à l'occasion de la Panama-Pacific international Exposition qui aura lieu dans cette ville la même année, d'un Congrès international de l'Art de l'Ingénieur aux travaux duquel tous les techniciens et organismes technico-scientifiques du monde entier sont invités à prendre part. « Le but de ce congrès, dit un passage de la lettre qui a été envoyée à la Société, est d'y présenter les méthodes pratiques les plus préconisées dans le monde entier : les rapports, les discussions et les comptes rendus des travaux du Congrès constitueront une revue détaillée des progrès accomplis dans les dix dernières années et un ensemble autorisé des développements les plus récents et des méthodes pratiques les plus justifiées dans les diverses branches de la science de l'ingénieur. Les rapports, groupés et publiés par le Congrès, formeront une collection d'une valeur inestimable; la publication s'en fera à un tel prix et de telle manière que tous les intéressés pourront se la procurer. »

M. LE PRÉSIDENT dit que la Société a reçu une lettre de M. Hinard, expert-chimiste près le Tribunal de la Seine, membre de la Société, qui rappelle que, dans le procès-verbal de la dernière séance, M. Vallery-Radot nous a prié d'insérer une note relative à ce que M. Hinard avait dit de la pasteurisation, dans un mémoire récemment paru dans le Bulletin. M. Hinard répond à cette note en montrant pourquoi, dans certains cas, on devait substituer la filtration à la pasteurisation, et en ajoutant qu'il n'a pas eu l'intention de discréditer cette opération; d'ailleurs, la stérilisation, dont il préconise l'emploi, découle directement des travaux de Pasteur. Cette lettre transmise à M. Vallery-Radot lui a donné satisfaction. D'un commun accord, M. Vallery-Radot et M. Hinard ont déclaré l'incident clos.

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'il a représenté la Société au Congrès international et à l'Exposition internationale de Fonderie, que l'Association technique de Fonderie a organisés et qui ont eu lieu récemment dans les locaux de la nouvelle École d'Arts et Métiers de Paris; notre Bulletin rendra compte prochainement des résultats acquis sous l'initiative de cette jeune association. Il a représenté également la Société à l'Assemblée générale de l'Association des Chimistes-experts; cette association, qui tient ses séances dans notre hôtel, a été fondée il y a un an et compte déjà plus de 400 adhérents; comme la précédente, elle est appelée à rendre de grands services tant au point de vue professionnel qu'au point de vue scientifique.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que M. le Professeur Matignon a bien voulu recommencer, à son laboratoire du Collège de France, le 24 mai, les belles expériences qu'il avait faites, la veille, devant la Société ; il a eu la satisfaction de voir près de cinquante de nos membres assister à ces expériences ; il exprime au professeur Matignon les remerciements de la Société.

Sont nommés membres de la Société : La CHAMBRE SYNDICALE DE LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE, MM. DOMANGE (A.) ET FILS, M. CHOLLET (Paul), M. DELAMAIRE (Marcel), M. JOURDAIN (Henry), M. LEVEN (Émile), MM. HERRENSCHMIDT ET FILS, M. FEUILLETTE (Émile), M. BERGERAULT-GRÉMER, la CHAMBRE SYNDICALE DES CUIRS ET PEaux DE PARIS, MM. GIERCKENS ET GIRARDOT, M. HERVÉ (Jules), MM. BAL (Hippolyte) ET C^{ie}, MM. CAEN (Gustave) ET CAHEN, M. MARTIN (André), M. ROUX (Ulysse), M. HULLARD (Alphonse), M. MEUNIER (Louis), M. LINET (Pierre), M. VALLÉRY-RADOT (René), M. LEMOINE (Celeska), qui ont été présentés dans la dernière séance.

Quatorze membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

la CHAMBRE SYNDICALE DE LA MÉGISSERIE LAINIÈRE, à Paris, présentée par MM. Petitpont et Livache ;

M. LEPAGE (René), Ingénieur-agronome, licencié ès sciences, tanneur à Segré, présenté par MM. Lindet et Petitpont ;

M. MILLET (Jacques), conseiller-prud'homme, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;

M. CAVANAGH (William), négociant en cuirs, au Havre, présenté par MM. Petitpont et Livache ;

le SYNDICAT DES CONFISEURS FRANÇAIS, à Paris, présenté par MM. Lindet et Livache ;

le Commandant ROCHE, Directeur de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique, à Paris, présenté par MM. Renard et Nicolardot ;

l'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES, à Paris, présentée par MM. Belin et Nicolardot ;

M. HAFNER (Henri), tanneur, à Épinal, présenté par MM. Petitpont et Livache ;

M. MANIORT (Jean-Numa), ingénieur, Études pour constructions métalliques, à Biarritz, présenté par M. Vermorel ;

M. BARTHÉLEMY (Louis), président de la Société française des Poudres de Sûreté, à Paris, présenté par MM. Lindet et Bertrand ;

M. PECCARD (Adolphe-Eugène), président de la Chambre syndicale des Imprimeurs en Taille-douce, présenté par MM. Lindet et Ringelmann ;

le SYNDICAT DE L'INDUSTRIE DES CUIRS ET PEAUX DU RHONE ET DE LA RÉGION, à Lyon, présenté par MM. Petitpont et Livache ;

M. PETIT (Amédée), Ingénieur-agronome, électricien, à Paris, présenté par M. Ringelmann ;

M. MÉRAN (Maurice), industriel, à Paris, présenté par MM. Hinard et Lindet.

M. L. LINDET lit un rapport présenté au nom du Comité d'Agriculture sur un mémoire de MM. BENKER et MILLBERG, relatif aux *Fosses à superphosphate à excavateur mécanique du système Wenk*. Cette question a déjà fait l'objet d'une communication en séance publique de M. Benker le 11 avril dernier.

Les conclusions de ce rapport sont approuvées. Ce rapport et le mémoire en question seront insérés dans le Bulletin.

M. MASSON lit un rapport, présenté au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *Dispositif « Martin-Mayeur » de remontage automatique des horloges*, construit par la MAISON D'HORLOGERIE MARINE ET CIVILE PAUL GARNIER.

Les conclusions de ce rapport sont approuvées. Ce rapport sera inséré dans le Bulletin.

M. PORTEVIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, fait une communication sur *L'influence du temps de chauffage avant trempe sur les propriétés des aciers*.

Toutes les théories de la trempe sont basées sur l'existence pour les aciers d'un état stable à chaud qui n'est atteint que lorsque, à l'échauffement, on a dépassé les températures de transformation. Comme toutes les réactions, ces transformations ne sont pas instantanées : elles se font avec une certaine vitesse : la durée du séjour au-dessus des points de transformation a donc *a priori* une importance qui peut se répercuter sur les propriétés des aciers après la trempe qui suit ce chauffage plus ou moins prolongé. C'est le but de cette étude, que la Société d'Encouragement a bien voulu subventionner ; elle a d'abord nécessité une série d'expériences préliminaires constituant une étude préalable des vitesses d'échauffement des pièces d'acier.

L'étude proprement dite devait comporter des essais mécaniques (traction, choc, dureté) effectués sur des aciers au carbone trempés après des chauffages variables : les résultats ont montré que ces méthodes d'essais applicables aux aciers à pas trop haute teneur en carbone, se heurtaient, dès qu'on abordait les aciers durs, à des difficultés inhérentes aux procédés d'essais qui mettaient ces derniers en défaut d'exactitude.

Aussi cette première étude a-t-elle été complétée par des déterminations de résistance électrique après divers traitements montrant qu'en général, pour les aciers au carbone

ordinaires, la transformation se fait assez rapidement à l'échauffement et, aux hautes températures (900-1000°), elle est très rapide et l'on peut pratiquement la regarder comme complète quand toute la pièce est en équilibre de température avec le four.

Enfin, on a tenu à adjoindre encore une étude : celle de la trempe des aciers à carbure de chrome, de tungstène et de molybdène qui a été faite par le moyen des essais de dureté Brinell et Shore et de la résistance électrique. On a pu constater très nettement l'influence de la durée de chauffage. C'est beaucoup plus par l'élévation de la température que par l'augmentation de la durée de chauffage qu'il faut chercher à obtenir la dissolution des carbures doubles.

Ces extensions nécessaires du programme primitif soumis à la Société d'Encouragement ont été la cause principale de la durée de ce travail.

M. LE PRÉSIDENT dit que la Société a été fort bien inspirée en demandant à M. Portevin d'étudier ces intéressantes questions qui relèvent de la trempe des aciers et en lui accordant la subvention qui lui a permis de poursuivre ses recherches : il le félicite d'avoir même dépassé les limites du programme que le Comité des Arts chimiques lui avait tracé. Le mémoire qu'il nous remettra et les nombreux résultats d'expériences qu'il renferme seront consultés avec fruit par tous les métallurgistes. Le travail que M. Portevin vient de nous présenter montre les services que la Société d'Encouragement peut rendre à l'industrie quand elle rencontre le savant capable de solutionner les problèmes dont l'industrie se préoccupe.

M. MUNÉ, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef de service à la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, à Paris, fait une communication sur *Les procédés de sécurité Martini et Humeke d'emmagasinage et de manutention des liquides inflammables et leurs récentes applications dans les grands garages de Paris.*

Les procédés Martini et Humeke ont pour objet l'emmagasinage et la manutention à l'abri de l'incendie de tous les liquides inflammables, essence, benzol, pétrole, éther, etc.

Le liquide à préserver est placé dans des réservoirs souterrains enfouis dans des fosses pleines de sable afin d'éviter l'échauffement en cas d'incendie extérieur. L'ascension du liquide dans les tuyauteries est provoquée par la pression d'un gaz inerte, azote ou acide carbonique, qui emplit tout le vide du réservoir de sorte qu'aucune inflammation n'est possible à l'intérieur. En outre, et c'est la principale caractéristique du procédé, toutes les tuyauteries où circule le liquide sont à double enveloppe ; elles sont constituées par deux tuyaux concentriques, le tuyau intérieur servant seul au passage du liquide tandis que la partie annulaire reste constamment en communication avec l'atmosphère de gaz inerte du réservoir. En cas de fuite à la paroi extérieure, le gaz s'échappe et la pression motrice manquant, le liquide redescend dans le réservoir. En cas de fuite à la paroi intérieure, la pression s'équilibrant dans les colonnes de gaz et de liquide, celui-ci redescend aussitôt, comme dans le cas précédent. Dans les deux

hypothèses, un retour de flamme au réservoir est également impossible puisque cette flamme arrivant dans une atmosphère dépourvue d'oxygène s'y éteindrait aussitôt.

Des variantes du procédé permettent soit la récupération du gaz protecteur, soit sa production sur place à très bas prix, au moyen d'une machine spéciale très peu encombrante. Ces procédés s'appliquent aussi, avec quelques modifications, à la protection des grands tanks aériens placés au-dessus du sol.

Les procédés Martini et Huneke ont fait en France l'objet d'une mention spéciale dans une circulaire ministérielle du 24 avril 1911 et bénéficient, de la part des compagnies d'assurances, d'un tarif de faveur qui n'a été accordé qu'à eux seuls jusqu'à ce jour.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Munié vient de rappeler que j'avais fait autrefois, dans un rapport au Conseil d'Hygiène, l'éloge des appareils Martini et Huneke ; cela est parfaitement exact, et la description qu'il vient de nous en donner confirme mon opinion ; c'est que ces appareils et d'autres analogues ont permis d'établir, au milieu des agglomérations urbaines, des dépôts considérables d'hydrocarbures, et, par suite, d'assurer la circulation rapide de nos moyens de transport ; ils ont contribué à transformer l'existence dans les grandes villes et à donner aux affaires une intensité d'échanges dont nous sommes encore surpris. Je remercie M. Munié de sa communication et le prie de remettre une note pour le Bulletin.

Je rappelle que les membres de la Société sont invités par la Compagnie française des Automobiles de Place à visiter, demain, les dépôts de leurs voitures à Levallois-Perret ainsi que la remarquable installation Martini et Huneke que la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs y a faite pour la manutention et la distribution du benzol.

La séance est levée à 22 h. 25 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 27 JUIN 1913

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

La séance est ouverte à 20 h. 30 m.

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, déponillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

Procédés de fabrication du ciment Portland, par MM. F. L. SMITH ET Co. Annexes : Usine à ciment Portland d'Ehrenhausen (Styrie, Autriche); — Le Kominor; — Liste d'installations d'usines à ciment Portland artificiel (Don de M. Davidsen, ingénieur-constructeur, membre de la Société);

Travaux de comptabilité industrielle de précision à l'usage des industries où l'on veut obtenir la permanence de l'inventaire, le prix de revient exact des productions et le secret des résultats obtenus; avec modèles d'application à une brasserie-malterie, par M. EUGÈNE LÉAUTEY, avec la collaboration, pour l'exemple chiffré, de M. F. WATTEBLED, brasseur;

Cours d'aéronautique. 3^e partie : La dynamique expérimentale des fluides dans ses rapports avec l'aéronautique et l'hydronautique. Étude expérimentale des hélices, par M. L. MARCHIS, professeur d'aviation à la Faculté des Sciences de Paris;

Le chauffage économique de l'habitation, rédigé par l'INSTITUT SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL;

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. *Ports maritimes de la France*. 2 notices sur les ports du département du Var;

MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. *Statistique générale de la France*. Annuaire statistique. 31^e volume, 1911;

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. *Collection de mémoires relatifs à la physique*. 2^e série. Les idées modernes sur la constitution de la matière. Conférences faites en 1912;

CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. Année 1912. *Rapport annuel adressé au Président de la République française par M. Alfred Picard*, président du Conseil d'Administration de la Caisse des Recherches scientifiques.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

Fabrication des huiles minérales et pyrogénées. Préparation des huiles composées pour le graissage des machines et autres huiles spéciales, par M. R. EHRSAM, ingénieur-chimiste;

Fabrication moderne et applications des savons industriels, huiles solubles et matières d'ensimage, par M. R. EHRSAM, ingénieur-chimiste;

Chimie légale. Guide de l'expert-chimiste, par M. R. DE FORCRAND, correspondant de l'Institut;

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout, 8^e volume,

par M. le Dr A. CALMETTE et M. E. ROLANTS, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille ;

Deux siècles de presse au service de la pharmacie et cinquante ans de l'Union pharmaceutique, par M. Eugène GUITARD, archiviste paléographe ;

Enquête sur la culture de la betterave et l'industrie du sucre de betterave aux États-Unis (septembre-octobre 1912), par M. Émile SAILLARD ;

La conservation de la viande et des matières organiques alimentaires par des moyens naturels, par M. Ch. TELLIER, ingénieur civil ;

Épuration des eaux usées de l'habitation en général par l'appareil d'épuration biologique dit « fosse septique complétée », par M. le Dr BUSSIÈRE, directeur du Bureau municipal d'Hygiène de Montluçon et 4 annexes : extraits de revues ;

Manuel universel de comptabilité agricole pratique et rationnelle avec modèles d'application : 1^o pour les petites et moyennes fermes ; 2^o pour les grandes exploitations rurales, par MM. Eugène LÉAUTÉY, professeur de comptabilité et Adolphe GUILBAULT, ancien inspecteur des Forges et Chantiers de la Méditerranée (5^e éd.).

M. LE PRÉSIDENT annonce que la Société a reçu un pli cacheté déposé par M. Nicolas Dekker, 29, rue de la Sourdière, Paris.

Il informe l'assemblée de la réunion, à Gand, du 4 au 8 août prochain, du 6^e Congrès international d'Aéronautique auquel sont conviés tous les techniciens intéressés ; ce Congrès est organisé par les soins de la Commission permanente internationale d'Aéronautique, 33, rue François I^{er}, Paris.

M. TOULON rend compte sommairement des travaux du Congrès mondial des Associations internationales qui a eu lieu à Bruxelles et à Gand, du 13 au 18 juin dernier. Notre Société avait désigné MM. le général Sebert, Sauvage, Alby, Hillairet, Marre et Toulon pour assister à ce Congrès. M. le général Sebert a présidé l'une des sections du Congrès mondial. M. Toulon a présenté un rapport sur la standardisation technique et industrielle, dont les conclusions ont été adoptées après discussion. Des renseignements plus complets et plus détaillés seront donnés dans une des prochaines séances publiques de la Société, sur les diverses questions traitées dans le Congrès mondial et sur l'intérêt que présente ce mouvement d'idées international au point de vue spécialement des progrès de l'industrie.

M. LE PRÉSIDENT annonce que, dans sa séance du 26 juin 1913, le Conseil

d'Administration a approuvé l'attribution faite, par les différents comités, des subventions ci-dessous désignées :

Sur l'avis du *Comité des Arts chimiques* :

Une subvention de 500 fr, à ajouter au prix fondé par le Syndicat des négociants en Cuirs et Peaux en poil, pour récompenser le meilleur mémoire relatif aux causes qui déterminent les « taches et piqûres de sel » (rapporteur, M. Livache) ;

Une subvention de 3 000 fr, dont 1 500 fr. seulement à prendre sur le budget de cette année, accordée à M. Wattebled, pour l'étude de la marche des gaz dans le four à feu continu du système Hoffmann (rapporteur, M. Le Chatelier) ;

Une subvention de 1 000 fr en faveur de M. Emilio Damour, pour la recherche des conditions de rendement maximum des gazogènes en ammoniac (rapporteur, M. Le Chatelier) ;

Sur l'avis du *Comité des Arts mécaniques* :

Une subvention de 300 fr au Syndicat des Imprimeurs en Taille-douce, destinée à rétribuer un ingénieur-conseil pour la mise au point d'une machine continue pour l'impression en taille-douce ;

Sur la demande de la *Commission du Bulletin* :

Une subvention de 2 000 fr qui permettra d'imprimer un mémoire de M. Ch. Fremont sur l'origine et l'évolution des outils (rapporteur, M. Sauvage) ;

Une subvention de 2 000 fr qui permettra d'imprimer un mémoire de M. Collin sur la micrographie des poils de fourrures (rapporteur, M. Bardy) ;

En outre, le Comité des Arts chimiques a été autorisé par le Conseil à distribuer, sur ses fondations spéciales, 3 800 fr de secours à des ouvriers âgés ou malheureux (rapporteur, M. Livache).

Le Conseil a ratifié la nomination des membres du Conseil et des membres correspondants, désignés par les Comités :

M. DANTZER, membre du Comité des Arts mécaniques ;

M. FERDINAND ROY, membre du Comité de Commerce ;

M. ARNOULD, membre correspondant du Comité des Arts économiques ;

M. LEGOUÉZ, membre correspondant du Comité des Arts économiques ;

M. SCHUBERT, membre correspondant du Comité des Arts mécaniques ;

M. PIERRE RICHEMOND, membre correspondant du Comité de Commerce ;

M. THILLAYE, membre correspondant du Comité de Commerce ;

M. GUILLAUME, membre correspondant, à titre étranger, du Comité des Arts économiques.

M. LE PRÉSIDENT fait part de la détermination qu'a prise M. Jungfleisch de se retirer du Comité des Arts chimiques et, au nom du Conseil, il lui exprime les regrets que la Société éprouve de se séparer d'un aussi savant et sympathique collègue ; le Conseil a nommé, à l'unanimité, M. Jungfleisch membre honoraire du Conseil.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'il a représenté la Société à la distribution solennelle des récompenses de l'École d'apprentissage soutenue par le Syndicat du Papier et des Industries qui le transforment.

Il rappelle que, comme suite à la communication de M. Munié, faite le 13 juin, la Compagnie française des Automobiles de Place a bien voulu inviter les membres de la Société à visiter le lendemain ses garages de Levallois-Perret et l'installation qu'elle y a faite des appareils Martini et Huneke. Une trentaine de membres ont profité de cette invitation. Ils ont été conduits par M. Van de Velde, directeur des Services techniques, M. Riou, ingénieur, et M. Munié, de la Société des Compteurs, qui a fait les installations Martini et Huneke. Il leur adresse les remerciements de la Société.

Sont nommés membres de la Société : la CHAMBRE SYNDICALE DE LA MÉGIS-SERIE LAINIÈRE, M. LEPAGE (René), M. MILLET (Jacques), M. CAVANAGH (William), le SYNDICAT DES CONFISEURS FRANÇAIS, le Commandant ROCHE, l'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES, M. HAFNER (Henri), M. MANIORT (Jean-Numa), M. BARTHÉLEMY (Louis), M. PECCARD (Adolphe-Eugène), le SYNDICAT DE L'INDUSTRIE DES CUIRS ET PEaux DU RHÔNE ET DE LA RÉGION, M. PETIT (Amédée), M. MÉRAN (Maurice), qui ont été présentés dans la dernière séance.

Quatorze membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. GILARDONI (Pierre), industriel céramiste, à Choisy-le-Roi, présenté par MM. Petitpont et Livache ;

M. LEGALLET (Arthur), Conseiller du Commerce extérieur, vice-président de la Fédération de l'Alliance française aux États-Unis à San Francisco, présenté par MM. Petitpont et Livache ;

la SOCIÉTÉ ANONYME L'ASTER, ateliers de constructions mécaniques, à Paris, présentée par M. Nicolardot ;

M. SOLANET (François), Ingénieur des Arts et Manufactures, industriel, à Saint-Geniez-d'Olt (Aveyron), présenté par M. Nicolardot ;

M. CASASSA (Henri), ancien élève de l'École polytechnique, fabricant de caoutchouc, à Pantin, présenté par MM. Nicolardot et Livache ;

MM. MORIN (L.) ET DUBOIS (P.), chimistes, essayeurs de la Banque de France, à Paris, présentés par M. Nicolardot ;

M. BARBIER (Eugène), administrateur du domaine de Marchais, par N.-D.-de-Liesse (Aisne), présenté par M. Hitier ;

MM. OTTENHEIM ET FILS, tanneurs, à Versailles, présentés par MM. Petitpont et Nicolardot ;

la SOCIÉTÉ LYONNAISE DES SCHISTES BITUMEUX D'AUTUN, à Paris, présentée par MM. Nicolardot et Livache ;

MM. HOUDAILLE ET TRIQUET, cristalleries de Choisy-le-Roi, présentés par MM. Petitpont et Livache ;

la MANUFACTURE PARISIENNE DE CAOUTCHOUC, à Paris, présentée par MM. Nicolardot et Livache ;

M. DUCHEMIN (René), Ingénieur-chimiste, à Paris, présenté par MM. L. Lindet et Bardy ;

la COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ, à Paris, présentée par MM. Lindet et Lemaire ;

M. DUPONT (François), fabricant de sucre et raffineur, à Paris, présenté par MM. Lindet et Trillat.

Ces quatorze nouveaux membres sont nommés par l'Assemblée.

M. TH. VALETTE, chef du Laboratoire de la Manufacture nationale des Gobelins, fait, au nom de M. RENÉ FÉRET et au sien, une communication sur *La photographie en couleurs sur tissus*.

Ce procédé, qui a été imaginé par les auteurs, est destiné à donner sur les tissus des effets décoratifs d'une finesse et d'un rendu qu'aucun autre procédé d'impression ne peut atteindre. C'est une application de la trichromie aux tissus. Les épreuves sont obtenues par trois tirages successifs : bleu, jaune et rouge, d'après trois clichés photographiques sélectionnés.

Le tissu est rendu sensible à l'aide de sulfites diazoïques mélangés de phénols alcalins, produits qui possèdent la propriété de ne donner naissance à des matières colorantes que sous l'influence de la lumière. Le repérage s'effectue sur un châssis spécial à picots, grâce auquel le tissu ayant été muni préalablement d'œillets métalliques pour éviter les déchirures, le repérage peut être effectué très exactement malgré les manipulations successives.

Les applications de ce procédé sont les mêmes que celles des tissus imprimés en général, mais plus spécialement l'article de luxe à tirage limité dont l'exécution à la machine est difficile : tapisseries, tentures, éventails, sachets, reproduction de tableaux, et même de portraits d'après nature. Les tirages peuvent se faire à la lumière électrique avec une grande régularité.

M. LE PRÉSIDENT dit que l'industrie nouvelle dont vient de nous entretenir M. Valette, au nom de M. Férét et au sien, est une application aussi heureuse qu'élégante de celle qui nous donne déjà la gravure en couleurs, avec cette différence que la couleur n'est pas simplement déposée sur la fibre, mais fait corps avec elle puisqu'elle est teinte. La mobilité des tissus crée cependant à cette industrie des difficultés spéciales, dont MM. Valette et Férét ont su déjà triompher. Il les remercie d'avoir donné à la Société la primeur de leurs travaux, qui seront consignés dans notre Bulletin, et il les encourage à les poursuivre avec toute l'habileté et la persévérance dont ils viennent de nous donner les preuves.

M. PIERRE ADAM fait une communication sur *Le tube Protex, dispositif qui empêche l'explosion des récipients qui contiennent des liquides inflammables.*

La seule protection qu'on puisse demander pour les récipients qui contiennent des liquides inflammables, en cas d'incendie d'origine extérieure au récipient, est qu'ils ne fassent pas explosion. Elle est suffisante pourvu que le liquide inflammable brûle tranquillement, régulièrement, comme tous les matériaux combustibles enflammés qui l'entourent, et que sa combustion puisse être arrêtée, comme celle de tous ces matériaux d'ailleurs, par les moyens employés ordinairement pour combattre un incendie. C'est le but qu'on s'est proposé d'atteindre par l'emploi du système Protex.

Ce dispositif peut être adapté à toute espèce de récipient, depuis le petit bidon à essence de moins d'un litre, qui répond aux besoins domestiques, jusqu'aux grands récipients contenant plusieurs centaines de litres.

Si on pose simplement une toile métallique sur les ouvertures du récipient à protéger, on empêche bien la propagation de la flamme et de la chaleur à l'intérieur du récipient, mais ces résultats ne sont obtenus que pour un temps très court si la toile métallique n'est pas très étendue, à mailles très fines et très bonne conductrice. En effet, son efficacité résulte de la rapidité avec laquelle elle refroidit la flamme et l'empêche ainsi de se propager. En outre, même si on emploie plusieurs toiles parallèles, étendues indépendantes, elles ne donneront le résultat cherché que si on facilite le dégagement de la vapeur combustible provoqué par l'échauffement extérieur. C'est ce qu'on a réalisé dans le système décrit. Les toiles métalliques employées affectent la forme d'un cylindre fixé aux ouvertures ordinaires du récipient et se prolongeant presque jusqu'à son fond. Ces toiles sont protégées contre toute détérioration par un fort tube métallique portant des ouvertures à bord embouti en forme de gouttière dirigée de bas en haut. Le nombre de ces orifices, celui des toiles, ainsi que la finesse de leurs mailles varient avec la nature du liquide renfermé dans le récipient.

Ce dispositif ne gêne en rien les opérations de remplissage et de transvasement. La protection contre l'explosion qu'il fournit est telle qu'on peut transvaser le liquide d'un récipient enflammé qui en est muni dans un autre semblable sans courir aucun danger.

L'extinction se fait par un jet d'eau ou en recouvrant d'un linge mouillé l'orifice duquel sort la flamme.

Cependant ce dispositif ne protège que si la bonde est ouverte. Au cas où elle serait fermée, il n'empêcherait nullement l'explosion. Pour l'écarter, on soude une rondelle sur le couvercle de bronze qui bouche l'orifice sur lequel est monté le tube Protex, et on emploie comme soudure un alliage fusible à très basse température, voisine de 50°, mais qui varie avec la nature des liquides. Pour les petits bidons, l'arrachement de la rondelle se produit lorsque la pression atteint un quart d'atmosphère; pour les réservoirs à gazoline, beaucoup plus résistants, la pression peut aller jusqu'à 4 atmosphères. Il y a intérêt, en effet, à ce que cet arrachement se fasse le plus tard possible puisqu'il a pour résultat de fournir le liquide inflammable du récipient en nouvel aliment au feu. Dans tous les cas, quelques secondes après l'arrachement, du fait de l'évaporation rapide et de ce que la vapeur dégagée brûle à l'extérieur, la température du liquide dans le récipient ne dépasse jamais plus son point d'ébullition, quelle que soit l'intensité de la source de chaleur extérieure: et cela, jusqu'au moment où le récipient est vide, à moins que l'incendie n'ait été éteint auparavant.

M. GEORGES ADAM fait ensuite une communication sur *L'emploi de l'anhydride sulfureux liquéfié pour protéger contre l'incendie les soutes et réservoirs qui contiennent des combustibles liquides.*

L'auteur fait remarquer, tout d'abord, que le danger d'explosion peut être écarté par l'emploi du dispositif Protex précédemment décrit, et que la protection qu'il envisage est celle de la propagation et de l'extinction d'un incendie dans une soute ou un réservoir, que cet incendie soit d'origine extérieure ou intérieure à la soute, que le réservoir soit en plein air ou dans un espace clos.

En ce qui concerne les risques ordinaires, ce résultat est obtenu de façon assez efficace par l'emploi d'extincteurs automatiques fort en usage depuis longtemps aux États-Unis et depuis peu en Europe. Ce sont des prises d'eau sous pression qui, par la fusion d'un bouchon fusible à basse température, donnent issue à une nappe d'eau couvrant plusieurs mètres carrés. On dispose en des endroits convenablement choisis un nombre suffisant de ces appareils au plafond des locaux à protéger.

Pour les combustibles liquides, on emploie des appareils fonctionnant sur le même principe mais débitant, au lieu d'eau, de l'anhydride sulfureux liquéfié. Cette substitution crée une atmosphère non comburante autour du réservoir à protéger, abaisse simultanément la température ambiante par suite de la grande absorption de chaleur nécessitée par la vaporisation du gaz liquéfié.

L'auteur attire l'attention sur la densité élevée du gaz, 2,2, sur la faible pression des récipients qui le contiennent liquéfié, sur le grand pouvoir incomburant de l'anhydride sulfureux, très supérieur à celui de l'azote ou du gaz carbonique, sur son innocuité quasi absolue car il révèle sa présence, d'ailleurs insupportable bien avant d'être dangereuse, à des teneurs très notablement inférieures à celles qui peuvent provoquer l'asphyxie.

Ces dispositifs exigent l'étanchéité absolue des réservoirs d'anhydride liquéfié montés sur les appareils extincteurs, résultat qui ne peut être obtenu que si le produit est sans action chimique sur les métaux, ce qui est le cas s'il est pur. Le prix en reste néanmoins très bas.

La protection des soutes peut être complétée par tout un ensemble de dispositifs

dont le fonctionnement est automatique ou se fait à volonté, par exemple : des bouchons fusibles qui déclenchent des poids chargés d'assurer la fermeture des issues et de faire le vase clos dans une soute bien avant que les extincteurs n'aient à fonctionner, avertisseurs acoustiques ou optiques, indicateurs d'élévation de température dans la soute, transvasement et manipulation des liquides par des moyens tels que personne n'ait jamais à pénétrer dans la soute.

M. G. Adam décrit en détail l'installation qu'il a faite d'après ces principes pour protéger la soute aux hydrocarbures des grands Magasins du Bon Marché, où la force motrice nécessaire est fournie aujourd'hui par des moteurs Diesel. Il rappelle que soute et installations mécaniques feront l'objet d'une visite pour les membres de la Société, le lendemain, sous la direction de M. Burty, Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur en chef adjoint des magasins du Bon Marché.

M. LE PRÉSIDENT. — Les deux communications que vous venez d'entendre se complètent l'une l'autre : M. Pierre Adam nous a montré comment on protège les bidons d'hydrocarbures contre l'explosion intérieure ; son père, M. Georges Adam, s'est préoccupé de protéger contre l'incendie les capacités extérieures à ces bidons. Il y a lieu d'espérer que l'efficacité de ces appareils permettra aux pouvoirs publics de considérer leur application comme un supplément de garantie à l'insuffisance trop fréquente, dans nos grandes villes, de la distance réglementaire prévue par le décret du 19 mai 1873. L'accumulation de grandes quantités d'hydrocarbures est devenue un besoin, et, en matière de protection d'incendie comme ailleurs, les besoins créent l'organe. Les organes que viennent de nous faire connaître MM. G. et P. Adam sont de nature à nous rassurer contre les dangers que nous courons et à faire diminuer nos primes d'assurance. Je les remercie de leurs communications ; j'espère qu'ils voudront bien nous remettre des mémoires détaillés en vue de leur insertion dans notre Bulletin et je félicite M. Pierre Adam de suivre une carrière dans laquelle son père s'est fait une réputation méritée.

La séance est levée à 22 h. 5 m.

BIBLIOGRAPHIE

Mécanique, électricité et construction appliquées aux appareils de levage. TOME II : Les ponts roulants à treillis et les grues à portiques actuels. Moteurs, engrenages, calcul de freins et d'embrayages divers, treuils, suspensions, moufles et palans, bennes, suspensions aériennes, charpentes à treillis, descriptions et spécifications d'appareils, par M. Louis ROUSSELET. Grand in-8 de vi-752 p., avec 673 fig. et 13 pl. (Prix : 45 fr.). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913.

M. Louis Rousselet vient de publier un nouvel ouvrage sur les appareils de levage. Une première publication de cet ingénieur sur le même sujet avait paru en 1908, avec le même titre : « les ponts roulants actuels ». Ainsi que l'indique le titre de ces deux volumes, ils ne sont pas consacrés à une étude d'ensemble des appareils de levage, mais ils se limitent aux ponts roulants (en y rattachant les grues à portique), et aux mécanismes qui en font partie. Tous les organes de ces appareils sont étudiés avec le plus grand soin et en détail.

Dans la préface du premier volume, l'auteur avait indiqué l'objet qu'il avait en vue. Ayant consacré une partie de sa carrière à l'étude et à la construction des appareils de levage, M. Rousselet a voulu fournir, à ceux qui entreprennent les mêmes travaux, les données utiles, fruit de son expérience, données qu'il est en général difficile de se procurer. C'est une idée généreuse et qu'on ne saurait trop louer. Il ne manque pas de traités technologiques qui donnent les dispositions générales des appareils, et il est facile d'en augmenter le nombre : il suffit de modifier quelque peu la rédaction des traités existants et d'y ajouter quelques nouveaux exemples. Mais ces publications multipliées sont, pour la plupart, de peu d'intérêt, et c'est en vain qu'on y cherche un renseignement pratique sur quelque point de détail.

Au contraire, le traité de M. Rousselet ne donne pas de descriptions générales, qui seraient inutiles à ses lecteurs, mais entre dès le début dans le détail des organes, qui sont minutieusement examinés, représentés par des types caractéristiques et déterminés par le calcul.

C'est ainsi que le nouveau volume étudie principalement les treuils, les moteurs, surtout les moteurs électriques, les engrenages, les freins, qui sont l'objet de très longs développements, justifiés par leur importance capitale, les embrayages et accouplements, les chaînes, câbles et palans, les chariots roulants, la charpente des ponts.

Les mêmes organes avaient déjà été étudiés dans le premier volume du traité de M. Rousselet; mais ce premier volume avait été consacré surtout aux appareils que l'auteur avait fait construire lui-même, tandis que le second étudie les appareils des divers constructeurs. Ces deux volumes se complètent l'un l'autre.

Il est à désirer que les publications du genre de celle de M. Rousselet se multiplient pour les diverses branches de la construction mécanique : on doit en féliciter l'auteur pour avoir ainsi fait généreusement connaître le fruit de longues années de travail et d'expérience.

ED. SAUVAGE.

4 juillet 1913.

Chimie du sol, par M. André, tome II de la **Chimie agricole** (Encyclopédie agricole de M. Wéry). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1913.

J'ai déjà eu l'honneur de présenter à la Société le premier volume de la *Chimie agricole* de M. G. André, publié chez J.-B. Baillière et fils dans l'Encyclopédie de M. Wéry.

Le second volume paraît aujourd'hui : il comprend la *Chimie du sol*, il est digne de son aîné.

M. André joint à un esprit méthodique une rare érudition ; il possède en effet, dans son ensemble, les notions si variées qui ont trait à la chimie du sol et qui, depuis tant d'années, ont fait l'objet de si nombreux et de si importants travaux, tant en France que dans les pays étrangers.

Il a su faire de ces données, si diverses, une synthèse harmonieuse ; non seulement il les énumère, mais encore il les soumet à une critique sévère.

Son ouvrage contient le résumé de ce que nous connaissons, à l'heure qu'il est, de plus sûr, de plus exact, sur les fonctions si multiples de la terre et sur leur intervention dans la pratique agricole.

M. André commence son volume par une introduction à l'étude de la connaissance du sol, au point de vue de sa constitution et des éléments que la plante doit y trouver pour sa nutrition. Il passe ensuite à la formation du sol, en partant des roches qui lui ont donné naissance, et montre de quelle manière celles-ci se sont effritées sous l'action des agents physiques et chimiques, ainsi que des organismes infiniment petits, pour aboutir finalement à la formation de la terre végétale.

Une fois le sol formé, il considère l'action qu'ont sur lui les gaz de l'atmosphère et les eaux météoriques, puis il passe à l'étude de la constitution du sol et des propriétés physiques où interviennent tant de facteurs dont l'importance est primordiale sur les faits agricoles.

La constitution chimique de la matière minérale et de la matière organique, le pouvoir absorbant par les matières fertilisantes, l'analyse chimique de la terre arable, forment l'objet de chapitres du plus puissant intérêt.

Les propriétés biologiques du sol, l'influence, qu'on découvre, de plus en plus variée et grandissante, des infiniment petits qui le peuplent y sont décrites avec un rare bonheur.

Dans cet exposé si complet, M. André a montré une érudition immense. L'ensemble des travaux exécutés dans tous les pays du monde est condensé avec une magistrale perfection dans le bel ouvrage que nous présente M. André et qui intéressera autant l'agriculteur praticien que l'homme de science, le chercheur et le philosophe.

A. MUNTZ.

Traité de la couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique, comprenant l'exposé de l'état actuel de la question de l'harmonie des couleurs, par M. A. ROSENSTIEHL, docteur ès sciences, lauréat de l'Institut, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers. In-8 de xv-278 p., avec 56 fig. et 14 pl. coloriées. (Prix : 20 fr.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913.

M. A. Rosenstiehl a étudié longuement la question de l'emploi des couleurs, au point de vue théorique et pratique. Dans son ouvrage, il montre comment les artistes et les artisans peuvent s'appuyer sur des données scientifiques et expérimentales pour obtenir l'harmonie des couleurs et comment ils peuvent corriger les données théoriques pour contre-balancer les aberrations des sensations de l'œil et du cerveau. Une série de planches en couleurs choisies avec le plus grand soin viennent appuyer les principes émis dans le texte. Partant des expériences de Chevreul, il définit ce qu'il faut entendre par couleurs, et il établit la différence qu'il y a entre la formation des couleurs par mélange de matières et mélange de sensations. Comme démonstration, il utilise des disques rotatifs sur lesquels la couleur est disposée en surfaces judicieusement mesurées et définie par l'angle des secteurs de couleurs diverses qui s'additionnent pour former dans l'œil la sensation cherchée.

Les chapitres suivants traitent des modifications des couleurs par leur mélange avec des matières incolores blanches ou noires, de l'influence de l'éclairage sur la couleur, puis il y est établi que le phénomène des couleurs complémentaires est d'ordre physiologique et non physique.

Ensuite l'auteur nous expose la théorie des trois couleurs primaires avec les observations pratiques auxquelles donne lieu l'imperfection des matières colorantes. Les couleurs définies par le cercle chromatique de Chevreul sont classifiées par la pyramide de Lambert, puis sont ensuite commentées les théories de Young et de Maxwell sur les trois sensations fondamentales, l'établissement de leurs tables et diagrammes.

Un chapitre traite des moyens divers de produire la sensation colorée, dispersion, irisation, interférence, opalescence, fluorescence, etc. L'auteur fait un historique complet de la photographie en couleurs, puis nous décrit les procédés de Cros, Poitevin, Didier et les procédés à un seul négatif employés par les fabricants de plaques, MM. Joly, Lumière et Jouglé, etc.

Des chapitres précédents découlent en manière de conclusions les conditions d'harmonie des couleurs, puis les corrections imposées par l'accommodation de l'œil. Des théories absolues et des corrections se déduisent les règles de l'art et de l'harmonie des couleurs. Viennent ensuite des indications pratiques avec application aux coloris dont exemple est donné sur échantillons de papiers d'ameublement.

Cet ouvrage peut intéresser aussi bien ceux qui s'occupent de l'Art de la peinture que ceux qui s'occupent d'art décoratif sous toutes ses formes.

ANDRÉ HACHETTE.

Voici l'analyse purement bibliographique de cet ouvrage, telle que les éditeurs la donnent :

M. Rosenstiehl s'est placé au point de vue d'une personne chargée de colorier un dessin donné et d'en faire le plus grand nombre de variantes possible. L'expérience lui a appris que

les travaux de Chevreul sur le contraste des couleurs et ceux de ses successeurs n'aboutissent qu'à des conseils vagues et insuffisants.

Il étudie les travaux des successeurs de Newton (1704) jusqu'à ce jour, et il y relève des erreurs d'interprétation, des confusions et des inadvertances, qui justifient le manque de confiance des artistes dans les données de la littérature. L'auteur corrige ces erreurs, par des recherches expérimentales méthodiques, il débrouille ce chaos et en extrait les vérités utilisables, et arrive ainsi à un ensemble coordonné formant un tout logique et satisfaisant. Ces études constituent la première partie de son livre.

La deuxième partie traite des applications à la photographie en couleurs et indique la direction dans laquelle les progrès sont à prévoir. Elle traite de l'arrangement harmonieux des couleurs dans les dessins et dans les appartements. L'auteur montre comment on assortit la couleur des boiseries et des étoffes avec celle du bois des meubles et du teint de la personne humaine.

Il décrit des appareils très simples, des manipulations rapides qui constituent les moyens d'expérimentation, et montre comment, étant données une couleur directrice et les surfaces relatives assignées aux diverses couleurs, celles-ci s'en déduisent expérimentalement avec précision. L'auteur exclut toute hypothèse quant à l'harmonie des couleurs, et ne base les règles qu'il donne que sur la connaissance des propriétés physiques de la lumière et sur les propriétés physiologiques de notre œil.

Il fait la part à donner aux satisfactions de l'esprit, à la clarté, la simplicité et la convenance. Quelques aphorismes résument les principales vérités à retenir. 36 figures et 14 planches coloriées avec soin précisent les conseils de la science, et font de cet ouvrage un livre bien original, un véritable manuel à consulter par tous ceux qui manient la couleur, au point de vue de l'éclairage décoratif et des industries artistiques.

Voici enfin ce qu'un spécialiste bien connu aussi par ses travaux d'optique physiologique, M. Albert Scheurer, en a dit à la séance du 2 avril 1913 du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse :

« M. Auguste Rosenstiehl vient de résumer en un corps de doctrine les plis cachetés et les mémoires qu'il a successivement présentés à la Société industrielle depuis 1873 sur cette question.

Cet ouvrage forme un exposé magistral des expériences qui ont conduit l'auteur à la création d'une méthode scientifique permettant de réaliser, avec l'aide des disques tournants, l'association esthétique des couleurs qui composent un dessin. Les résultats récemment obtenus dans la pratique sont une confirmation remarquable de la justesse de sa théorie et couronnent avec éclat une œuvre unique qui laisse bien loin derrière elle les tentatives faites antérieurement pour atteindre le même but.

Après les observations de Buffon et de quelques auteurs du XVIII^e siècle, après la théorie des complémentaires que l'on doit au Père Scheffer, après l'œuvre de Chevreul, qui se résume dans la création du cercle chromatique qui porte son nom, l'état de la question était si peu avancé qu'il était impossible de se servir des données connues pour la création des coloris.

Il était réservé à M. Rosenstiehl de trouver la solution de ce problème hérissé de difficultés.

Cette œuvre est un monument de patience, de méthode et d'ingéniosité. C'est la création d'une science nouvelle. »

Exposition internationale des industries et du travail, Turin 1911. Groupe XVIII-B.
Classe 112 : La chimie scientifique à l'Exposition de Turin; Classe 113 : Grande industrie chimique, Industries chimiques diverses. Rapport de M. G. POINTET. In-8 de 313 p. Paris, Comité français des Expositions à l'étranger, 42, rue du Louvre.

Dans son rapport sur les Classes 112 et 113 qui représentaient la chimie scientifique et la chimie industrielle à l'Exposition internationale de Turin, M. Pointet, suivant en cela l'exemple de ses prédécesseurs, ne s'est pas seulement placé en simple spectateur. Il s'est imposé la tâche d'exposer la situation de notre industrie chimique, il s'est livré à une incursion dans le domaine d'un certain nombre de nations étrangères de manière à nous donner un aperçu sur le développement qu'a pris chez elles l'industrie chimique.

Les diverses questions abordées par M. Pointet dans son rapport sont divisées en quatre parties, qui sont :

- 1° La participation chimique à l'Exposition de Turin;
- 2° La situation de l'industrie chimique dans les divers pays;
- 3° Le progrès réalisé dans l'industrie chimique;
- 4° Notices sur les expositions.

Quoique la plupart des questions examinées par M. Pointet aient déjà été exposées par les précédents rapporteurs et notamment par M. Haller en 1900 pour l'Exposition internationale de Paris, et M. Trillat en 1910 pour l'Exposition de Bruxelles, le travail de M. Pointet offre cependant d'utiles enseignements aussi bien pour l'industriel que pour le commerçant. Il fait notamment remarquer dans son rapport que la France, parmi les pays exposants, occupait un rang très honorable; il fait ressortir les progrès de l'industrie chimique italienne accomplis ces dernières années. Enfin, M. Pointet a eu l'ingénieuse idée de représenter par des graphiques le mouvement des exportations et des importations françaises et étrangères des principaux produits chimiques : leur comparaison permet de tirer des conclusions utiles pour le producteur comme pour l'acheteur.

En résumé, le rapport de M. Pointet, qui comporte 332 pages, a toutes les chances d'être bien accueilli par tous ceux qui, à un titre quelconque, s'intéressent au progrès de la chimie.

A. TRILLAT.

Les explosifs modernes, par M. Paul F. CHALON, Ingénieur-conseil des mines. 3^e édition, entièrement refondue. Paris, 1911. Librairie polytechnique Ch. Béranger, éditeur, 15, rue des Saints-Pères.

L'ouvrage si connu de M. P. Chalon sur les explosifs a été l'objet de plusieurs études bibliographiques, au premier rang desquelles nous aimons à citer celle que M. Le Chatelier lui a consacrée dans le numéro d'août 1911 de la *Revue de Métallurgie*. « L'ouvrage de M. Chalon, dit M. Le Chatelier, rend depuis longtemps de réels services à l'industrie minière. Son grand mérite provient de la compétence toute particulière de l'auteur sur les questions d'explosifs. M. Chalon a fait, depuis longtemps, sur ces matières, des recherches personnelles qui ont contribué à faire connaître son

nom, et aujourd'hui il s'occupe de la fabrication des explosifs comme administrateur d'une société française. »

Il est donc tout naturel que l'on trouve réunis dans cet ouvrage l'ensemble de renseignements précis et utiles que toutes les personnes s'occupant de la fabrication ou de l'emploi des explosifs ont intérêt à avoir sous la main. Les grands spécialistes en matière d'explosifs lui ont rendu hommage. M. Heise (dans *Glückauf* du 9 septembre 1941), après avoir constaté que plusieurs des ouvrages antérieurs de M. Chalon, entre autres son Manuel du mineur et son Tirage des mines par l'électricité, ont été vulgarisés en Allemagne, déclare que ce qui frappe tout d'abord agréablement le lecteur allemand, c'est un langage clair et simple, qui permet une lecture aisée par ceux qui ne sont pas Français. L'ouvrage forme une œuvre originale qui mérite d'être répandue. Un autre spécialiste, M. V. Watteyne, Inspecteur général des Mines de Belgique, insiste sur ce que le livre bien connu de M. Chalon est remarquablement documenté. Tous deux signalent les idées personnelles et les aperçus originaux de l'auteur sur plusieurs points, entre autres sur les explosifs de sûreté et la nécessité de combattre le retard à l'inflammation et d'assurer une inflammation entière, une décomposition complète et instantanée de l'explosif, qui assurera à elle seule la sûreté de la plupart des explosifs, même celle de la dynamite-gomme.

Des appréciations aussi formelles venant des premières autorités dispensent de faire l'éloge, si mérité soit-il, d'un ouvrage qui s'impose aux intéressés avec toute la force d'une valeur universellement reconnue.

Des mentions bibliographiques sont indiquées au cours de l'étude de chaque question. Nous aurions aimé à trouver une bibliographie générale choisie, car, venant d'un spécialiste aussi autorisé, elle eût présenté une utilité considérable.

Deux points frappent tout particulièrement l'esprit du lecteur, c'est d'abord la clarté et la précision des descriptions qui font de la lecture un voyage charmant dans le domaine des explosifs; c'est, en second lieu, la multiplicité et la précision des indications documentaires que chaque page renferme.

JULES GARÇON.

Analyse bibliographique.

« Les explosifs modernes » comprennent six parties suivies d'une table alphabétique et d'une table analytique.

La première partie traite des matières premières : matières inorganiques, chlorates, matières organiques, composés nitrés.

La deuxième partie décrit la fabrication des poudres et explosifs : poudres noires, poudres de mines, explosifs à base de nitroglycérine, dynamites, explosifs de sûreté, cartouches, explosifs divers et mélanges tonnants.

La troisième partie est consacrée à la pyrotechnie : artifices, amorces et détonateurs, cordeaux.

La quatrième partie traite de l'utilisation des divers explosifs. Elle traite successivement de l'explosion, de la puissance des explosifs, des ratés, du bourrage, du tirage par l'électricité, des explosions à distance, des explosions sympathiques, des effets sur la santé des ouvriers, des dépôts et de l'épreuve des explosifs.

La cinquième partie décrit les applications aux travaux de mine, aux travaux sous-marins, aux usages militaires : génie et artillerie, à l'agriculture, etc.

Enfin, une sixième partie est consacrée à la législation française et à la législation anglaise.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — **Recueil de constantes physiques** publié par MM. HENRI ABRAHAM et PAUL SACERDOTE. In-4°, de xvi-754 p. Paris, Gauthier-Villars, 1913. (Prix : 50 fr.)

Voici dans quels termes M. Amagat a présenté à l'Académie des Sciences ce recueil :

J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie le *Recueil de constantes physiques*, publié par la Société française de Physique. Les tableaux de ce recueil ont été établis, d'après les mémoires originaux, par de nombreux collaborateurs, et l'ensemble a été coordonné par les soins de MM. H. Abraham et P. Sacerdote. L'impression, particulièrement soignée, est due à la maison Gauthier-Villars.

Aucun travail de ce genre et d'une telle ampleur n'avait encore été réalisé en France, et ce recueil de constantes était depuis longtemps réclamé par les physiciens. Il constitue un progrès considérable sur les publications similaires qui ont été faites à l'étranger, par son étendue même, et surtout par la règle qu'on s'y est imposée de choisir les expériences et de sélectionner les nombres.

Cette importante publication de la Société française de Physique mérite de retenir l'attention de l'Académie par la haute valeur scientifique des nombreux collaborateurs qui lui ont apporté leur concours.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — Collection de mémoires relatifs à la physique
Deuxième série. **Les idées modernes sur la constitution de la matière.** — Conférences faites en 1912, par MM. E. BAUER, A. BLANC, E. BLOCH, M^{me} P. CURIE, A. DEBIERNE, L. DUNOYER, P. LANGEVIN, J. PERRIN, H. POINCARÉ, P. WEISS. In-8 de iv-372 p. avec 51 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1913. (Prix : 12 fr.)

La Société française de Physique a organisé en 1912 une série de conférences pour exposer l'état actuel de quelques-unes des questions qui ont renouvelé l'aspect de la physique contemporaine.

La collaboration des savants les plus compétents a permis de former le volume qui paraît aujourd'hui sous le titre « *Les idées modernes sur la constitution de la matière* », et qui renferme, notamment, le dernier mémoire dû au génie de Henri Poincaré.

Table des Matières : Les preuves de la réalité moléculaire, par Jean Perrin. — Les grains d'électricité et la dynamique électromagnétique, par Paul Langevin. — Les quantités élémentaires d'énergie et d'action, par Edmond Bauer. — La théorie électronique des métaux, par Eugène Bloch. — L'ionisation par chocs et l'étincelle électrique, par A. Blanc. — Les gaz ultra-raréfiés, par L. Dunoyer. — Sur les rayonnements des corps radioactifs, par M^{me} P. Curie. — Sur les transformations radioactives, par A. Debiarne. — Les moments magnétiques des atomes et le magnéton, par Pierre Weiss. — Les rapports de la matière et de l'éther, par Henri Poincaré.

Les textiles végétaux, par M. J. BEAUVÉRIE. In-8 de xiii-730 p. avec 290 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1913. (Prix : 18 fr.)

Extrait de la préface. — La production des textiles végétaux doit solliciter l'attention de l'agriculture, et la connaissance précise de ces matières premières constitue un bagage indis-

pensable pour un très grand nombre de personnes. Un ouvrage d'ensemble, réunissant dans un même cadre les travaux actuellement dispersés, paraissait nécessaire.

Dans la première partie, l'auteur fait connaître l'origine anatomique des divers matériaux employés comme textiles. Il se trouve ainsi amené à étudier les caractères physiques et chimiques des textiles et ce sont précisément ces caractères, trop peu connus, qui doivent servir de guide pour leur utilisation.

La deuxième partie est consacrée à l'étude successive des textiles végétaux actuellement utilisés, et l'auteur attribue à chacun d'eux l'importance qui correspond à l'extension de son emploi. Pour chaque textile, M. Beauverie nous fait connaître les caractères des végétaux producteurs, les principes généraux de leur culture, les maladies qui peuvent les attaquer; il passe en revue les divers procédés d'extraction et de préparation des fibres; enfin par des tableaux particulièrement suggestifs, il donne une idée de l'importance de la production dans les divers pays du monde, en même temps qu'il fournit les statistiques les plus récentes sur les transactions auxquelles donne lieu le commerce des textiles.

L'auteur, dans un index bibliographique particulièrement fourni, signale les publications diverses où se trouvent disséminées les connaissances dont il a su extraire les parties essentielles.

Production économique de la vapeur. L'alimentation méthodique des foyers. Chargeurs mécaniques, stokers, par M. A. BERTHIER. In-8 de 150 p., avec 110 fig. Paris, H. Desforges, 1913. (Prix : 4 fr.)

C'est la description des appareils, aptes à assurer le chargement méthodique des foyers, permettant l'alimentation en combustible et l'enlèvement des résidus sans introduction d'air froid, et, de plus, une alimentation régulière et constante, que M. A. Berthier a traitée dans son nouveau volume : *L'alimentation méthodique des foyers*.

Cet ouvrage, très clair et bien illustré, est divisé en cinq parties. Dans la première, l'auteur montre les avantages des stokers; dans la deuxième, il traite des stokers à alimentation par en-dessus; dans la troisième, des stokers à alimentation par en-dessous; enfin, dans les quatrième et cinquième parties, M. Berthier étudie les stokers transportables pour locomobiles et donne des résultats numériques. La question est donc traitée d'une manière complète et logique, et l'ouvrage répond ainsi absolument à son but.

Nettoyage, Détachage, Dégraissage, Blanchiment (Recueil de recettes rationnelles), par M. HERCAY. In-12 de 352 p. Paris, H. Desforges, 1913. (Prix : 3 fr. 75.)

Ce volume s'adresse à la fois aux ménagères et aux personnes appelées à se débarrasser des taches qu'elles se sont faites; aux blanchisseurs et aux teinturiers professionnels.

A noter entre autres particularités caractéristiques :

Un index alphabétique, où sont relevées plus de 300 recettes; une notice bibliographique; une planche hors texte reproduisant l'effet produit par les divers détachants sur les différentes taches.

L'ouvrage ne ressemble à aucune précédente publication et peut être fréquemment consulté.

Comment on devient tourneur sur métaux. par M. CHAMPLY (RENÉ). In-8 avec 165 fig. (Prix : 3 fr. 50). Paris, H. Desforges.

Ce livre est destiné aux apprentis tourneurs sur métaux, aux amateurs de travaux mécaniques et aux réparateurs de moteurs et d'automobiles. Aujourd'hui les machines s'installent

partout et leur entretien et leur réparation nécessitent l'emploi du tour parallèle : les serruriers et réparateurs de campagne doivent donc savoir se servir de cet outil fondamental dans la mécanique.

Dans cette deuxième édition, l'auteur a complété son travail par l'étude des tours modernes.

Les appareils de contrôle et de mesure. Pouvoir calorifique, analyse des gaz, déprimomètres et doseurs d'air, vitesse et débit des gaz et vapeurs, humidité de la vapeur, par M. J. IZART. In-4 de 171 p., avec 159 fig. (Prix : 7 fr. 50.) Paris, H. Dunod et E. Pinat.

Le problème de la production économique de la vapeur est attaché à l'observation des points suivants :

- 1^o Éducation professionnelle du personnel chauffeur ;
- 2^o Contrôle des conditions de fonctionnement du générateur ;
- 3^o Bon entretien de la chaudière considérée en tant qu'échangeur de calories.

L'auteur insiste sur la nécessité, si l'on veut obtenir un résultat effectif, de procéder au contrôle régulier et continu des points ainsi résumés. Le plus simple, pour le chef d'usine qui désire être au courant de l'état économique de son matériel producteur économique, consiste à organiser un rapport journalier sur ce point, comme il en possède généralement sur les différentes phases essentielles de sa fabrication.

L'auteur développe par le détail les définitions, méthodes, matériaux, procédés et appareils de mesure, entre lesquels l'intéressé pourra choisir pour arriver au meilleur résultat. Il pose comme base qu'un générateur de vapeur, sans surcharge, et fournissant un débit de vapeur sensiblement régulier, peut avoir un rendement thermique de 80 p. 100 ; c'est là le but à atteindre, et il étudie les moyens d'y parvenir.

Fabrication des huiles minérales et pyrogénées. Préparation des huiles composées pour le graissage des machines et autres huiles spéciales. (Prix : 10 fr.) — **Fabrication moderne et applications des savons industriels, huiles solubles et matières d'ensimage** (Prix : 10 fr.), par M. R. EHRSAM. Charenton, chez l'auteur, 15 bis, rue de l'Embarcadère.

M. R. Ehsam est connu pour ses ouvrages techniques sur la lubrification et les corps gras industriels. Sa *Connaissance des matières lubrifiantes, leur application raisonnée au graissage des machines* est épuisé. Sa *Fabrication des graisses industrielles pour machines et véhicules, et des produits d'entretien pour usines et manufactures*, complète heureusement le premier des volumes qu'il a présentés à notre Société. Ce qui distingue ces ouvrages, c'est qu'on y trouve un choix de renseignements qui n'existent pas dans les ouvrages de simple compilation. L'œuvre de M. R. Ehsam n'est pas celle d'un compilateur ; c'est celle d'un praticien expérimenté et compétent, et ses ouvrages semblent mériter toute l'attention des industriels et des ingénieurs.

J. G.

Chimie légale. Guide de l'expert chimiste, par M. R. DE FORCRAND. In-8 de VIII-391 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912. (Prix : 9 fr.)

M. R. de Forcrand, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, remarque

avec justesse qu'aujourd'hui le chimiste est sollicité, de plus en plus fréquemment, de prêter son concours à la justice en qualité d'expert.

« Depuis que la plupart de nos universités ont entrepris de former des ingénieurs chimistes, la nécessité est apparue d'ajouter à leur bagage scientifique des notions de chimie légale, de façon que, quelle que soit la situation qu'ils occuperont (enseignement, industrie, laboratoires agréés ou laboratoires municipaux), ils ne se trouvent point embarrassés le jour où la justice fera appel à leur concours et leur confiera la mission d'expert chimiste. »

C'est pour combler cette lacune que M. de Forcrand a consacré quelques leçons de son cours de la Faculté à la chimie légale. On les lira avec un grand charme et un grand profit, car nous n'avions, pour ainsi dire, rien de récent et de mis à point sur un sujet si important qu'il met en jeu des intérêts matériels considérables, et l'honneur et la vie même des humains.

J. G.

Extrait de la table des matières : La chimie légale, son objet, ses rapports avec l'analyse chimique et avec la toxicologie.

Chap. I : Caractères généraux de l'expertise judiciaire.

Chap. II : Les règles de procédure de l'expertise judiciaire.

Chap. III : Les règles de métier de l'expert-chimiste.

Chap. IV : Rédaction du rapport. Bordereau d'expertise. Suites de l'expertise.

Appendice : L'organisation judiciaire en France. - Annexes.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUIN 1913

BOUASSE (H.). — **Cours de thermodynamique**, 2^e édition. In-8 (25 × 16). 1^{re} partie : Principes généraux, gaz et vapeur, de xxiii-463 p., 188 fig. (Tome II^e du Cours de Physique.) Paris, Ch. Delagrave.

15021

BOUASSE (H.) et TURRIÈRE (E.). — **Exercices et compléments de mathématiques générales**, faisant suite au Cours de mathématiques générales de H. Bouasse. In-8 (25 × 16) de xv-499 p., 374 fig. Paris, Ch. Delagrave.

15022

ABNEY (WILLIAM DE W.). — **Researches in colour Vision and the trichromatic Theory**. In-8 (23 × 15) de xi-418 p., 100 fig., V pl. London, Longmans, Green and Co, 1913.

15023

NEUMANN (FRITZ). — **Die Zentrifugalpumpen**. 2 Aufl. In-8 (24 × 16) de viii-252 p., 221 fig., VII pl. Berlin, Julius Springer, 1912.

15024

PIARR (A.). — **Die Turbinen für Wasserkraftbetrieb**. 2 Aufl. In-4 (28 × 20) de xv-871 p., 548 fig. et atlas de LXII pl. Berlin, Julius Springer, 1912.

15025-6

GAUCHER (CLÉMENT) et MORTIER (RAOUL). — **Livret de l'enseignement technique**. In-8 (21 × 14) de vii-342 p. Paris, H. Dunod et E. Poinat, 1913.

15027

GEOFFROY et DELORE. — **Recueil des lois, règlements et cahiers des charges relatifs à l'industrie électrique**. In-8 (24 × 16) de 215 p. Paris, Levé, 1913.

15028

SOCIÉTÉ NATIONALE D'ENCOURAGEMENT A L'AGRICULTURE. — **Congrès national des exportations et importations des produits de l'agriculture**, tenu à Paris les 18, 19 et 20 février 1913. **Compte rendu des travaux**, publié au nom du Bureau par J.-M. DE LAGORSSE. In-8 (24 × 16) de 230 p. Paris, 3, avenue de l'Opéra, 1913.

15029

HITIER (HENRI). — **Systèmes de culture et assolements**. (Nouvelle Bibliothèque du cultivateur) de vii-151 p., 32 fig. Paris, Librairie agricole, 1913.

15030

PRAT (D. DE). — **Aide-mémoire de l'industrie textile**. In-12 (18 × 11) de vi-375 p., 22 fig. Paris, Ch. Béranger, 1913.

15031

PRAT (D. DE). — **Les tissus imperméables.** In-8 (23 × 14) de n-144 p., 15 fig. Paris, Ch. Béranger, 1913. **15032**

GEUZE (LÉON). — **Traité théorique et pratique du laminage du fer et de l'acier.** In-8 (25 × 16) de vi-239 p., et atlas de LXXXI pl. Paris, Ch. Béranger, 1900. **15033-4**

Mécanique et électricité industrielle. In-8 (22 × 14). I : **Premiers principes de mécanique rationnelle**, par P. FRICK, de xii-321 p., 132 fig. — II : **Notions générales sur les machines**, par P. FRICK, de 292 p., 231 fig. Paris, Berger-Levrault, 1913. **15035-6**

BERTHIER (A.). — **L'alimentation méthodique des foyers. Chargeurs mécaniques. Stokers.** In-8 (23 × 14) de 150 p., 110 fig. Paris, H. Desforges, 1913. **15037**

CHAMPLY (RENÉ). — **Comment on devient tourneur sur métaux.** Nouvelle édition. In-8 (23 × 14) de 235 p., 165 fig. Paris, H. Desforges, 1913. **15038**

HERCAY. — **Nettoyage, détachage, dégraissage, blanchissage, blanchiment.** In-12 (19 × 12) de 352 p. Paris, H. Desforges, 1913. **15039**

SMITH ET C^e (F.-L.). — **Procédés de fabrication du ciment Portland.** In-4 (27 × 19) de 132 p., 140 fig. Copenhague et Paris, 1905. — Annexes : Usine à ciment Portland d'Ehrenhausen (Styrie, Autriche). Description par Albert Heiser. In-4 de 47 p., 36 fig. — Le kominor. In-4 de 40 p., 19 fig. — Liste d'installations d'usines à ciment Portland artificiel. In-4 de 12 p. (don de M. Davidsen, ingénieur-constructeur, membre de la Société). **15040**

EHRSAM (R.). — **Fabrication des huiles minérales et pyrogénées.** Préparation des huiles composées pour le graissage des machines et autres huiles spéciales. In-8 (22 × 13) de 311 p. Chez l'auteur, 15 bis, rue de l'Embarcadère, Charenton-le-Pont. **15041**

EHRSAM (R.). — **Fabrication moderne et applications des savons industriels, huiles solubles et matières d'ensimage.** In-8 (22 × 13) de vi-289 p. Chez l'auteur, 15 bis, rue de l'Embarcadère, Charenton-le-Pont, 1913. **15042**

FORCRAND (R. DE). — **Chimie légale. Guide de l'expert chimiste.** In-8 (21 × 13) de viii-391 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912. **15043**

CALMETTE (A.) et ROLANTS (E.) avec la collaboration de BOULLANGER (E.) et CONSTANT (F.). — **Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout.** Tome VIII. Paris, Masson et C^e, 1913. **15044**

LÉAUTEY (EUGÈNE) et WATTEBLED (F.). — **Traité de comptabilité industrielle de précision à l'usage des industries où l'on veut obtenir la permanence de l'inventaire, le prix de revient exact des productions et le secret des résultats obtenus, avec modèles d'application à une brasserie-malterie.** In-8 (25 × 17) de vii-362 p. Paris, Librairie comptable et administrative (don de M. Wattebled, membre de la Société). **15045**

GUITARD (EUGÈNE). — **Deux siècles de presse au service de la pharmacie et cinquante ans de l'Union pharmaceutique.** In-8 (22 × 14) de v-316 p., XXII pl. Paris, Pharmacie centrale de France, 1913. **15046**

SAILLARD (ÉMILE). — **Enquête sur la culture de la betterave et l'industrie du sucre**

de betterave aux États-Unis (septembre-octobre 1912). In-8 (27 × 18) de 37 p., 3 fig., 1 carte. Paris, Imprimerie de la Presse, 1912. **15047**

MARCHIS (L.). — **Cours d'aéronautique**. 3^e partie : La dynamique expérimentale des fluides, dans ses rapports avec l'aéronautique et l'hydronautique. Étude expérimentale des hélices ; de 283 p., 111 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912. **15048**

LÉAUTRY (EUGÈNE) et GUILBAULT (ADOLPHE). — **Manuel universel de comptabilité agricole pratique et rationnelle**, avec modèles d'application : 1^o pour les petites et moyennes fermes ; 2^o pour les grandes exploitations rurales. 5^e éd. In-8 (25 × 17) de xxii-384 p. Paris, Librairie comptable et administrative (don de M. Wattebled). **15049**

Le chauffage économique de l'habitation. N^o 11 de la Bibliothèque pratique du Mois scientifique et industriel ; de 92 p., 72 fig. **in 13001**

TELLIER (CH.). — **La conservation de la viande et des matières organiques alimentaires par des moyens naturels**. In-8 (23 × 14) de 63 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15050**

GATIN (C.-L.). — **Les fleurs des bois** (Encyclopédie pratique du naturaliste). In-42 (16 × 12) de LXXIII-115 p., 32 fig., C pl. Paris, Paul Lechevalier, 1913. **15051**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Ports maritimes de la France** (2 notices sur les ports du département du Var). Paris, Imprimerie Nationale, 1912. **15052**

* *

BUSSIÈRE. — **Épuration des eaux usées de l'habitation en général par l'appareil d'épuration biologique dit « fosse septique complétée »**. In-8 de 14 p. Montluçon, 1913. 4 Annexes et Extraits de Revues. **Pièce 12031**

ROBIN (FÉLIX). — **Recherches sur le développement des grains des métaux par recuit après écrouissage**. (*Revue de Métallurgie*, juin 1913, pp. 721-737). Annexe : Développement des grains de recuit dans les alliages (*Revue de Métallurgie*, juin 1913, pp. 758-768). **Pièce 12033**

* *

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, BUREAU OF CHEMISTRY. **Bulletin n^o 165 (Leather Investigations : The Composition of some sole Leathers)**, by F. P. VEITCH and J. S. ROGERS, de 20 p.). Washington, 1913. **Pér. 410**

DIRECTION DU TRAVAIL. — **Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1911**. Paris, Imprimerie Nationale, 1913. **Pér. 205**

Les nouveautés chimiques pour 1913, par CAMILLE POULENC. **Pér. 335**

Ministère du Travail et de la prévoyance sociale. STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE. — **Annuaire statistique XXXI^e vol.**, 1911. Paris, Imprimerie Nationale, 1912. **Pér. 98**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — Collection de mémoires relatifs à la physique, 2^e série. **Les idées modernes sur la constitution de la matière**. Conférences faites en 1912. **Pér. 36 m.**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings**, 1912, parts 3-4. **Pér. 114**
Tome 120. — 2^e semestre. — Juillet 1913. **13**

- SOCIÉTÉ DES ARTS DE GENÈVE. — **Compte rendu de l'exercice 1912.** Pér. 152
- CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. — **Rapport annuel.** Année 1912. Pér. 292
- OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. — **Rapports annuels de l'inspection du travail,** 17^e année, 1911. Pér. 277
- OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. — **Annuaire de la législation du travail.** 15^e année 1911. Tome II. Pér. 278
- SYNDICAT DES MÉCANICIENS, CHAUDRONNIERS ET FONDEURS DE FRANCE. — **Annuaire 1913.** **Annuaire.**
- CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — **22^e session,** novembre 1912. **Compte rendu.** Paris, Imprimerie Nationale, 1913. Pér. 295
- DIRECTION DU TRAVAIL. — **Rapports sur l'application des lois réglementant le travail en 1911.** Paris, Imprimerie nationale, 1912. Pér. 211

L'agent général gérant,

E. LEMAIRE.

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

INDUSTRIE CÉRAMIQUE

LA PORCELAINE TENDRE ARTIFICIELLE OU A FRITTE

ou porcelaine tendre française (1).

C'est aux Orientaux que revient l'honneur d'avoir fabriqué pour la première fois de la porcelaine. Il est difficile de préciser avec certitude dans quelle région de l'Asie cette poterie a vu le jour mais l'on sait que les Chinois fabriquent de la porcelaine depuis des siècles. Brongniart (2) citant l'autorité d'Hancarville écrit que la fabrication de la porcelaine, après avoir été suspendue pendant des temps de trouble et de guerre d'invasion, a été entreprise vers le règne de Tang, premier empereur de la XIII^e dynastie, c'est-à-dire vers l'an 485 avant l'ère chrétienne. Les recherches de Stanislas Julien nous amèneraient à admettre une antiquité encore plus reculée (3). Nous n'avons pas ici à intervenir dans cette discussion, mais, ce qui est certain, c'est qu'en Orient on fabriquait de la porcelaine depuis des siècles, quand les premières pièces de cette poterie furent importées en Europe.

Les difficultés que l'on rencontre, lorsqu'il s'agit de fixer la date de l'établissement de la fabrication de la porcelaine en Chine, se retrouvent lorsqu'on cherche vers quelle époque les premières porcelaines furent importées en Europe. Les incertitudes sont grandes et tout ce que l'on peut dire c'est que, vers la fin du Moyen Age ou au commencement de la Renaissance, des voyageurs, de retour d'Extrême-Orient, avaient rapporté des vases de porcelaine en Europe. Cette poterie possédait le double avantage d'une pâte blanche et translucide, propriétés que n'avaient ni le grès ni la faïence que l'on fabriquait alors. La translucidité de la pâte est restée une des pro-

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 15 décembre 1911.

(2) *Traité des arts céramiques*, II, 1844, 479.

(3) Ce serait alors reporter la fabrication de la porcelaine 2698 ans avant Jésus-Christ, ce qui paraît mériter réflexion.

priétés caractéristiques de la porcelaine, puisque seule de tous les autres genres de poteries elle jouit de cette qualité.

Il est à peu près impossible de dire exactement où et quand la porcelaine fut fabriquée en Europe pour la première fois. Il semble établi que, dès 1568, il y avait en Italie une fabrique de porcelaine fondée à Florence (1) par les princes de la Maison des Médicis. Nous nous bornerons à citer son existence car son histoire technique nous est totalement inconnue. La fabrique des Médicis dura peu de temps et le nombre de pièces qu'on en connaît est assez restreint; aussi nous bornerons-nous à citer son existence.

La première fabrique de porcelaine se rapprochant par ses qualités et sa composition de la porcelaine chinoise fut installée en Saxe, à Meissen sur l'Elbe, dans l'Albrechtburg. Il semble que dès 1710 elle ait été à même de livrer de la véritable porcelaine.

En France on étudiait également avec ardeur la question de la fabrication de la porcelaine, mais, par un hasard assez singulier, on ne sut pas découvrir de gisements de matières premières du même ordre que celles qu'employait la Manufacture royale de Saxe, et l'on fut amené à créer un type de porcelaine, différant, par un certain nombre de ses propriétés, de la porcelaine de Chine et nécessitant une fabrication beaucoup plus difficile que cette dernière.

La porcelaine orientale comprend trois sortes d'éléments : un élément *plastique*, indispensable au façonnage, le *kaolin*, un élément jouant un rôle physiquement inerte ou *dégraissant*, le *quartz* et un élément apportant de la *fusibilité*, le *feldspath*, et parfois aussi la *craye*.

Cette association de matériaux donne une substance qui renferme en moyenne :

	Teneur centésimale.
Silice	60 à 74
Alumine	18 à 35
Oxydes alcalins et alcalino-terreux	5 à 7,5

Une pareille masse cuit entre 1300° et 1400° et donne cette matière vitrifiée, blanche et translucide qui constitue la porcelaine. Cuite sans autre addition, elle est mate et reçoit le nom de biscuit. Pour la confection des objets d'usage courant et d'ornementation autres que les statuettes, on complète la porcelaine par l'adjonction d'un verre dur, analogue par sa composition aux roches feldspathiques, qui lui donne son éclat et qu'on appelle la couverte.

La porcelaine dont nous allons nous occuper diffère notablement de la précédente par sa composition; elle se rapproche beaucoup plus d'un verre que d'une porcelaine orientale. Sa teneur en silice est plus élevée, sa teneur en alumine moindre et sa teneur en oxydes alcalins et alcalino-terreux notablement plus grande, comme le montre l'analyse suivante effectuée sur un échantillon de porcelaine tendre de Sèvres (2).

Silice	76,75
Alumine	2,23
Chaux	13,40
Potasse	5,00
Soude	2,50
	99,88

(1) Les archéologues font mention aussi de deux fabriques qui auraient existé à Venise vers 1570, et à Ferrare vers 1567. Comme on n'en connaît aucune pièce, nous les mentionnons sous réserve.

(2) D'après Salvétat.

A l'époque où l'on essayait en France de fabriquer de la porcelaine, on ne connaissait pas de gisements de kaolin et l'on ne savait pas tirer parti des roches feldspathiques et calcaires pour apporter de la fusibilité à une masse céramique, aussi fut-on amené par une suite d'essais, dont la genèse nous est inconnue, à recourir à une composition fusible obtenue artificiellement et à aider au peu de plasticité de la pâte par des compositions tout à fait spéciales.

L'élément plastique auquel on aura recours sera une marne argileuse fort peu plastique par elle-même et riche en calcaire. L'élément fusible sera constitué, non par une roche naturelle, mais par un verre imparfait, formé en fondant divers ingrédients sans arriver jusqu'à l'affinage du verre résultant. C'est l'emploi de cette matière fusible artificielle qui a fait désigner cette porcelaine sous le nom de *porcelaine tendre artificielle* ou *porcelaine tendre à fritte*.

Cette porcelaine se distingue encore de la porcelaine dure par sa couverte qui est une glaçure plombreuse, ressemblant beaucoup à du cristal, alors que la couverte de la porcelaine dure est un verre alcalin alumineux ou alcalino-calcaire et alumineux.

Cette glaçure se raie à l'acier ; elle est tendre par opposition à la couverte des porcelaines orientales. C'est de cette propriété que dérive le nom de *porcelaine tendre*, donné au genre de porcelaine qui nous occupe, alors que nous appelons *porcelaine dure*, par opposition, les porcelaines orientales et les porcelaines occidentales qui en dérivent.

La porcelaine tendre à fritte qui forme le sujet de cette étude n'est pas la seule porcelaine du type tendre. En Angleterre, principalement, on fabrique un autre type, la *porcelaine tendre phosphatique*, dont l'élément fusible est formé par des os calcinés. Enfin, on range aussi parmi les porcelaines tendres une porcelaine ayant comme élément fusible essentiel la magnésie et qui fut fabriquée surtout en Italie. (Cette dernière prête à la discussion en ce qui concerne sa classification parmi les porcelaines tendres.) Le groupe de ces deux sortes de porcelaines tendres forme le groupe des porcelaines tendres naturelles car on a recours dans leur fabrication à un élément fusible naturel.

Il est singulier de remarquer que l'établissement de la fabrication de la porcelaine tendre fut le résultat des efforts d'hommes du métier, de faïenciers, tandis que la reconstitution de la porcelaine dure découle de travaux méthodiques continus entrepris par des hommes de laboratoire mis sur la voie par un hasard heureux dont ils surent tirer parti.

D'une fabrication incertaine, d'un prix de revient élevé la porcelaine tendre n'eut qu'une célébrité passagère : elle dut céder la place à la porcelaine dure le jour où sa fabrication fut suffisamment au point.

Dans cet article nous allons passer en revue les fabriques sur lesquelles nous avons pu recueillir des documents. Nous retracerons rapidement leur histoire, ferons connaître ce que nous savons de leurs procédés et donnerons en terminant un coup d'œil sur les diverses tentatives faites après la disparition de la porcelaine tendre pour en établir à nouveau la fabrication.

I. — Historique.

Rouen. — Dans leur Histoire des Manufactures françaises de Porcelaine (1) MM. de Chavagnac et de Grollier attribuent à Rouen l'honneur de la découverte, en France, des procédés de fabrication de la porcelaine tendre. En 1673, un nommé Edme Poterat aurait obtenu pour son fils Louis Poterat un privilège pour faire de la faïence. Il n'y a aucune raison de douter de la bonne foi des auteurs précités, mais il est difficile de comprendre pourquoi les pièces de porcelaine tendre attribuées à Poterat sont marquées A P, A ne désignant l'initiale du prénom d'aucun des Poterat. Cette fabrication n'eut que peu d'importance, car le Poterat auquel on attribue ces pièces, Louis Poterat, travailla toujours seul de peur que l'on ne surprit ses secrets. Il mourut sans qu'on soit arrivé à les connaître.

Les pièces que l'on possède de cette manufacture ne présentent rien de bien remarquable au double point de vue de la technique et du décor. La fabrication est dans l'enfance.

Saint-Cloud. — Un nommé Pierre Chicaneau (2), faïencier, aurait installé à Saint-Cloud une fabrique de porcelaine en 1678. Ceci paraît confirmé par les lettres patentes qui furent accordées en 1702 à sa femme et à ses enfants. Il y est dit que Pierre Chicaneau connaissait le secret de la fabrication de la porcelaine et avait produit des ouvrages aussi parfaits que les porcelaines de la Chine et des Indes. Pierre Chicaneau étant mort en 1678, sa découverte remonte donc au moins au dernier quart du XVII^e siècle. Cette manufacture passa ensuite, en 1679, entre les mains du sieur Trou qui épousa la veuve de Chicaneau, mais ni Trou ni ses enfants ne participèrent aux privilèges, ce qui semble bien prouver que la découverte de la porcelaine doit être attribuée uniquement à Chicaneau, Barbe Coudray n'est citée dans les lettres patentes que comme veuve de Pierre Chicaneau, ayant cause de son premier mari. Il faut remarquer pourtant que, malgré cela, certaines pièces de Saint-Cloud portent la marque :

$$\frac{S \ C}{T}$$

le T ne peut provenir que de la direction de Trou (3).

La manufacture de Saint-Cloud reste néanmoins entre les mains des Chicaneau, Trou n'étant que co-associé durant sa vie. On retrouve cependant toute l'exploitation prédominante des Chicaneau, les descendants de Henri Trou conservant néanmoins leur rôle d'associés jusqu'au moment où le dernier des Chicaneau disparaît et laisse Henri Trou, seul maître de la fabrique de Saint-Cloud. Le fils de ce second Henri Trou, fils du premier Henri Trou, Henri François Trou, entre en 1745 dans l'affaire et, à la mort de son père, reste directeur de la manufacture de Saint-Cloud jusqu'à la fin de l'exploitation.

(1) Paris, Alph. Picard éditeur, 1906.

(2) Se rencontre aussi orthographié différemment et avec des variantes comme Chycoisneau.

(3) Nous renvoyons le lecteur désireux de connaître plus en détail la genèse et le développement des diverses manufactures françaises de porcelaine tendre à l'ouvrage précédemment cité de MM. de Chavagnac et de Grollier.

La manufacture disparut en 1766. Ses affaires étaient devenues mauvaises et, dès 1764, Henri François Trou avait déjà demandé au Roi de lui accorder la survivance du sieur Boileau, directeur de la Manufacture royale de porcelaines de France à Sèvres.

La manufacture de Saint-Cloud a peu varié ses décors. On rencontre des pièces de porcelaine blanche, des décors bleus et quelques rares pièces polychromes.

Paris. — *Fabrique de la rue de la Ville-l'Évêque.* — Cette manufacture ne fut qu'une filiale de celle de Saint-Cloud.

Fondée vers 1711, elle disparut lorsque Saint-Cloud fut obligé de fermer ses portes en 1766.

Lille. — Barthélemy Dorez, de Douai, et Pierre Pellissier, son neveu, furent autorisés en 1711 à fonder à Lille une manufacture de porcelaine tendre.

Le succès de cette manufacture est très problématique puisqu'on cessa d'y fabriquer de la porcelaine vers 1730.

Les produits de Lille présentent une certaine analogie avec ceux de Saint-Cloud.

Chantilly. — La manufacture de porcelaine de Chantilly fut fondée en 1723, dans la rue de la Machine, sur le canal de Manse, par Louis Henri de Bourbon, prince de Condé. Le premier directeur fut un nommé Cirou. Il est assez difficile de savoir quelle était la situation exacte de Cirou lors de sa nomination comme chef de cet établissement. Hellot (1) dit, dans son manuscrit, qu'il était porcelainier de la fabrique de la rue de la Ville-l'Évêque. MM. de Grollier et de Chavagnac, se basant sur l'emploi d'émail stannifère aux débuts de la fabrication de Chantilly, préférèrent le considérer comme un faïencier. Le fait qu'il apposa sur sa porcelaine un émail opacifié par l'oxyde d'étain est évidemment singulier et si, réellement, Cirou avait fait son apprentissage dans une fabrique de porcelaine, il est difficile de comprendre cette manière de faire totalement inusitée dans la technique de la porcelaine. Cirou demeura à la tête de la manufacture jusqu'à sa mort, en 1751.

Deux associés : Buquet de Montvalier et de Roussière lui succèdent, mais, presque aussitôt le second se démet de ses fonctions, laissant son associé seul concessionnaire. Buquet de Montvallier ne reste à la tête de l'établissement que jusqu'en 1760 et c'est un sieur Peyrard qui va en garder la propriété jusqu'en 1776.

A cette époque, Louis François Gravant, congédié de Sèvres en 1774, se rend acquéreur de la manufacture, mais cette nouvelle combinaison dure peu. La dame Gravant, trouvant que son mari gérât mal ses affaires, se sépare de biens avec lui, puis devient concessionnaire de la manufacture en 1779; elle conserve la manufacture deux ans et, en 1781, c'est un nouvel arrangement qui la fait passer entre les mains d'Autheaume de Surval.

Pendant onze années, de Surval dirige la manufacture. Il y fait quelques agrandissements, mais en 1792, il cède la concession à un Anglais, Cristophe Potter. Ce dernier fait mal ses affaires, aussi, en 1800, la manufacture est mise en vente.

(1) Recueil de tous les procédés de la porcelaine.

Le nouvel acquéreur, Becht, ne fit que peu de porcelaine; sa fabrication ne porta guère que sur la faïence et la terre de pipe. En 1805, il cessait sa fabrication.

Chantilly s'attacha à ses débuts à imiter les porcelaines importées de Chine et du Japon, mais principalement en ce qui concernait le décor, car ce sont surtout les formes européennes qui prédominent.

Pendant la première période, la porcelaine est recouverte d'un émail stannifère, ce qui est singulier. Tout d'abord ce sont les décors rouges, verts, bleus, avec animaux ou fleurs qui sont employés (fig. 1).

Un peu plus tard on apporte un peu plus de variété dans les objets comme forme et comme décor : pots à crème ; sujets de sculpture, brûle-parfums, etc.



Fig. 1. — Porcelaine tendre de Chantilly. (Musée de Sèvres.)

La seconde période commence après 1735 au moment où l'émail plombé est substitué à l'émail stannifère. Les formes quittent le style Louis XIV et adoptent le genre ayant la vogue sous Louis XV. Les biscuits ne paraissent pas avoir eu la faveur de la manufacture, mais on y fait de la sculpture émaillée.

La direction de Peyrard n'est pas heureuse; elle n'a en vue que le côté commercial. On fait du service de table, puis la fabrication devient de plus en plus ordinaire jusqu'à la chute de la manufacture.

Paris. — *Fabrique de la rue de Charonne.* — François Barbin établit en 1734 une fabrique de porcelaine tendre rue de Charonne à Paris; cette fabrique sur laquelle des documents précis nous font défaut fut transportée à Mennecey-Villeroy.

Mennecey-Villeroy. — Suivant M. Agn  Darblay (1), cette manufacture fut fondée

(1) *La porcelaine de Villeroy*, Corbeil, 1897.

sur le territoire de Mennecey en 1735. MM. de Chavagnac et de Grollier dans leur *Histoire des Manufactures françaises* (1) sont d'un avis un peu différent ; ils la considèrent comme une continuation de la manufacture installée rue de Charonne dont nous avons parlé précédemment. Selon eux, la manufacture n'a commencé à fabriquer à Mennecey qu'en 1748.

Si l'on admet cette deuxième manière de voir, que les documents que nous possédons rendent très plausible, François Barbin s'installa à Mennecey après l'arrêt de la fabrique qu'il avait fondée rue de Charonne. Il dirigea la fabrique jusqu'en 1754, puis s'associa avec son fils Jean-Baptiste et se retira des affaires en 1762. Par une fâcheuse coïncidence, le père et le fils décédèrent la même année et, en 1763, la manufacture se trouva en des mains étrangères, celles de Joseph Jullien et Symphorien Jacques, associés, déjà entrepreneurs de la fabrique de Sceaux. Sous leur direction la manufacture ne périclita pas ; Julien était peintre et Jacques sculpteur ; la fabrication garda sa réputation tant au point de vue artistique qu'au point de vue professionnel. Malheureusement, en 1773, le bail consenti à Joseph Jullien et Symphorien Jacques prenait fin. Les deux directeurs ne le renouvelèrent pas et préférèrent transporter leur fabrication à Bourg-la-Reine. Les produits de Mennecey étaient soignés et les pièces que nous connaissons sont nombreuses et variées. On rencontre des décors bleus à la manière de Saint-Cloud, des fleurs bien traitées et des décors chinois avec émaux et relief.

Au début, la glaçure est stannifère, mais cette glaçure, en opposition complète avec la nature de la porcelaine, est vite abandonnée et remplacée par une glaçure plombreuse transparente.

Les décors polychromes de Mennecey ressemblent souvent à ceux de Vincennes et les succès de cette fabrique effrayèrent les entrepreneurs de cette dernière manufacture.

A Mennecey on fit des statuettes, en porcelaine émaillée tout d'abord mais, quand Vincennes eut fabriqué ses biscuits, ce genre de fabrication fut imité à Mennecey.

Vincennes. — Deux ouvriers de la manufacture de Chantilly, les frères Dubois, durent quitter la fabrique en 1738, très probablement pour cause d'inconduite. On suppose qu'ils s'étaient assimilés suffisamment les procédés que suivait Ciquaire Cirou, dont nous avons parlé tout à l'heure, pour pouvoir faire quelques tentatives de fabrication qui furent assez heureuses. Il est difficile de savoir comment ils purent s'installer dans le château de Vincennes, mais c'est là certainement qu'ils poursuivaient leurs essais quand, au hasard d'une visite, ils furent présentés à M. Orry de Fulvy, Conseiller d'État et Intendant des Finances. Orry de Fulvy s'intéressait aux arts industriels et les Dubois furent assez habiles pour s'en faire un protecteur. Grâce à lui, les Dubois purent se faire aider matériellement et poursuivre leurs recherches pendant quelque temps. Plusieurs milliers de livres, fournis tant par M. de Fulvy que par le roi Louis XV, disparurent en essais infructueux pendant trois années. Les Dubois n'étaient pas sérieux, mais un de leurs amis, Gravant, qu'ils avaient fait venir auprès d'eux sut se procurer leurs recettes et les mettre à profit (on dit qu'il tira parti de la tendance à l'ivrognerie de ses compagnons pour copier leurs notes). S'apercevant du

(1) P. 97 et suivantes.

mécontentement de M. de Fulvy, mécontentement qui allait amener le renvoi des Dubois, Gravant fit savoir qu'il était à même de remplacer les Dubois, ce qui l'amena à se faire charger du détail des compositions en 1744.

C'est à cette date que s'organisa la manufacture, mais elle mit quatre années à établir sa fabrication, avec l'aide d'autres collaborateurs comme Millot et Gérin qui complétèrent l'apport de Gravant, apport qui se bornait à la composition de la pâte et de la glaçure. La manufacture naissante, en possession d'une formule de pâte qu'elle



Fig. 2. — Porcelaine tendre de Vincennes. — Soucoupe avec décor en or en relief.
Tasse avec décor polychrome. (Musée de Sèvres.)

savait façonner et cuire, avait encore à se procurer tous les procédés de décoration. Elle put en acheter les recettes à divers inventeurs et les mettre au point.

Ceci nous conduit jusqu'en 1745. Jusque-là on avait fait de fortes dépenses et l'on n'avait rien produit. A ce moment, une demande de privilège exclusif pour l'établissement d'une manufacture de porcelaine, façon de Saxe et de Japon, fut présentée au Conseil d'État, sous le nom de Charles Adam qui devait être, autant qu'il est permis de le croire, l'homme d'affaires chargé des intérêts de la manufacture.

Le privilège fut accordé pour 20 années et Adam forma une société au capital de 90 300 livres. Malgré tous ses efforts et toute son activité, la société eut à se débattre dans de terribles difficultés financières qui nécessitèrent de fréquents appels de fonds. Le Roi lui-même s'intéressa à l'affaire pour 130 000 livres. En dehors des questions matérielles, il y avait aussi à assurer l'ordre intérieur de la manufacture. Pour éviter

les indiscretions au dehors on avait édicté des règlements draconiens dont s'accommodaient mal les ouvriers. D'un autre côté, pour se défendre contre la concurrence, la manufacture de Vincennes, forte de son privilège, faisait fermer les portes des fabriques de Barbin, puis de Sceaux.

Malgré l'appui du Roi, la sympathie de M^{me} de Pompadour, le concours financier des actionnaires et la force de son privilège, la manufacture de Vincennes eut toujours à se débattre dans des difficultés financières. Un moment arriva où les charges devinrent trop lourdes ; la société formée par Charles Adam dut liquider en 1752 et le privilège fut révoqué. Une nouvelle compagnie se forma sous la direction d'Eloy Brichard. Elle reçut un nouveau privilège et le droit de s'intituler Manufacture royale. En échange de ces avantages, le roi devint possesseur des secrets de la fabrication et se réserva le droit de désigner l'homme chargé de la préparation des pâtes et des couleurs.

On décida de transporter la manufacture dans un endroit moins éloigné de la Cour et ce fut sur le village de Sèvres que se porta le choix ; Sèvres était à mi-chemin entre Paris et Versailles et avait l'avantage d'être tout proche de Bellevue où était le château de M^{me} de Pompadour.

La compagnie n'hésita devant aucun frais pour s'installer, et en 1756 elle fut à même d'inaugurer sa nouvelle fabrique. La manufacture de Vincennes avait vécu.

Les décors qui paraissaient avoir été le plus en faveur à Vincennes sont de style chinois. Les guirlandes de fleurs, les oiseaux sont très fréquents sur les pièces (fig. 2). Les compositions en camaïeu, l'or sont également employés. Les figures de Vincennes (fig. 3) sont émaillées et même peintes, comme celles qui viennent des manufactures allemandes.

Dès ses débuts la manufacture de Vincennes produisit un grand nombre de fleurs modelées, soit en blanc, soit en couleurs. Jusque vers 1752 ce genre se conserva en faveur auprès du public.

Sceaux. — Le sieur Chapelle s'établit à Sceaux en 1749 pour y faire de la porcelaine tendre avec la permission et sous la protection de M^{me} la Duchesse du Maine. Une interdiction des entrepreneurs de la manufacture de Vincennes, en 1752, vint paralyser ses efforts.

Plus tard une nouvelle société se fonda d'abord avec les nommés Chapelle et de Bey, puis avec Chapelle seul comme directeur. Il est difficile de savoir si c'est à cette



Fig. 3. — Porcelaine tendre de Vincennes, figurine émaillée polychrome. (Musée de Sèvres.)

époque (1753) que la fabrication de porcelaine tendre fut installée à Sceaux ou seulement quand les sieurs Jullien et Jacques, dont nous avons parlé à propos de Mennecey, rachetèrent la fabrique en 1763.

Pendant neuf années ces derniers fabriquèrent de la porcelaine tendre mais, leur bail expirant en 1772, ils cédèrent leur entreprise à un nommé Richard Glot. La manufacture de Sceaux paraît avoir disparu pendant la révolution.

Sèvres. — La manufacture installée à Sèvres était la continuation de la fabrique premièrement établie à Vincennes. Elle continua les efforts de ses prédécesseurs, mais les embarras financiers qui avaient tant gêné son existence à Vincennes, la suivirent à Sèvres. En 1759 la Compagnie avait 500 000 livres de dettes, elle s'adressa alors au Roi pour le prier de racheter les bâtiments en échange de l'abandon du reste du privilège à courir; puis, un peu plus tard, n'ayant pas eu de réponse et pressée par ses créanciers, elle s'en remit à la justice du ministre. Le Roi, déjà possesseur d'un quart des actions, finit par accepter de devenir possesseur de la manufacture moyennant 1 400 000 livres par arrêt du Conseil d'État du 17 février 1760. La Société Eloy Brichard fut liquidée et à la fin de 1761 elle avait cessé d'exister.

La manufacture de Sèvres, devenue domaine de l'État, gagne au changement de propriétaire une subvention annuelle qui lui permet d'équilibrer son budget. Sous la direction de Boileau elle retrouve la prospérité et peut travailler. Jusqu'en 1772 la manufacture connut une ère de succès extraordinaire. Le désir de faire sa cour au Roi, à M^{me} de Pompadour, à M^{me} Dubarry entraîna des dépenses considérables dont Sèvres profita. Boileau mourut en 1772 et fut remplacé par Parent. Celui-ci se livra à un gaspillage effroyable qu'il était presque impossible de contrôler. Le hasard de spéculations malheureuses amena l'examen de sa gestion en 1778. Parent fut envoyé à la Bastille et remplacé par Régnier qui faisait déjà partie de la manufacture à titre de contrôleur.

La manufacture dut suivre un régime d'économies pour réparer le préjudice causé par les malversations de Parent. Ceci fut d'autant plus difficile à réaliser que le mauvais état des finances avait amené le Roi à supprimer la subvention annuelle de 96 000 livres qu'il versait depuis 1760.

Sous Louis XVI la manufacture retrouva un protecteur, mais l'état de pénurie du Trésor se fit bientôt sentir. Si la manufacture vendait, elle n'était pas régulièrement payée. Sa situation devint très embarrassée peu à peu et, en 1790, elle fut presque sur le point d'être vendue à un groupe de financiers, mais Louis XVI, sur l'avis qui lui en fut donné, la sauva en la prenant à son compte. Le 12 août 1792, la manufacture cessa de faire partie du domaine de la couronne.

La chute de la royauté porta un coup terrible à Sèvres. La manufacture, sans ressources, en arriva à ne plus payer ses ouvriers. Le régime des dénonciations qui se développe dans la manufacture, sous couleur de civisme, amène un désordre inouï. Les deux directeurs d'alors, Régnier et Hettlinger, auxquels on adjoint un commissionnaire de la Convention, ce qui ne simplifie pas leur tâche, sont l'objet de dénonciations. Ils sont arrêtés, puis relâchés.

On manque d'argent et la question se pose, encore une fois, de la suppression de la manufacture. Un rapport d'Hettlinger au citoyen Coqueau fait ressortir les inconvénients qu'amènerait sa suppression et, parmi ces inconvénients, il cite un motif

d'ordre politique. Les artistes, forcés par l'indigence, iraient dans les pays étrangers qui profiteraient de leur talent au préjudice de l'intérêt national. Plusieurs savent les secrets qu'ils y propageraient.

Au moment où cette grave question se pose, arrive un secours inespéré : l'impératrice Catherine envoie pour solde de son compte 90 000 livres. Malgré cela, on dut faire des distributions de secours provisoires, ce qui donne une triste idée de la situation.

L'arrivée au pouvoir du Directoire n'améliore pas les choses. L'argent manque toujours et en l'an VI et en l'an XIII, on arrive à licencier du personnel par raison



Fig. 4. — Porcelaine tendre de Sèvres. Décor or et couleurs. (Musée de Sèvres.)

d'économie. Le personnel n'est plus appointé; il est utilisé seulement aux travaux extraordinaires.

Le 4^{er} messidor an VIII (20 juin 1800), une nouvelle administration se trouve à la tête de l'établissement. Alexandre Brongniart, Ingénieur des Mines et professeur de minéralogie, est nommé administrateur.

Brongniart était un homme d'ordre et un travailleur opiniâtre; aussi, grâce à son énergie, la manufacture va-t-elle se relever. Le nouvel administrateur fait une liquidation et licencie 145 ouvriers. La vente faite par Brongniart, vente qui lui a été reprochée plus d'une fois, avait pour but de faire rentrer de l'argent dans les caisses pour liquider des dettes et aussi de se débarrasser de pièces d'un genre qui avait cessé de plaire.

Pendant quelques années, Brongniart aura encore à se débattre avec les difficultés

budgétaires accumulées à la fin du XVIII^e siècle, mais le passage à la liste civile, lors de l'avènement de l'Empire, donne à la manufacture une stabilité qu'elle ne connaissait plus depuis plusieurs années.

Pendant cette dernière période si agitée, les travaux se ressentent de la situation de la maison et, quand Brongniart peut enfin élaborer un plan de travail, il se trouve en présence de deux fabrications à poursuivre : celle de la porcelaine à fritte, pleine d'incertitudes techniques et celle de la porcelaine dure, déjà bien en route, mais qui va demander encore de longues années d'études.

Brongniart était un ingénieur, donc un esprit positif et, pour lui, la vraie porcelaine, la seule porcelaine était la porcelaine de Chine : il n'y a donc pas à être surpris qu'il n'ait vu dans la porcelaine tendre à fritte qu'un succédané imparfait de la porcelaine. En lisant ses écrits, on sent nettement sa manière de voir sur ce point ; il pense de même, du reste, au sujet de la porcelaine tendre anglaise.

Les difficultés de la fabrication qui, comme nous le verrons plus loin, amenaient un déchet considérable et le peu de succès que rencontrait cette porcelaine depuis l'établissement de la fabrication de la porcelaine dure, l'amènèrent à prendre la décision suivante.

1^{er} germinal, an IX.

L'Administration considérant :

1^o Que l'espèce de porcelaine, dite tendre, fabriquée à la Manufacture dans la naissance de cet établissement, ne possède point les mêmes avantages de la porcelaine de kaolin nommée *dure* et fabriquée actuellement généralement ;

2^o que les frais de la fabrication de cette première porcelaine sont beaucoup plus considérables que ceux de l'autre ;

3^o que le débit de cette porcelaine est beaucoup plus rare ;

4^o que les magasins et les ateliers sont encombrés de cette porcelaine cuite totalement, ou seulement en biscuit, ou prête à l'être, décide ce qui suit :

Article premier. — A dater du 1^{er} germinal, an IX, l'atelier de porcelaine tendre est supprimé provisoirement.

Art. 2. — Les ouvriers qui le composent passeront dans celui de porcelaine dure. On leur donnera de un à trois mois d'apprentissage, selon leur capacité, pour s'instruire dans la fabrication de la porcelaine dure.

Art. 3. — Le four de porcelaine tendre continuera d'aller jusqu'au moment où il aura cuit tout ce qui est fabriqué d'avance.

Ce document établit nettement que ce n'est pas un caprice de Brongniart, mais une nécessité qui l'amena à arrêter cette fabrication.

Cet arrêt de fabrication sera en vigueur pendant toute la durée de l'administration de Brongniart.

Tournay. — C'est en 1750 que les magistrats de Tournay reçurent la première requête relative à l'établissement d'une fabrique de produits céramiques. Cette demande, présentée par un sieur François Carpentier, dit M. Soil, qui a fait l'histoire de la porcelaine de Tournay, avait trait à la création d'une manufacture de faïences. Les Consaux, ainsi s'appelaient les magistrats de la ville, accueillirent favorablement la

demande d'autorisation de construire et la demande de subvention qui l'accompagnait. Ils accordèrent à Carpentier une pension annuelle de quatre cents florins à la condition d'employer quarante ouvriers au moins.

Presque tout de suite Carpentier, avec l'autorisation des Consaux, cède son privilège au sieur François Peterinck, marchand à Ath. Le 25 mai 1751, une nouvelle convention est signée avec ce dernier qui installe une fabrique de faïence et de porcelaine. Dès la fin de 1750, Peterinck était venu à Tournay et avait commencé la fabrication, puisqu'il avait produit son chef-d'œuvre dès le 23 février 1751, un lustre de porcelaine destiné au gouverneur des Pays-Bas.

Ce chef-d'œuvre lui avait été fort utile. Il lui avait permis de demander au Gouvernement certaines faveurs. Un octroi, en date du 3 avril 1751, lui avait accordé le droit exclusif de la fabrication de la porcelaine, dans les Pays-Bas, et l'exemption des droits d'entrée et de sortie sur les matières premières dont il avait besoin, et les marchandises qu'il expédiait. De plus Peterinck et ses ouvriers étaient exempts de garde et de guet. Je passe sous silence d'autres avantages moins importants.

La fabrique va en se développant et, le 7 août 1762, le prince Charles de Lorraine lui accorde le titre de Manufacture impériale et royale. Peterinck est autorisé également à choisir une marque distinctive qu'il apposera sur les pièces de porcelaine de sa manufacture. La contrefaçon était punie d'une amende de 1000 florins.

Malheureusement, pour une entreprise de cet ordre, il fallait une somme importante que le chef de l'entreprise n'était pas à même de fournir seul. Aussi va-t-il dès ses débuts demander à la Ville de lui apporter son secours financier. La manufacture était subventionnée déjà de 400 florins, mais cette somme était jugée insuffisante par son propriétaire. Les négociations furent laborieuses. On lui répondit une première fois que la subvention accordée devait lui suffire; néanmoins, en revenant à la charge, il arriva à recevoir une avance de 4 000 florins, prise sur dix années de sa pension. Une garantie du reste avait été donnée par lui en échange de cette avance, garantie par laquelle son père, alors maître charpentier à Lille, s'était reconnu redevable envers lui de 16 000 livres de France, payables à sa mort.

Cette avance de quatre mille florins fut vite dépensée; aussi, à peine un an plus tard, Peterinck demanda-t-il une nouvelle avance de 6 000 florins cette fois. Cette demande fut appuyée par le comte de Coblenz, ministre à la Cour de Bruxelles qui, en qualité de protecteur des arts, avait pris un vif intérêt à la manufacture de Tournay. Le magistrat de la ville, délégué par le Gouvernement pour le contrôle de la manufacture, accorda cette nouvelle somme mais en exigeant une nouvelle caution fournie par un autre négociant de Lille, le sieur Hogné fils.

Tout cela était insuffisant pour tirer Peterinck des difficultés dans lesquelles il se trouvait. Il reconnut qu'il fallait encore 13 000 florins pour arriver à payer un arriéré assez important et donner à la fabrication le développement nécessaire.

Le Gouvernement s'intéressa à la situation pénible de la manufacture et, après des pourparlers, il consentit, avec la caution de la ville de Tournay, à fournir 10 000 florins. La ville fournit les 3 000 florins restants. Il avait été stipulé de plus que 10 000 florins seraient remboursés en dix annuités de 1 000 florins.

Le 10 avril 1755, Peterinck est en possession de la somme demandée. Malheureusement cette aide ne lui suffit pas : à la date du premier remboursement, fixé en 1759,

il est incapable de tenir ses engagements. Il fait alors une demande de prorogation d'un an ; on la lui accorde, mais sans qu'il en puisse tirer parti pour se libérer, car en 1760, 1761, 1762, 1763 et 1764, il est obligé de renouveler sa demande que l'on accueille d'ailleurs avec bienveillance.

La patience finit par faire défaut au Gouvernement, qui refusa d'accorder un nouveau délai.

En même temps que Peterinck cherchait à reculer l'échéance des annuités promises, il s'efforçait d'arriver à se faire décharger de ses obligations. En juin 1762, il demandait aux magistrats de Tournay, les Consaux, de lui faire remise de 9 800 florins reçus à titre d'avance. La faveur dont il jouissait lui permit de réussir partiellement dans cette nouvelle combinaison. La Ville accepta d'éteindre sa dette en appliquant à son extinction la pension annuelle qu'elle lui faisait.

La situation de Peterinck devenait assez difficile. Ses embarras avaient amené l'entrée de personnes étrangères dans son entreprise. Des commissaires avaient d'abord examiné les affaires de la manufacture lors de la demande de prêt de 1754. A la suite de cette inspection, les magistrats avaient introduit un sieur Rivoire pour tenir les livres et la caisse. On lui adjoignit aussi deux commissaires surveillants. En 1756, Peterinck avait cherché des associés aussitôt après, et le 19 novembre, Guillaume Caters d'Hensrode et Jean-Baptiste van Schoor acceptaient d'entrer dans la combinaison qu'il leur proposait. Ces associés cédèrent une partie de leurs actions à de nouveaux associés et les difficultés commencèrent. La bonne volonté du sieur de Rasse, Commissaire du Gouvernement, permit de les aplanir et d'amener la conclusion d'un nouvel accord le 21 janvier 1762.

Malgré cette position fâcheuse, Peterinck songeait à développer son industrie et à améliorer son usine. Il ne s'agissait pas moins que de la construction d'une nouvelle usine, et c'était une affaire d'importance, puisqu'il s'agissait de fortes dépenses. Peterinck s'adressa de nouveau à la ville et, pour arriver à ses fins, fit ressortir les avantages qu'elle pouvait retirer de la manufacture nouvelle. Il demanda d'abord la jouissance d'un bâtiment déjà existant, puis une partie des matériaux nécessaires à la construction. Ces faveurs furent accordées et le 27 juin on posa la première pierre.

Dans ces conditions nouvelles, la fabrication prit un grand essor et, vers 1770, on se trouva obligé de procéder à de nouveaux agrandissements.

Peterinck ne se contenta pas de se consacrer à la direction de son usine : il s'occupa occasionnellement de travaux qui n'avaient aucun rapport avec la céramique et l'on est en droit de se demander si ces occupations à côté ne furent pas des facteurs importants dans le peu de succès de son entreprise.

La fortune ne sourit pas aux entreprises de Peterinck. En 1667, le voilà de nouveau sollicitant de nouveaux délais pour s'acquitter vis-à-vis du Gouvernement. Il doit encore 9 000 florins. Deux ans plus tard, sa dette n'est plus que de 7 000 florins ; il en demande la remise en invoquant les bénéfices que sa fabrique rapporte au Trésor royal et les services qu'il a rendus au Gouvernement dans ses travaux intracéramiques, tels que la démolition du palais des ducs de Brabant qu'on lui a demandé de bien vouloir diriger. Sa demande n'est pas inutile et le Gouvernement veut bien réduire à 3 000 florins la dette dont il est encore redevable.

Malheureusement, au moment où la fabrique paraît prospérer, des désaccords sur-

viennent entre les associés et Peterinck doit recourir aux bons offices de la ville de Tournay pour servir d'intermédiaire entre lui et ses associés qui demandent la dissolution de la société. Après bien des discussions, les prétentions des associés sont réduites; néanmoins, leur compte s'élève à une réclamation de 180 000 florins. Pour les payer, Peterinck se confia aux Consaux et leur demanda 20 000 florins. La ville sans hésiter, et après avoir stipulé les garanties, paya les dettes de la manufacture pour la sauver.

Voici une nouvelle association qui se fonde sur les débris de l'ancienne. La surveillance de la fabrication fut assurée par deux des nouveaux associés, dont l'un tenait les livres et l'autre surveillait la comptabilité et la fabrication. Cette combinaison assura une prospérité temporaire à l'établissement, mais, malgré son contrat qui le lui interdisait, Peterinck continua à s'occuper de travaux en dehors de sa manufacture.

La manufacture de Tournay connut à ce moment la prospérité; ses produits étaient recherchés et leur usage répandu. Malheureusement, les temps changèrent bientôt et, avec les guerres de la Révolution, elle eut à souffrir du marasme dans lequel se trouvait l'industrie et de la campagne faite par les armées françaises dans les Pays-Bas. Peterinck avait déjà introduit son fils dans l'usine pour le seconder, mais à sa mort, le 25 novembre 1799, ce fils abandonna l'usine avec l'intention d'en créer une autre.

La manufacture de Tournay devint alors la propriété de M. de Bettignies, qui avait épousé une demoiselle Peterinck. En 1802, la fille de M. de Bettignies prend la suite de l'affaire, après le décès de ses parents, mais la fabrication s'alanguit, la vente décroît rapidement et il faut le concours de M. de Bettignies, oncle de la propriétaire de la manufacture, pour la sauver de la ruine. Sa direction dura jusqu'en 1830, époque à laquelle MM. Boch Frères et C^{ie} firent l'acquisition de cette fabrique. Sa production cessa quelques années plus tard.

La manufacture de Tournay a produit tous les genres d'objets susceptibles d'être confectionnés en porcelaine :

1^o Des objets d'art en biscuit, en porcelaine blanche ou décorée, des plaques à sujet en relief, des statuettes, des bustes, etc.

2^o Des objets de petit mobilier : lustres, têtes de pipe, portraits, plaques décorées, etc.

3^o De la vaisselle et de la platerie.

Les premières formes se ressentent de l'influence allemande que le style français vient dominer assez vite.

Les sujets gracieux et les rocailles du règne de Louis XV, les formes plus correctes du règne de Louis XVI, les attitudes froides du commencement de la République et les formes guindées de l'Empire se succèdent à intervalles réguliers.

Dans la première période, on fabriqua, en plus du fameux lustre en porcelaine offert au gouverneur des Pays-Bas, des statues et des groupes importants. Les produits peints sont empreints du goût saxon. On y trouve des décors avec oiseaux avec fleurs polychromes.

La marque de cette époque (1750-1756) est une tour en couleurs. La deuxième période commence en 1756 avec la première association contractée par Peterinck avec

Caters et van Schoor. A ce moment, le nombre des ouvriers va croissant jusqu'à 100 et la fabrication de la porcelaine tendre est florissante.

Dans cette période nous rencontrons le décor avec fleurs genre Strasbourg, le décor en camaïeu rose, le décor chinois et le décor oiseaux. On fait alors quelques tentatives de décor bleu de roi. Toutes les pièces ne sont pas marquées, mais quelques-unes portent une tour d'or ou encore une initiale et une date en noir.

La troisième période commence en 1762 avec la construction de la nouvelle fabrique. C'est la période la plus artistique grâce à l'aide de Duvivier, à ce moment premier peintre.

La manufacture occupe en ce moment plus de 200 personnes (il est vrai qu'on y faisait aussi de la faïence).

Le dessin est vraiment artistique, les formes sont élégantes. On sent un peu l'influence anglaise. Du côté de la fabrication, il y a lieu d'être satisfait : la pâte a le ton crémeux cherché et l'émail est brillant.

Le décor se développe. En plus des types précédemment cités nous trouvons le décor oriental, le décor d'animaux, le camaïeu vert, le décor aux amours, le décor avec paysage, le décor bleu de roi.

Dans la quatrième période (1781) il n'y a aucun progrès marquant à signaler.

On continua la plupart des décors utilisés pendant la période précédente, mais avec une production restreinte et qui finit par s'amoindrir considérablement.

Orléans. — En 1733, le Roi autorisait la fondation d'une Manufacture de faïence à Orléans en faveur du sieur Dessaut de Romilly. Cette fabrique fut rachetée vers 1750 par le sieur Gérault. On y fit de la porcelaine tendre un peu plus tard, car nous trouvons qu'en 1767 l'établissement est qualifié de Manufacture royale de Porcelaine.

Cette manufacture eut des fortunes diverses et, après être passée dans plusieurs mains, Piédor, Dubois, Benoist le Brun, elle cessa de fabriquer en 1812.

On a fabriqué à Orléans de la porcelaine dure en même temps que de la porcelaine tendre et il est difficile de préciser plus amplement combien de temps on y fabriqua de la porcelaine tendre.

La porcelaine tendre d'Orléans est le plus souvent décorée en bleu, en camaïeu ou à la brindille à l'épi. Les pièces polychromes sont rares.

Crépy-en-Valois. — Un ancien ouvrier de Mennecey-Villeroy, L.F. Gaignepain, et un marchand mercier de Paris, P. Bourgeois, s'associèrent en 1763 pour fonder, à Crépy-en-Valois, une manufacture de porcelaine tendre. L'entreprise ne fut pas heureuse et, en 1795, à la mort de Gaignepain, la manufacture paraît avoir cessé de fabriquer.

Les registres du dépôt de la fabrique à Paris font voir que l'on y produisit des pièces nombreuses et variées. Il en est pourtant peu dans les collections ; aussi MM. de Chavagnac et de Grollier se demandent-ils, dans leur ouvrage sur les fabriques de porcelaine, si Gaignepain n'évitait pas de marquer celles de ses pièces qui étaient analogues à celle de Mennecey, afin de les vendre plus facilement.

Étiolles. — Dans la manufacture de Monier et Pellevé on a fabriqué d'abord de la porcelaine tendre, soit vers 1766.

La porcelaine tendre d'Étiolles est fort ordinaire et ressemble à celle de Saint-Cloud. On fit également de la porcelaine dure, peu remarquable. La date à laquelle cette fabrique cessa de produire ne nous est pas connue avec certitude.

La Forest. — En Savoie, à La Forest, il y avait une faïencerie où l'on tenta de faire de la porcelaine tendre vers 1768. Cette faïencerie avait été fondée par un bourgeois de Chambéry, Noël Bouchard, mort en 1730, par conséquent antérieurement aux essais de fabrication de porcelaine tendre.

On ne connaît que fort peu de pièces venant de cette fabrique.

Arras. — Joseph-François Bousсенard vint en 1770 à Arras dans le but d'établir une manufacture de porcelaine tendre. Il fut obligé de recourir aux États d'Artois pour subvenir aux frais de son entreprise et, dès le début, les affaires furent difficiles. Des associés vinrent aider Bousсенard, puis les États accordèrent un prêt de 10 000 livres pour sauver la manufacture chancelante. Mais comme il fallait une caution, Bousсенard se retira et les demoiselles Delemer, ses associées, s'engagèrent dans l'entreprise nouvelle. Elles louèrent le refuge d'Etrun à l'abbesse d'Etrun-les-Arras et installèrent leur fabrique dans une partie du couvent.

Les organisations provinciales d'alors paralysèrent les efforts de la manufacture : le droit qui frappait les poteries sortant de l'Artois était en effet une grosse gêne pour les exploitantes. Ces derniers firent maintes demandes pour être exonérées des droits qui pesaient sur leur manufacture. D'autre part, les réclamations de la batellerie amenèrent les demoiselles Delemer à faire démolir un des deux moulins qui servaient à la fabrication de leur pâte. On leur laissa comme indemnité les 10 000 livres prêtées. En 1784 les droits tombent de 12 livres à 8 livres par quintal.

La manufacture était concurrencée par Tournay et malgré ses efforts elle fut liquidée en 1790.

La pâte d'Arras ressemble à celle de Tournay. On y fabriqua surtout du service de table ; du moins on ne connaît pas de pièces artistiques provenant d'Arras. Le décor bleu dominait, quoiqu'on fit aussi du décor polychrome.

Saint-Amand-les-Eaux. — Le sieur Fauquez, qui fabriquait de la faïence à Saint-Amand, demanda, en 1771, un privilège pour la fabrication de la porcelaine tendre. Ce privilège lui fut refusé sous prétexte que Saint-Amand étant une ville ouverte, il pourrait introduire en fraude des porcelaines étrangères. Il passa outre et jusqu'en 1778 il fit de la porcelaine. La concurrence de Tournay l'obligea à cesser sa fabrication en 1778.

En 1800, Maximilien de Bettignies reprit la manufacture de Fauquez, puis en 1815 son frère lui succéda en même temps qu'il prenait la direction de la manufacture de Tournay.

La porcelaine tendre fut fabriquée à Saint-Amand-les-Eaux, avec un succès décroissant, jusque vers 1876 (?) époque des dernières fournées.

Bourg-la-Reine. — La fabrique de Bourg-la-Reine est la continuation de celles de Mennecey et de Sceaux dont nous avons parlé précédemment. Jacques et Jullien s'y installèrent en 1773. La manufacture de Bourg-la-Reine vécut péniblement jusqu'en 1804, où elle déposa son bilan.

Suisse (Nyon et Zurich). — Le musée de la Manufacture de Sèvres possède quelques pièces que l'on estime être en porcelaine tendre, en se basant sur ce seul fait que la glaçure de ces pièces est plombreuse. Nous n'avons aucune analyse permettant de mieux confirmer notre manière de voir à ce sujet.

Les pièces d'origine suisse que j'ai pu examiner proviennent de Nyon et de Zurich.

D'après M. de Molin (1), qui a fait une étude spéciale de l'histoire de la porcelaine de Nyon, le 12 mars 1781, un nommé Dorti ou Dortu aurait adressé une demande au Conseil de Nyon pour obtenir l'autorisation d'établir une manufacture de porcelaine dans cette ville. L'autorisation fut accordée et Dortu, qui s'était dans son entreprise associé son beau-père Müller, commença à fabriquer. Sa direction ne fut pas heureuse. En 1786 les deux associés étaient séparés et Müller, dont la conduite semble avoir toujours été plus que douteuse, tenta de fonder une fabrique à Genève. Privé de son associé, Dortu dut chercher des capitalistes pour l'aider dans son entreprise, et une société fut reconstituée le 1^{er} juin 1787. La situation était déjà mauvaise pécuniairement et, malgré l'apport de capitaux des nouveaux associés, la manufacture était obligée de faire face à trop d'obligations. L'entreprise en somme eut une vie très accidentée et, après bien des luttes, Dortu quitta Nyon pour Carouge, où il dirigea la faïencerie Baylon.

La manufacture fut alors vendue et transformée en société en commandite.

On a fabriqué de la porcelaine tendre à Nyon au début, d'après M. de Molin. Il semble assez difficile de comprendre comment cette fabrication a pu être installée à Nyon, car les deux praticiens dont nous avons parlé, Müller et Dortu, paraissent avoir fait leur éducation dans les fabriques allemandes. Le premier était originaire de Frankenthal et l'on suppose qu'il fit son apprentissage à Strasbourg; en réalité, on manque de documents précis sur son compte, mais son origine germanique permet de douter qu'il fut sûrement au courant de la fabrication de la porcelaine à fritte. Dortu, de son côté, avait fait son apprentissage à Berlin dans la technique du décor de la porcelaine; de là, il alla en Suède, à Marieberg, où l'influence française était prédominante; est-ce là qu'il aurait pu acquérir les connaissances nécessaires à la fabrication de la porcelaine tendre? Le problème est difficile à résoudre car, la personne qui fut à Marieberg, est désignée par Jaennicke, dans son livre sur la céramique, sous le nom non de Dortu mais de Dortie. Il est possible qu'il se soit glissé ici une faute d'orthographe d'autant plus facile à expliquer que *y* a le son de *u* en suédois. Dortu peut très bien avoir été écrit Dorty en Suède pour être d'accord avec la prononciation.

Nous ne sommes pas beaucoup mieux renseignés sur ce qui s'est passé à Zurich. D'après M. Girod (2) un nommé Salomon Gessner, à la fois peintre et poète, aidé de quelques notables zuricois, réunit les capitaux nécessaires à l'installation d'un établissement destiné à la fabrication de la porcelaine et de la faïence. Cette fabrique fut installée sur les bords du lac de Zurich, à Schoren, village de la commune de Kirchberg.

Cette fabrique fonctionna jusqu'en 1793. Son principal directeur fut Adam Spengler, céramiste de Hoechst, qui possédait alors une fabrique renommée. L'entreprise, comme les autres similaires, ne fut pas heureuse et elle passa ensuite entre les mains de Mathieu Nehracher, gendre de Spengler, qui mourut en 1803.

(1) DE MOLIN, *Histoire de la porcelaine de Nyon*, Lausanne, 1904.

(2) Catalogue de l'Art ancien à l'Exposition nationale de 1896. Voir aussi ANGST : *Zürcher Porzellan* 1905.

A ses débuts cette fabrique s'occupa de porcelaine tendre avec fort peu de succès, croyons-nous, car, en 1803, époque où elle cessa de fabriquer de la porcelaine, elle ne produisait plus de porcelaine tendre mais de la porcelaine dure.

Royaume-Uni (Chelsea et Bow). — D'après Brongniart (1) et William Burton (2) à Bow et à Chelsea, vers 1745, on faisait une porcelaine tendre du même type que la porcelaine à fritte française. La fritte était remplacée par du flint-glass. Cette fabrication fut de courte durée, comme tout porte à le croire car, dès 1749, un nommé Thomas Frye, de Bow, prenait un brevet relatif à l'introduction des os calcinés dans les pâtes à

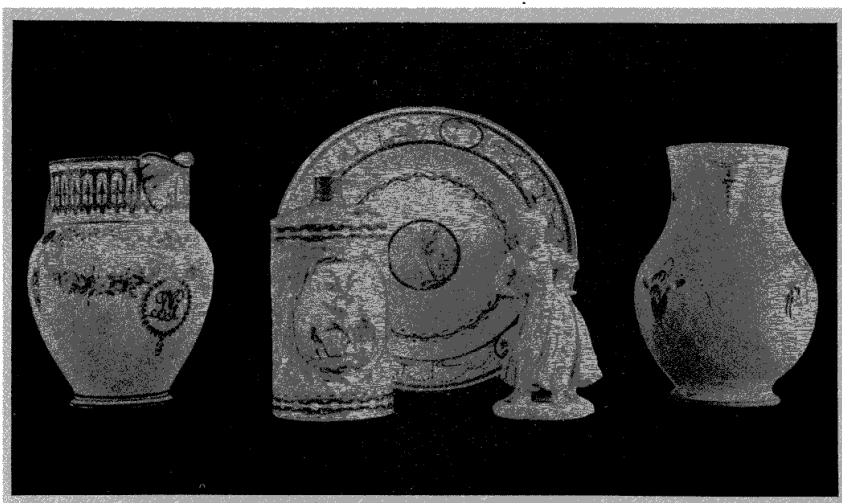


Fig. 5. — Porcelaine tendre d'Alcora (Espagne). (Musée de Sèvres.)

porcelaine. Quand un droit fut imposé aux débris de verre, leur emploi fut abandonné et cette mesure fiscale contribua très utilement au développement de la porcelaine phosphatique, d'après le dernier de ces auteurs.

Il est très difficile de savoir précisément comment se fit la transformation de la porcelaine tendre à fritte en porcelaine phosphatique. Fut-elle progressive ou radicale? Les auteurs sont peu précis sur ce point. Il paraît très probable que le type de porcelaine actuellement fabriqué dans le Royaume-Uni ne fut établi par Ch. Spode, à Stoke on Trent, qu'en 1800.

La manufacture de Chelsea aurait été fondée vers ou après 1740. D'après A. Church (3) les pièces les plus anciennes que l'on en connaisse datent de 1745. En 1770 elle fut achetée par Duesbury qui dirigeait celle de Derby. D'après le même auteur, des os calcinés furent ajoutés progressivement à la composition de sorte que 90 p. 100 des pièces de Chelsea doivent contenir du phosphate de calcium.

La manufacture de Bow fabriquait de la porcelaine tendre à fritte dès 1744.

(1) BRONGNIART, *Traité des arts céramiques*, II, 4854, 445.

(2) *Porcelain, a Sketch of its Nature, Art and Manufacture*, 228.

(3) A. H. CHURCH, *English Porcelain of the eighteenth Century*, 19.

Espagne (Buen Retiro). — Brongniart (1), auquel il faut toujours recourir quand on a besoin de renseignements, cite dans son ouvrage la fabrique du Buen Retiro

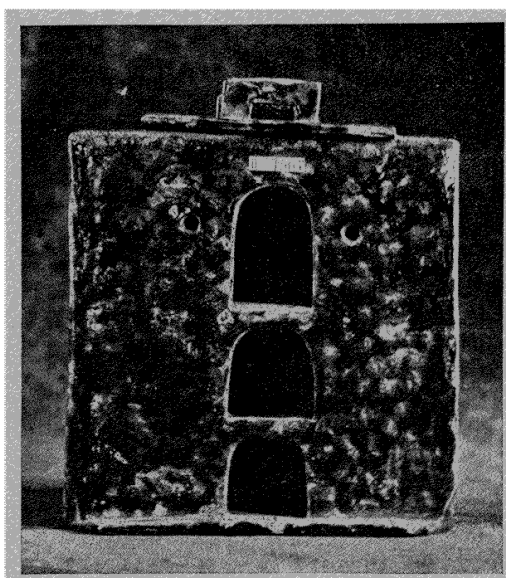


Fig. 6. — Modèle de four pour la Porcelaine naturelle fait par Italy, pour Mr le Comte d'Alcorta se 29^e juin 1756. (Cette désignation ainsi orthographiée figure sur la face postérieure du modèle qui appartient au Musée de Sèvres.)

nom il désigne une argile renfermant des débris de micas magnésiens ou de la stéatite (2).

La fabrique d'Alcorta, dont nous reproduisons ici une série de pièces (fig. 5), a produit aussi des pièces intéressantes. Le seul document qui puisse nous donner une idée approximative de l'époque à laquelle elle était en activité nous est donné par une pièce en faïence du Musée de Sèvres en forme de four. La figure 6 ci-contre la représente.

Italie (Capo di Monte, Doccia). — On confond souvent la porcelaine tendre à fritte avec les porcelaines à pâte magnésienne, fabriquées autrefois en Italie.

La plus ancienne fabrique de porcelaine de ce type est celle de Capo di Monte, près de Naples. Cette manufacture fut fondée par Charles III. Elle n'eut que peu de durée et cessa de vivre en 1821 après avoir traversé des périodes difficiles, principalement pendant les années qui suivirent 1799, années qui furent troublées par une série de révolutions. Dès 1753, le marquis Charles Ginori avait entrepris à Doccia diverses

près Madrid comme s'étant occupée de la confection de la porcelaine tendre. Suivant l'auteur, cette fabrique fut détruite lors de la guerre d'Espagne, en 1812. Brongniart n'a pu se procurer aucun document sur la manière dont la fabrication se poursuivait.

Plus récemment D. Manuel Perez-Villamil a publié une histoire de cette manufacture malheureusement très peu documentée au point de vue technique. Les reproductions qu'il donne dans son ouvrage montrent que les pièces fabriquées furent extrêmement variées. Les plus intéressantes sont demeurées en Espagne.

D'après cet auteur, la composition ne comporterait pas de fritte mais du quartz, un feldspath décomposé et une argile magnésienne. Il est difficile, faute d'explications, de savoir si sous ce

(1) BRONGNIART, *Traité des arts céramiques*, II.

(2) *Artes y Industrias del Buen Retiro*, D. MANUEL PEREZ-VILLAMIL, Madrid, 1904 chez les Sucesores de Rivadeneyra.

expériences, à l'effet d'obtenir des vases de porcelaine à l'imitation de ceux de la Chine et du Japon. La porcelaine fabriquée à Doccia, quoique dite tendre, ne rentre pas dans le cadre de notre étude, car c'est encore une porcelaine magnésienne. Citons encore que, vers la fin du XVIII^e siècle, le docteur Gianetti établit une manufacture de porcelaine à Vineuf (Vinofo) près Turin. La pâte était magnésienne comme celle des porcelaines précédentes.

En réalité ces porcelaines, dont l'élément fusible est fourni par une roche magné-



Fig. 7. — Porcelaine tendre de Venise. Figurine, plat, tasse et soucoupe, buste avec décor polychrome. Groupe en porcelaine blanche émaillée. (Musée de Sèvres.)

sienne, ne doivent être considérées que comme des porcelaines tendres naturelles, de même la porcelaine tendre phosphatique anglaise.

Il y a eu aussi à Venise une fabrique de porcelaine classée sans documents techniques probants parmi les porcelaines tendres artificielles (fig. 7). Nous n'avons trouvé aucun renseignement précis sur l'époque de sa fondation (probablement première moitié du XVIII^e siècle).

Pays-Bas (La Haye). — On trouve dans certaines collections des pièces de porcelaine tendre marquées d'une cigogne; cet animal figure dans les armes de La Haye. Y a-t-il eu une fabrique de porcelaine tendre dans cette ville?

D'après Henry Havard(1), le 14 avril 1614, les États généraux accueillirent la demande d'un certain Claes Jansz Wytman qui affirmait avoir inventé et pouvoir fabriquer

(1) *La céramique hollandaise*, 1, 2^e édition, 1909, 229.

« toutes sortes de porcelaines décorées, conformes, ou à peu près, aux porcelaines qui viennent des lointains pays ». Cet habile homme était un peintre sur verre, né à Rotterdam, dont le vitrail de la femme adultère à la Groote Kerk, de Gouda, révèle un certain talent. Qu'advint-il de sa proposition ? Aucun document n'est parvenu jusqu'à nous pour nous renseigner sur ce point. Une tentative analogue fut faite à Utrecht vingt-cinq ans plus tard ; ceci nous permet de conclure que, s'il y avait eu un commencement d'exécution du premier projet, le succès n'avait pas couronné l'entreprise.

Étant donné que le kaolin n'était pas connu à cette époque, en Europe, l'auteur auquel nous empruntons ces documents est en droit d'admettre qu'il s'agissait ici de porcelaine tendre.

Une nouvelle tentative de fabrication de porcelaine tendre eut lieu vers 1698. Un nommé François Morin, transfuge de Saint-Cloud, indiqua à deux Français, Pierre Béguin ou Begyn et Barthélemy Brandon, successeurs de Willem van der Lyt et Jérémias Godlingh, faïenciers à La Haye, le moyen de fabriquer de la porcelaine tendre. Il est à penser que Mori ne réussit pas, puisque aucune trace de son invention n'est parvenue jusqu'à nous.

Presque un siècle plus tard, un Allemand nommé Lyncker, venu à la kermesse de La Haye avec des porcelaines de Saxe et de France, fut si satisfait de son voyage qu'il décida de s'établir dans cette ville. Il réussit à créer une fabrique de porcelaine dure qui n'eut qu'une existence éphémère. Vers 1788, l'entreprise était déclarée en faillite.

Ces documents (1) ne permettent pas de conclure à la possibilité de la fabrication de la porcelaine tendre en Hollande, et pourtant, dans les musées, celui de Sèvres en particulier, on trouve des pièces dites en porcelaine tendre de La Haye.

Leur origine a été déterminée sur le seul vu de la marque, la cigogne, et leur qualité de tendre a été déduite de ce que leur couverte était plumbeuse.

Ne possédant aucune analyse ni aucun document technique ayant trait à ces porcelaines, on est en droit d'avoir des doutes à ce sujet.

La seule explication plausible serait que, la fabrique de La Haye ayant décoré beaucoup de porcelaines étrangères, les pièces en question proviendraient d'autres fabriques, de Tournay, par exemple.

II. — Fabrication.

Nos connaissances en ce qui concerne la technique de la fabrication de la porcelaine tendre à fritte sont malheureusement très incomplètes.

Les procédés employés à Rouen par Poterat nous sont inconnus et, en ce qui concerne la fabrique de Saint-Cloud et ses filiales, nous ne sommes pas beaucoup plus avancés. D'après une communication faite à l'Académie (2) la fritte aurait été composée avec de la terre de Garches, du sable siliceux et de la potasse. Ces données sont évidemment incomplètes car, dans ces matières, il y a à peine les éléments de la fritte.

(1) *De Haagsche Porceleinfabriek*, 186. Article paru dans les *Mededeelingen van de Vereeniging beoeffening der Geschiedenis van S'Gravenhage*.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1756, 92.

Les quelques renseignements que nous avons sur la fabrication des manufactures de Mennecey-Villeroy (1) et de la Forest (2) ne sont pas plus exacts. Les compositions de pâte parvenues jusqu'à nous sont incomplètes; ceux qui nous les ont transmises ayant mal compris ce qui leur avait été confié ou ayant été renseignés d'une manière inexacte. Nous devons reconnaître leur bonne volonté et excuser leur manque de connaissance du métier qui ne leur a pas permis de reconnaître l'insuffisance de leurs formules.

Les seuls documents précis que nous ayons sur la fabrication de la porcelaine tendre sont ceux que possède la Manufacture de Sèvres sur sa propre fabrication, ainsi que les documents recueillis tant par Brongniart que par Regnault sur les porcelaines de Tournay et de Saint-Amand.

Nous reproduirons en détail ce que nous savons sur la manière dont la fabrication était conduite dans ces trois manufactures. Nous pensons que l'on pourra ainsi se faire une idée, aussi exacte que les circonstances le permettent, de ce qu'était la fabrication de la porcelaine tendre au XVIII^e siècle.

Sèvres. — La bibliothèque de la manufacture de Sèvres possède heureusement dans ses archives des documents aussi bien rédigés (pour quelques-uns) qu'il était possible de le faire; malheureusement leur lecture et leur interprétation ne sont pas sans présenter des difficultés par suite de la phraséologie bizarre de l'époque pour désigner certains produits (3).

(1) Dans les mémoires de l'Académie des Sciences, 1763, on mentionne qu'un inconnu aurait envoyé différentes compositions de porcelaines en assurant qu'il était sûr de la réalité de ces compositions. Ce qu'il indique comme servant de base à la composition de la pâte de Mennecey-Villeroy est incorrect.

(2) La communication du comte de Loche insérée dans les Mémoires de l'Académie de Savoie, 1880, 397, quoiqu'un peu plus détaillée, est également incomplète au point de vue technique.

(3) Les archives de la Manufacture possèdent :

1^o Le livret d'épreuves de Gérin pour les pâtes et couvertes de porcelaine tendre.

Ce cahier renferme une série de compositions essayées de 1738 à 1750. Malheureusement, ces recettes ne sont accompagnées d'aucunes observations, elles ne forment qu'un simple recueil qui permet de se rendre compte des nombreuses tentatives faites pendant cette période.

2^o Le cahier de Gérin (1750) ne contient que quelques notes relatives à des sujets très divers de la fabrication et quelques recettes de pâtes et couvertes.

3^o Le manuscrit de Gravant (*Libre qui concerne le Seugray de la Porcelaine, couverte, blanc de failliance, couleurs et dorure*).

Ce cahier, qui date de 1753, renferme en effet quelques pages de la façon de composer pâte, couverte et dorure. Les parties les plus intéressantes de ce manuscrit se trouvent reproduites dans le manuscrit de Hellot, cité plus loin.

4^o Les cahiers de Caillat (préparateur de couleurs) renferment les *Segrez pour les couleurs de la porcelaine et l'émaille qui fonde toute et gallement du premier feu* (1751).

Ces documents contiennent le détail de presque toutes les couleurs employées à peindre la porcelaine de Vincennes.

5^o Le registre contenant les procédés pour la fabrication de la porcelaine tendre et de ses couleurs, et le livret contenant divers procédés pour les couleurs de porcelaine et une formule pour la porcelaine à fritte ou tendre par L. P. Massue (1751).

6^o Le cahier des épreuves faites par ordre de Hellot par Bailly (1754) ne renferme que quelques pages.

7^o Les manuscrits de Hellot qui sont de beaucoup les plus importants.

Dans un manuscrit de 159 pages (*Recueil de tous les procédés de la porcelaine, de la manufacture de Vincennes royale, décrits pour le roi, sa Majesté s'en étant réservé le secret par arrêt du 19 août*

De tous les documents que nous avons à Sèvres, le plus important est sans contredit le manuscrit de Hellot qui résume et ordonne ce qu'ont fait ses prédécesseurs, et met le lecteur au courant de la manière dont est conduite la fabrication à l'époque de la rédaction.

Hellot dit, dans son manuscrit, que la porcelaine de Saint-Cloud n'était qu'une composition (par conséquent il donne à penser que la porcelaine de Saint-Cloud n'a pas les qualités de la porcelaine orientale, au moins pour certains points); mais il fait remarquer que la fabrique de Châteauneuf a été la source à laquelle les fabricants ont eu recours tant à Chantilly qu'à Vincennes. Pour Hellot pourtant la porcelaine de Vincennes a presque le grain de la porcelaine du Japon, quoiqu'un peu moins fin, ajoute-t-il. Si cette affirmation est un peu risquée, ce qu'il écrit un peu plus loin devient une énormité: « La porcelaine de Saxe n'est pas une porcelaine; si ce n'est à l'intérieur. Lorsqu'on la casse on reconnaît aisément que ce n'est qu'un émail blanc plus dur que l'émail ordinaire des peintres. »

À l'époque où Hellot fut nommé (juin 1751) il ne semble pas pourtant que l'on ait eu le droit d'être si difficile vis-à-vis des autres, car la porcelaine de Vincennes poussait au sel.

Pâte. — La pâte employée pour la fabrication de la porcelaine tendre à Vincennes était composée, sur les indications d'un sieur Gravant, de la manière suivante :

	livres.
Cristal minéral (azotate de potassium fondu)	440
Sel gris de Gabelle	146
Alun de roche	74
Soude d'Alicante	74
Gypse de Montmartre	74
	808

A cela on ajoutait une fois et demie son poids de sable de Fontainebleau. 1 212

Le tout était mélangé et passé sous le four.

On déposait le mélange que l'on voulait chauffer sous le four sur un lit de sable battu ayant une épaisseur de quatre pouces en moyenne (10 cm). La charge était de 500 kg environ par fournée. On avait ainsi une masse saline plus ou moins bien vitrifiée, mais non affinée, qu'on désignait sous le nom de *fritte*. Cette fritte n'était pas complètement silicatée; aussi contenait-elle des sels solubles en quantité appréciable. On la lavait après sa sortie du four, d'abord à l'eau bouillante et ensuite à l'eau froide.

Cette fritte constituait l'élément fusible de la pâte. C'était, en somme, un verre incomplet.

Pour avoir la pâte on lui ajoutait du *corps*, c'est-à-dire un mélange de :

Blanc d'Espagne	20
Marne d'Argenteuil	40

1753) ce savant a mis en ordre tout ce qui a été fait par ses prédécesseurs. Son travail donne un état exact de ce qu'étaient les procédés de la manufacture de Vincennes le 19 août 1753.

8° Le cahier de Dufour et Desprez (chefs des fours).

9° Le cahier de Chanou et Lecomte (chefs des fours).

10° Le procès-verbal relatant la description des procédés pour les pâtes et couvertes de la porcelaine tendre (1781).

On prenait ensuite :

Fritte	90
Corps de pâte	30

Ce mélange se faisait après le broyage de la fritte au moulin, broyage qui suivait son lavage.

On mêlait le tout au moulin et tamisait à l'état humide.

Cette marne d'Argenteuil formait une grosse masse très compacte, aussi était-il nécessaire de la délayer d'abord dans l'eau, puis on la tamisait et laissait déposer. On enlevait l'eau surnageante et séchait la marne.

Cette formule de pâte (1748) subit des modifications dans le cours de la fabrication. Ainsi en 1752 on prend :

Fritte	75
Marne d'Argenteuil	12,5
Blanc d'Espagne	12,5

Les cahiers de Dufour et Desprez (chefs adjoints des fours) indiquent que, dans la période de 1784 à 1790, on avait apporté des modifications à la composition de la pâte. Suivant les renseignements qu'ils donnent on la formait avec :

Fritte . . .	Sable de Fontainebleau	606
	Cristal minéral	200
	Sel marin	73
	Soude d'Alicante	37
	Alun	37
	Gypse calciné (1)	37

On mélangeait cette fritte avec les ingrédients ordinaires :

	I	II	III	IV
Fritte	75	75	75	75
Craie blanche	12,5	8,33	16,37	"
Marne d'Argenteuil	12,5	16,37	8,33	25

La pâte I fut employée en 1776 et la pâte IV en 1790. Nous voyons par cela que le blanc d'Espagne avait été supprimé dans la dernière composition. Quelles furent les raisons de ces changements dans les dosages ? Les cahiers auxquels j'ai puisé ces renseignements sont muets sur ce point.

La pâte demandait un broyage soigné ; à cette époque l'opération durait neuf jours. Ce broyage terminé, la pâte était décantée de la meule dans des futailles, où elle était abandonnée au repos. Une fois déposée, la pâte était débarrassée de l'eau surnageante par siphonnage et mise en couches sur des plans inclinés en forme de gouttière à fond plat. En séchant, elle prenait un retrait évalué à un septième, ce qui était considérable et rendait le façonnage difficile. Cette pâte en se raffermissant se fissurait du reste. Une fois raffermie, elle était emportée dans un local spécial où on l'abandonnait au

(1) Hellot avait reconnu dans la suite la nécessité de calciner au préalable le gypse ; il faisait aussi subir une calcination à l'alun.

pourrissage (opération qu'Hellot considéra comme inutile dans la suite) et au bout de huit à neuf mois on la livrait à la consommation. La pâte au moment où écrit Hellot n'était pas préparée par la Manufacture ; c'était le sieur Gravant qui la fabriquait et qui la livrait sèche à la Manufacture au prix de 20 sols la livre (1). Ce prix de revient de la pâte de porcelaine tendre était considérable et, quand on réfléchit aux difficultés de la fabrication que nous rencontrerons tout à l'heure, on n'a pas lieu de s'étonner du peu de succès des entreprises s'occupant de cette fabrication.

Façonnage. — La pâte arrivait à la Manufacture à l'état sec : il fallait commencer par la pétrir avec de l'eau, ce qui était relativement facile, la pâte ayant été blutée avant la livraison.

Pour mouler les pièces, le pétrissage avec l'eau seule suffisait ; pour le tournage, elle ne donnait pas satisfaction. On ajoutait à 1 kg de pâte environ 60 gr de « chimie » (en réalité pour 2 livres de pâte 2 onces de chimie). La composition désignée sous ce nom bizarre était obtenue avec un mélange de savon noir et de colle de parchemin.

Cette chimie se préparait en faisant bouillir des rognures de parchemin avec de l'eau et maintenant l'ébullition jusqu'à ce que quelques gouttes de colle projetées sur une assiette se figeassent en une gomme épaisse.

On tamisait alors la liqueur chaude et la laissait se figer. Pour l'usage on prenait une mesure de cette colle et quatre mesures de savon noir. Ce mélange, à son tour, était additionné d'un peu d'eau et mis à nouveau sur le feu. Après une ébullition elle était retamisée et abandonnée au refroidissement. C'était à l'état solide qu'on la mêlait avec la pâte, puis on humidifiait ensuite.

Nous avons dit que les pièces avaient l'inconvénient, dans la fabrication de Vincennes, de pousser au sel, c'est-à-dire à la formation de sels alcalins cristallisés sur les pièces. Hellot ayant remarqué que ce défaut qui ne se remarquait pas sur les pièces façonnées sans chimie, comme les pièces tournées, attribua avec raison à la chimie un rôle important dans la production de cet accident. Il fit procéder à un lavage soigné de la fritte et remplaça la composition précédente par un mucilage de gomme adragante d'abord seule, puis à la suite des plaintes des ouvriers qui trouvaient plus facile l'emploi de l'ancienne chimie, additionnée d'un sixième à un cinquième de savon noir.

Le moulage de la platerie se faisait dans des moules de plâtre en opérant à la croûte comme cela se fait de nos jours. Pour cela, l'ouvrier commençait par saupoudrer le moule de plâtre de poudre sèche et, après avoir étalé sa pâte en couche sur l'établi à l'aide d'un rouleau, il appliquait cette croûte et appuyait à la surface pour lui faire épouser tous les détails. Il saupoudrait à son tour la surface restée libre de poudre de pâte et plaçait l'autre partie du moule. Pour obtenir un bon moulage, il était nécessaire de placer le moule ainsi garni sous une presse. On démoulait ensuite et, à l'aide d'un couteau, on enlevait les bavures. Comme la dessiccation des bords pouvait amener des gerçures, l'ouvrier avait soin de mouiller les bords avec un pinceau et de poser autour des bords un cordon de pâte pour les contenir et prévenir la formation de gerces.

Les pièces tournées étaient ébauchées sans le secours de chimie ; il fallait seulement les ébaucher très épaisses. Une fois raffermies, on les maintenait dans des mandrins de

(1) Gravant avait un marché pour fournir la pâte et la glaçure à un prix fixé par traité.

terre et les tournassait. Les garnitures (anses, oreilles, etc.) se moulaient à part et étaient collées à l'aide de barbotine.

Encastage. — La porcelaine tendre, tout comme la porcelaine dure, demandait un supportage soigné. On avait recours à des supports de même pâte que les pièces, sous peine de rupture. Pour éviter l'adhérence, on garnissait l'extrémité des supports de sable cuit. Les gazettes étaient faites avec un mélange de :

Terre de Montlouis, côte de Ménémontant. . .	4
Terre jaune de la vallée de Fescamp, près	
Piepus	4
Marne des carrières de gypse de Bagnolet. . .	4

Les gazettes étaient mises en pile et lutées avec soin.

Les pièces demandaient des précautions spéciales pour éviter des affaissements à la cuisson. Il fallait en soutenir les parties saillantes avec des supports de même pâte, ajustés de manière à permettre au retrait de s'effectuer tout en soutenant la pièce. Les rondaux qui les soutenaient devaient aussi être faits de même pâte. La figure 8 donne une idée de ce mode d'encastage. Les supports sont marqués S et les rondaux R. Du sable pur, simplement pétri avec un peu d'eau, placé entre les supports et la pièce empêche leur adhérence mutuelle. On cuisait sur des renversoirs les pièces qui permettent ce mode de supportage comme les assiettes, les compotiers, les soucoupes, etc.

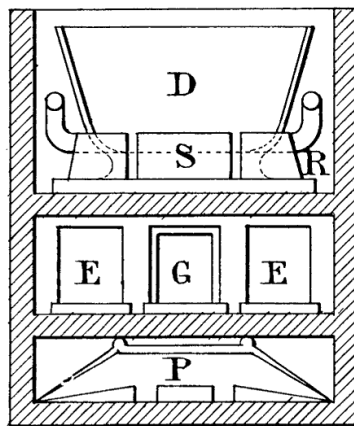


Fig. 8. — D, Seau à bouteilles en biscuit
— S, Supports sur rondau R en pâte de porcelaine; — E, G, Tasses en biscuit, cuites renversées ou à boucheton sur rondaux; — P, assiette en biscuit posée sur réservoir en terre cuite.

Cuisson. — La cuisson s'effectuait dans un four analogue au four dit four carré des faïenciers et qui a dû servir de type pour la construction du four de Sèvres, car il ne faut pas oublier que la porcelaine tendre avait été établie par des faïenciers.

Brongniart (4) le décrit comme un demi-cylindre couché à foyer latéral. En réalité il se compose de deux demi-cylindres superposés (fig. 9). La bouche du foyer fait alandier et il y a deux laboratoires L et L'. C'est dans le laboratoire L que se cuit le biscuit. L'enfournement se conduisait comme d'ordinaire; les gazettes se plaçaient en piles verticales.

Les pièces devaient être parfaitement sèches avant d'être mises au four, car la pâte était très avide d'humidité. Les pièces enfournées humides sortaient du four picotées et même bouillonnées. Par la cuisson, la pâte prenait un retrait d'un septième à partir de la dimension du moule.

(4) Brongniart, d'ordinaire si précis dans ses descriptions, a supprimé tout dessin relatif à ce four dans son *Traité des arts céramiques*. Le plan que nous reproduisons ici est emprunté à l'article qu'il a écrit pour le *Dictionnaire technologique* de Thomine, 1830, XVII, p. 46-337 et Atlas, p. 62.

La cuisson de cette porcelaine était très longue. Elle durait à Sèvres de 75 heures à 100 heures et consommait de 32 à 40 stères de bois. Pour reconnaître si la porcelaine était cuite, on avait recours à des pièces en forme de petites tasses, dites *montres*, qu'on tirait de temps en temps.

On laissait alors refroidir pendant le même temps avant d'abattre la porte du four une fois refroidi. Le biscuit qu'on retirait du four était d'abord débarrassé de ses supports, puis poli au grès. Les pièces défectueuses étaient brisées.

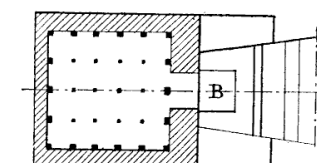
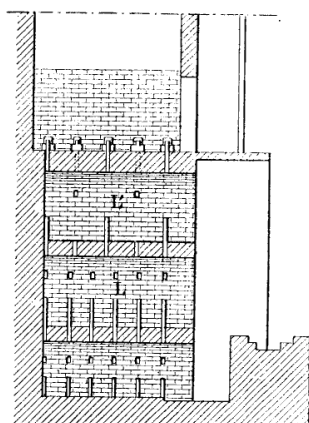


Fig. 9.—Four à deux laboratoires L et L' pour cuire la porcelaine tendre ; B, bouche inférieure formantalandier.

Les pièces de biscuit qui n'offraient que peu de gerces se réparaient avec un peu de pâte crue bien foulée, qu'on faisait sécher avant de les émailler. Le feu de cuisson de la glaçure suffisait pour donner la solidité nécessaire à cette petite addition de pâte.

Les pièces de biscuit qui avaient perdu la précision de leur forme n'étaient pas irrémédiablement perdues. Hellot nous apprend qu'on les repassait au four en les mettant sur un moule de terre cuite convexe formé sur le moule original de la pièce. La pièce se ramollissant à ce nouveau feu, obéissait à la pression du moule et reprenait sa forme.

Émaillage. — Gravant composait sa glaçure ainsi qu'il suit :

Litharge d'or	37 livres 1/2
Sable de Fontainebleau calciné.	28 — 2 onces
Pierre à fusil calcinée.	9 — 6 —
Potasse	12 — 1/2 —
Sel de soude.	10 —

Le tout était bien pilé et mis dans des creusets qu'on enterrait sous le four à porcelaine à moitié enfoncés dans du sable et couverts par des tuilets. On obtenait une masse vitrifiée bien fondue qu'il fallait éplucher et broyer finement.

Cette composition était employée en 1746. Le cahier d'Hellot indique qu'on devait mettre en œuvre, en 1748, une autre couverte, dont voici la composition :

Calcine	12 livres 1/2
Sable de Fontainebleau calciné	12 —
Sel gris	30 onces
Soude	8 —
Minium	8 —

On devait ajouter un poids égal de la glaçure précédente. Le tout mélangé avec soin devait être fondu dans un bassin de sable sous le four.

La calcine de cette glaçure était faite avec un alliage de :

Plomb	25
Étain	7,5

Je suis en droit de me demander si cette glaçure a jamais été employée. L'introduction de calcine était un non-sens, puisqu'elle apportait de l'opacité à la glaçure par suite de sa teneur en oxyde d'étain. Si je cite cette composition c'est pour montrer l'influence qu'avaient dans cette fabrication les usages des faïenciers. A Chantilly, du reste, on employa au début une glaçure stannifère, glaçure en opposition absolue avec le caractère de la porcelaine. Je ne connais pas de pièces de Sèvres qui permettent de croire à l'utilisation de cette bizarre composition.

Les glaçures de la porcelaine tendre de Sèvres subirent des modifications, mais elles sont moins bien indiquées dans les documents de l'époque que celles de la pâte. Je me contenterai donc de la formule donnée plus haut comme spécimen de la glaçure (1).

Cette glaçure était réduite en poudre impalpable après concassage. Elle avait une grande tendance à plomber, c'est-à-dire à se déposer au fond des vases en formant une masse compacte; on remédiait à ce défaut par addition de vinaigre blanc d'Orléans. La pose de la glaçure se faisait par immersion, pour les pièces courantes, faciles à émailler par ce procédé. Il n'en était pas de même pour les figures, les fleurs, qui pouvaient retenir une grande quantité de glaçure. Pour celles-ci, on employait le pinceau.

Les pièces émaillées étaient cuites en gazettes comme le biscuit, mais ces gazettes devaient être émaillées pour éviter la succion de la glaçure.

Pour la cuisson de la glaçure on ne mettait plus de supports.

Quand on faisait une fournée particulière de glaçure, la cuisson se faisait en 30 heures. On pouvait aussi cuire la glaçure en même temps que la pâte dans le laboratoire supérieur *V* du four.

Si, après la cuisson on trouvait une pièce présentant du biscuit à découvert, on posait une couche légère de glaçure et repassait au feu. Les pièces manquant de glacé étaient usées au grès pour les polir et traitées de même.

Décor. — La porcelaine tendre a été décorée au feu de moufle au moyen de couleurs vitrifiables tout particulièrement. Ces couleurs et les émaux s'incorporent aisément à sa glaçure et y prennent un éclat extraordinaire et un glacé que ne donne jamais la porcelaine dure.

On peut décorer la porcelaine tendre sous émail. Les fonds étaient ordinairement posés sur l'émail; le bleu de cobalt faisait exception et se posait sous glaçure.

La dorure s'obtenait avec de l'or moulu à la gomme sans addition de fondant, le ramollissement des pièces suffisant pour le fixer sur les pièces.

Il ne nous est pas possible de donner ici le détail de la préparation des couleurs et colorants employés dans la fabrication de l'ancienne porcelaine tendre de Vincennes et de Sèvres. Le manuscrit d'Hellot que nous avons suivi dans ses grandes lignes contient une quantité de recettes qui, isolément, n'ont que peu d'intérêt. Leur ensemble ne peut trouver place ici et, en me bornant à quelques-unes, je ne donnerai qu'une idée de la valeur du travail d'Hellot, car l'étrangeté de la rédaction comporte l'emploi de termes qui sont dénués de sens aujourd'hui ou d'indications qui font sourire.

(1) Le cahier de Hellot contient de nombreuses recettes données par Gravant et d'autres tant pour les pâtes que pour la glaçure.

Par exemple, le bleu turquoise, qui s'appela au début *bleu du roy*, se prépare de la manière suivante. « Pulvériser 3 parties d'aigue-marine en pain acheté chez le sieur Moniac, marchand, rue Quincampoix, vis-à-vis l'hôtel de Beauford, et une de couverte de Gravant. On ne les fond pas ensemble. Prenez ensuite 2 parties de cette poudre composée et une partie de minium, mêlez-les exactement, fondez-les dans un creuset à très grand feu, coulez dans un mortier de fer, puis pilez dans un mortier de porcelaine ». Il est évident qu'une semblable recette est insuffisante pour la reconstitution de la couleur en question car la nature de l'aigue-marine du sieur Moniac nous est totale-

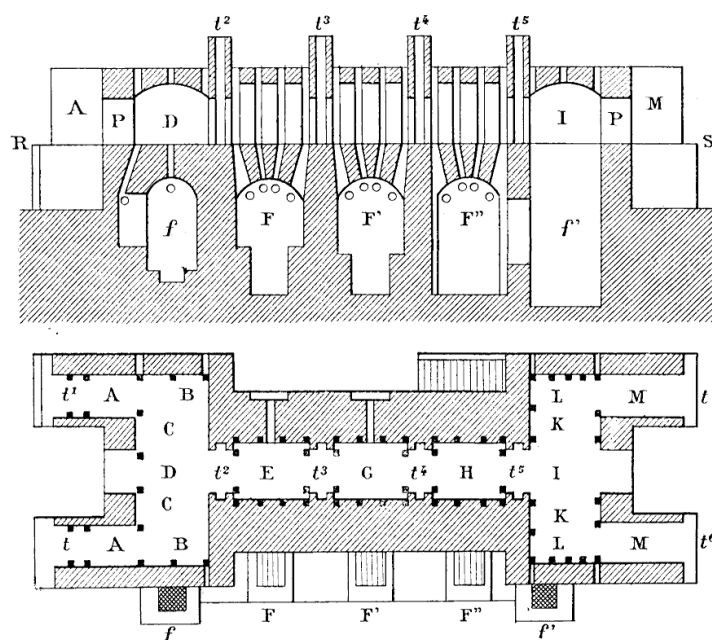


Fig. 10. — Moufle continue employée à Sèvres pour la cuisson de la porcelaine tendre.

ment inconnue. Il en est de même de la plupart de ces recettes qui sont surtout curieuses par la bizarrerie des moyens d'obtenir des composés très simples.

Les couleurs destinées à la porcelaine tendre doivent être moins fusibles que celles destinées à la porcelaine dure parce que la glaçure de porcelaine tendre se ramollissant déjà au rouge sombre, entraîne la fusion des couleurs posées à sa surface. On voit de suite qu'avec des couleurs trop fusibles il y aurait à craindre qu'elles ne viennent s'étaler en gâtant le travail du peintre.

Cuisson du décor. — A Vincennes et à Sèvres on cuisait le décor dans une moufle qui peut être considérée comme le prototype des moufles continues actuelles.

Cette moufle avait été construite à Vincennes par un nommé Gérin en 1751. Quand la manufacture fut transportée à Sèvres, cette moufle y fut transportée.

Cette moufle se compose d'un canal chauffé par dessous E, G, H (fig. 10), précédé de

deux conduits formant chambre d'échauffement A, B, C et D. A la suite de H se trouve une série de conduits similaires I, K, L et M. Les produits à cuire supportés par des pièces de fer pointues étaient placés dans des caisses de terre cuite d'environ 78 cm de long, 48 cm de large et 40 cm de haut. Les pièces étaient maintenues par les supports dont nous venons de parler au moyen d'une pointe s'engageant dans un trou spécialement fait dans la pièce. Ainsi les assiettes portaient un trou dans le pied. Grâce à ce dispositif, l'assiette cuisait de champ. La caisse une fois pleine était d'abord échauffée dans une étuve particulière, puis portée dans la chambre A, d'où elle gagnait successivement B, C, D, E, G, H, etc. jusqu'à la sortie de la moufle. La partie directement chauffée de la moufle formait un canal rectiligne; pour éviter des pertes de chaleur une trappe glissait dans les ouvertures t^2 , t^3 , t^4 et t^5 pour isoler les caisses de l'arrivée possible d'air froid. Ces trappes de terre cuite n'étaient levées qu'au moment où une caisse était sortie; à ce moment, la caisse suivante prenait la place devenue libre et de même pour la suivante.

Cet appareil, remarquable pour l'époque et dans lequel il faut reconnaître l'ancêtre des mouffles actuellement employées par les porcelainiers, avait malheureusement un débit trop grand pour la production de Sèvres, quand même on l'employait à cuire du décor sur porcelaine dure. On devait arrêter la cuisson la nuit, le dimanche, de sorte que cet appareil qui aurait dû, pour donner tout son rendement, marcher au moins quinze jours sans arrêt, était utilisé dans des conditions tout à fait en opposition avec ses conditions de fonctionnement. Brongniart, qui en avait reconnu les qualités, fut obligé d'en arrêter le fonctionnement faute de pièces en nombre suffisant d'une part et faute d'un rendement économique satisfaisant par suite de sa construction. Ces derniers inconvénients auraient pu, croyons-nous, être facilement corrigés comme cela a été fait dans les appareils plus modernes.

Tournay. — Les données que nous possédons sur la manière dont était conduite la fabrication de la porcelaine tendre à Tournay sont peu nombreuses; néanmoins nous pouvons, d'après les documents à notre disposition, en donner quelque idée. Les trois sources auxquelles nous avons pu puiser sont : le *Traité des arts céramiques*, de Brongniart, les *Recherches sur les anciennes porcelaines de Tournay*, de Soil et le *Rapport de voyage* fait par A. Milet, à Tournay, en 1862, à la demande de Regnault, alors administrateur de Sèvres. C'est à ce dernier document, qui est de beaucoup le plus complet et le plus intéressant, que nous ferons le plus d'emprunts.

Cette porcelaine tendre était une porcelaine à fritte. Cette fritte constituait l'élément fusible de la pâte; on l'additionnait de marne argileuse et d'argile.

Suivant Milet la marne provenait de Bruxelles en partie, à environ 3 km de la ville de Tournay; quant à l'argile blanche nécessaire à la fabrication, elle était envoyée des environs de Belœil et de Chimay. On tirait également de la province de Namur de l'argile pour cette fabrication (d'après M. Soil).

Brongniart n'a pu, lorsqu'il a visité la fabrique de Tournay, obtenir la communication de la composition de la fritte et de la pâte telles qu'on les fabriquait à cette époque. M. Milet, plus heureux, a reçu quelques communications plus complètes en 1862. Pour celui qui sait combien on a d'affection, dans la céramique, pour les vieilles recettes, il est peu douteux que l'on ait, en 1862, modifié beaucoup les recettes de 1750. Il suffit de lire certaines réflexions des fabricants d'alors pour se rendre compte du retard consi-

dérable de l'industrie céramique vis-à-vis des autres industries il y a cinquante ans. Les fabricants ne se faisaient pas faute d'émettre des opinions comme celles-ci : la soude artificielle est bien loin de valoir, au point de vue de la fabrication, l'ancienne soude que l'on tirait d'Alicante.

Cette ancienne soude d'Alicante, si regrettée, ne renfermait du reste que 25 p. 100 de carbonate de sodium et 26 p. 100 d'eau. Le reste, soit 49 p. 100, était formé d'impuretés; il est évident que, lors du remplacement d'un mélange de produits, tel que la soude d'Alicante, par un produit propre, on arrivait à des résultats inattendus si l'on ne tenait aucun compte de la pureté du nouveau produit et de la pauvreté de l'ancien.

La fritte de Tournay, d'après les communications faites par M. Peterinck à M. Milet en 1862, était à base de sable, de tessons et de carbonate de soude, pris autrefois sous forme de soude d'Alicante, cette dernière apportant entre autres choses une moyenne notable de chaux. Ce mélange était chauffé dans un four rectangulaire couché d'environ 4 m de longueur et de 2,50 m de largeur. A chaque extrémité étaient disposés deux foyers sans grille chauffés à la houille; une cheminée, placée au centre, permettait l'évacuation des gaz. On y frittait 2 000 kg de matière à la fois, disposée par petites masses sillonnées de rigoles. Les alandiers se chargeaient par la partie supérieure. Le trou de chargement restait ouvert et recevait, après chaque charge, une couche de poussière; on avait ainsi une combustion lente. La cuisson durait 48 heures et consommait 5 600 kg de houille.

La fritte ainsi obtenue était légère et celluleuse.

Pâte. — D'après plusieurs dires M. Milet considérait la pâte comme composée en nombres ronds de :

Fritte.	60-50
Marne et craie	40-50

La faible transparence de la pâte peut faire croire à cette grande quantité de calcaire qui ne dépassa jamais 25 à Sèvres.

La marne, employée en forte partie, se tirait de Tournay même, où elle gît abondamment au-dessus de roches calcaires bleues. Celle que l'on tirait de la rive gauche de l'Escaut était un peu ferrugineuse au dire de M. Peterinck; on l'employait dans toutes les faïenceries de la Belgique. Celle qui se tirait de la rive droite, de forages particuliers, était plus exempte de fer. La marne était lavée grossièrement (elle était assez pure puis était desséchée avant l'emploi. La craie employée était le carbonate de chaux, tiré de Lille, inférieur en qualité à celui de Bougival.

La pâte une fois bien mélangée à l'état liquide était raffermie au moyen d'un plancher encaissé, en plaques de terre cuite bien jointes et chauffé légèrement à la houille par dessous; le raffermissage se faisait complètement pour la pâte estimée au moulage, et à demi pour celle qui devait servir au coulage; après cela elle était battue. Ces pâtes devaient toujours avoir un certain degré de vieillesse pour être exemptes de défauts à la fabrication. La pâte battue prenait une nouvelle plasticité. Elle se moulait sans se gercer. MM. Peterinck pensaient que le relavage des pâtes ne pouvait qu'être nuisible.

Voici comment A. Milet décrit la fabrication :

Moulage. — Celui d'une assiette et de tous les objets plats et un peu creux se faisait ainsi : on prend la quantité de pâte ferme nécessaire que l'on place sur un établi solide; on l'aplatit d'abord au moyen de la batte de pâte cuite, puis à l'aide d'un rou-

leau on en fait une croûte d'épaisseur moyenne sur une toile humide. La croûte une fois régularisée est renversée sur le moule en bas ou en creux selon l'objet; il est placé sur le tour s'il est rond et sur une tournette s'il est ovale. Alors l'ouvrier, à l'aide d'une éponge humide et d'un morceau de bois lui servant d'estèque et de calibre, imprime bien sa croûte sur le moule et donne à peu près la forme définitive que la pièce doit avoir du côté opposé au moule.

Pour une assiette un colombin a été ajouté pour faire le pied; un excédent est laissé au bord du marly et le centre est troué pour bien faire dégager l'air qui se trouverait comprimé entre la croûte et le moule. Ce trou est rebouché immédiatement, avec une goutte de barbotine épaisse ajoutée au-dessus; la pâte étant bientôt raffermie le démoulage ne tarde pas à se faire. Toujours pour les assiettes et les objets plats principalement, il a lieu sur le fond et dans des plateaux de terre cuite de forme analogue et garnis d'une forte couche de poussier à demi sec, de pâte tendre provenant des tournassures et ne servant qu'à cela; de manière que la pièce ainsi démoulée sur le poussier y imprime et conserve sa forme. Elle sèche dans cette position et est achevée lorsque le gauchissement n'est plus à craindre. Sont fabriqués à peu près de cette manière : assiettes de toutes sortes, plats ronds et ovales, soupières rondes et ovales, saucières ovales, compotiers, objets de service, de table, soucoupes, etc.

Coulage. — Il se faisait d'une façon très simple rien qu'à la burette, c'est-à-dire sans réservoir quelconque amenant la pâte dans les moules, n'importe la dimension. Cette méthode laisse évidemment à désirer, mais, en l'employant, le fabricant allègue qu'il n'a à craindre ni les dépôts au fond des réservoirs, ni les engorgements de tuyaux difficiles à éviter et amenant toujours quelques perturbations dans les compositions. D'ailleurs à l'aide de grandes burettes et cruches pleines de liquide, on arrive à couler des pièces importantes et sans qu'il y ait trace du jet et du flot comme à Sèvres. La barbotine s'emploie à Tournay un peu plus épaisse qu'ici et s'il arrive parfois que, pour des pièces fouillées, la pâte se déchire à la surface du moule, on ne coule alors qu'une couche de moyenne épaisseur qu'on laisse fendiller et raffermir; puis, ensuite, on coule une seconde couche qui bouche les fentes, donne l'épaisseur voulue et ne se fend plus.

Les collages des différentes parties d'une même pièce se font à sec et très bien.

Les tournassures ne sont pas considérées d'aussi bonne qualité que le reste apparemment, puisqu'on ne les remet jamais dans la masse. On s'en sert à part pour couler les pièces communes : tasses de cabaret, supports, etc.

Sont coulés tous les vases unis et ornés et autres pièces dont le moulage offrirait trop de difficultés.

Supportage. Encastage. — La marne est employée dans la plupart des cas pour les supports, ce qui économise considérablement l'emploi de la pâte elle-même. Sa retraite va avec celle de la pâte qui d'ailleurs glisse fort bien dessus, puisque les supports cuits sont encore utilisés.

Le sable cru sert de matière isolante.

Les assiettes et tous les objets plats ont un encastage particulier. La figure 11 montre celui des assiettes :

Le marly doit s'appuyer entièrement sur le bord extérieur de même que le fond; un espace libre est seul ménagé pour la retraite du pied; l'étui a une échancrure sur le côté.

Les vases ovoïdes d'une moyenne dimension cuisent sur leur pointe, soutenus seulement sur une faible surface par un support cylindrique en marne, ne laissant pas de trace de déformation après la cuisson. Les saucières ovales cuisent sur une forme en marne qui épouse bien les contours de l'objet renversé (fig. 12 et 13).

Les soupières ovales ne réussissent que cuites renversées avec leurs couvercles qui les brident, dans une forme en marne où ceux-ci peuvent s'appuyer.

Les sucriers ronds cuisent sur leurs pieds qui sont bas avec les couvercles dessus (fig. 14).

Des tasses sans anse, comme les sucriers, cuisent ainsi l'une sur l'autre, ouverture contre ouverture, séparées seulement par une plaque à rainure et sablée.

Ces exemples suffisent pour démontrer que la pâte de Tournay était de beaucoup



Fig. 11. — Assiette avec son support.

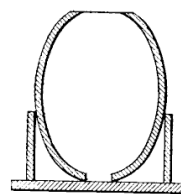


Fig. 12. — Vase ovoïde.

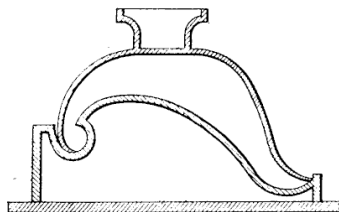


Fig. 13. — Saucière et son support.

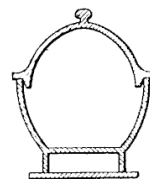


Fig. 14. — Sucrier.

Fig. 11 à 14. — Dispositifs employés dans le supportage de la porcelaine tendre de Tournay pendant la cuisson.

moins ramollissable que celle de Sèvres; exigeant moins de supportage, elle présente infiniment moins de difficultés de fabrication et offre de plus grandes chances de réussite.

Cuisson du biscuit. — Le four est cylindrique, sans voûte inférieure ni chambre supérieure. Les produits de la combustion, après avoir traversé la chambre de cuisson, se dégagent immédiatement dans une hotte servant de cheminée.

Il a 3 m de diamètre et autant de hauteur à la clef de voûte. Il est chauffé au bois à flamme directe par 3 alandiers. Seulement, en face de ceux-ci et faisant renflement un peu circulaire dans le four, est une maçonnerie de la largeur d'une brique, à claire-voie ou percée de 17 trous de 12 cm de hauteur ou 8 de largeur, destinés à tamiser et répartir la flamme dans le four. Cela tient lieu de voûte inférieure.

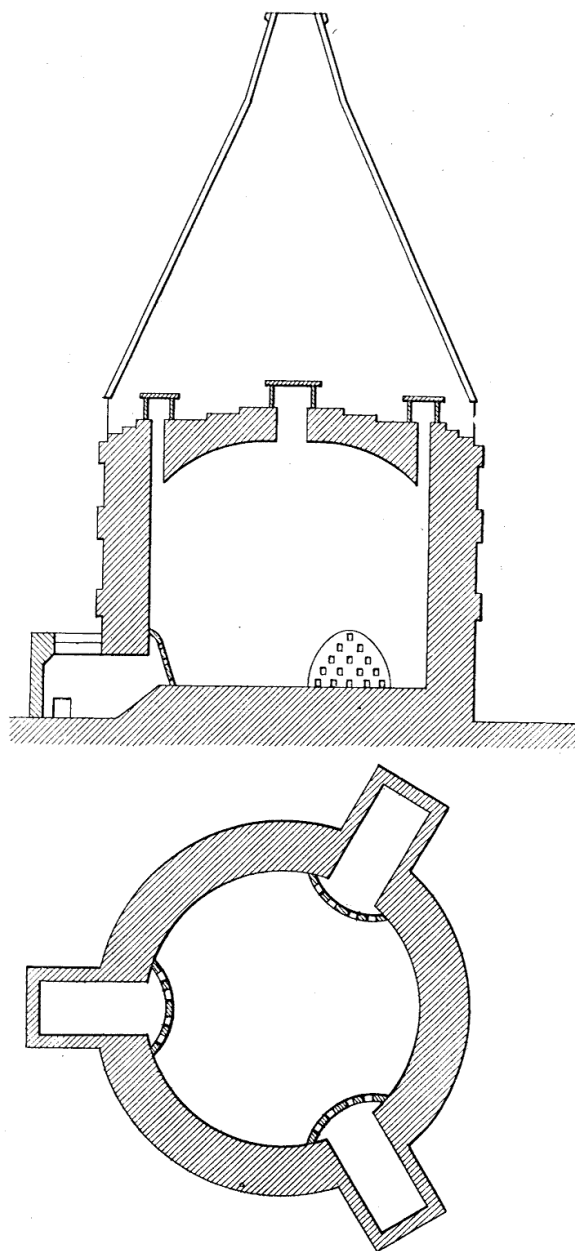


Fig. 15 et 16. — Four employé à Tournay pour la cuisson de la porcelaine tendre.

Enfin, si nous comparons les deux fours de Sèvres et de Tournay, nous trouverons que celui-ci cube environ $2/3$ en plus et que son produit y cuit en deux fois moins de temps et qu'il coûte (en supposant les deux fours de capacité égale, ce qui est loin d'être) environ sept fois moins, rien qu'en dépense de combustible; cela explique le prix relativement peu élevé de 9 francs la douzaine d'assiettes placardée d'une petite frise en bleu sous coverte et de premier choix.

En avant des dits renflements à claire-voie sont deux piles d'étuis réfractaires, vides jusqu'à la hauteur de 1,20 m dans lesquels la porcelaine cuirait trop, et servant encore à amortir le choc du feu. Immédiatement au-dessus se placent les montres. Six carnaux au pourtour de la voûte, de 12 cm de côté, et un autre au centre de 40 cm de diamètre, laissent échapper la flamme dans une hotte de cheminée qui se trouve ouverte de façon que les cuiseurs peuvent suivre la marche du feu. Des plaques, appuyées sur des briques de champ, surmontent les carnaux et, s'il arrive que l'un de ceux-ci est moins abondamment pourvu de flamme que les autres, on y remédie par les alandiers. On voit que la flamme évitée à Sèvres ne l'est pas du tout à Tournay et, si un côté du four chauffait au détriment d'un autre, on diminuerait les entrées de flamme en bouchant quelques trous des claires-voies au moyen de briqueteaux.

La capacité utilisée à Sèvres est de 10 606 dm³; à Tournay elle est de 17 677 dm³.

Des bûches, jetées au fond des alandiers, commencent le chauffage ou le petit feu; celui-ci est de courte durée, puis le grand feu a lieu avec des fagots en bourrées de 60 cm de longueur, divisés poignées par poignées que l'on pose en travers sur un emplacement semblable à celui de nos alandiers, ce qui constitue un chauffage à flamme renversée.

La cuisson dure de 14 à 16 heures, ce qui est fort court eu égard aux cuissons de Sèvres qui durent de 48 à 50 heures.

Étuis ou gazettes. — Ils sont généralement en marne de Tournay non lavée et composés comme suit :

Marne crue	66
Chamotte de même matière	33

Cependant le creux, les tasses cuisent dans des étuis de terre réfractaire cimentée et sur des rondaux de marne; ces pièces au dire du fabricant ne craignent pas. Pourquoi? C'est inexpliqué. Ces étuis sont vernissés.

Les assiettes, plats, soucoupes, etc., cuisent rigoureusement dans des étuis de marne qui facilitent l'opération des retraites; les derniers servent plusieurs fois, mais une seule vaudrait mieux. Il en résulterait moins de déformation. Les étuis ne sont pas rodés, ce qui est vicieux.

Les étuis et cerces sont moulés extérieurement sur des tambours cylindriques en bois et sans battage. Ils sont toujours préalablement cuits avant de servir; aucun lutage n'a lieu pour l'enfournement et on ne laisse aucun intervalle entre les étuis comme nous le faisons à Sèvres.

Biscuit. — La cuisson dans ce four se fait avec égalité et uniformité sur la direction donnée à la flamme. Il est rare que les pièces soient à repasser pour incuisson. Les objets d'une cuisson juste ou même faible, et j'en ai vu dans le magasin, n'affectent pas une teinte rose, mais seulement un aspect louche, mat, plâtreux. Dans ce dernier

cas de cuisson juste, le vernissage se fait sans inconvénients au dire du fabricant, les pièces avant d'être vernissées sont frottées légèrement avec du grès naturel humecté.

Vernis, vernissage et décoration. — Il n'entre que fort peu ou point de potasse dans le vernis. La potasse a la réputation de faire pousser aux sels et d'altérer les fonds et couleurs. Il contient peut-être, avec la soude qui en fait la composition principale, un peu d'acide arsénieux et du borax.

Au pied de chacun des renflements ou maçonnerie à claire-voie, en face des alandiers, se trouve à l'intérieur du four une rigole peu large et peu profonde, maçonnée suivant le mouvement des renflements. C'est dans cette rigole qu'à chaque fournée on fait fondre en une seule fois le vernis en quantité suffisante pour suivre les besoins de la fabrication.

La plupart des pièces de cabaret et de service ont une petite décoration en bleu faite à la main sur le cru se cuisant avec la pâte ; tous les objets en général reçoivent une seule couche de vernis d'une épaisseur moyenne ; par conséquent une seule cuisson d'émaillage suffit : elle se fait dans un four analogue au précédent, mais un peu plus petit ; toutes les pièces sont encastées dans des gazettes bien vernissées : et des patins ou colifichets en marne isolent les pièces des gazettes.

Les pièces sont ordinairement assez bien glacées pour qu'un second trempage soit inutile ; on ne les lave jamais, ce qui signifie qu'elles sont exemptes d'efflorescences salines. Toutes les porcelaines à décorer sont livrées en blanc au commerce, et c'est postérieurement au vernissage qu'elles reçoivent toute espèce de fonds y compris le bleu et surtout la turquoise.

La bonne qualité du produit de Tournay est vantée par le fabricant et son aptitude à bien recevoir et faire glacer les couleurs est attestée par des peintres de Sèvres.

En résumé, la porcelaine tendre de Tournay, avec sa simplicité de fabrication, son ton d'un blanc passable et tirant un peu sur le verdâtre une fois glacé, sa faible transparence, sa grande résistance aux chocs n'égale pas l'ancien Sèvres ; elle n'en est pas assez éloignée pour qu'on ne la considère pas comme un produit très remarquable.

Une tasse à la reine faite à Sèvres avec la pâte de Tournay et passée dans une de nos cuissons, paraît avoir eu trop de feu ou un feu qui ne lui convenait pas. Elle est un peu bise de ton, peu transparente. Elle a pris la retraite ordinaire, mais fort mal la couverte de Sèvres. Il semble donc d'après tout cela que la pâte de Tournay cuisait un peu plus bas que celle de Sèvres. »

Saint-Amand-les-Eaux. — La fabrique de porcelaine tendre de Saint-Amand fut établie comme nous l'avons dit dans notre historique lorsque Tournay fut séparée de la France en 1815.

Brongniart eut l'occasion d'avoir des renseignements directs d'abord en visitant la fabrique et ensuite, grâce à M. Tribouillet, ancien élève de la manufacture de Sèvres et qui fut appelé à diriger cette fabrique en 1835 lorsqu'il succéda à M. Dorchies Herbo.

Voici, d'après Brongniart, comment cette fabrication était poursuivie.

« *Pâte.* — La pâte est à base de marne argileuse et argile figuline auxquelles on ajoutait une fritte.

La fritte de Saint-Amand était faite ainsi :

Soude d'Alicante	2
Sable gris foncé de terre de bruyère	7

(Il est évident que les matières devaient renfermer de l'alumine et de la chaux, sans cela la fritte aurait été uniquement composée de silicate de soude soluble et alors inemployable pour la confection de la pâte.)

La pâte se compose :

Masse argilo-marneuse	9 à 12
Craie	9
Fritte précédente	100

L'analyse que M. Berthier a faite de cette pâte cuite, avant qu'on connût la composition par synthèse, s'accorde assez bien avec celle que je tiens de M. Tribouillet.

Silice	75,3
Alumine	8,2
Chaux	10,0
Alcalis (soude et potasse)	5,0
Perte (1)	1,5
	100,0

La fritte se faisait sur la sole d'un fourneau à réverbère chauffé à la houille de Mons. Elle s'y dispose en tas, ou allongée ou en sorte de relèvement en dos d'âne. Lorsqu'elle est faite, on la broie par les moyens usuels; mais ici le moteur était assez différent de ceux qu'on employait ordinairement: c'était le vent.

Façonnage. — La pâte, faite avec une si grande quantité de matières sèches sans aucun liant, n'avait aucune plasticité; il fallait donc employer le moulage pour le façonnage de toutes les pièces plates et le coulage pour toutes les petites pièces creuses ou à courbures.

Pour la platerie, assiettes, plats, etc., on amenait la pâte à une consistance convenable en l'humectant avec de l'urine. Les autres fabricants ayant tenu leurs procédés secrets, je n'ai pu savoir s'ils employaient aussi ce singulier moyen.

Lorsque la pâte avait été amenée à la consistance convenable, pour donner les croûtes nécessaires au moulage des plateries, on plaçait ces croûtes sur un couteil étendu sur une table de marbre et, avec les deux règles et les rouleaux connus, on donnait à la croûte son égalité d'épaisseur, puis avec le couteil on la transportait sur le moule en plâtre, en l'appliquant avec une éponge.

La pâte avait encore assez de liant pour qu'on pût faire à la main, dans des moules de plâtre, la plupart des pièces de garniture, anses, boutons, etc. Quant aux pièces creuses, telles que tasses, becs de cafetière ou de théière, on les faisait par coulage dans des moules de plâtre, qu'on saupoudrait de pâte bien sèche, surtout quand ils étaient vieux. Ce coulage se faisait avec une grande activité et sans qu'il ait paru

(1) Je ne suppose pas qu'il s'agisse ici de perte au rouge; l'analyse semble fermer à 98,5.

qu'on fût encombré par le nombre de moules jugés nécessaires pour cette opération. On coulait depuis les petites tasses à café jusqu'aux plus grands bols. Pour diminuer le nombre des moules qui seraient nécessaires s'il fallait attendre leur dessiccation spontanée, on accélérât cette dessiccation en les mettant dans une étuve constamment chauffée. On coulait la pâte à l'état de barbotine; mais pour lui donner le liant nécessaire à son adhérence au moule, on y ajoutait, d'après M. de Bettignies, 3 p. 100 de carbonate de potasse (1).

Les pièces finies et séchées étaient tournassées à sec. Il en résultait une poussière qui eût été très nuisible à la santé des ouvriers, si l'on n'était parvenu à lui ôter tout danger en obligeant les ouvriers à maintenir devant le nez un linge ou une éponge mouillée.

La pâte ne prend aucun retrait au dégourdi; mais elle se retire de 10 p. 100 au grand feu qui est ici, comme on sait, le feu de biscuit.

Cuisson. — Les gazettes étaient faites avec la même marne que celle qui entre dans la composition de la pâte, plus 5 ou 6 p. 100 d'argile figuline et une grande proportion de gros ciment de ces mêmes gazettes quand elles étaient destinées à contenir la porcelaine vernissée: mais il fallait cuire exprès dans les parties les plus chaudes du four les gazettes ou débris de gazettes que l'on destinait à faire du ciment. Il fallait en outre vernisser entièrement les gazettes comme on l'a déjà dit; sans cette dernière précaution elles dessèchent le vernis des pièces. Les étuis à cuire le biscuit avaient tous une échancrure assez grande sur la partie supérieure de leur bord.

Les fours de Saint-Amand présentaient quelques parties différentes de celles des fours à faïence fine et porcelaine tendre anglaise et surtout des anciens fours de Sèvres.

Ils étaient cylindriques avec les dimensions suivantes, indiquées par la coupe prise à Saint-Amand.

	mètres.
L ₁ , premier laboratoire, diamètre.	2,6
Hauteur	3

L₂, second laboratoire, même diamètre.

Hauteur, environ.	2
H, cône de la cheminée, hauteur.	2
A, alandier, hauteur	4
Largeur	0,58
Profondeur	0,29

Il y a seulement 3 alandiers et, à la première voûte, un grand carneau C au centre de la voûte et 9 petits c sur sa circonférence.

On voit qu'il y a des garde-feux ou espèces de grilles pour diviser la flamme, à la sortie des alandiers qui, d'ailleurs, diffèrent peu de ceux des fours de porcelaine dure; mais, ce qu'il y a de remarquable dans le four de la fabrique de Saint-Amand, ce sont de petits alandiers V, A à l'étage du dégourdi, pour augmenter la chaleur de cette chambre, quand ce qu'on a à y cuire a besoin d'être élevé à une plus haute température.

On cuisait au bois.

(1) L'addition d'alcalis dans les barbotines de coulage n'est donc pas neuve.

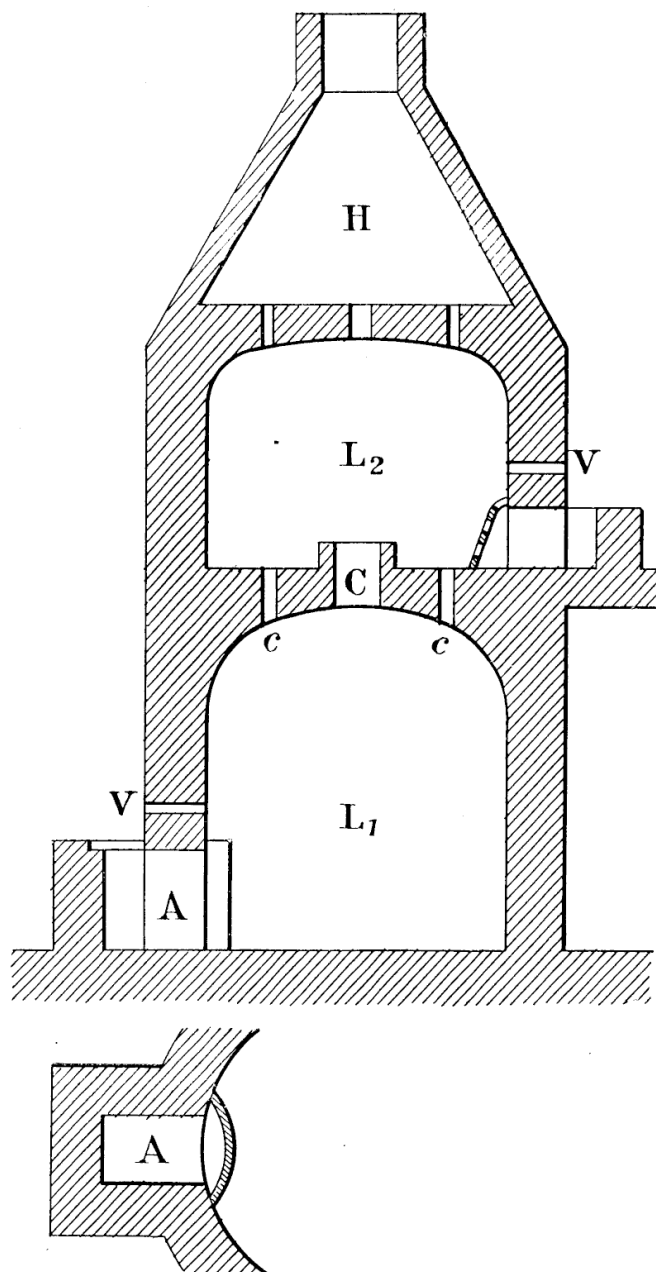


Fig. 17 et 18. — Four à cuire la porcelaine tendre de Saint-Amand-les-Eaux.

On a cuit dans ce même four le biscuit et le vernis en donnant à ce dernier une température un peu moindre. Dans quelques cas on fait dégourdir le grand creux à nu, mais seulement pour lui donner la solidité qui permettra d'y placer, sans briser les pièces, les ornements en bleu. On met alors ces pièces crues dans le haut des piles en ayant soin de les éloigner des parois du four, parce qu'on a remarqué que les briques de ces parois enlevaient une partie de l'alcali de la pâte et la desséchaient.

La cuisson du biscuit durait de 15 à 16 heures ; celle du vernis de 11 à 12 heures.

La glaçure de cette porcelaine était composée à peu près comme celle de l'ancienne porcelaine tendre de Sèvres, sauf une addition de borax.

Sable quarzeux	16
Minium	28
Borax	4
Nitre	1
Plus un peu d'oxyde de cobalt.	

Elle était fondue au bois, étendue en couche dans le four à fritter, en ayant bien soin d'éviter le contact de la fumée.

Cette glaçure, mêlée de vinaigre, est posée par immersion, ce qui indique encore beaucoup de porosité dans le biscuit.

Les etuis à cuire les pièces vernissées devaient être beaucoup plus cuits que les autres et contiennent, comme on vient de le dire, une assez grande proportion de gros ciment. Ils n'avaient point d'échancrure et étaient vernissés intérieurement.

Les ornements bleus étaient dessinés sur le cru ou sur le dégourdi, avec un pinceau de poils d'oreille de vache et de l'oxyde de cobalt. La couleur est délayée dans de l'eau légèrement gommée, et, d'abord fixée par le feu de biscuit, elle est recouverte ensuite avec la glaçure.

Cette porcelaine, façonnée avec une sorte de lourdeur, était généralement d'un blanc jaunâtre, peu translucide. Le glacé du vernis n'était pas très éclatant. Elle ne va pas au feu, mais elle a l'avantage d'avoir une grande ténacité et de résister même à des chocs violents sans se briser. Cette qualité en rend l'usage très économique pour les cafés, les restaurateurs et lui permet de disputer la place aux porcelaines plus attrayantes qu'elle et moins chères.

Les assiettes à dessert de deuxième choix coûtaient à Tournay, en 1833, 7 fr la douzaine, prix très voisin de celui des assiettes ordinaires de porcelaine dure. »

Il semble, d'après un rapport de Salvétat (1), que la fabrication de Saint-Amand qui fut celle qui subsista le plus longtemps, subit quelques modifications. Dans le rapport auquel je fais allusion, en même temps que la soude, on introduisait de la potasse dans la fritte. Le rapport est malheureusement assez vague, de sorte qu'il n'y a pas lieu de l'analyser ici.

Florence, Mennecy-Villeroy, Nyon, etc. — Je n'ai pas pu recueillir de documents sérieux concernant ces fabrications.

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, 1854.

Jacquemart a reproduit dans son ouvrage (1), à propos de la fabrique de Florence, un extrait du *Livre de laboratoire* de S. A. R. le Duc François I^{er}. Cet extrait a trait évidemment à la fabrication d'une porcelaine à fritte. Malheureusement les indications reproduites sont inexactes ou les termes employés sont incorrects au point de vue de la chimie moderne, de sorte que ce document ne nous apprend rien. Ainsi la fritte serait obtenue en fondant du quartz et du sel de soude bien pur, puis coulant à l'eau. Dans ces conditions on ne peut avoir que du silicate de sodium, inemployable dans le but proposé.

Une analyse de Vogt montre que la pâte de Mennecey-Villeroy et les matériaux qui servaient à sa fabrication devaient être du même ordre que ceux des autres fabriques.

Silice.	69,79
Alumine	4,78
Oxyde de fer	1,24
Acide titanique	0,20
Chaux	12,71
Magnésie	1,86
Manganèse (Mn ² O ⁴)	0,07
Perte au rouge	1,10
Potasse.	3,29
Soude.	5,43

En ce qui concerne Nyon (2), les quelques documents que j'ai pu trouver laissent voir qu'on y connaissait la formule d'une fritte et que la pâte essayée devait être peu plastique. Voici en quelques mots comment étaient résumées les opérations de cette fabrication.

1° On prend 22 de salpêtre, 60 de sable siliceux, 7,2 de sel de cuisine, 3,6 de chaux, 3,6 de plâtre. On fait barboter le tout dans l'eau et on laisse déposer.

2° On mélange 75 de fritte avec 17 de craie, 8 de marne calcaire. On y ajoute de l'eau et un peu de savon noir.

3° On moule le mélange.

4° On l'expose au feu léger (feu de biscuit).

5° On plonge les pièces dans la glaçure (38 de litharge et chaux vive, 15 de potasse, 9 de soude).

6° On expose les pièces au grand feu dans des gazettes.

7° On les peint comme la porcelaine.

8° On fixe les couleurs au moufle.

Ces résultats montrent combien les données que l'on rencontre dans les ouvrages de collectionneurs sont chimiquement inexactes ou incomplètes.

(1) *Histoire artistique, industrielle et commerciale de la porcelaine*, 1862, p. 638.

(2) *Histoire documentaire de la porcelaine de Nyon*, p. 36. — *Id.*, p. 91.

III. — Recherches ayant trait à la reconstitution de la porcelaine tendre.

Sèvres. — En prenant la décision d'arrêter la fabrication de la porcelaine tendre, Brongniart avait obéi à deux sentiments. D'abord il s'était rendu compte que la porcelaine tendre n'avait pas les qualités de la porcelaine de Chine qui était le modèle dont on s'était proposé la copie et, ensuite, il ne voyait pas la nécessité de poursuivre une fabrication difficile et incertaine, ayant perdu la faveur du public et coûtant fort cher. Cette dernière raison avait une certaine importance car, au moment où Brongniart prit la direction de la Manufacture, les finances de cette dernière étaient en fort mauvais état.

Les reproches que certains ont adressés à Brongniart tombent donc d'eux-mêmes quand on veut bien réfléchir quelques minutes, car sa manière de voir était pleinement justifiée : il décidait de laisser de côté une fabrication coûteuse, incertaine et passée de mode pour consacrer tous ses efforts aux perfectionnements de la fabrication de la porcelaine dure qui présentait un réel intérêt industriel. Malheureusement, le type de porcelaine dure adopté par Brongniart, s'il avait certaines qualités techniques, présentait des inconvénients au point de vue de l'application du décor. Ainsi, sur sa couverte, les couleurs de moufle glacent mal, les émaux ne tiennent pas. Le décor de moufle ne lui convient pas. En résumé, il vint un moment où l'on fut amené à comparer les facilités que donne une glaçure plombreuse vis-à-vis d'un verre dur comme la couverte de porcelaine dure. Ajoutons à cela que ce goût pour les choses du passé, qui tue presque tous les efforts des décorateurs modernes, commençait à percer. Brongniart eut-il l'idée, dans les dernières années de sa vie, de rétablir la fabrication de la porcelaine tendre ? Il y a là un point délicat à préciser, mais ce que nous permettent de voir les registres de la fabrication, c'est que les premières tentatives de fabrication de porcelaine datent du mois d'octobre 1847, année même de la mort de Brongniart. Il est difficile de déduire de cette date si Ebelmen, le successeur de Brongniart, effectuait la réalisation d'un vœu exprimé par son prédécesseur ou, au contraire, s'il mettait en œuvre une idée personnelle à laquelle Brongniart n'aurait pas donné son assentiment sa vie durant.

Le problème de la reconstitution de la porcelaine tendre n'était pas chose aisée parce que la Manufacture ne possédait plus de personnel au courant de cette fabrication. Brongniart qui, pourtant, avait apporté tant d'ordre dans la récolte de ses documents concernant les diverses fabrications, avait omis, au moment de l'arrêt de la fabrication de la porcelaine tendre, de bien en préciser les détails de fabrication et d'en faire une rédaction en un style plus moderne que celui du manuscrit de Hellot.

Ebelmen était-il déjà souffrant du mal qui devait l'emporter cinq années plus tard ou occupé par d'autres travaux laissa-t-il le soin de conduire ces recherches à des sous-ordres sans contrôle ? La vérité m'oblige à avouer que ses premières tentatives furent aussi mal menées que possible.

Le premier travail à faire était de chercher à interpréter les formules du XVIII^e siècle avec les matériaux que livrait alors l'industrie. Il aurait fallu pour faire une bonne

besogne analyser la porcelaine ancienne, dont la Manufacture avait ces pièces en réserve, la fritte qui servait à l'obtenir et répéter ce travail tant sur les matériaux modernes qui devaient servir à la fabriquer que sur les matériaux anciens, dont le Musée technologique de la Manufacture possédait des échantillons. Au lieu de cette marche rationnelle, facile à suivre dans un établissement qui avait à sa disposition un laboratoire de chimie, nous voyons adopter un système d'essais des plus déconcertants. Les registres conservés à la Manufacture montrent que l'on partit simplement de la formule indiquée pour la fritte par Hellot et que, pour établir sa composition, on se servit des matériaux que nous livrait alors l'industrie, c'est-à-dire de substances n'ayant plus aucun rapport avec les matières premières du XVIII^e siècle. Pour en donner une idée je reproduirai ici l'analyse d'un échantillon de la soude dite d'Alicante en mettant en regard celles de sels de soude du commerce.

	Soude d'Alicante.	Sels de soude du commerce.	
Carbonate de sodium	24,99	95,39	98,20
Matières insolubles.	"	"	0,06
Chlorure de sodium.	2,22	2,11	0,99
Sulfate de sodium	4,17	1,50	0,35
Eau	25,90	1,00	0,40
Carbonate de calcium	11,54	"	"
Charbon.	14,96	"	"
Magnésie	2,20	"	"
Alumine	2,28	"	"
Silice	7,33	"	"
Sels de potasse	3,33	"	"

Il en était de même de tous les autres produits entrant dans la composition de la fritte.

En suivant cette voie on devait aboutir à un échec; aussi, pendant plusieurs années, n'eut-on à enregistrer que des insuccès. Ebelmen eut comme successeur Regnault. Tout entier à ses travaux personnels, ce savant n'apporta pas à ces recherches beaucoup d'intérêt, et les mêmes errements furent suivis. Voyant que les essais de reconstitution de fritte d'après les formules anciennes ne donnaient pas de résultats, on eut la fâcheuse idée de vouloir imaginer d'autres frites. On essaya par exemple une composition comme :

Sable siliceux.	275,5
Carbonate de potasse	400
Carbonate de sodium.	53

alors qu'avec un peu de réflexion on aurait pu prévoir un insuccès, puisque la fritte ainsi constituée devait être soluble.

Par suite de conceptions qui n'ont pas été exposées dans les registres de la fabrication de la Manufacture, la composition fut modifiée complètement et successivement on adopta pour sa composition les dosages suivants :

	1855	1856	1862	1864	1865
Sable de Fontainebleau.	2,180	4,844	70	68,8	90
Carbonate de potassium sec	213	"	4,42	5,46	8,5
Carbonate de sodium.	406	"	3,08	"	"

	1855	1856	1862	1864	1865
Carbonate de sodium desséché	»	97	»	2,975	3,9
Marne d'Argenteuil	130	»	»	»	»
Biscuit de pâte tendre ancienne, pilé.	»	543	10	15	»
Feldspath de Cambo.	»	»	20	15	»
Craie de Bougival	»	»	»	»	3,5

Cette dernière fritte de 1865 était dénommée fritte de correction; je n'ai pas pu découvrir la raison de cette appellation.

Ce sont les deux frites de 1864 et 1865 qui servirent de base à la fabrication pendant quelques années. En 1865 on essaya la formule suivante :

Fritte de 1865	75
Marne d'Argenteuil lavée	45
Craie de Bougival	10

Les registres disent que cette pâte avait un bon ton, que la transparence n'était pas trop grande et qu'elle semblait pouvoir recevoir la turquoise en prenant certaines précautions.

En 1866 et 1867, on continua des essais en faisant des séries de mélanges avec des mélanges déjà faits pour d'autres essais, ce qui rend impossible la recherche de la véritable teneur en éléments de ces compositions.

Il est probable que toutes ces tentatives ne donnaient pas satisfaction, puisqu'en fin de compte on revint à la fritte du XVIII^e siècle. D'abord, par un calcul fait sur des bases douteuses, on chercha à se rapprocher dans une nouvelle fritte de l'ancienne composition, puis, résolument en 1869, on recommença l'erreur faite quelques années sous Ebelmen et l'on fit une fritte analogue à celle de Gravant mais avec les matériaux de l'industrie en 1869.

Cette fritte servit à de nouveaux essais et on établit avec elle un dernier type de pâte :

Fritte de 1869	75
Marne d'Argenteuil	12,5
Craie de Bougival	12,5

Cette pâte fut encore modifiée en forçant la teneur en marne aux dépens de la craie sans qu'il paraisse en avoir résulté de bien grands avantages. Puis selon la coutume suivie dans ces essais on fit des mélanges de ces deux pâtes sans résultats encourageants.

Quelle était la composition de la glaçure utilisée pour ces diverses pâtes ? Je n'ai pu en découvrir la trace et je suis tenté de croire qu'on utilisa soit les vieilles formules, soit de l'ancienne glaçure dont la Manufacture pouvait posséder une réserve.

Malgré le peu d'ordre apporté dans ces recherches on arriva à fabriquer un certain nombre de pièces dont une quantité respectable orne le Musée céramique de Sèvres.

J'ai cherché, mais vainement, à me rendre compte de la composition qui avait été employée pour la confection des pièces que la Manufacture possède. Les marques des pâtes sur les pièces ne concordent pas avec celles des registres.

La porcelaine de Regnault supportait bien certains fonds, mais elle supportait mal les repasses au feu nécessaires pour l'exécution des travaux de décoration ; on dut chercher à faire mieux.

Les événements de 1870 avaient interrompu les travaux de la Manufacture. Après la guerre, Regnault, très affecté par la mort de son fils, demanda à être relevé de ses fonctions. Son successeur, Louis Robert, était un ancien chef des peintres ; aussi n'attachait-il aucun intérêt aux recherches techniques et, pendant les huit années que dura son administration, la question de la reconstitution de la pâte tendre ne fit aucun pas en avant.

Il faut attendre jusqu'à l'arrivée de M. Lauth, en 1879, pour voir le problème attaqué d'une manière méthodique.

Les analyses qu'on possédait de la porcelaine tendre de Sèvres montraient que sa composition n'était pas resserrée entre des limites aussi rapprochées que celles que Brongniart avait posées pour la porcelaine dure. Voici, du reste, les résultats de quelques analyses (1).

	I	II	III	IV
Silice.	76,75	72	76	78,36
Alumine	2,23	3	3	1
Chaux	13,4	15	16,60	12,73
Magnésie.	traces	traces	traces	traces
Potasse.	5	8,40	6	6,46
Soude	2,5			

Ces analyses montraient qu'il y avait une certaine élasticité dans la composition. En ce qui concerne la fritte, les recherches (2) effectuées au laboratoire montrèrent que l'emploi d'une semblable matière n'était pas à recommander par suite du manque de constance de sa composition.

En effet, suivant que le mélange était plus ou moins bien fritté, la composition présentait des écarts, ce qui est facile à comprendre, un mélange à l'état de fritte n'étant pas dans un état défini chimiquement. Dans leur mémoire sur la porcelaine tendre MM. Lauth et Dutailly disent avec raison :

« La cause de ces irrégularités ne nous paraît pas douteuse ; selon que la température est plus ou moins élevée, il y a une volatilisation plus ou moins grande des alcalis. Pour la même raison, la combinaison de la silice et des bases est plus ou moins parfaite et les broyages ou les lavages enlèvent des quantités variables de potasse et de soude ; enfin, comme la fritte n'est pas une matière fondue, mais simplement agglomérée, l'épluchage doit être une nouvelle cause d'irrégularité. »

Ces raisons fort justes les amenèrent à poser le problème de la reconstitution de la porcelaine tendre de la manière suivante : trouver un mélange vitrifiable, composé de silice, de chaux et d'alcalis auquel il faut donner la plasticité nécessaire pour les opérations du façonnage et un degré de résistance au feu pour que les pièces ne se déforment pas pendant la cuisson. Dans l'ancienne fabrication, le mélange est représenté par la fritte, l'élément plastique et résistant par la marne.

(1) D'après Salvétat.

(2) *Génie civil*, 1888.

Pour avoir un élément fusible convenable il faut adopter un verre très acide.

Après une série d'essais, on reconnut que le verre de Stas réunissait des qualités tout à fait spéciales; aussi fut-il adopté comme matière fusible capable de remplacer la fritte dans la nouvelle fabrication.

Le verre de Stas (1) a pour composition moyenne les nombres données en I :

	I	II
Silice.	76,85	77
Chaux	10,30	10,3
Potasse	6,65	7,7
Soude.	6,20	5,05

Par suite d'une faute de calcul imputable au service chargé de la confection du verre de Stas et provenant du manque d'exactitude des formules de certains auteurs, on adopta au lieu du mélange I, qui correspond à la composition donnée plus haut, le mélange II.

	I	II
Sable siliceux.	64	77
Craie	16	18,40
Salpêtre.	12	16,60
Carbonate de sodium	8,25	8,50

La différence entre les deux compositions n'est pas très importante comme on peut le voir en comparant les deux formules moléculaires :

$$3,64 \text{ SiO}_2 \left\{ \begin{array}{l} 0,20 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,28 \text{ Na}_2\text{O} \\ 0,51 \text{ CaO} \end{array} \right. \quad \text{et} \quad 3,79 \text{ SiO}_2 \left\{ \begin{array}{l} 0,23 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,23 \text{ Na}_2\text{O} \\ 0,54 \text{ CaO} \end{array} \right.$$

Pour éviter des confusions nous désignerons ce verre dont on a gardé l'emploi à Sèvres par Verre de Stas S.

Le verre de Stas étant plus riche en alcalis que la fritte ancienne, il devenait facile d'introduire une dose plus grande de matière plastique dans la composition de la pâte pour en faciliter le façonnage.

L'emploi de marne ne présentant aucun avantage, au contraire, on remplaça la marne par un mélange de craie et d'argile. Comme argile on choisit l'argile de Dreux lavée par décantation.

Le verre de Stas devait être fondu complètement et parfaitement affiné. On eut recours pour ce travail à la cristallerie de Sèvres, dont le propriétaire, M. Landier, voulut bien accepter de faire la fusion des mélanges. Ce verre a été ensuite broyé à l'eau dans un moulin Alsing. Le mélange des matériaux s'effectuait le mieux, disent les auteurs, quand on le faisait au moulin, en introduisant, une fois le verre broyé, les quantités convenables de sable siliceux, craie et argile.

(1) D'après PÉLIGOT, *Le Verre*.

Après divers essais, on s'arrêta au dosage suivant :

Sable siliceux	40,36	49,02
Verre de Stas S'.	33,94	27,45
Graie	11,93	16,66
Argile de Dreux blanche.	13,77	6,86

La première composition avait l'avantage de se bien façonner; elle avait l'inconvénient de cuire un peu jaune. De plus, sa cuisson était difficile. On fut amené à diminuer la teneur en matière plastique et à adopter la dernière composition. Cette pâte, quoique assez maigre, a pu être travaillée et servir à la confection de quelques pièces. La porcelaine tendre ainsi établie supportait l'émail turquoise et donnait un biscuit bien blanc et d'une belle transparence. Comparée à la porcelaine tendre au point de vue de sa composition, on peut constater qu'elle ne s'écarte pas beaucoup de la composition moyenne des pâtes citées plus haut.

	Composition moyenne de la porcelaine tendre de Sèvres.	Composition de la porcelaine tendre de MM. Lauth et Dutailly.
Silice	75,45	80,31
Alumine.	2,33	2,62
Chaux.	14,44	13,27
Alcalis	6,85	3,80

La différence porte sur la teneur en silice qui est plus élevée aux dépens des alcalis qui sont en quantité moindre. Cette porcelaine cuisait du reste un peu haut comme sa composition devait le faire prévoir par rapport à la porcelaine tendre ancienne. Comme glaçure les auteurs employaient :

Sable siliceux.	36,98
Minium.	38,44
Carbonate de sodium sec.	8,76
Salpêtre.	15,82

Ce qui correspond à :

$$1,18 \text{ SiO}_2 \left\{ \begin{array}{l} 0,29 \text{ PbO} \\ 0,17 \text{ Na}_2\text{O} \\ 0,54 \text{ K}_2\text{O} \end{array} \right.$$

Sur cette porcelaine, on essaya aussi un turquoise préparé comme il suit :

Sable siliceux.	47,14
Minium.	38,44
Carbonate de sodium sec.	11,79
Oxyde de cuivre	4,71

Cette glaçure turquoise se développait mieux sur la glaçure que posée directement sur le biscuit.

Les résultats obtenus avec ce genre de pâte, sans apporter une perfection absolue, constituaient un progrès sérieux.

Le départ de M. Lauth ne permit pas de pousser plus loin ces essais dans la même voie et, sous l'administration de Deck, on s'occupa de créer un autre type de porce-

laine que l'on appela aussi porcelaine tendre et qui, en réalité, n'était qu'une porcelaine extrêmement siliceuse, en quelque sorte un genre de faïence fine cuite à l'excès.

Cette porcelaine siliceuse fut composée avec :

Argile de Dreux	150
Verre de Stas S.	275
Sable siliceux	575

Cette pâte s'écartait par sa composition de la pâte tendre ancienne car elle contenait :

Silice	89,02
Alumine	3,5
Chaux	12,1
Potasse	2,8
Soude	4,2

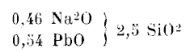
Il est difficile de se rendre compte à quelle suggestion on céda pour adopter un type de pâte à teneur en silice aussi exagérée ; peut-être faut-il voir l'influence de Deck qui, ancien faïencier, voulait rapporter tout à son ancien métier ?

Après la mort de Deck, il n'y avait pas de raison pour s'obstiner à chercher dans la pâte siliceuse une porcelaine capable de rivaliser avec l'ancienne porcelaine tendre. De nouvelles recherches furent entreprises et elles aboutirent à une nouvelle pâte dont voici la composition :

Sable siliceux	33
Verre de Stas	46
Craie	44
Argile de Dreux	7

Cette porcelaine tendre par suite de sa plus grande teneur en verre de Stas cuisait plus bas que celle de MM. Lauth et Dutailly (montre 4 au lieu de montre 7). Sa faible teneur en matière plastique rendait son façonnage encore difficile.

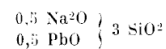
La glaçure qu'on lui appliqua avait comme composition moléculaire :



ce qui correspond à

Sable siliceux	15,9
Minium	45,0
Carbonate de sodium	39,9

Les émaux étaient un peu plus siliceux et dérivèrent de :



soit :

Sable siliceux	52,6
Minium	33,0
Carbonate de sodium	15,4

Cette porcelaine figura à l'Exposition universelle de 1900 où elle eut un certain succès par suite de la bonne réussite des pièces exposées.

Malgré la satisfaction donnée par ce type de porcelaine tendre on continua ces recherches et, actuellement, la Manufacture de Sèvres étudie un autre type dans lequel, entre autres modifications, on a substitué une matière plastique kaolinique à la matière plastique argileuse, d'où son nom de porcelaine tendre kaolinique.

Avec cette nouvelle porcelaine tendre, on a réussi à faire un certain nombre de pièces remarquables, parmi lesquelles un service offert par la République française à S. M. le roi d'Angleterre.

Cette porcelaine étant encore à l'étude nous n'en publions pas la composition.

Tentatives de l'industrie privée.

En dehors des recherches poursuivies à la Manufacture de Sèvres, quelques chercheurs, de leur côté, tentèrent de reconstituer une porcelaine tendre analogue à l'ancienne porcelaine tendre de Sèvres.

Je citerai d'abord M. Nodot qui établit il y a quelques années au Raincy une petite fabrique où il fabriqua une porcelaine tendre qui figura avec succès à diverses expositions. Cette porcelaine était un peu plus vitrifiée que les porcelaines anciennes, ce qui lui donnait de la fragilité quand on la repassait en moufle. Les spécimens que j'ai été à même de voir ont montré que cette porcelaine se laissait décorer aisément à la manière ancienne.

D'après un tableau de démonstration qui figure dans la collection technologique de la Manufacture de Sèvres, cette porcelaine est faite avec une fritte, une marne, une argile et du sable siliceux. Une analyse effectuée sur un tesson a donné :

Silice.	77,20
Alumine et oxyde de fer.	4,44
Chaux	43,61
Magnésie	traces
Potasse	2,70
Soude.	2,03

On peut conclure de ces nombres que cette pâte, assez voisine de la porcelaine tendre ancienne, s'en distingue par sa plus grande teneur en alumine et en chaux et son pourcentage moindre en alcalis, ce qui permet de présumer qu'elle devait cuire un peu plus haut que l'ancienne porcelaine tendre.

Je crois que M. Nodot a cessé de fabriquer cette porcelaine. Sa décision, si ma supposition est exacte, n'a rien qui doive surprendre car, d'après ce que j'ai dit auparavant, la fabrication de la porcelaine tendre n'a apporté que peu de satisfaction à tous ceux qui ont pensé en tirer un profit.

J'ai eu également en mains un échantillon de provenance inconnue qui m'a donné à l'analyse des nombres un peu différents des précédents. La teneur en silice est notablement plus faible et celle en alumine très notable. Je crois inutile de reproduire ces résultats puisque je ne puis indiquer la provenance de la matière.

Porcelaines dites tendres, d'origine germanique. — On a appliqué souvent en Allemagne le qualificatif de tendre à la porcelaine en lui donnant un tout autre sens que

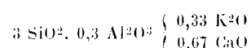
celui que j'ai défini au début de cette étude. En causant avec des céramistes d'outre-Rhin ou des céramistes étrangers en relation avec l'industrie allemande, j'ai entendu désigner souvent la porcelaine dite de Seger sous le nom de *porcelaine tendre*. Cette qualification n'est pas exacte; le type de porcelaine établi par Seger appartient au groupe des porcelaines dures. Il est obtenu en partant des matériaux usuels pour la confection de la porcelaine et ne se distingue des porcelaines courantes que par sa forte teneur en silice et la quantité relativement petite d'alumine qu'il contient (1).

Il n'en est pas de même d'un autre genre de porcelaine que la Manufacture royale de Porcelaine de Charlottenbourg a établi il y a quelques années et sur laquelle elle a réussi particulièrement bien à obtenir des couvertes cristallisées.

Ce dernier genre de porcelaine tendre est bien en effet une porcelaine à fritte. Comme fritte on utilise avec juste raison un verre. Ce verre diffère notablement de la fritte primitivement adoptée par les premiers fabricants de porcelaine tendre ainsi que du verre de Stas par lequel elle a été remplacée à Sèvres. On le prépare avec :

Feldspath	556
Marbre	200
Quartz	720

Ce verre correspond à la formule moléculaire :



La pâte est composée de :

Matière plastique kaolinique (kaolin de Zettlitz) . . .	2072
Verre précédent	1389
Quartz	1200

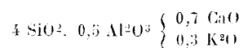
Cette pâte convient très bien pour la décoration entre glaçures : une de grand feu et une de moufle. On peut lui adapter des glaçures plombeuses. Elle se travaille bien par coulage.

L'adoption d'un verre comme celui qui remplace la fritte dans cette porcelaine n'a pas été faite sans bonnes raisons. Le Dr Heinecke, qui a dirigé tous les travaux d'établissement de cette porcelaine, a étudié tout d'abord différents verres au point de vue de leur altérabilité par l'eau pendant le broyage et le type auquel il s'est arrêté représente un type de verre qui doit avoir une plus grande résistance à l'altération que le verre de Stas. Pour plus de détails sur ce point, je renvoie le lecteur aux publications originales (2).

(1) La porcelaine de Seger est composée avec :

Matière plastique kaolinique	25
Feldspath	30
Quartz	45

La couverte est analogue à celle adoptée à Sèvres pour la pâte dite nouvelle :



Sa cuisson s'effectue vers la moufle 9.

(2) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, 1900, V, 330; *Sprechsaal*, 1900. *Bericht des V. internationalen Kongresses für angewandte Chemie*, 1903, 730. *Tonindustrie Zeitung*, 1910, et *La Céramique*, 1910, 17.

Les glaçures étudiées pour obtenir des cristaux sur cette porcelaine sont de diverses sortes :

	I	II	III
Matière plastique kaolinique . . .	129,5	129,5	"
Azotate de potassium	202	202	"
Minium	456	1 598,3	913
Oxyde de zinc	81	81	"
Sable siliceux	720	1 260	120
Acide borique	248	620	248
Marbre	100	"	"

Ces glaçures ont comme formules moléculaires :

$$\begin{aligned}
 \text{I. } & \left\{ \begin{array}{l} 2,6 \text{ SiO}_2 \\ 0,4 \text{ B}_2\text{O}_3 \end{array} \right\} 0,1 \text{ Al}_2\text{O}_3 \left\{ \begin{array}{l} 0,2 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,2 \text{ CaO} \\ 0,2 \text{ ZnO} \\ 0,4 \text{ PbO} \end{array} \right. \\
 \text{II. } & \left\{ \begin{array}{l} 2,422 \text{ SiO}_2 \\ 0,555 \text{ B}_2\text{O}_3 \end{array} \right\} 0,055 \text{ Al}_2\text{O}_3 \left\{ \begin{array}{l} 0,11 \text{ K}_2\text{O} \\ 0,11 \text{ ZnO} \\ 0,78 \text{ PbO} \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

On incorpore ensuite au mélange de l'anhydride titanique mais, au lieu de chercher à répartir dans la masse l'acide seul, on le chauffe avec le double de son poids de la glaçure I jusqu'à la montre 014 et c'est ce mélange broyé qu'on incorpore à la masse. Si l'on veut obtenir des glaçures colorées, on n'a qu'à substituer moléculairement un oxyde colorant à l'oxyde de zinc. Pour avoir des glaçures colorées faiblement, le mieux est de mélanger une glaçure colorée avec une glaçure incolore. Avec une dose insuffisante d'anhydride titanique les cristaux se développent mal; d'autre part, une dose trop forte conduit à une glaçure mate.

Pour obtenir des glaçures cristallisées sur ce genre de porcelaine on recommande de faire les mélanges de glaçures suivants :

Glaçure	2	343	} tendre
—	1	48	
—	3	115	
Fritte au titane	"	261	} dure
Glaçure	1	3	
—	2	1	
Fritte au titane	"	1	

On commence par poser sur la pièce une couche de la glaçure la moins fusible, puis on pose sur la tête du vase une sorte de tronc de cône creux de même diamètre et ayant 10 à 15 cm de profondeur. On le surmonte d'un récipient partagé en quatre parties et dont le fond présente une inclinaison vers les parois extérieures du vase. Ce récipient est percé dans sa partie inférieure d'une série d'ouvertures. En remplissant du mélange fusible ce récipient une fois la fusion de la glaçure obtenue, la matière vient couler par les orifices inférieurs. En faisant des variations dans l'allure de l'arrivée de la glaçure on obtient des effets différents.

La cuisson se fait dans une moufle chauffée au bois à la montre 7 ou 8. On recommande tout particulièrement de conduire la cuisson rapidement en évitant tout accès de gaz réducteur dans la moufle.

Ce genre de porcelaine tendre, comme on le voit, a également son intérêt, mais il est singulier qu'on n'ait pas cherché à en tirer parti, à ma connaissance du moins, pour d'autres genres de décoration que ceux que j'ai indiqués.

*
* *

En terminant cette étude, je ferai remarquer au lecteur combien les problèmes que présentent les fabrications céramiques deviennent délicats à résoudre quand la question technique vient s'ajouter à des considérations artistiques. Ces dernières devraient être subordonnées aux facilités plus ou moins grandes que laisse la fabrication. Il n'en est pas toujours ainsi, comme le montre cet exposé. La porcelaine tendre à fritte, tout en offrant des aptitudes réelles au point de vue de la beauté de certains procédés de décor, est d'une fabrication incertaine, sous la forme que nous avons décrite, et de plus coûteuse. Toutes les fabriques qui se sont occupées de sa fabrication ont dû l'abandonner au bout de périodes plus ou moins longues. En présence de ces difficultés, il vaut mieux laisser le soin de la reconstituer ou d'en établir un autre type plus rationnel aux établissements d'État qui, seuls, peuvent faire les recherches nécessaires dont la durée et les frais sont toujours trop élevés pour une entreprise industrielle.

ALBERT GRANGER,

*Chef des laboratoires d'essais
à la Manufacture de Sèvres,
Professeur à l'École de Céramique.*

HYGIÈNE

LA DÉSINFECTION DES PEAUX CHARBONNEUSES

La désinfection des peaux charbonneuses est loin d'être une question neuve. Elle est périodiquement l'objet de tentatives, suivies de succès partiels. Les premiers résultats sont toujours excellents ; mais la méthode ne se généralise pas ; les échecs et les objections la discréditent, elle tombe dans l'oubli. Quelques années plus tard, le même cycle recommence. Il ne s'était pourtant jamais produit d'effort aussi vigoureux ni aussi bien concerté que celui auquel nous assistons en ce moment, de la part à la fois des pouvoirs publics, des cercles industriels, et des laboratoires de recherches. Les décrets du 20 août 1910 en France, du 20 décembre 1910 en Prusse, viennent d'appliquer aux tanneries un ensemble de prescriptions relatives à l'hygiène, inspirées d'un règlement déjà en vigueur depuis une vingtaine d'années en Angleterre. En même temps M. Seymour-Jones d'un côté, MM. Schattenfroh et Kohnstein de l'autre, proposaient deux méthodes de stérilisation des peaux charbonneuses, qui seraient à la fois efficaces et pratiques. Le Congrès du Cuir de Turin (1911) émit le vœu que ces méthodes fussent examinées dans les divers pays ; et c'est à la demande du Syndicat général des Cuirs et Peaux de France que j'en ai entrepris l'étude.

Sans vouloir m'engager dans les statistiques, je rappellerai que la moyenne annuelle des cas de charbon dans l'industrie entière des cuirs et peaux, pour les dernières années, est en Angleterre d'environ 16 à 17 (d'après Legge (1), Ponder (2)) ; en Prusse de 25 entre 1898 et 1911, et de 40 si l'on n'envisage que les années 1907 à 1911 (d'après Hilgermann et Marmann (3)). En France, d'après les divers renseignements rassemblés par Cavaillé (4), on peut les estimer à 40 ou un peu plus. Ces chiffres ne sont pas très élevés. Ils sont même remarquablement faibles, en regard du nombre probable de peaux infectées, et de la quantité infinie de germes que chacune de ces peaux apporte et peut répandre dans une usine. S'il arrive que des cas de charbon se présentent par séries de 2, 3, 5 et jusqu'à 7 (à Mazamet, cité par Cavaillé), les accidents isolés sont encore les plus fréquents. Il est curieux que la contagion n'atteigne que un

ou deux ouvriers parmi tous ceux qui manipulent les mêmes peaux. Cela tient en partie à ce que l'homme est particulièrement résistant à l'égard de l'infection charbonneuse. Une des meilleures preuves en est que les sérums anticharbonneux, d'autant plus efficaces pour les espèces animales qu'elles sont moins sensibles à l'inoculation virulente (souris, cobaye, lapin et mouton, dans l'ordre croissant d'efficacité), paraissent donner chez l'homme d'excellents résultats. M. Daboust (5) signale depuis leur emploi à Saint-Denis, qui est en France le centre le plus atteint, 83 guérisons et un seul cas mortel, pour les 7 dernières années (1907-1913). On peut donc dire qu'un cas de charbon est un véritable accident, en ce sens qu'il résulte d'un concours exceptionnel de circonstances défavorables. C'est une vérité qu'il ne faut pas perdre de vue lorsqu'on veut apprécier la répercussion possible des méthodes pratiques de désinfection.

L'expérience nous apprend en effet que la disparition totale de la maladie ne pourrait être obtenue que par la suppression de sa cause déterminante, c'est-à-dire par la stérilisation des peaux contaminées. Mais ce résultat peut-il être atteint? C'est le problème que j'avais à envisager. Chercher par la désinfection à rendre inoffensif un lot de peaux manifestement contaminées, c'est une question tout à fait différente; dans ce cas, la valeur marchande des peaux entre beaucoup moins en ligne de compte; le possesseur est prêt à un sacrifice. Au contraire, une méthode dont l'application doit être générale n'est acceptable que si elle ne contrarie pas sensiblement la fabrication et ne nuit pas à la vente.

Faisons pourtant une restriction: il ne saurait être question de stériliser toutes les peaux. Toutes les fois que l'origine d'un cas de charbon a pu être rapportée à un lot de peaux déterminé, c'était de peaux sèches qu'il s'agissait. Ponder (2) cite pour l'Angleterre 2 exceptions sur 90 cas, de 1903 à 1909. Il est à souhaiter que les statistiques futures prennent soin de renseigner sur ce point, afin de permettre en toute connaissance de cause d'écarter les peaux salées humides. D'autre part les peaux incriminées viennent toujours des pays suivants: Chine, Indes et Malacca, Cap, Nord de l'Afrique, Argentine, Espagne, Turquie d'Asie, Péninsule Balkanique et pour quelques cas Russie et Hongrie. Une statistique serrée conduirait également à dresser la liste exacte des provenances suspectes, les seules à retenir pour la désinfection. Beaucoup de ces peaux, notamment les vachettes des Indes et de Chine, ne sont pas destinées aux fabrications les plus fines et supporteraient plus aisément un traitement susceptible de laisser une trace sur les peaux.

La désinfection serait-elle sans dommage sérieux pour toutes ces marchandises? Chaque usine obtient pour ses produits des qualités particulières, auxquelles elle est habituée. Il se peut qu'une opération supplémentaire modifie

ces qualités, ou du moins exige qu'on adapte l'ensemble de la fabrication. Mais les mécomptes et les résistances, auxquelles il faut s'attendre au début, pourraient n'être que passagères, si les méthodes de stérilisation proposées ne s'éloignent pas sensiblement d'opérations déjà en usage dans l'industrie. Je me suis guidé sur cette considération dans les recherches qui suivent.

Il s'agissait de juger si un procédé de désinfection peut mettre l'homme à l'abri d'une contamination par les peaux charbonneuses. Même sans tenir compte de la résistance spéciale à l'espèce humaine, la question est délicate. Si l'on fait agir un antiseptique sur la spore charbonneuse, il y a des conditions de concentration et de durée pour lesquelles sa vitalité est fortement diminuée. A partir de ce point, et jusqu'à ce qu'on obtienne la mort réelle, s'étend une zone très large, qu'on ne traverse qu'en augmentant beaucoup la concentration de l'antiseptique et le temps d'action. Il y a un moment où la spore charbonneuse ne tue plus le lapin, mais tue le cobaye; où elle ne tue plus le cobaye, ni même la souris, mais où elle pousse dans les milieux de culture (Behring (6), Geppert (7)); où elle ne pousse plus dans le bouillon de viande ordinaire, mais bien dans le bouillon additionné de sérum (Ottolenghi (8), Croner et Neumann (9), Gegenbauer et Reichel (10)); plus dans les milieux liquides, mais bien dans les milieux solidifiés pas la gélose (Krönig et Paul (11), Gegenbauer et Reichel, Hewlett et Hall (12)). Il n'est pas nécessaire d'atteindre ces stades extrêmes pour empêcher l'infection humaine; mais où s'arrêter? Comment dire qu'une méthode rend les spores inoffensives, lorsqu'on est sûr qu'elle ne les tue pas? D'autre part la désinfection des peaux présente une difficulté particulière: la présence de matière organique, surtout de matière protéique comme la peau, diminue largement le pouvoir antiseptique de la plupart des désinfectants. Il fallait tenir compte de cette circonstance. J'ai donc adopté une solution moyenne en faisant parallèlement deux séries d'épreuves:

1^o Opérer sur des peaux d'animaux morts du charbon, séchées, et contenant certainement des spores. Malheureusement je n'ai pas eu à ma disposition de grosses peaux, mais seulement des peaux de cobaye. Après la stérilisation ces peaux étaient éprouvées par inoculation au cobaye; on jugeait donc si elles restaient capables d'infecter l'animal.

2^o Cette première série d'expériences comportait des causes d'erreur, sur lesquelles je reviendrai plus loin. Elle ne permettait qu'un nombre restreint d'essais, et par suite interdisait de faire varier largement la composition des liquides désinfectants, le temps d'action et surtout la résistance des spores. Pour toutes ces raisons j'ai fait un second groupe d'essais avec des spores séchées sur des lamelles de verre. Ils étaient d'autant plus intéressants que je ne pouvais

guère utiliser les données classiques relatives à l'action des antiseptiques sur la spore charbonneuse. En effet, dans presque toutes les recherches on visait à une désinfection énergique dans un temps très court, sans hésiter à forcer les doses; au contraire, je devais abaisser les doses autant que possible, tandis que pour le temps d'action une large latitude m'était laissée.

Technique. — *Expériences sur les spores sèches.* — On admet aujourd'hui que la méthode la plus précise pour étudier l'action des antiseptiques consiste à mettre les spores en suspension dans le désinfectant, puis à les transporter après neutralisation dans le milieu nutritif. J'ai employé un autre procédé, afin de pouvoir opérer sur des spores sèches, c'est-à-dire dans l'état où elles existent sur les peaux. Au lieu de la méthode classique des fils de soie, déjà critiquée par Geppert, Krönig et Paul, j'ai imité la technique très simple de Chamberland et Fernbach (13). On laisse tomber d'une pipette effilée 3 gouttes de la suspension de spores sur une lamelle de verre, disposée au fond d'un tube de 8 cm bouché au coton; puis on sèche rapidement dans le vide. Pour figurer les couches qui s'opposent dans presque tous les objets à désinfecter à la pénétration de l'antiseptique, on peut après dessiccation recouvrir la lamelle de sérum de cheval, que l'on dessèche à son tour. Il est très facile de retirer ces lamelles avec une pince flambée, de les faire passer dans les liquides de lavage, et de les ensemercer en bouillon, tout cela avec une asepsie parfaite.

Pour préparer une suspension de spores dans l'eau physiologique, je recueillais des cultures sur un milieu pauvre en peptone: ces cultures ne renfermaient plus après le 7^e jour, grâce au choix du milieu, que des germes sporulés, sauf quelques formes d'involution. La résistance à 100° des suspensions de spores, chauffées au bain-marie dans des ampoules scellées de 1/2 cm³ environ, variait dans de larges limites, suivant la race, l'âge de la culture, le nombre de générations de chaque race. Les plus résistantes supportaient 3 minutes et demie, les plus fragiles 10 secondes et même 1 seconde, déduction faite du temps nécessaire pour porter le liquide à 100° à l'intérieur des ampoules. J'ai compté pour ce temps 10 secondes d'après l'indice suivant: on introduit dans l'ampoule avant de sceller quelques cristaux d'une substance insoluble dans l'eau, cristallisée en grandes tablettes blanches, et fondant au voisinage de 100°, le rétène (méthyl-méthoéthyl-phénanthrène). L'échantillon que je me suis procuré fondait à 90°, et après 2 cristallisations dans l'alcool à 96° (au bloc Maquenne); les tables donnent le chiffre de 98°. Enfermés dans une ampoule pleine de liquide et plongée dans l'eau bouillante, les cristaux fondaient au bout de 12 secondes.

Les races qui m'ont servi provenaient des collections de l'Institut Pasteur, sauf le n° III, isolé d'une épidémie bovine en septembre 1912, et 2 charbons

algériens, envoyés par l'Institut d'Alger. J'ai compris le charbon algérien dans mes essais, parce qu'il est virulent pour les moutons algériens, qui résistent au contraire au charbon d'Europe. On sait que les peaux charbonneuses du Nord de l'Afrique sont assez fréquentes; il était utile de voir comment les spores de ce charbon se comportent à l'égard des antiseptiques. Les indices qui figurent après le numéro de race désignent celui de la génération sur le milieu pauvre; on verra que la résistance baisse presque toujours d'une génération à l'autre.

Expériences sur les peaux. — La première condition était d'avoir des peaux sèches contenant des spores charbonneuses. J'ai dépouillé des cobayes morts après inoculation du charbon, et constaté, comme V. Esmarch (14), que les spores se formaient à l'obscurité, à 20°, 26°, 37°, à condition que la dessiccation de la peau ne soit ni trop rapide, ni assez lente pour laisser les microbes de la putréfaction étouffer la bactériémie charbonneuse. Elles étaient visibles au milieu des bâtonnets au bout de 24 heures, et même une fois de 17 heures (à 37°), mais n'apparaissaient libres qu'après 3 à 4 jours. On voyait encore des bacilles intacts le 6^e jour à 37°. A 20° et à 26°, les bacilles disparaissaient plus rapidement, déjà le 5^e jour; les spores étaient formées après 50 heures; je n'ai pas fait à cette température d'examen avant ce délai. Au contraire, si l'on expose les peaux, du côté de la chair, à la lumière du laboratoire, ou sur le bord de la fenêtre sous une toile métallique et à l'abri du soleil, il n'y a pas de sporulation. Après 3 jours il y avait encore des bacilles d'aspect caractéristique; mais le 10^e jour ils avaient disparu. Si les peaux pouvaient être séchées au soleil aussitôt après le dépouillement, il semble qu'elles ne contiendraient pas de spores. V. Esmarch avait également observé ces faits; la disparition rapide des bacilles n'a pas reçu, dit-il, d'explication satisfaisante. Il les a vus persister au maximum 15 jours, dans une expérience où le côté du poil était exposé à la lumière, à la température ordinaire. Bongert (15), d'autre part, estime à 14 jours leur durée maxima dans le sang desséché. Ces chiffres fixent sans doute la limite extrême, après laquelle le charbon ne peut plus exister qu'à l'état de spores.

On admet généralement que la formation des spores exige la présence d'oxygène; elles ne siègeraient donc qu'à la surface ou au voisinage de la surface. V. Esmarch a trouvé dans des coupes de peau fraîche des bacilles jusque dans les capillaires qui entourent les glandes sudoripares et traversent les papilles; tandis que sur la peau sèche il n'apercevait de bacilles disposés en files et contenant des spores qu'à très peu de distance de la surface, du côté de la chair. J'ai cherché à colorer les spores, par la fuchsine de Ziehl à chaud, sur des préparations de 5 peaux différentes, fixées avec un mélange chromique (16).

Bien que toutes ces peaux aient certainement contenu des spores, je n'ai pu les mettre en évidence que pour 3 d'entre elles. Mais rien ne prouve qu'il s'agissait de spores du charbon, plutôt que de celles d'un autre bacille, aérobie ou anaérobie. Dans une des peaux, elles étaient voisines de la surface. Dans une autre, on en trouvait, groupées en apparence dans des vaisseaux, environ à l'intersection du 1^{er} et du 2^e quart à partir de la chair. Enfin la 3^e présentait dans presque toutes les parties des traînées de spores, même entre les faisceaux conjonctifs ; dans ce dernier cas surtout, l'indépendance à l'égard des vaisseaux rend bien peu vraisemblable l'hypothèse qu'il s'agissait de spores charbonneuses. Toujours est-il que des spores peuvent se former profondément dans la peau. Mentionnons aussi l'expérience de Schnuerrer (17), qui, ayant traité une peau de bœuf par un procédé de stérilisation imparfait, obtint des cultures avec un fragment de la peau prélevé au milieu de l'épaisseur. Ces observations montrent qu'il ne faut pas viser systématiquement à une désinfection seulement superficielle, sous le prétexte que dans la profondeur il n'y a pas de spores.

Il est d'usage de démontrer la présence des spores en chauffant le milieu ou l'objet dans lequel on les soupçonne ; d'après Weil (18), toutes les formes végétatives de la bactérie charbonneuse sont tuées en 5,30 minutes à 65°, 4 minutes à 70°, 1 minute à 80° ; il aurait suffi de doubler ces temps de chauffage. Mais j'ai combiné cette épreuve avec l'essai de la résistance des spores. Un petit morceau de peau était introduit dans un tube avec de l'eau physiologique stérile ; puis ce tube était scellé et traité comme les ampoules où je mesurais la résistance des spores en suspension. Seulement le temps nécessaire pour porter le liquide à 100°, d'après la fusion du rétène, était à cause du volume (10 cm³) de 40 à 45 secondes. Après le chauffage et le refroidissement, on ouvrait le tube et transportait le morceau de peau dans le bouillon.

Deux seulement des 8 peaux qui ont servi aux expériences contenaient des spores résistant 2 minutes à 100° (chauffées 2,45 minutes). Pour 3 autres, j'ai pu isoler du bouillon, en plaques de gélose, le charbon après 1 minute à 100°, ou seulement 5 minutes à 90°. Enfin l'isolement n'a pas réussi pour les 3 dernières. Mais dans tous les cas il poussait en bien plus grand nombre d'autres bacilles à spores (*mesentericus*, *subtilis*, *mycoïdes*). On ne peut donc pas affirmer que la bactérie charbonneuse n'existait pas dans les essais où elle n'a pas été retrouvée. Il semble toutefois que la résistance des spores sur ces peaux ait été plutôt faible. Le chiffre de 2 minutes est également indiqué, mais pour le chauffage dans la vapeur, par Hilgermann et Marmann pour une peau de cobaye. Enfin v. Esmarch signale que parmi ses peaux séchées certaines

avaient des spores qui ne résistaient pas à 100°. Il serait intéressant au point de vue de la désinfection de pouvoir étendre les investigations sur ce point.

Les peaux pour lesquelles je n'ai pas pu obtenir de cultures après le chauffage étaient encore virulentes pour le cobaye soit au bout d'un temps très long (52, 65 et 130 jours), soit après une stérilisation imparfaite, mais certainement suffisante pour détruire le bacille. C'est pourquoi je n'ai pas hésité à les employer aux expériences. D'ailleurs, au moment où chaque essai de stérilisation était pratiqué, je me suis assuré par inoculation au cobaye que la peau était virulente. Voici d'ailleurs l'état des peaux qui m'ont servi, avec les indications utiles :

TABLEAU I

NUMÉRO.	ÂGE AU MOMENT DE L'EMPLOI.	RÉSISTANCE AU CHAUFFAGE.	VIRULENCE.	PREUVES INDIRECTES.
I _a	40 jours.	5 minutes à 90°.	Tue en 42 heures. — 4 jours.	
I _b	40 jours.	1 minute à 100°.	Tue en 3 jours 1 2.	
I _c	42 jours.	5 minutes à 90°.	Tue en 60 heures.	
II	31 jours.	a) 1 minute à 100°. b) 2 minutes à 100°.	Tue en 60 heures. — 3 jours.	
III	80 jours.	?	Tue en 60 heures. — 40 heures.	Virulente au bout de 130 jours.
IV _a	48 jours.	?	Tue en 3 jours 1 2.	Virulente au bout de 65 jours.
IV _b	20 jours.	2 minutes à 100°.	Tue en 4 jours.	
Algérienne	32 jours. 35 — 35 —	?	Tue en 40 heures. — 60 heures. — 60 heures.	Virulente au bout de 52 jours.

Restait à choisir la méthode d'inoculation qui permettrait d'apprécier les résultats. J'ai essayé comparativement 3 procédés avec une peau non désinfectée : 1° Détacher aux ciseaux les tissus superficiels et les couper finement dans l'eau stérile, puis injecter sous la peau le liquide ainsi préparé. 2° Épiler et scarifier une petite surface sur le dos du cobaye, et la frotter avec un coton imbibé du même liquide. 3° Insérer sous la peau un petit fragment de peau d'environ 3 à 4 mm de côté. Tous les animaux moururent du charbon ; les deux qui avaient été traités par le premier procédé en 2 jours et demi et 6 jours ; par le second en 4 et 5 jours ; par le troisième en 2 jours et demi. Comme

d'autre part le risque de passer à côté de spores vivantes était moindre en inoculant la peau entière au lieu d'un extrait des tissus superficiels, c'est à ce dernier mode d'inoculation, d'ailleurs très commode, que je me suis arrêté. Il est vrai qu'une réaction locale se produit, sous la forme d'une fausse membrane qui entoure le fragment de peau. Peut-être des spores dont la vitalité est faible se trouvent-elles de ce fait étouffées. Sur 20 inoculations de peau supposée virulente, je n'ai eu que 2 échecs, qui pouvaient s'expliquer par l'absence de spores précisément dans le morceau inséré. De plus, 20 autres inoculations de peaux traitées par des procédés de stérilisation imparfaits (acide formique, essence de moutarde, chlore au-dessous de 1 : 1 000) ont toutes déterminé l'infection charbonneuse. La méthode donnait donc des garanties suffisantes.

En général, la région sous-cutanée voisine du point d'inoculation présente un vaste œdème gélatineux ; il faisait défaut dans quelques cas de mort tardive. Le diagnostic de l'affection a toujours été confirmé par l'aspect macroscopique et par des examens microscopiques de la rate et du foie ; dans les cas douteux la bactériémie a de plus été isolée du sang du cœur. La mort survenait, avec la peau non désinfectée, entre la 40^e et la 60^e heure, exceptionnellement le 1^{er} jour. Après une stérilisation incomplète, elle était généralement retardée, et se plaçait entre le 3^e et le 5^e jour, et même le 6^e.

Pour chaque peau traitée, 3 morceaux pris en des points différents étaient inoculés à 3 cobayes, et en même temps 3 autresensemencés dans le bouillon. Lorsque sur une plaque de gélose préparée à partir du bouillon il n'était pas possible de trouver une colonie de charbon au milieu de plusieurs centaines d'autres, je n'ai pas insisté sur la recherche du charbon, l'épreuve par l'inoculation étant considérée comme la plus importante.

Les méthodes de désinfection. — J'ai fait allusion, au début de cet exposé, à deux procédés de stérilisation des peaux charbonneuses qui ont été proposés en 1911, l'un par M. Seymour-Jones, l'autre par MM. Schattenfroh et Kohnstein. Ils reposent sur l'emploi du sublimé et de l'acide formique pour le premier, de l'acide chlorhydrique pour le second. Avant de les étudier, voyons si d'autres antiseptiques pourraient être utilisés. D'après le travail fondamental de Koch (19) sur la désinfection, sont seuls capables de tuer la spore charbonneuse, outre le sublimé et l'acide chlorhydrique :

- Le groupe des halogènes (chlore, brome, iode, et chlorure de chaux) ;
- Le permanganate de potasse à 5 p. 100 en 24 heures ;
- L'acide osmique à 1 p. 100 en 24 heures ;
- L'acide formique non dilué en 4 jours ;
- L'essence de térébenthine en 5 jours ;

Le sulfhydrate d'ammoniaque concentré en 5 jours ;

Le chlorure ferrique à 5 p. 100 en 6 jours ;

L'acide arsénieux à 1 p. 1000 en 10 jours.

On peut compléter cette liste par quelques chiffres de Krönig et Paul (11) :

Le nitrate d'argent à 4,25 p. 100 en 8 heures 45 minutes ;

La soude à 4 p. 100 et la potasse à 5,6 p. 100 en 18 heures ;

L'eau oxygénée à 3 p. 100 en 1 heure ;

L'acide fluorhydrique à 2 p. 100 en 2 heures.

Parmi tous ces agents, je réserve pour une étude spéciale les halogènes, le permanganate de potasse et les acides (autres que l'acide osmique dont le prix est prohibitif). Quant au reste, l'essence de térébenthine, qui n'a pas donné de bons résultats pour la désinfection des crins d'après Kübler (20), a été essayée il y a une vingtaine d'années à Saint-Denis ; on lui reprochait de durcir les peaux au point qu'elle a été écartée (Le Roy des Barres (21)). La concentration et le temps nécessaires pour tous les autres produits sont tels que l'emploi en paraît impossible. En dehors de cette liste, les phénols et leurs dérivés ne tuent la spore à 2,5 et 5 p. 100 qu'après des semaines et même des mois (Krönig et Paul). On pourrait penser à l'acide sulfureux ; aussi n'est-il pas superflu de rappeler les résultats qu'il a donnés à Koch. En brûlant du soufre dans un appareil parfaitement clos et saturé de vapeur d'eau, Koch a réussi dans une expérience à tuer les spores en 24 heures avec 4,66 volumes p. 100 de gaz sulfureux ; dans une autre expérience, il a échoué avec 5,44 vol. p. 100. Mais si l'on opère dans une chambre ordinaire, aussi bien fermée que possible, la concentration en gaz sulfureux tombe extrêmement vite. Après avoir brûlé dans la pièce 3,960 kg de soufre, elle était de 10,56 vol. p. 100 ; au bout d'une heure il ne restait que 4,05 vol. et après 3 heures 20 minutes que 1,8 vol. Il serait donc impossible dans la pratique de maintenir la concentration suffisante sans parler de la difficulté de faire pénétrer le gaz sulfureux jusqu'aux spores. On réussirait mieux en se servant d'une solution aqueuse d'acide sulfureux. Mais il faut alors employer 5,718 p. 100 en poids de SO_2 (soit 2000 volumes) pour tuer les spores en 5 jours. Avec 2,859 p. 100 (1000 vol.), elles n'étaient pas tuées dans ce délai. L'acide chlorhydrique, comme on le verra, est plus énergique.

L'aldéhyde formique a été l'objet de nombreux essais : v. Esmarch (14, 22) Herzog (23), Kister et Trautmann (24), Xylander (25), Russel (26), Moegle (27). Malheureusement tous ces auteurs constatent que les peaux étaient endommagées. Elles subissent en effet un tannage, qui est préjudiciable sur la peau en poil, et de plus fournissent des cuirs sujets à se déchirer.

L'insolation ne tue pas les spores en 13 heures (v. Esmarch) (14) ; ce serait

d'ailleurs un moyen bien hasardeux même si, à la longue, elle les détruisait. Enfin la tentative de Breckle (28), de transformer le charbon en race asporogène par culture de 48 heures dans un milieu nutritif à 43-44°, se heurte à de grandes difficultés pratiques (coût, nécessité de maintenir la température très exactement, danger de putréfaction), sans compter la possibilité pour quelques spores de ne pas germer assez vite pour que la race asporogène ait le temps de se créer.

Pour conclure, les méthodes que je vais maintenant examiner sont les seules qui présentent des chances de succès, à moins qu'on ne découvre un antiseptique puissant entièrement nouveau.

Méthode de Seymour-Jones. — D'après le petit opuscule où cette méthode est exposée (29), on prépare dans une fosse ordinaire une solution de 1:5 000 de sublimé, avec 1 p. 100 d'acide formique pour les grosses peaux, 0,2 à 0,3 p. 100 pour les petites. Après 24 à 48 heures de séjour dans ce bain, les peaux sont transportées dans une saumure saturée de NaCl, où elles restent une heure, ou simplement salées à la main. Elles se trouvent dans la condition des peaux picklées, et peuvent être séchées ou conservées humides. A l'appui de cette méthode, l'auteur montre que le sublimé n'est pas trop rapidement fixé sur la peau pour empêcher la désinfection, du moins en présence d'acide. D'après une expérience de Procter, 97,5 g de peau dans un litre de sublimé à 1:10 000, avec 0,5 p. 100 d'acide, font tomber la concentration à 0,47 en 22 heures; dans un autre essai à 0,20 en 24 heures. Le choix de la concentration en sublimé est basé sur les expériences de Seymour-Jones, qui s'est servi de morceaux de peau trempés dans du sang sporulé, et sur celles de Ponder (2), qui a employé de la peau souillée de caillots de sang. Cependant l'inoculation a causé dans les essais de Ponder 4 décès (tardifs) sur 10 expériences; tandis qu'avec 1:1 000 de sublimé, tous les animaux inoculés survivaient. Depuis, la méthode a été éprouvée par plusieurs auteurs avec des résultats contradictoires. Je les rappellerai après avoir étudié l'action du sublimé sur les spores sèches; car les contradictions trouveront alors sans peine leur explication.

Action du sublimé sur les spores. — Au début des recherches sur les antiseptiques, on attribuait au sublimé une action très énergique. A la dose de 1:1 000, il tuait les spores séchées sur des fils de soie en 1 minute (Koch), 15 minutes (Woronzoff, Winogradoff et Kolesnikoff (30), et au maximum en 30 minutes (Fränkel) (37). Mais Geppert montra en 1890 (7) que le pouvoir antiseptique apparaît beaucoup plus faible, si l'on a soin de neutraliser avec un sulfure alcalin le sublimé adhérent aux spores. La quantité de sulfure nécessaire est d'au moins 5 fois celle qui transforme tout le sublimé en sulfure de mercure; ce qui ne peut s'expliquer que par l'existence d'une combinaison,

physique ou chimique, avec la matière qui constitue la spore elle-même, combinaison qui n'est détruite qu'avec une proportion élevée de sulfure alcalin. Le temps joue d'ailleurs un rôle analogue à celui de la concentration. J'ai constaté que des spores traitées pendant 24 heures par le sublimé de 1 : 4 000 à 1 : 500, puis lavées 5 minutes dans le sulfure de sodium à 2 : 1 000 aussi bien qu'à 1 : 400 ($\text{Na}_2\text{S} + 9 \text{H}_2\text{O}$, contenant 32,50 p. 100 de Na_2S), ne poussaient pas dans le bouillon. Après un séjour de 24 heures dans l'une ou l'autre concentration de sulfure de sodium, elles se développaient au contraire. Geppert a même établi qu'il y avait une concentration optima de sulfure, avec laquelle, si l'on fait la numération des germes survivants, on obtient un plus grand nombre de colonies. Au delà, le sulfure devient toxique, celui d'ammonium plus que ceux de sodium et de potassium. En conclusion, Geppert admettait qu'après 20 heures de traitement par le sublimé à 1 : 1 000, les spores ne peuvent plus infecter l'animal, mais qu'elles sont encore capables de donner des cultures jusqu'au 3^e jour. Ces délais peuvent même être dépassés d'après Ottolenghi (8), dont les recherches ont été confirmées par Croner et Neumann (9). Mais il faut pour y réussir employer une technique spéciale : transporter les spores, qui étaient en suspension dans le sublimé, dans le bouillon ; ajouter une quantité exactement déterminée d'hydrogène sulfuré, puis après 20 à 30 minutes un volume de sérum de cheval stérile ; enfin au bout de 2 à 3 jours ensemercer du bouillon-sérum sur la gélose. Après 9 jours de contact avec le sublimé à 2,7 p. 100, les spores sont, dans ces conditions, encore capables de germer. Toutefois elles n'étaient pas pathogènes dans le bouillon ; mais les bacilles qui en naissaient sur la gélose devenaient.

Il est évident après ces explications que le sublimé à 1 : 5 000 ne peut pas tuer réellement les spores charbonneuses. Mais d'autre part les chiffres extrêmes d'Ottolenghi et de Croner et Neumann ne me paraissent pas avoir de portée pratique ; ils comportent des conditions trop exceptionnelles. Partant de l'idée que les peaux, telles qu'elles sont livrées au commerce, ne sont pas neutralisées, j'aurais pu étudier l'action du sublimé sur les spores sans neutraliser. Mais les résultats seraient devenus trop capricieux, à cause des traces d'antiseptique que j'aurais transportées dans les milieux de culture. J'ai donc renoncé à chercher quelle dose de sublimé serait nécessaire pour tuer les spores en 24 heures ; et j'ai seulement examiné, après neutralisation partielle, l'influence des facteurs suivants : 1^o résistance des spores et race ; 2^o addition d'acide formique ; 3^o présence de sérum ; 4^o doses d'acide formique ; 5^o choix d'un autre acide ; 6^o présence de sel. Le sulfhydrate d'ammoniaque destiné aux neutralisations était fraîchement préparé en saturant de H_2S la solution d'ammoniaque du laboratoire, diluée à 1 : 5 ; d'après le poids de sulfate obtenu à partir du sulfure de plomb précipité par 1 cm³, il contenait 9,41 p. 100 de NH_4HS . J'ai

employé cette solution à deux dilutions différentes, dont les titres approximatifs étaient 2 : 1 000 et 16 : 1 000. Les lamelles y séjournaient, pour des raisons de commodité, seulement 5 minutes, puis étaient lavées 5 minutes dans l'eau distillée. La concentration la plus forte favorisait beaucoup le développement ultérieur des spores, comme le montre l'essai suivant :

Spores résistant 10 secondes à 100°; acide formique 0,5 p. 100.

	Concentration du sublimé.			
	1 : 6 000	1 : 5 000	1 : 4 000	1 : 3 000
Solution faible de NH_4HS .	—	—	—	—
Solution forte	—	+	—	+

Le signe + indique que l'on a obtenu une culture.

1° Les variations de la résistance à 100° ont, dans une certaine mesure, pour corollaire des différences dans la résistance au sublimé. Mais l'écart n'apparaît nettement que pour les spores qui résistent moins d'une minute. Au contraire j'ai trouvé des résultats identiques avec des spores résistant 1, 2 et 3 minutes à 100°. C'est ce qui ressort du tableau II. (Je n'ai fait figurer dans ce tableau et les suivants que les doses voisines de celle qui stérilise, ou les doses extrêmes qui ont été essayées.) Par contre, les charbons algériens ont été tués par des doses beaucoup plus faibles que les autres, indépendamment de la résistance des spores.

TABLEAU II

Acide formique 0,5 et 0,25 p. 100. — Neutralisé NH_4HS 1,6 p. 100.

RÉSISTANCE.	RACE.		CONCENTRATIONS EN HgCl_2 .							
			1 : 6 000	5 000	1 000	3 000	2 000	1 000	500	300
30 secondes . .	III ₄	Sans sérum.				+	+	—		
	III ₃	Sérum.				+++	++	—		
1 minute. . .	IV ₃	—						+++	+++	+
	VII ₁	—						+	+	
2 — . . .	IV ₂	Sans sérum.						+	+	
	III ₃	Sérum.						+++	+++	
3 — . . .	IV ₁	—						+	+	
	IV ₂	—						+	+	—
Charbons algériens.										
30 secondes . .	II ₁	Sans sérum.			+	+	—			
	II ₁	Sérum.			+	+	—			
1 minute. . .	I ₃	Sans sérum.	+	+	—	—	—			
	I ₃	Sérum.			—	—	—			
	I ₄	—			++	—	—			

Tome 120. — 2^e semestre. — Août-Septembre-Octobre 1913.

18

On voit que la dose de 1 : 500 n'a pas suffi à stériliser des spores qui résistaient de 1 à 3 minutes; 1 : 2 000 était la limite extrême pour des spores résistant 30 secondes. Les charbons algériens étaient tués avec 1 : 3 000 à 1 : 2 000 (spores 30 secondes) et 1 : 5 000 à 1 : 3 000 (spores 1 minute).

2° L'addition d'acide formique a-t-elle une influence sur le pouvoir antiseptique du sublimé en général? Ou joue-t-elle un rôle favorable en présence des matières protéiques, en provoquant la dissolution de combinaisons insolubles du mercure? D'après les recherches antérieures, l'acide tartrique ou chlorhydrique à 0,5 p. 100 diminue l'activité du sublimé (Rohrkoff) (32). La raison en est donnée par Krönig et Paul (11) : l'ion Hg est le principal agent de la désinfection (mais non le seul); si l'on ajoute soit un acide dont le sel de mercure est moins dissocié que le bichlorure, soit même l'acide chlorhydrique, qui possède avec lui un ion commun, on ne peut qu'affaiblir le pouvoir antiseptique, car on diminue l'ionisation. Cependant Paul, Birstein et Reuss (33) ont reconnu plus tard que l'addition du sel de soude à l'acide correspondant, bien que diminuant l'ionisation de l'acide, augmentait un peu son action; Gegenbauer et Reichel (10) confirment le fait pour l'acide chlorhydrique et le chlorure de sodium.

TABLEAU III

Sublimé sans acide et avec acide. sans sérum.

CONCENTRATIONS. en H ₂ O ₂ .	A. NEUTRALISÉ NH ₄ HS 1,6 p. 100.						B. NEUTRALISÉ NH ₄ HS 0,2 p. 100.					
	Sp. 30 secondes Algér. I ₁ .		Sp. 1 minute Algér. I ₂ .		Sp. 2 minutes IV ₂ .		Sp. < 10 secondes (III ₂).		Sp. 1 minute (III ₂).		Sp. 3 minutes (II ₁).	
	Acide formique 0,25 p. 100.		Acide formique 0,25.		Acide formique 0,25.		Acide formique 0,50.		Acide formique 0,50.		Acide formique 0,50.	
1 : 30 000							—				+	+
20 000								+			—	+
15 000				+					—		—	+
10 000				—								
8 000	+	+		+	+							
6 000	+			+								
5 000	—			—	+				—			
4 000		+		—	—							
3 000		+	—	—	—							
2 000		—				+	+					
1 000						+	+					
500						+	+					

TABLEAU IV

Sublimé sans acide et avec acide, avec sérum.

CONCENTRATIONS, en HgCl ₂ .	A. NEUTRALISÉ NH ₄ HS 1,6 p. 100.						B. NEUTRALISÉ NH ₄ HS 0,2 p. 100.	
	Sp. 1 minute (Algér. I ₁).		Sp. 3 minutes (IV ₁).	Sp. 3 minutes (IV ₂).	Sp. 3 minutes (IV ₂).		Sp. 2 minutes (II ₂).	Sp. 3 minutes (II ₁).
	HCl 0,30 p. 100.		Acide formique 0,50.	Acide formique 0,50.	Acide formique 0,50.	HCl 0,30.	HCl 0,185.	Acide formique 0,50.
1 : 5 000								+++
4 000	+	+						++
3 000	+	+						++
2 000	—	—	+	+	+	+		+
1 000			—	+	+	—	—	—
500			—	+	+	—	—	—
300			—	—	—	—	—	—

Les tableaux précédents montrent dans quelle mesure la stérilisation est gênée par l'addition d'acide : 1° pour les spores sans sérum (tableau III); 2° pour les spores en présence de sérum (tableau IV). Dans quelques cas l'acide chlorhydrique est substitué à l'acide formique : j'établirai plus loin que les résultats sont équivalents.

Dans le tableau III (sans sérum), lorsque la stérilisation est obtenue avec des doses faibles de sublimé, soit parce que les spores sont peu résistantes, soit parce que la neutralisation est imparfaite, la présence d'acide entraîne une baisse du pouvoir désinfectant (de 1 : 5 000 à 1 : 2 000 et 1 : 4 000 ; de 1 : 50 000 ou 1 : 20 000 à moins de 1 : 15 000 ou 1 : 10 000). Au contraire lorsqu'il faut aller jusqu'aux doses de 1 : 1 000 et 1 : 500 sans acide, l'équilibre s'établit entre les deux séries. C'est le cas général dans le tableau IV (avec sérum), où, à une exception près, la dose nécessaire est au moins de 1 : 1 000. La différence apparaît ici dans l'ensemble comme peu importante. Du moins l'acide n'a-t-il pas une seule fois une influence favorable. En présence de sérum ce résultat est surprenant ; car le sublimé seul coagulait toujours le sérum, qui avec l'acide formique restait au contraire dissous. Avec l'acide chlorhydrique, j'ai constaté que la coagulation persistait quelquefois, surtout pour les concentrations fortes en sublimé ; la stérilisation n'en paraissait d'ailleurs pas affectée.

3° Pour voir si la présence de sérum était indifférente, j'ai comparé dans un nouveau tableau (V) des expériences faites avec les mêmes spores, les unes

nues, les autres recouvertes de sérum, en présence d'acide; ces spores étaient toutes relativement peu résistantes.

TABLEAU V
Sublimé avec acide, sans et avec sérum.

CONCENTRATIONS en HgCl ₂ .	NEUTRALISÉ NH ₄ HS 1,6 p. 100.									
	Sp. 30 secondes (III ₃).		Sp. 30 secondes (Alger. II ₁).		Sp. 1 minute (Alger. I ₂).		Sp. 2 minutes (III ₂).		Sp. 2 minutes (III ₂).	
	Acide formique 0,50 p. 100.		Acide formique 0,25.		Acide formique 0,25.		HCl 0,185.		Acide formique 0,50.	
		Sérum.		Sérum.		Sérum.		Sérum.		Sérum.
1 : 8 000							+			
6 000							+			
5 000					+		+			
4 000			+	+	—	—	+	+		
3 000	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+
2 000	+	+	+	+	—	—	+	+	—	+
1 000			—	—			—	—	—	+
500										+

Pour les 3 premières séries il n'y a pas de différence sensible; la dernière est franchement et l'avant-dernière légèrement en faveur d'une addition d'acide. Le résultat n'est donc pas entièrement négatif; mais l'écart est inférieur à celui qu'on attendrait. L'explication en est sans doute que la quantité de sérum employée, d'une part, et l'acide ajouté, d'autre part, atténuent dans des proportions à peu près égales l'action du sublimé; les deux facteurs ne s'additionnent pas. Si cela est vrai, la différence entre les spores nues et recouvertes de sérum doit être plus nette lorsqu'on n'ajoute pas d'acide. Je ne possède pas de séries parallèles avec et sans sérum, sans addition d'acide. Dans les exemples suivants, les lamelles ont été seulement lavées 10 minutes à l'eau, sans neutralisation au sulfure :

TABLEAU VI
Sérum; acide et sans acide, sans neutraliser.

CONCENTRATIONS en HgCl ₂ .	Sp. 3 minutes (IV ₂).		Sp. 2 minutes (IV ₂).	
	Acide formique 0,5 p. 100.	Sans acide.	Acide formique 0,5 p. 100.	Sans acide.
1 : 15 000	—	+	—	+
10 000	—	+	—	+
5 000	—	+	—	+
2 000	—	+	—	—

L'écart est manifeste, et repose surtout sur le fait que les spores non neutralisées sont en apparence tuées par des concentrations très faibles. En présence de sérum et sans acide, le bénéfice du défaut de neutralisation disparaît, ou le sérum agit comme la neutralisation. Une fois atteinte la dose élevée qu'il rend nécessaire, la neutralisation au sulfhydrate d'ammoniaque n'aurait à son tour plus beaucoup d'influence ; elle n'obligerait pas à forcer sensiblement la concentration.

4° Ainsi l'addition d'acide, si elle n'améliore pas sensiblement les résultats, ne peut cependant pas être défavorable. Mais est-il nécessaire d'atteindre la dose élevée de 1 p. 100 ? La question a une importance pratique. Une usine française a traité avec 1 p. 100 d'acide formique environ 3 000 peaux ; il s'était formé un grain qui dépréciait totalement le cuir, de sorte que l'opération a été jugée désastreuse. Il n'en aurait pas été ainsi avec des concentrations plus faibles. Au point de vue de la stérilisation, y a-t-il une dose optima ? Dans les tableaux VII *a* et VII *b*, j'ai comparé diverses concentrations en acide formique, à partir et au-dessous de 0,5 p. 100, sur les spores sans et avec sérum.

TABLEAU VII *a*

Sans sérum.

CONCENTRATIONS en HgCl ² .	DOSES D'ACIDE FORMIQUE p. 100.				
	Sp. 2 minutes (IV ₂).		Sp. 3 minutes (IV ₂).		
	0,5	0,1	0,5	0,25	0,125
1 : 2 000	+	+	++	+	+
1 000	+	+	++	+	+
500	+	+			

TABLEAU VII *b*

Avec sérum.

CONCENTRATIONS en HgCl ² .	Sp. 30 secondes (Algér. II ₁).				Sp. 2 minutes (III ₂).		Sp. 2 minutes (III ₃).			Sp. 3 minutes (IV ₁).			Sp. 3 minutes (IV ₂).		
	0,5	0,25	0,12	0,05	0,5	0,25	0,5	0,2	0,1	0,5	0,2	0,1	0,5	0,2	0,1
1 : 4 000	+	+	+	+											
3 000	—	—	+	+											
2 000	—	—	—	—											
1 000					+	+				—	—	—	+	+	+
500					++	++				—	—	—	+	+	+
300					—	—							—	+	+

Sans sérum (VII *a*), on n'aperçoit pas de différence entre les doses de 0,50 à 0,1 p. 100. Avec sérum (VII *b*) 0,12 et 0,05 p. 100 se sont montrés inférieurs à 0,25 et 0,50 une fois et 0,20 à 0,50 une fois. Les concentrations de 0,50 à 0,10 étaient équivalentes dans les 3 autres séries. Le pouvoir antiseptique propre de l'acide ne paraît donc pas intervenir ; et son action dissolvante à l'égard des combinaisons insolubles du mercure être suffisamment assurée avec 0,2 à 0,25 p. 100. Je reviendrai sur ce point en parlant des peaux.

TABLEAU VIII

Acide formique et HCl.

CONCENTRATIONS en H ₂ C ₂ O ₄ .	SÉRUM.								SANS SÉRUM.	
	Sp. 2 minutes (III ₂).		Sp. 3 minutes (IV ₂).		Sp. 2 minutes (III ₂).		Sp. 3 minutes (IV ₂).		Sp. 2 minutes (IV ₂).	
	Acide formique 0,50 p. 100.	HCl 0,185.	Acide formique 0,50.	HCl 0,150.	Acide formique 0,50.	HCl 0,11.	Acide formique 0,50.	HCl 0,11.	Acide formique 0,50.	HCl 0,11.
1 : 3 000										
2 000			+	+		---		+		
1 000	+	--	--	--	--		++	+-	+	+
500	--	--	---	--			++	++	+	+
300	--						--	--		

TABLEAU IX

Doses variables de HCl p. 100.

CONCENTRATIONS en H ₂ C ₂ O ₄ .	SANS SÉRUM.				SÉRUM.							
	Sp. 30 secondes Algér. I ₁ .				Sp. 2 minutes (III ₂).				Sp. 1 minute Algér. I ₁ .			
	0,150	0,110	0,070	0,035	0,185	0,110	0,035		0,150	0,110	0,070	0,035
1 : 10 000	--	--	+	+								
8 000	--	--	--	+								
6 000												
5 000	--	--	--	--								
4 000									+	+	+	+
3 000									--	+	+	+
2 000					--	--	--		--	--	+	+
1 000					--	--	--					
500					+	--	--					

5° L'influence de l'acide est si faible que le choix de cet acide ne paraît pas avoir une importance sérieuse. Pour m'en convaincre, j'ai fait quelques essais avec l'acide chlorhydrique. Les tableaux VIII et IX montrent respectivement

l'influence comparée de l'acide formique à 0,5 p. 100 et de l'acide chlorhydrique à 0,185-0,110 p. 100, et l'effet de doses décroissantes d'acide chlorhydrique de 0,150 à 0,050 p. 100. Je n'insiste pas sur les résultats, qui couvrent bien ceux que donnait l'acide formique. Les deux acides se remplacent réciproquement; la dose de 0,150 pour HCl est peut-être préférable à 0,110, qui est plus favorable que 0,070.

6° Le chlorure de sodium a comme les acides la propriété de dissoudre les combinaisons du sublimé avec les matières protéiques. Il abaisse également le pouvoir désinfectant, grâce à la formation d'un sel complexe Na^2HgCl^4 qui se dissocierait en ions Cl et Na^2Hg ; ce dernier est lui-même partiellement dissocié, et l'existence d'ions Hg assure encore une certaine activité. Cependant, avec une dilution suffisante (à partir de 1 : 1 000), la présence de NaCl ne se ferait plus beaucoup sentir (Krönig et Paul) (11). D'après le tableau X, l'addition de NaCl de 5 p. 100 à 0,9 p. 100 (eau physiologique) est nuisible à la désinfection, dans toutes les conditions: spores sans acide ni sérum, avec acide seul, avec acide et sérum. Le sel ne peut donc pas remplacer les acides.

TABLEAU X
Addition de NaCl.

CONCENTRATIONS en HgCl_2 .	SPORES SANS ACIDE NI SÉRUM.				ACIDE FORMIQUE 0,5 p. 100.		HCl 0,185 p. 100 SÉRUM.	
	Neutralisé NH_4HS 1,6 p. 100 Sp. 30 secondes (Algér. I).		Neutralisé NH_4HS 0,2 p. 100. Sp. < 10 secondes (III ₂).		Neutralisé NH_4HS 0,2 p. 100. Sp. 1 minute (III ₂).		Neutralisé NH_4HS 1,6 p. 100. Sp. 2 minutes (III ₂).	
	Eau.	NaCl 0,9 p. 100.	Eau.	NaCl 0,9 p. 100.	Eau.	NaCl 0,9 p. 100.	Eau.	NaCl 5 p. 100.
1 : 50 000			—					
40 000			—		+			
10 000	+							
8 000	++							
6 000	+—							
5 000	—	+						
4 000	—							
3 000		+						
2 000				+		+		
1 000		—		—		+	—	+
500						—	—	+
300						—	—	+

En résumé le sublimé neutralisé par le sulfhydrate d'ammoniaque à 1,6 p. 100 ne tue les spores résistantes en présence de sérum qu'à partir de 1 : 300. L'addition d'acide, formique ou chlorhydrique, a une faible utilité;

mais il n'y a aucun avantage à dépasser les doses de 0,25 à 0,20 ou 0,15 p. 100 respectivement. Il faut éviter d'opérer en présence de chlorure de sodium.

Ces conclusions, en ce qui concerne la concentration du sublimé, sont-elles applicables aux peaux? Pas dans le cas le plus général, puisque les peaux, à partir du moment où l'on dépouille l'animal et souvent jusqu'à la fin du tannage, ne sont pas neutralisées. Elles pourraient l'être à partir du passage dans les pelains, lorsqu'on emploie des sulfures pour l'épilage. Il est très important de savoir, pour juger de la valeur pratique du sublimé, comment se comportent les spores traitées par les bains de sulfure en usage dans les tanneries. L'écart des doses stérilisantes avec et sans neutralisation est très grand; en voici un exemple :

TABLEAU XI
Sérum; acide formique 0.5 p. 100.

CONCENTRATION DE SÉROUME.	Sp. 3 minutes (IV ₂).		Sp. 2 minutes (IV ₂).	
	Sans neutralisation.	NH ₄ HS 1.6 p. 100.	Sans neutralisation.	NH ₄ HS 1.6 p. 100.
1 : 15 000	—			
10 000	—		—	
8 000			—	
6 000				
5 000				
2 500				
1 000		+		+
500		+		+
300		—		—

La limite passe de 1 : 15 000 et 1 : 10 000 à 1 : 300. Il est évident qu'on se rapprochera de l'un ou l'autre des deux extrêmes, selon que la neutralisation sera plus ou moins parfaite. On peut d'autre part dépasser la limite, et atteindre une concentration en sulfure qui devienne toxique à son tour.

J'ai fait l'essai des préparations suivantes: 1° Sulfure de sodium (1) à 2 : 1 000 pendant 24 heures, 5 jours et 10 jours. 2° Sulfure de sodium à 1 : 100 pendant 2 jours et 5 jours. 3° Sulfure de sodium à 3 : 100 pendant 1 et 3 jours. 4° Chaux (30 g par litre) additionnée de sulfure de sodium 2 : 1 000 pendant 5 et 10 jours. 5° Pâte composée de : chaux vive 10 g, arsenic rouge (réalgar) 1 g; eau 20 g, pendant 1 jour. 6° chaux à 30 g par litre additionnée de 1,5 g par litre de réalgar pendant 10 jours. Ces dernières préparations sont faites en mélangeant

(1) Sulfure de sodium cristallisé avec 9 mol. d'eau = 32,5 p. 100 de Na₂S.

la chaux vive fraîchement calcinée avec le réalgar, puis éteignant avec un peu d'eau et ajoutant le reste lorsque la réaction est terminée. Le tableau XII donne les résultats obtenus avec ces divers traitements.

TABLEAU XII

Sérum; acide formique 0,25 ou HCl 0,11 p. 100.

			NH ₄ HS 1,6 p. 100.	Na ₂ S 2 p. 1000.				Na ₂ S 1 p. 100.		Na ₂ S 3 p. 100		CHAUX + Na ₂ S 2 p. 1000.		CHAUX + orpin dilués.	PÂTE de chaux + orpin.
				10 min.	24 h.	5 j.	10 j.	2 j.	5 j.	1 j.	3 j.	5 j.	10 j.		
1	Sp. 10 sec.	1 : 7 500 (VI ₁)	5 000												
2	Sp. 1 min. (IV ₃)	2 000													
		1 000	+	+	+	+	+					+			
		500	+	+								+			
3	Sp. 1 min. (IV ₄)	4 000											+		
		2 000											—	—	
		1 000	+										+		
		500	+										+		
4	Sp. 1 min. (VII ₁)	1 000	+												+
		500	+												+
5	Sp. 1 min. (V ₂)	5 000											+	—	
		2 500											—	—	
		1 000	+										—	—	
		500	+										—	—	
6	Sp. 2 min. (V ₁)	4 000													
		2 000	+												
		1 000	+												
		500	+												
7	Sp. 2 min. (IV ₂)	5 000													
		2 500													
		1 000	+												
		500	+												

Le sulfure de sodium à 2 : 1 000 neutralise le sublimé. Mais si l'on augmente la concentration et prolonge le contact suffisamment, l'action toxique achève la destruction de la spore commencée par le sublimé. Cette influence ne se manifeste pas encore avec 1 p. 100 de sulfure pendant 2 jours. Mais, au moins pour les échantillons qui ont servi à ces expériences, la concentration de 3 p. 100 pendant 1 jour et à une exception près de 1 p. 100 pendant 5 jours a

empêché le développement des cultures. (Avant de transporter les lamelles des sulfures concentrés dans le bouillon, elles passaient 5 minutes dans l'acide chlorhydrique à 1:1 000, et 5 minutes dans l'eau. La même précaution était prise après les traitements par la chaux, qui laisse du carbonate adhérent aux lamelles, et par suite après les sulfures arsenicaux.) Il semble que le sublimé et le sulfure aient dans ces cas combiné leur action; le sulfure seul, d'après Hilgermann et Marmann (3), tue les spores en quelques jours à 5 p. 100. Quant à la chaux, elle les tue en 25 jours d'après Ponder (2), en plus de 3 mois d'après Hilgermann et Marmann. Le mélange de chaux et de sulfure de sodium à 2:1 000 paraît plus favorable à la stérilisation que le sulfure sans chaux; mais il est encore capable de neutraliser l'effet du sublimé à 1:500 (n° 3). Les préparations arsenicales sont plus intéressantes; il se forme probablement dans la réaction très complexe entre la chaux et le sulfure d'arsenic, et à la faveur de la température, de l'arsénite, du sulfarsénite, et du sulfure de calcium. La concentration en sulfure soluble et son pouvoir de réaction avec le sublimé sont suffisants pour neutraliser lorsqu'on emploie la pâte; avec les préparations diluées, qui sont d'un usage courant, la neutralisation ne paraît pas obtenue. Il n'est guère possible que la toxicité des sels arsenicaux intervienne; elle serait plus sensible avec la pâte. D'ailleurs, d'après Hilgermann et Marmann, une pâte à 20 p. 100 de chaux et 1 p. 100 de réalgar ne tue pas les spores en 9 jours. C'est donc bien une neutralisation incomplète qui assure l'efficacité de la désinfection.

Expériences sur les peaux. — Parmi les auteurs qui ont déjà fait l'essai de cette méthode, ceux qui n'ont pas neutralisé le sublimé, ou qui ont cru le neutraliser avec le carbonate de soude, ont obtenu des résultats excellents (Moegle) (27) ou bons (Schnuerrer (17 a), Ševčík (34) — 4 succès sur 58 expériences chez ce dernier), avec de grosses comme de petites peaux; ceux au contraire qui ont neutralisé au sulfure de sodium ont échoué (Hilgermann et Marmann (3), Schnuerrer et Ševčík, 2^e série d'expériences). Ševčík a réussi, malgré la neutralisation, lorsqu'il portait la concentration du sublimé à 1:500. Tous ces travaux, publiés depuis que j'avais terminé mes expériences, sont d'accord avec elles.

Il est évident que si les peaux sont convenablement neutralisées, elles ne peuvent être désinfectées que dans le cas spécial de spores très fragiles. Mais dans la pratique cette neutralisation n'a lieu que dans les pelains aux sulfures. Il est donc légitime de considérer comme le cas le plus général celui où les peaux ne sont pas neutralisées. En éprouvant après la stérilisation ces peaux par inoculation au cobaye, on les débarrasse probablement, par réaction avec les humeurs, de l'excès de sublimé. On se rapproche en tout cas des conditions

de l'infection naturelle. C'est pourquoi j'ai fait la plupart de mes essais sans neutralisation et avec épreuve par inoculation. Les peaux étaient seulement égouttées quelques jours, après le passage dans la saumure, et quelquefois lavées par agitation énergique dans l'eau salée. Les résultats sont réunis dans le tableau XIII.

On voit que dans toutes les expériences combinant le sublimé et l'acide formique, sans neutralisation, la peau inoculée au cobaye n'a provoqué aucun décès. Dans ces conditions le choix de la concentration en sublimé entre 1 : 3 000 et 1 : 5 000 paraît indifférent. Dans l'épreuve des peaux par la culture, la désinfection a été une fois en défaut; toutes les cultures autres que celles qui sont indiquées comme stériles étaient envahies par des microbes, qui pouvaient masquer le charbon. Dans l'ensemble, les résultats étaient satisfaisants. En opérant sur les lamelles, la présence d'acide n'avait paru ne jouer qu'un rôle restreint; j'ai donc fait quelques essais sans l'addition d'acide formique. La stérilisation apparente a été réalisée pour 3 peaux et 6 essais, mais pas pour la 4^e peau (n° 20). D'ailleurs, même si l'absence d'acide n'avait pas changé les résultats pour les petites peaux de cobaye, elle ne serait pas à recommander dans la pratique; l'acide est indispensable pour mouiller et ramollir les peaux sèches, en provoquant le gonflement. La peau neutralisée au sulfure de sodium à 2 : 1 000 pendant 24 heures est restée virulente. De même après un traitement de 40 heures par une pâte de chaux et de réalgar (orpin), étendue sur le côté chair. Quant au mélange de chaux étendue et de sulfure de sodium à 2 : 1 000, il n'a pas fait réapparaître la vitalité des spores (n° 22); on ne peut en effet tirer argument de la peau n° 21, car elle était traitée par le sublimé sans acide et virulente avant la neutralisation (n° 20). Ainsi la peau s'est comportée comme les spores sur lamelles dans les cas les plus favorables; est-ce un hasard qui ne se reproduirait pas? ou l'inoculation à l'animal est-elle moins sensible que la culture, les spores se trouvant au stade d'atténuation décrit par Geppert? Il faudrait d'autres essais pour porter un jugement. Enfin, comme dans le cas des spores sur lamelles, la chaux additionnée de sulfure d'arsenic n'a pas neutralisé le sublimé; les cultures sont même restées stériles. (Avant d'ensemencer, la peau avait été lavée à l'eau, maintenue quelques heures dans l'acide chlorhydrique à 1 : 1 000, et lavée à nouveau.) Une conclusion ressort de ces expériences: c'est que les pelains aiguës à l'arsenic sont les moins dangereux pour l'épilage des peaux stérilisées au sublimé.

Quant aux pertes que le procédé pourrait causer en abîmant les peaux, il ne semble pas qu'elles puissent être sérieuses. Si l'on a soin d'abaisser la concentration de l'acide formique à 0,25 ou 0,20 p. 100, on se place exactement dans les conditions qui ont été recommandées pour le reverdissage des peaux

TABLEAU XIII

Température 20°. Temps 24 heures. 4 et 3 grammes de peau sèche
pour 50 cm³. de liquide.

NUMÉROS.	RACE.	SUBLIMÉ.	ACIDE FORMIQUE. p. 100.	TRAITEMENT après LA STÉRILISATION.	INOULÉ AU BOUT de : jours.	RÉSULTAT.			CULTURES.
						I.	II.	III.	
1	Ia	1 : 3 000	0,60		3	—	—	—	
2	Ia	4 000	0,60		3	—	—	—	1 culture positive.
3	II	3 000	0,60		4	—	—	—	
4	II	4 000	0,60		4	—	—	—	
5	III	3 000	0,25		26	—	—	—	
6	III	4 000	0,25		26	—	—	—	
7	III	5 000	0,25		26	—	—	—	
8	III	5 000	0,25	Agité à la machine 1 heure dans NaCl 10 p. 100 . . .	1	—	—	—	Cultures stériles.
9	Alg.	4 000	0,25		16	—	—	—	
10	Alg.	5 000	0,25		16	—	—	—	Cultures stériles.
11	Alg.	5 000	0,25	Agité à la machine 1 heure dans NaCl 10 p. 100 . . .	1	—	—	—	
12	III	3 000	—		19	—	—	—	
13	III	5 000	—		19	—	—	—	
14	Alg.	3 000	—		7	—	—	—	
15	Alg.	5 000	—		7	—	—	—	
16	IV	3 000	—	Lavé à l'eau 3 heures. . .	2	—	—	—	
17	IVa	5 000	—	Id.	2	—	—	—	
18	IVa	3 000	—	Neutralisé Na ² S 2:1000, 24 h.	1	+	+	—	
19	IVa	5 000	—	Neutralisé Na ² S 2:1000, 24 h.	1	+	—	—	
20	IVb	5 000	—	Agité à la machine 1 heure dans NaCl 10 p. 100 . . .	2	+	+	—	
21	IVb	5 000	—	Neutralisé Ca(OH) ² et Na ² S 2 : 1 000, 10 jours. . . .	2	+	+	+	
22	IVb	5 000	0,25	Neutralisé Ca(OH) ² et Na ² S 2 : 4 000, 10 jours. . . .	2	—	—	—	
23	IVb	5 000	0,25	Neutralisé avec une pâte de chaux et d'orpin, 40 h.	4	+	+	—	
24	IVb	5 000	0,25	Neutralisé dans la chaux et l'orpin étendus, 10 jours.	2	—	—	—	Cultures stériles.

sèches (35). Le reverdissage aux acides est actuellement en usage dans nombre de fabriques. D'après Parker, il y aurait même sur les peaux reverdies dans les trempes ordinaires un gain de 3 p. 100 en poids (36). Il est bon toutefois, pour éviter le passage brusque du milieu acide au milieu alcalin, de laver les peaux une heure au tonneau dans l'eau salée, puis de les laisser séjourner une nuit dans l'eau salée. Ce lavage a en même temps pour but d'enlever les traces de sublimé, qui pourraient, en présence des sulfures, produire des taches grises. Ces taches se verraient peut-être encore avec des concentrations de sublimé de 1 : 1000 à 3000 ; avec 1 : 5000 elles ne sont pas à craindre. C'est toutefois un obstacle à l'emploi de concentrations plus fortes ; il serait préférable, au point de vue de la tannerie, de prolonger l'action pendant 48 heures, délai qui, d'ailleurs, peut être nécessaire pour reverdir les grosses peaux.

Je me suis demandé, avec l'idée d'abaisser le prix de revient, si l'acide chlorhydrique pourrait être substitué à l'acide formique. On a vu qu'à l'égard de l'efficacité, les deux acides sont équivalents, et même que la concentration choisie pourrait être plus faible pour l'acide chlorhydrique (soit 0,4 p. 100 d'acide commercial à 37 p. 100). L'acide chlorhydrique passe pour plus dangereux pour les peaux. Mais Procter (37) vient de montrer que si l'on traite de la gélatine ou de la peau par l'acide formique N 10 (0,46 p. 100), puis par le chlorure de sodium à saturation, la gélatine ou la peau après lavage retiennent de l'acide chlorhydrique, soit en moyenne 3,58 p. 100 sur le poids sec pour la gélatine, et à peu près autant pour la peau. J'ai vérifié le fait pour la peau traitée par la méthode de Seymour-Jones. Après 24 heures de séjour dans 30 cm³ de liquide acide, les morceaux de peau (cobaye) passaient 1 heure dans le sel à 10 p. 100 ; ils étaient ensuite égouttés, lavés dans deux eaux pendant 20 heures au total, égouttés à nouveau. Puis le dosage était fait par la méthode de Procter. Le tableau XIV indique les résultats.

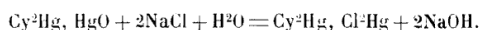
TABLEAU XIV

NUMÉROS.	POIDS DE PEAU SÈCHE À 100°.	CONCENTRATION EN ACIDE.	HCl FIXÉ p. 100 DE PEAU SÈCHE.
1	1,285	Acide formique p. 100. 0,25	1,62
2	1,315	— 0,25	1,40
3	2,497	— 0,30	1,94
4	0,805	HCl 0,15	2,33
			Moyenne 4,65

Les différences entre les peaux traitées par l'acide formique tiennent sans doute à la proportion de graisse, qui n'absorbe pas d'acide. On voit que la quantité de HCl fixée lorsqu'on emploie l'acide chlorhydrique est notablement

plus élevée (de 44,21 p. 100). De plus, il faut tenir compte du fait que cet acide reste en contact avec la peau sans addition de sel pendant tout le reverdissage ; tandis que pour la méthode à l'acide formique l'acide chlorhydrique ne se forme qu'en présence de sel. Le prix de revient pour l'acide formique peut d'autre part être abaissé par le remontage des baignoires. D'après Seymour-Jones, le sublimé doit être considéré comme épuisé après chaque opération ; mais l'acide formique n'est consommé que dans la proportion de 25 p. 100. Il suffit d'ajouter la quantité correspondante pour l'opération suivante. Les parois de la fosse pourraient absorber de l'acide ; au besoin on les badigeonne jusqu'à refus à l'huile cuite, et on les passe au vernis.

On sait qu'à côté du reverdissage par les acides on emploie le reverdissage par les alcalis, soude ou sulfure de sodium. La désinfection par le mercure en milieu alcalin pourrait être réalisée avec l'oxycyanure. En présence de chlorure de sodium, ce sel forme du chlorocyanure de mercure et de la soude, selon la réaction :



Mais le pouvoir antiseptique du composé mercuriel est inférieur à celui du sublimé. En faisant agir pendant 24 heures, sur des spores résistant 2 minutes au chauffage, de l'oxycyanure jusqu'à la concentration de 2 : 100, seul et en présence de 10 p. 100 de sel, j'ai obtenu des cultures dans tous les essais. Le rapport des poids moléculaires de l'oxycyanure au bichlorure est de 468 : 274, alors que le bichlorure est au moins 10 fois plus actif.

Pour terminer, l'épilage des peaux traitées par la méthode de Seymour-Jones est un peu plus pénible que celui des peaux ordinaires ; d'après les essais que j'ai faits sur de petits morceaux de peau, les expériences de Seymour-Jones, le témoignage de Moegle, la difficulté n'est pas insurmontable. Tout au plus faut-il prolonger le séjour dans les pelains de quelques jours, et commencer par une vieille chaux.

Méthode de Schattenfroh et Kohnstein. — Les premières indications sur cette méthode ont été publiées par Schattenfroh (38) ; Kohnstein l'a proposée au Congrès du Cuir de Turin (1911). Elle a fait depuis l'objet d'une étude très documentée et très minutieuse de Gegenbauer et Reichel (10). D'après les données anciennes de Koch, l'acide chlorhydrique, qui est l'agent choisi, tue la spore en 10 jours à la concentration de 2 p. 100 (d'acide commercial). Krönig et Paul trouvent quelques germes survivants après 32 heures dans l'acide à 0,23 p. 100 (titre réel), et 8 heures 15 minutes dans l'acide à 3,65 p. 100. Les autres indications oscillent à peu près entre ces chiffres ; elles ne sont pas nombreuses, l'inconvénient de fortes concentrations ayant découragé les recher-

ches. Mais dans le cas des peaux, l'addition de chlorure de sodium en quantité suffisante, après avoir réprimé le gonflement, préserve les tissus d'une attaque par l'acide. C'est la propriété qu'on utilise dans le picklage.

Gegenbauer et Reichel ont fixé d'abord par de nombreux essais, avec des spores résistant de 3 à 7 minutes à la vapeur à 100°, séchées sur des fils de soie ou en suspension dans l'acide chlorhydrique, le temps minimum pour obtenir la stérilisation avec des concentrations en acide allant de 0,5 à 3 et même 4 p. 100 (titre réel). Ils ont établi que le produit de la concentration par la durée, à condition d'affecter la concentration d'un certain exposant, est une constante, qu'ils appellent constante de résistance. On peut calculer en outre les variations de cette constante en fonction de la concentration en sel, et surtout de la température. En définitive une formule, établie d'après les chiffres limites, permet de calculer pour une concentration et une température quelconques le temps nécessaire pour tuer certainement les spores. L'exactitude du calcul a été vérifiée sur 85 échantillons, de 31 provenances différentes, pour la température de 30°. Enfin des expériences étendues de contrôle ont été faites sur des peaux de chèvre et de mouton infectées, puis une désinfection en grand, sur un lot de 7 420 kg, divisé en 15 parties. La méthode est donc présentée avec un ensemble imposant de garanties. En conclusion, les auteurs recommandent l'emploi de 2 p. 100 de HCl (titre réel) et de 10 p. 100 de NaCl pendant 48 heures, à la température de 15° à 20°; ou bien, et de préférence, de 1 p. 100 de HCl et 10 p. 100 de NaCl pendant 6 heures à 40°. Les premiers essais faits sur des peaux ont tous réussi; dans la grande expérience, 2 échecs ont été relevés, dus sans doute à la difficulté de mouiller uniformément un grand nombre de peaux en même temps. Aussi les auteurs invitent-ils à prendre 10 volumes de liquide pour 1 kg de peau séchée.

Moegle (27), Hilgermann et Marmann (3), n'ont obtenu que des résultats excellents avec cette méthode, sauf dans quelques cas où soit le temps d'action, soit la température étaient restés inférieurs aux prescriptions (Moegle). Seul Schnuerrer (17 b) aurait eu, avec des peaux de bœuf, 11 échecs sur 22 expériences. Calculait-il les concentrations en acide réel ou en solution commerciale de l'acide?

Ce n'est pas, croyons-nous, sur le pouvoir désinfectant de l'acide chlorhydrique, bien établi par Gegenbauer et Reichel, que doit porter la critique de cette méthode; c'est sur les dommages qu'elle risque de causer aux peaux. Elle invoque une analogie avec le picklage, traitement par un acide en présence de sel. Je me suis préoccupé de réunir quelques indications sur les doses d'acide employées dans le picklage. Eitner et Stiasny (39), étudiant le picklage en vue de la préparation au tannage, proposaient l'emploi de 1 p. 100 d'acide sulfurique calculé sur le poids de peau, et 2 p. 100 lorsqu'il s'agit de peaux très

dures qui ont besoin d'être assouplies ; comme le poids d'eau doit être au moins le double de celui de peau, les concentrations deviennent 0,5 et 1 p. 100. Tous les autres chiffres sont plus faibles. Wood (40) se sert d'acide sulfurique décimormal (0,49 p. 100), mais pendant 40 à 50 minutes seulement ; le poids de peau humide est de 250 à 300 g par litre. Seymour-Jones (41), qui pensait plutôt à la conservation des peaux en tripe, s'élève contre l'emploi de fortes concentrations et d'acides minéraux ; il propose 0,25 p. 100 d'acide formique à 90 p. 100 pendant 24 heures. D'après un article de la *Halle aux Cuir*s (42), dû à un tanneur expérimenté, on peut cependant employer environ 1 p. 100 d'acide sulfurique pendant 40 minutes. D'autres renseignements privés qui m'ont été communiqués indiquaient 0,35 à 0,40 p. 100 d'acide sulfurique ou 0,5 p. 100 d'acide formique, avec 1 heure et demie de contact, le poids de peau étant le tiers du poids de l'eau pour le premier acide et la moitié pour le second. Ces chiffres sont à peu près ceux d'Armand (43), qui a fait des expériences étendues dans les mégisseries de Mazamet. Ajoutons que le picklage est destiné à assouplir les peaux ; il ne peut être question de l'appliquer à celles qui ont besoin de fermeté, en particulier pour le cuir à semelles.

La concentration de 2 p. 100 d'acide chlorhydrique correspond à 2,68 p. 100 d'acide sulfurique, et le séjour des peaux dans cette solution doit être prolongé pendant 48 heures. Même si le poids de liquide était seulement 3 fois celui de la peau, le rapport du poids d'acide à celui de peau serait en acide sulfurique de 8,04 à 100. Nous sommes loin des chiffres acceptés pour le picklage. Gegenbauer et Reichel montrent bien que les peaux traitées par leur procédé ne fixent en moyenne que 3,5 p. 100 de HCl. Ce chiffre représente une saturation de fonctions chimiques basiques, car il n'augmente pas sensiblement avec la concentration. L'influence possible d'un excès d'acide pendant un bain de 48 heures est une question très différente ; elle peut se traduire par une hydrolyse partielle, difficile à apprécier parce que le sel coagule en milieu acide le produit d'hydrolyse. Et en effet, le dégât n'apparaît que lorsqu'on dépickle dans un bain alcalin. Les auteurs avouent eux-mêmes que la neutralisation est le moment délicat de la désinfection. Ils auraient pu, il est vrai, réussir mieux avec le borax ou l'hyposulfite de soude qu'avec le carbonate de soude qu'ils ont employé ; ou encore, suivant l'excellente formule de Stiasny (44), avec un mélange de carbonate de soude et de chlorure d'ammonium. Aussi la méthode pourrait-elle à la rigueur être conseillée pour désinfecter un lot de peaux manifestement contaminé et menacé de destruction pure et simple. Elle ne sera jamais acceptée par l'industrie comme méthode préventive et générale.

Il n'en serait plus de même, du moins dans le cas des peaux qui supportent le picklage, si l'on pouvait abaisser la concentration au voisinage de celles qui sont couramment pratiquées. Le chiffre maximum de 1 p. 100 d'acide sul-

furique correspond à 0,745 d'acide chlorhydrique; 2 p. 100 d'acide commercial à 20° B. donnent précisément cette concentration. Après les expériences de Gegenbauer et Reichel, il est certain qu'elle ne suffirait pas à tuer toutes les spores; mais bien que ces auteurs n'aient opéré que sur des spores résistantes (3 à 7 minutes à 100°), ils ont obtenu quelquefois la stérilisation en moins de 48 heures avec 1 p. 100 de HCl. J'ai donc fait une série d'essais sur mes spores résistant de 10 secondes à 3 minutes, sans et avec addition de sérum, pour des concentrations de 1 à 3 p. 100 des solutions commerciales de HCl; je vérifiais avant l'expérience le titre, qui est resté sensiblement fixe. Des deux solutions que j'ai employées, l'une titrait 44,8 p. 100 (acide pur), l'autre 37,2 p. 100 (acide ordinaire). Le temps de contact était de 48 heures à 20°, et dans quelques essais de 24 heures et de 8 heures à 37° et 40°. Avant de transporter les lamelles dans le bouillon, elles passaient 5 minutes dans la soude à 0,8 et 5 minutes dans l'eau. Les résultats sont indiqués dans les tableaux XV et XVI.

TABLEAU XV

HCl à 20°; 48 heures; NaCl 10 p. 100.

			CONCENTRATIONS EN HCl p. 100.									
			0,5 (0,186)	1 (0,418) (0,372)		1,5 (0,627) (0,558)		2 (0,836) (0,744)		2,5 (1,045) (0,930)		3 (1,266) (1,116)
Sans sérum.	Sp. 30 secondes.	Alg. II ₁	+++	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sp. 1 minute.	I ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Alg. I ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sp. 3 minutes.	I ₁	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Avec sérum.	Sp. 10 secondes.	III ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sp. 30 secondes.	III ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Alg. I ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sp. 1 minute.	Alg. I ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Alg. I ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		IV ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sp. 2 minutes.	II ₂	—	+++	—	—	—	—	—	—	—	—
		IV ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sp. 3 minutes.	II ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		III ₁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLEAU XVI

HCl à 37° et 40°.

				CONCENTRATIONS EN HCl p. 100.					DURÉE.	NaCl p. 100.
				1	1,5	2	2,5	3		
				(0,372)	(0,558)	(0,744)	(0,930)	(1,116)		
Sérum.	37°	Sp. 1 minute.	I ₃	—	—	—	—	—	24 heures.	10 et 8
		Sp. 3 minutes.	I ₁ I ₂	+	—	+++	—	—	24 heures. 8 heures.	8 8 et 10
	40°	Sp. 30 secondes.	III ₃	—	—	—	—	—	8 heures.	8 et 10
		Sp. 2 minutes.	III ₃	—	—	—	—	—	8 heures.	10

Pour les spores résistant 2 et 3 minutes à 100°, la stérilisation à 20° avec 2 p. 100 (0,744-0,836) n'a été obtenue qu'avec un échantillon sur 6. Les spores résistant moins de 1 minute étaient tuées au contraire avec 2, avec 4,5 et même 1 p. 100 (0,372). Enfin celles qui résistaient 1 minute au chauffage supportaient 2 p. 100 2 fois sur 3, exception faite des charbons algériens, qui se sont montrés ici encore moins résistants que les autres. D'après les quelques essais à 37° et 40°, on ne pourrait avec ces températures abaisser la concentration que pour les spores les moins résistantes; pour les autres on n'atteindrait pas avec 2 p. 100 (0,744) la désinfection certaine. L'efficacité du procédé serait donc limitée aux spores d'une fragilité exceptionnelle; est-ce le cas le plus général pour celles qui infectent les peaux? Les essais que j'ai faits sur les peaux de cobaye tendraient à le faire croire, car ils sont plus favorables qu'on ne s'y attendrait. Cependant, sur au moins une des peaux, j'avais trouvé une résistance de 2 minutes au chauffage. J'ai constaté incidemment dans les expériences sur les lamelles que l'addition de chlorure de sodium augmentait légèrement le pouvoir antiseptique, que la durée du contact ne pouvait être abrégée sans diminuer l'effet, que la neutralisation de l'acidité avant d'ensemencer n'avait, au contraire de ce qui se passe pour le sublimé, pas d'importance. Tous ces points ont été bien établis par Gegenbauer et Reichel; il est inutile d'y insister. Je citerai seulement l'expérience suivante pour le dernier :

CONCENTRATIONS en HCl p. 100 :	Sp. 1 minute (IV ₃).			
	0,558	0,744	0,930	1,116
Neutralisé.	+	—	—	—
Sans neutraliser. . .	+	+	—	—

La neutralisation serait dans cet exemple plutôt défavorable. Cependant Moegle a fait sur une peau de bœuf l'expérience inverse ; après 48 heures dans l'acide chlorhydrique (HCl 2 p. 100) à 9°-10°, elle était désinfectée si l'on ne neutralisait pas, et donnait des cultures après neutralisation au carbonate de soude.

Quant à l'addition de sérum sur les lamelles, elle ne modifie pas les résultats, bien que la couche de sérum, en présence de sel, reste coagulée et adhérente au verre. Cette indifférence s'explique par l'emploi de doses relativement élevées d'antiseptique.

Voici maintenant le résultat des expériences sur les peaux de cobaye (tableau XVII). Elles n'ont pas été neutralisées avant l'inoculation, pour les raisons exposées à propos de la méthode de Seymour-Jones.

TABLEAU XVII

NUMÉRO.	PEAU.	CONCENTRATION EN ACIDE commercial p. 100.	HCl RÉEL p. 100.	TEMPÉRATURE DEGRÉS C°.	DURÉE.	INOCULÉ AU BOUT DE	RÉSULTAT.			CULTURES.
							I	II	III	
		P. 100.			Heures.	jours.				
1	Ib	2	0,836	20°	48	3	—	—	—	1 culture positive.
2	Ia	3	1,264	"	"	3	+	—	—	
3	II	2	0,836	"	"	$\frac{1}{2}$	—	—	—	
4	H	3	1,264	"	"	$\frac{1}{2}$	—	—	—	
5	III	2	0,744	"	"	25	—	—	—	
6	III	2,5	0,930	"	"	25	—	—	—	2 cultures positives.
7	Ia	2	0,744	"	"	$\frac{1}{2}$	—	—	—	
8	Ia	3	1,116	"	"	$\frac{1}{2}$	—	—	—	
9	Alg. I	1,5	0,558	"	"	7	—	—	—	
10	Alg. I	2	0,744	"	"	7	—	—	—	
11	Ia	1	0,372	40°	8	20	+	+	—	2 cultures positives.

Ainsi, abstraction faite de l'unique essai à 37°, qui a échoué, les peaux n'ont infecté l'animal qu'une fois sur 10 ; la culture, il est vrai, était positive 2 autres fois. Il est possible que la réaction locale provoquée par le fragment de peau inoculé ait contribué à créer cette différence avec les expériences sur les lamelles ; de plus, l'animal est peut-être un réactif moins sensible que la culture : Gegenbauer et Reichel constatent que la souris n'est plus tuée après 4 heures de traitement avec HCl à 2 p. 100, tandis que la culture est positive dans le bouillon après 16 heures.

Cependant si l'on veut comparer les résultats obtenus avec l'acide chlorhy-

drique et avec le sublimé sans neutralisation, à doses insuffisantes dans les deux cas pour tuer véritablement les spores, il semble que les risques soient moins sérieux avec le sublimé; mais la marge de sécurité repose tout entière sur l'absence ou l'insuffisance de neutralisation.

La substitution d'un autre acide à l'acide chlorhydrique ne présente que des inconvénients. D'après Krönig et Paul, l'acide fluorhydrique, à concentration

TABLEAU XVIII
Température 20°; durée 48 heures.

	NUMÉROS.	CONCENTRATIONS p. 100.	SANS NaCl.	NaCl 10 p. 100.	
			Sp. 2 minutes (IV ₂).	Sp. 2 minutes (IV ₂).	Sp. 1 minute (IV ₃).
HCl	1	1,3 (0,564)	+	+	—
	2	2 (0,752)	+	+	—
	3	2,5 (0,940)	+	+	—
	4	3 (1,128)	+	—	—
	5	4 (1,504)	—	—	—
SO ³ H ²	1	(0,756)	+	+	—
	2	(1,009)	+	+	+
	3	(1,261)	+	+	+
	4	(1,513)	+	—	+
	5	(2,118)	—	—	—
Acide formique	1	(0,710)	+	+	—
	2	(0,947)	+	+	+
	3	(1,184)	+	+	+
	4	(1,421)	+	+	+
	5	(1,895)	—	—	+
Acide trichloracé- tique.	1	(2,524)	+	+	—
	2	(3,365)	+	+	+
	3	(4,207)	+	+	+
	4	(5,048)	+	+	+
	5	(6,731)	—	—	+

équivalente, est plus actif que l'acide chlorhydrique; il tue les spores à 2 p. 100 en 2 heures. Gorini (45) l'avait expérimenté il y a une quinzaine d'années; des spores qui résistaient les unes 15 jours, les autres 35 jours dans le phénol à 5 p. 100, étaient tuées dans l'acide fluorhydrique à 1 : 1000 en 2 et 3 jours. Des peaux de cobaye, virulentes, avaient été désinfectées dans les mêmes conditions; l'auteur proposait, pour plus de sécurité, d'employer des solutions à 2 et 5 : 1000. J'ai fait un essai sur des spores séchées sur des lamelles, en présence de sérum (résistance : 2 minutes à 100°, charb. IV). Elles poussaient après 48 heures dans la solution à 0,8 : 100, mais étaient tuées avec 1 : 100. L'addition

de sel ne changeait rien au résultat, qui est bien moins favorable que ceux de Gorini. Si l'acide fluorhydrique a une supériorité sur l'acide chlorhydrique, ce qu'il faudrait établir par des expériences plus nombreuses, les doses actives paraissent être du même ordre de grandeur. Comme le prix de l'acide fluorhydrique est 10 fois plus élevé, que la manipulation en présente des dangers, que le titre des solutions commerciales est variable, il n'y a pas lieu de songer à une application pratique.

J'ai encore compris dans une série d'essais, sans et avec 10 p. 100 de sel, l'acide sulfurique, à cause de son emploi dans le picklage; l'acide formique, puisqu'il figure dans la méthode de Seymour-Jones; l'acide trichloracétique, parce que Krönig et Paul lui attribuent une activité supérieure à celle que permet d'attendre son degré de dissociation. Ces trois acides étaient employés à des concentrations équivalentes à celles de l'acide chlorhydrique, pris comme terme de comparaison (tableau XVIII). L'acide sulfurique s'est montré inférieur à l'acide chlorhydrique, surtout pour les spores peu résistantes; les deux autres sont très inférieurs.

Désinfection par le chlore. — Le chlore est le plus puissant des antiseptiques, et son action sur la peau n'est nullement à craindre (Meunier et Seyewetz) (46). Son emploi à la désinfection des peaux charbonneuses paraissait indiqué.

Le chlorure de chaux, dont le pouvoir désinfectant est dû à l'hypochlorite, à côté d'un peu de chlore libre, a donné de bons résultats à Woronzoff, Winogradoff et Kolesnikoff (30), à Nissen (47), Chamberland et Fernbach (13), Geppert (7 a, 7 b). Hilgermann et Marmann (3) viennent d'en faire l'essai pour la stérilisation des boues et des eaux résiduaires de tannerie. Ces derniers auteurs ont constaté une grande irrégularité dans les résultats, parfois bons avec 0,3 p. 100 de chlorure de chaux, parfois mauvais avec 4 p. 100. Ils ignorent l'observation de Chamberland et Fernbach, que la solution à 1 : 120 est plus active que la solution à 1 : 12 ou 1 : 60. Mais si l'on ne craint pas l'odeur du chlore, qui n'en permettrait pas l'emploi lorsqu'il s'agit de laver des objets ou des murs, on obtient une bien meilleure désinfection avec le chlorure de chaux acidulé, c'est-à-dire que le chlore est beaucoup plus actif que l'hypochlorite correspondant. Ce fait a été déjà constaté par Nissen, Geppert; dans un essai préliminaire, j'ai vu les mêmes spores résister 6 heures et 24 heures à la solution qui, acidulée, les tuait respectivement en 10 minutes et 2 heures. Je me suis donc borné à essayer le chlore libre.

Les chiffres connus sur l'efficacité du chlore visent tous des désinfections dans un temps très court, et par suite ne renseignent pas sur un traitement

de vingt-quatre heures. Ils révèlent du moins une très grande activité. Les spores seraient tuées en 2 minutes avec 0,3 : 1 000 (Krönig et Paul) ; en 1 minute avec 0,630 : 1 000 (Chamberland et Fernbach). Avec 2 : 1 000, elles n'infecteraient plus le cobaye après 15 secondes et le lapin après 5 secondes (Geppert). Mais Geppert signalait déjà que la pénétration du chlore est faible, et que la présence d'albumine diminue beaucoup son efficacité.

Le moyen le plus pratique de préparer une solution de chlore est d'aciduler la solution de chlorure de chaux ou celle d'hypochlorite de soude ou de potasse de titre correspondant. Parmi les autres procédés, Graebe a étudié le mélange de chlorate de soude et d'acide chlorhydrique (48 *a*), et celui de permanganate de potasse et d'acide chlorhydrique (48 *b*). Mais les rendements ne sont intéressants que si l'on opère avec l'acide concentré, et les sels solides ou en solution très concentrée. Dans des proportions qui, d'après les chiffres de Graebe, devraient donner 1 g de chlore par litre, on n'obtient en diluant les réactifs que le dixième du rendement, et l'acidité nécessaire est encore trop forte pour la pratique. Comme le chlorate de soude n'a qu'un faible pouvoir antiseptique propre (Krönig et Paul), il ne donnait aucune chance de succès, ce que j'ai vérifié. Mais le permanganate de potasse est un désinfectant énergique. Selon Krönig et Paul un mélange de 0,99 p. 100 de MnO^2K et 0,91 p. 100 de HCl tue les spores en 2 minutes. Pour la désinfection des mains, une solution à 1 p. 100 de $MnOK^2$, et 0,5 p. 100 de HCl serait supérieure au sublimé à 5 p. 100. Ces concentrations ne pourraient pas être appliquées aux peaux sans dommage. J'en ai essayé de plus faibles, soit de 0,4 à 5 : 1 000 de MnO^2K , avec 0,2 à 2,5 : 1 000 de HCl. Les spores, qui résistaient 1 minute à 100°, n'ont jamais été tuées. Il ne restait donc à retenir que les hypochlorites ; je les ai acidulés avec un léger excès d'acide formique, dont l'emploi était avantageux pour l'application de la méthode aux peaux. L'hypochlorite de soude et le chlorure de chaux, pour la même teneur en chlore, sont équivalents, comme l'indiquent les exemples suivants :

TABLEAU XIX

Spores sèches, en présence de sérum.

CHLORE p. 1 000 :		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Sp. 1 minute (IV ₄).	Chlorure de chaux . .	+	+	+	— —		—
	Eau de Javel	+	+	—	— —		—
Sp. 2 minutes (V ₁).	Chlorure de chaux . .			+	+	—	—
	Eau de Javel			+	+	—	—

On voit qu'il n'y a pas d'écart notable entre les deux sources de chlore; je les ai confondues dans le tableau XX, qui contient les résultats obtenus sur les lamelles de verre, pour des expériences de 24 heures (à 20°).

TABLEAU XX
Concentrations en chlore p. 1000.

				0,05	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
Sans sérum.	1	Sp. 3 minutes.	I ₁										
	2		II ₂		---	---				---			
	3		III ₁	---			---						
Sérum.	4	Sp. 1 seconde.	VI ₁					---	---				
	2	Sp. 1 minute.	IV ₁			++	++	+-	---		---		
	3		IV ₁						---		---		
	4		VII ₁					+	+	---	+	---	
	5		VII ₁						+-		---	---	
	6	Sp. 2 minutes.	V ₂					++	+-		---	---	+
	7		V ₁						+-		+-	---	---
	8	Sp. 3 minutes.	II ₂			+	+	---	---				
	9		II ₂					+-	---				
	10		I ₂					+++	++				
	11		III ₁						+	+			

La différence entre les spores nues et recouvertes de sérum était telle que j'ai abandonné le premier groupe qui ne pouvait conduire à aucune donnée

TABLEAU XXI

CONCENTRATIONS en Cl p. 1000.	Sp. 1 seconde (VI ₁).			Sp. 1 minute (VII ₁).				Sp. 2 minutes (V ₁).		
	8 h.	16 h.	24 h.	6 h.	8 h.	6-8 h. (1).	24 h.	8 h.	16 h.	24 h.
0,3			---	+	+	+	+			---
0,4		---	---	+	+	+	++			++
0,5					+	+	---			---
0,6	---	---	---	+	+-	+	+-		++	++
0,8	---	---	---	+	+-	+	---		---	---
1	---	---	---	+	++				---	++
1,2	---	---			+			---	---	---
1,4								+	---	
1,6								---		
1,8								---		

(1) 2 heures dans l'eau de Javel non acidulée, 6 heures dans l'eau acidulée.

pratique. Dans les essais en présence de sérum, les séries irrégulières sont fréquentes; je les ai fait figurer intégralement dans le tableau; elles relèvent probablement de variations imprévues du titre en chlore, variations sur lesquelles je reviendrai plus loin. La limite à laquelle la stérilisation est atteinte oscille également, même pour des spores de résistance au chauffage comparable (2 et 3 minutes), entre 0,3 et 1 : 1 000. Ce dernier chiffre me paraissant déjà élevé, j'ai cherché si en abrégant le temps d'action, pour la même concentration initiale, la désinfection serait moins énergique. La durée des expériences groupées dans le tableau XXI varie de 6 à 24 heures. J'avais essayé aussi de mouiller d'abord les spores avec la solution alcaline d'hypochlorite de soude, puis d'aciduler après un certain temps de contact. Ce procédé n'a présenté aucun avantage.

Les temps choisis ont tous été suffisants pour des spores extrêmement fragiles (1 seconde à 100°). Pour les autres, il y a une légère différence entre 8 et 16 ou 24 heures; l'écart entre ces deux dernières durées est masqué par l'irrégularité des résultats: il paraît minime. D'après ces quelques données, les limites de doses et de temps n'étaient pas convenablement choisies pour faire apparaître une relation analogue à celle que Gegenbauer et Reichel (10) ont mise en lumière pour l'acide chlorhydrique. Il est probable que, si cette relation existe, elle ne se vérifierait que pour des temps très courts et des doses très élevées; les pertes en chlore jouent un trop grand rôle dès que l'expérience se prolonge.

La neutralisation du chlore à l'hyposulfite de soude n'a pas d'influence bien nette, fait déjà constaté par Geppert. Dans l'expérience suivante, la plus grande efficacité se manifeste après la neutralisation :

		Cl p. 1 000 : 0,4		
		0,6	0,8	
Sp. 1 minute (VII ₁).	Neutralisé.	—	—	—
	Sans neutraliser.	+	—	—

Expériences sur les peaux. — Tandis que pour le sublimé et l'acide chlorhydrique les peaux donnaient des résultats plus favorables que les lamelles, avec le chlore tous les essais sont restés négatifs, pour l'inoculation comme pour les cultures, au-dessous de la dose de 1 : 1 000. D'après les indications des expériences sur les lamelles, j'ai cherché alors à diminuer le temps d'action. En 8 heures, la peau n'était pas désinfectée. Dans une expérience, elle l'était en 16 heures; mais dans deux autres essais, j'ai obtenu après 16 heures une inoculation positive sur trois. Ainsi la concentration de 1 : 1 000 pendant

24 heures est une limite au-dessous de laquelle on ne peut guère descendre. Les résultats sont résumés dans le tableau XXII.

TABLEAU XXII

NUMÉROS.	PEAU.	Cl p. 1000.		DURÉE.	INOCULÉ au BOUT DE :	RÉSULTATS.			CULTURES.
						I.	II.	III.	
1	I _c	0,30	Chlorure de chaux.	24 h.	6 jours.	+	+		3 cultures positives.
2	I	0,35	Id.	Id.	Id.	+	+	+	3 cultures positives.
3	I ^a	0,40	Id.	Id.	3 jours.	+	+		3 cultures positives.
4	I ^a	0,60	Id.	Id.	Id.	+	+		3 cultures positives.
5	I _a	0,80	Id.	Id.	Id.	+	+		3 cultures positives.
6	I _a	1	Id.	Id.	30 jours.	—	—	—	
7	I _b	1	Eau de Javel	8 h.	6 jours.	+	+	+	1 culture positive.
8	I _b	1	Id.	16 h.	2 jours.	—	—	—	
9	IV	1	Eau de Javel 24 h., puis acidulé. . . .	16 h.	2 jours.	+	—	—	
10	IV	1	Acide formique 24 h., puis eau de Javel .	16 h.	2 jours.	+	—	—	1 culture positive.

Quelles conclusions ces essais comportent-ils pour l'application à la pratique?

1° Au point de vue de la stérilisation, la dose de 1 : 1 000, juste suffisante pour les peaux de cobaye, le serait-elle pour les grosses peaux? Je n'ai pas pu en faire l'expérience, qui seule permettrait de porter un jugement. La présence de matière protéique abaisse certainement le titre en chlore. Dans les expériences sur les lamelles, le sérum était dissous, puis coagulé en flocons; il réduisait par conséquent le pouvoir antiseptique en fixant du chlore, et non en s'opposant à la pénétration. D'autre part la gélatine, d'après Meunier et Seyewetz, fixe environ 0,25 à 0,40 p. 100 de chlore, sur son poids sec. En immergeant 1 kg de peau séchée (contenant encore 25 p. 100 d'eau par exemple) dans 5 litres de liquide, elle fixerait 1,80 à 3 g de Cl; sur une solution à 1 : 1 000, il en resterait 0,640 à 0,400 : 1 000. Mais il faut tenir compte aussi de la déperdition très rapide du chlore. Dans un vase à large ouverture, le titre d'un litre de solution à 1 : 1 000 tombe à 0,750-0,700 en 2 ou 3 minutes, 0,650-0,500 en 5 minutes, 0,250 en 10 minutes. La présence de peau (250 g de peau humide

pour 1 litre) provoque une chute un peu plus forte, par exemple 0,600-0,450 en 2 minutes; mais après 10 minutes j'ai trouvé des chiffres de 0,225-215, presque les mêmes que dans les vases sans peau. Il est clair que ces dosages ne peuvent être qu'approximatifs, la déperdition variant beaucoup d'un essai à l'autre. Après 24 heures, il restait, en présence de peau, de 0,017 à 0,035 : 1 000. En augmentant la concentration initiale jusqu'à 2 : 1 000, la perte est proportionnellement plus forte; le titre après quelque temps n'est guère différent de celui qu'on obtient avec 1 : 1 000. En résumé, si la concentration réelle nécessaire est très faible (0,2 à 0,1 par exemple), et l'action très rapide, il se peut que les limites soient atteintes malgré la fixation et la perte de chlore. L'expérience sur de grosses peaux infectées trancherait donc seule la question.

2° Un grand obstacle à l'emploi du chlore est le titre très variable des hypochlorites et des chlorures de chaux. On trouve des eaux de Javel concentrées à 110 g de chlore par litre, et d'autres à 16 g; des chlorures de chaux à 80 g de chlore par kilogramme, et d'autres à 220 g. Un titrage avant l'opération serait indispensable, à moins que l'on ne puisse acheter des produits de titre garanti. Pour l'hypochlorite de soude, cela n'est pas impossible.

Quant à la quantité d'acide nécessaire pour libérer le chlore, elle sera toujours couverte si l'on ajoute à l'hypochlorite de soude 1/20 de molécule d'acide pour 1 g de chlore, soit 1,825 g de HCl ou 2,3 g d'acide formique. Par exemple pour de l'hypochlorite de soude à 108 g de chlore par litre, il en fallait, pour obtenir une solution de Cl à 1 : 1 000, 9,25 cm; avec 2,3 g, l'acide formique était en excès notable. L'hypochlorite n'en avait neutralisé que 61,5 p. 100. Restait donc une solution d'acide formique à 0,9 : 1 000. Cette concentration, inférieure à celles que l'on emploie pour le reverdissage, ne peut être nuisible. D'autre part, il est bon d'avoir une certaine marge, les hypochlorites étant plus ou moins riches en carbonates alcalins. Le même calcul s'appliquerait au chlorure de chaux, mais à la condition de filtrer la solution avant d'aciduler. Aussi l'hypochlorite de soude est-il plus commode. Les peaux sèches doivent en même temps être reverdies par le traitement. Il est facile d'obtenir ce résultat, en soumettant d'abord les peaux à l'action de l'acide formique pendant 24 heures et ajoutant ensuite la quantité voulue d'hypochlorite de soude. Le reverdissage se ferait peut-être également dans la solution d'hypochlorite, qui est alcaline; on acidulerait alors au bout de 24 heures. Au point de vue de la stérilisation, d'après les expériences 9 et 10 du tableau XXII, les deux procédés s'équivalent. Mais le gonflement est meilleur lorsqu'on commence par l'acide, si l'on en juge par les peaux de cobaye. Les peaux pourraient ensuite être conservées salées, humides ou sèches, comme dans la méthode de Seymour-Jones. Quant aux opérations ultérieures, l'ébourrage dans la chaux,

additionnée de 2 : 4 000 de sulfure de sodium, paraît se faire sans difficulté.

En définitive, les irrégularités que l'on observe avec l'emploi du chlore invitent à la prudence; la déperdition considérable et si rapide, la difficulté d'obtenir des titres exacts, l'inconvénient aussi de l'odeur, n'en recommandent l'essai qu'au cas où les autres méthodes seraient rejetées. Il serait utile de faire une expérience, avec des concentrations de 1 à 2 p. 4 000, lorsqu'une occasion de désinfecter de grosses peaux se présenterait.

Pour terminer, mentionnons encore deux tentatives, dont on ne pouvait d'ailleurs attendre aucun succès. Des peaux charbonneuses, maintenues 48 heures dans l'eau à 35°, avec l'espoir que toutes les spores s'y développeraient, avaient été traitées ensuite pendant 24 heures par l'acide formique à 0,5 et 1 p. 100 : elles restèrent virulentes et donnèrent des cultures. D'autre part M. Becker a recommandé incidemment l'emploi de l'essence de moufarde. Comme selon Koch cette essence, qui empêche complètement le développement des cultures à la dose de 1 : 33 000 et même de 1 : 330 000, ne tue pas la spore en 10 jours, la méthode était peu encourageante. Dans quelques essais sur des spores séchées, je n'ai jamais obtenu la stérilisation, avec des concentrations de 0,05, 1 et 5 : 4 000, ni même dans l'essence pure. L'essence était dissoute dans l'alcool, et la solution alcoolique agitée avec le volume d'eau convenable; certaines expériences duraient 3 jours à 20°, et 24 heures à 37°. Enfin un morceau de peau de cobaye, traité pendant 24 heures par une émulsion à 1 : 1 000, tuait le cobaye et cultivait.

Conclusions. — Après l'examen des diverses méthodes de désinfection, il est évident que la distinction s'impose entre un procédé efficace pour stériliser des peaux manifestement contaminées, et un traitement susceptible d'être appliqué préventivement à l'ensemble des peaux séchées. Dans ce second cas que j'avais à étudier spécialement, la méthode de Seymour-Jones donnerait des résultats appréciables, à la condition que l'épilage soit fait à la chaux pure, ou à la chaux aiguisée de sulfure d'arsenic, ou peut-être encore au sulfure de sodium très concentré.

Il est fort possible que l'épilage à l'échauffe, intéressant pour la peau de mouton, soit difficile à réaliser à cause de la stérilisation partielle; mais je n'ai pas d'expériences à cet égard, et les peaux après quelque temps ne sont nullement stériles. On a vu qu'en procédant par guiponnage, on neutraliserait le sublimé. Le contact avec l'acide formique est sans inconvénient pour la laine d'après Priestmann (de Bradford), cité par Seymour-Jones.

La méthode de Schattenfroh-Kohnstein doit être écartée à cause de ses risques; en se bornant à un picklage un peu fort, elle serait applicable pour

les fabrications qui visent à la souplesse du cuir; mais les dangers de contagion seraient encore plus grands qu'avec la méthode de Seymour-Jones. L'emploi du chlore paraît moins pratique; je ne saurais dire s'il serait supérieur, faute d'expériences sur des peaux plus épaisses que celles de cobaye.

Quel pourrait être le retentissement de ces méthodes de désinfection sur la morbidité? On ne peut espérer qu'elles la supprimeraient complètement, étant donnée leur imperfection. Mais comme l'écart entre le nombre de peaux infectées et le nombre de cas de charbon est très grand, il est possible qu'une désinfection qui détruirait les 8 ou 9 dixièmes des germes amène à zéro ou à 1 ou 2 le nombre des cas annuels pour un pays. En ce qui concerne la méthode de Seymour-Jones, on peut remarquer que la majorité des cas de charbon se produit chez des ouvriers qui manient les peaux avant le passage dans les pelains. Ainsi pour la statistique anglaise de 1903 à 1909, il y a 60 cas dans les docks et les magasins, 11 cas directs et 42 seulement dans les tanneries; parmi ces derniers 13 dans le travail des peaux brutes, 13 dans celui des pelains avant l'ébourrage; à partir de l'ébourrage (inclus) il ne reste, en dehors de 2 mécaniciens, que 14 cas, soit 2 par an. A Mazamet, sur 64 cas en 9 ans, 46 sont antérieurs à l'épilage, 8 seulement postérieurs; 8 se sont produits parmi les ouvriers employés au pelage et 2 parmi les contremaitres. Enfin à Saint-Denis, dans les statistiques publiées par Leroy des Barres (1875-1890), sur 37 cas, 27 se placent avant l'épilage, 6 pendant, et seulement 4 après. On peut estimer à 75 p. 100 au moins des cas ceux que supprimerait une désinfection qui ne durerait que jusqu'aux pelains. A quel chiffre serait donc abaissé le nombre annuel des accidents si l'on généralisait la désinfection? Il n'y a pas d'autre moyen d'être renseigné que de faire l'essai pendant une année dans un centre où il se produit des cas régulièrement. Il ne faut pas se dissimuler que la charge serait considérable. Le coût de la désinfection est estimé par Seymour-Jones à un maximum de 0,37 fr par peau, pour les grosses peaux, avec la méthode au sublimé-acide formique. Ce chiffre est calculé pour une opération dans un port éloigné, et comporte sans doute l'emploi d'acide à 1 p. 100. Avec 0,20 p. 100 d'acide, et à l'usine, il serait sensiblement plus bas, et le traitement se confondrait avec le reverdissage, qui est indispensable. La dépense supplémentaire consisterait dans l'addition de sublimé, qui représente quelques centimes, puis dans les frais de main-d'œuvre et de surveillance entraînés par la conservation d'un stock de peaux picklées suffisant pour assurer la production régulière. Pour les petites peaux, la dépense ne serait sans doute que de quelques centimes; mais le chiffre de peaux sèches est beaucoup plus considérable. On peut grossièrement l'estimer en France à 1 000 000 pour les grosses peaux, 200 000 pour les veaux, 10 000 000 pour les chèvres et chevreaux, plus de 30 000 000 pour les moutons. La dépense serait donc sérieuse. La mé-

thode de Seymour-Jones paraît être un peu plus économique que les autres.

D'ailleurs, dans la pensée de Seymour-Jones, c'est dans le pays d'origine, soit au port d'embarquement, soit au centre où les peaux sont rassemblées, que la désinfection devrait avoir lieu : seul moyen de prévenir les cas des docks et des magasins. Le prix un peu plus élevé que l'acheteur aurait à payer, et qui serait toujours réglé par la concurrence avec celui des peaux salées, serait compensé par la sécurité des achats ; en effet, les défauts sont beaucoup plus facilement dissimulés sur les peaux sèches, spécialement pour les grosses peaux, ce qui expose l'acheteur à des pertes. Il s'agirait donc d'une véritable réforme dans le commerce des peaux. Comment serait-elle accueillie ? Les avantages l'emporteraient peut-être sur les inconvénients. Au point de vue français, c'est pour l'industrie lainière de Mazamet, qui a traité en 1912 57 572 000 kg de peaux, que l'adaptation serait la plus délicate.

S'il s'agissait au contraire de désinfecter des peaux suspectes, la méthode de Schattenfroh-Kohnstein est celle qui donne le plus de garanties ; il resterait à voir comment tirer ensuite des peaux le meilleur parti. L'emploi du sublimé serait bien hasardeux, puisqu'on aurait la certitude que les spores ne seraient tuées qu'en apparence. On pourrait faire un essai préliminaire, suivi de contrôle, avec le chlore à 1,5 ou 2 : 1 000.

G. ARR,

Assistant à l'Institut Pasteur.

Juillet 1913.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. LEGGE. — Le charbon professionnel. *The Lancet*, 18, 25 mars et 1^{er} avril 1903. (Cf. *Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale*, 4^e série, t. 4, p. 150, 1903.)
2. C. PONDER. — A Report to the worshipful Company of Leathersellers, 1911, et *The Prevention of Anthrax Infection due to imported Hides and Skins*. *The Lancet*, 4 nov. 1911.
3. HILGERMANN et MARMANN. — Untersuchungen über die durch Gerbereien verursachten Milzbrandgefahren u. ihre Bekämpfung; Nachprüfung der von Seymour-Jones u. Schattenfroh vorgeschlagenen Desinfektionsmethoden milzbrandhaltiger Rohhäute. *Archiv. f. Hygien.*, t. 29, 4 et 5, p. 168, 1913.
4. J. CAVAILLÉ. — Le charbon professionnel. Berger-Levrault, 1911.
5. *Le Cuir*, t. VI, 13 juin 1913, p. 403.
6. BEHRING. — Ueber Desinfection, Desinfectionsmittel u. Desinfectionsmethoden. *Zeitsch. f. Hygien.* t. 9, p. 443, 1870 et *Deutsch. Medic. Wochensch.*, n° 41-43, 1889.
7. GEPPERT. — *Deutsch. Medic. Wochensch.*, 1891, p. 797, 826, 1065; — 7 bis. *Berlin. Klin. Wochensch.*, 1889, n° 36-37 et 1890, n° 11.

8. OTTOLENGHI. — Desinfection, t. 2, p. 105, 1909; t. 3, p. 73, 1910; t. 4, p. 65 et 113, 1911.
9. CRONER et NEUMANN. — Deutsch. Medic. Wochensch., 1911, p. 1784.
10. GEGENBAUER et REICHEL. — Die Desinfection Milzbrandhaltiger Häute u. Felle in Salzsäure-Kochsalzgemischen. Archiv f. Hygien. t. 78, p. 1, 1913.
11. KRÖNIG et PAUL. — Zeitsch. f. Hygien. t. 25, p. 1, 1897 et Zeitsch. f. Physikal. Chem., t. 31, p. 3, 1896.
12. HEWLETT et HALL. — Journ. of Hygien. t. IX, déc. 1911, p. 473.
13. CHAMBERLAND et FERNBACH. — La désinfection des locaux. Annales Institut Pasteur, juin 1893, p. 433.
14. V. ESMARCH. — Die Milzbrandsporenbildung auf Fellen u. ihre Desinfection. Festschrift zum 60. Geburtstage von R. Koch, p. 239, 1903.
15. BONGERT. — Zeitsch. f. Fleisch- u. Milch-Hygien. t. XII, p. 193.
16. G. ART. — L'étude microscopique de la peau et du cuir. Bullet. Société d'Encouragement pour l'Indust. nation., mai 1913, p. 646.
17. SCHNEERER. — Zur Frage der Häutedesinfection. Gerber, 15 janv. 1913, n° 924, p. 17; 17 bis. Tierärztl. Zentralbl., 1911, p. 443.
18. WEIL. — Zur Biologie des Milzbrandbacillus. Archiv f. Hygien. t. 35, p. 355, 1899.
19. R. KOCH. — Ueber Desinfection. Mitteil. aus dem Kais. Gesundheitsamte, t. I, p. 234-283, 1881.
20. KÜBLER. — Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamte, t. 13, p. 436, 1899.
21. LE ROY DES BARRES. — Rapport de la Commission pour l'Étude du Charbon... Ann. d'Hygiène publique et de Médecine légale, t. 23, p. 496, 1890.
22. V. ESMARCH. — Hygien. Rundschau, 1902, p. 962.
23. HERZOG. — Inaugur. Dissert. Zurich, 1903; Centralbl. f. Bakter. Origin. I, t. 34, p. 170, 1903.
24. KISTER et TRAUTMANN. — Zeitsch. f. Hygien. t. 46, p. 379.
25. NYLANDER. — Arbeit. aus dem Kais. Gesundheitsamte, t. 25, p. 437, 1907.
26. RUSSEL. — Wisconsin Station Report, 1900, p. 171.
27. MOEGLE. — Centralbl. f. Bakter. Origin. I, t. 66, p. 442, 1912.
28. BRECKLE. — Centralbl. f. Bakter. Origin. I, t. 50, p. 101, 1909.
29. ALF. SEYMOUR-JONES. — The Seymour-Jones Anthrax Sterilization Method. Bradbury, Agnew & Co, déc. 1910; The Leather Trades Review, 27 sept. 1911.
30. WORONZOFF, WINOGRADOFF et KOLESNIKOFF. — Centralbl. f. Bakter. t. I, p. 641, 1887.
31. FRÄNKEL. — Zeitsch. f. Hygien. t. 6, p. 525, 1889.
32. — ROHRKOFF. — Thèse. St-Petersbourg, 1897; in Revue d'Hygiène et de Police sanit. 1897, p. 738.
33. PAUL, BIRSTEIN et REUSS. — Biochem. Zeitsch. t. 29, p. 202, 1910.
34. FR. SEVČIK. — Experiment. Beiträge zur Frage der Desinfect. Milzbrandsporenhaltiger Häute u. Felle. Zeitsch. f. Infektionskrankheit. der Haustiere, t. 13, p. 323, 1913.
35. BLOCKEY. — The Soaking of dried Hides by means of formic Acid. Tanners' Year Book, 1912, p. 98.
36. G. PARKER. — Collegium (Journ. Assoc. internat. des chimistes de l'industrie du cuir), 1912, p. 582.
37. PROCTER. — Note on the pickling Process. Collegium, 1912, p. 687.

38. SCHATTENFROH. — Ein unschädliches Desinfektions Verfahren f. Milzbrandinfizierte Häute u. Felle. Wiener Klin. Wochensch., t. 24, p. 735, 1911.
39. EITNER et STIASNY. — Studie über den Pickel. Gerber, 1905, p. 125.
40. J. T. WOOD. — Rising or Pickling of Skins. Tanners' Year Book, 1912, p. 115.
41. — ALF. SEYMOUR-JONES. — Collegium, 1904, p. 186.
42. — Le picklage et le dépicklage du mouton. La Halle aux Cuirs, 28 avril 1912.
43. M. ARMAND. — Le Cuir, 1911, p. 441.
44. E. STIASNY. — The Neutralisation of Chromeleather. Tanners' Year Book, 1911, p. 71; Collegium, 1911, p. 443.
45. GORINI. — Giornale della R. Soc. italiana. d'igiene, 15 mars 1897, p. 129.
46. MEUNIER et SEYEWETZ. — Action du chlore sur la gélatine et sur la peau. Le Cuir, 1911, p. 389, 675; Collegium, 1911, p. 289, 373.
47. NISSEN. — Zeitsch. f. Hygien. t. 8, p. 62, 1890.
48. GRAEBE. — Berichte d. Deutsch. Chemisch. Gesellsch. t. 34, p. 645, 1901; 48 bis. *Ibid.*, t. 35, p. 43, 1902.
49. H. BECKER. — Collegium, 1912, p. 409.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LA QUESTION DES DOCKS FLOTTANTS (1)

Le développement continu, général, de plus en plus rapide de la navigation dans le monde entier, l'augmentation des flottes de guerre et de commerce et l'accroissement des dimensions des unités composant ces flottes ont, au cours de ces dernières années, conduit tous les grands pays à transformer leurs ports pour les adapter aux besoins des navires modernes. Or le premier de ces besoins c'est, pour les navires d'aujourd'hui, de trouver dans les ports des ouvrages et des dispositifs qui leur permettent d'accomplir leurs opérations dans le minimum de temps.

Parmi ces opérations une des plus importantes, en vue de laquelle les grands ports de guerre et de commerce doivent être le plus largement outillés pour éviter aux navires les pertes de temps résultant d'une longue attente de leur tour de passage, c'est sans contredit celle du *carénage*. Cette opération consiste à mettre à sec un navire pour en visiter la carène, pour la réparer s'il en est besoin, et pour la repeindre après l'avoir débarrassée des coquillages et des algues qui ralentissent la marche du bâtiment.

Le carénage doit être exécuté fréquemment pour assurer aux navires leur maximum de rendement; il exige l'emploi d'ouvrages spéciaux, dénommés engins de radoub, et qui sont de diverses sortes.

Nous nous proposons, au cours de cette note, d'étudier ces divers engins en insistant d'une manière toute particulière sur un appareil d'invention relativement récente, peu connu en France, mais très répandu à l'étranger, un appareil qui, en raison de ses qualités particulières, mérite à notre avis de prendre place dans nos grands ports français à côté du bassin de radoub; nous voulons parler du *dock flottant*.

Échouage. — Jadis, lorsque l'on n'avait affaire qu'à de petits navires, le carénage se passait fort simplement : on venait à marée haute échouer le bateau

(1) Communication faite en séance publique le 25 avril 1912, par M. H. Chaumonot, ingénieur de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée.

sur la plage et, lorsque la mer se retirait, on pouvait visiter et réparer la carène. Ce moyen, encore employé pour les navires de pêche, a été perfectionné par l'usage du *gril de carénage*, qui est une sorte de plate-forme en bois, découverte à marée basse, sur laquelle les navires viennent s'échouer à la marée descendante.

Slip. — Dans les mers sans marée, ces moyens ne peuvent être employés, et l'on a été conduit à remonter les navires sur la plage en les halant par un moyen approprié.

Le *slip*, qui est d'un emploi très courant et dont la puissance de levage va souvent à 1 000 ou 2 000 t. (exceptionnellement 6 000 t.), est basé sur ce principe. Il comprend essentiellement un plan incliné sur lequel on remonte le navire à caréner après l'avoir échoué sur un chariot, préalablement immergé. Le halage du navire ainsi échoué se fait en exerçant sur le chariot une traction au moyen d'un treuil.

Ce moyen de carénage, un peu plus puissant que le précédent, ne s'applique pas cependant aux grands navires, pour lesquels deux procédés sont seuls en présence : la cale sèche et le dock flottant.

Cale sèche ou forme de radoub. — La *cale sèche* ou *forme de radoub* n'est autre qu'un bassin en maçonnerie, établi au bord du rivage et séparé de la mer par une porte.

Pour caréner un navire dans une cale sèche, on déplace la porte et, dès que la hauteur d'eau de la marée est suffisante, ce qui arrive en général à l'heure du plein, le navire est introduit et immobilisé dans l'axe de la forme, puis on ferme la porte et à l'aide d'une pompe on épuise l'eau qui est entrée dans la cale sèche.

Pendant cet épuisement, la quille du navire vient porter sur une série de pièces en bois ou *tins*, tandis que, de chaque bord, on dispose entre la paroi de la cale et le navire de longues pièces de bois ou *accores*, destinées à maintenir le bâtiment en équilibre pendant tout le temps qu'il demeure à sec. (Voir figures 1 et 2.)

La figure 1 représente la cale sèche de Dakar construite par MM. Hersent. L'enceinte, qui constitue la cale sèche proprement dite, comprend deux murs latéraux ou *bajoyers* et un mur de fond, ces trois murs prenant appui sur un sol en maçonnerie ou *radier*; l'ensemble forme un tout solidaire et étanche, susceptible de résister aux sous-pressions qui s'exercent sur les maçonneries lorsque la forme est à sec.

La plupart des bassins de radoub sont fermés par des bateaux-portes, sortes

de caissons métalliques que l'on peut faire flotter pour les déplacer ou que l'on

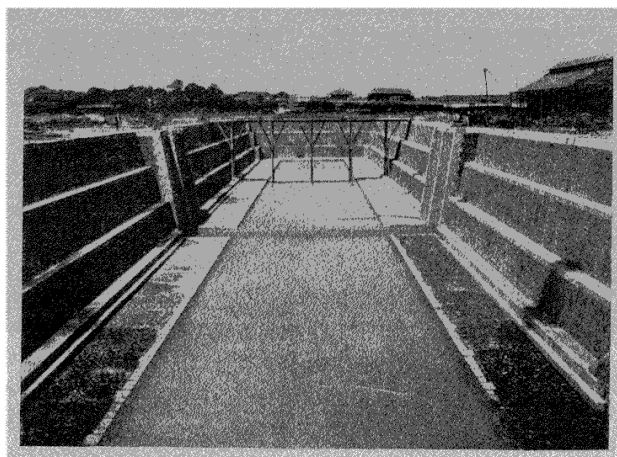


Fig. 1. — Cale de Dakar exécutée par MM. Hersent. Longueur utile, 200 m.; longueur de l'écluse au niveau des couronnements, 28,60 m.; côté du seuil de l'écluse, 8,50 m.

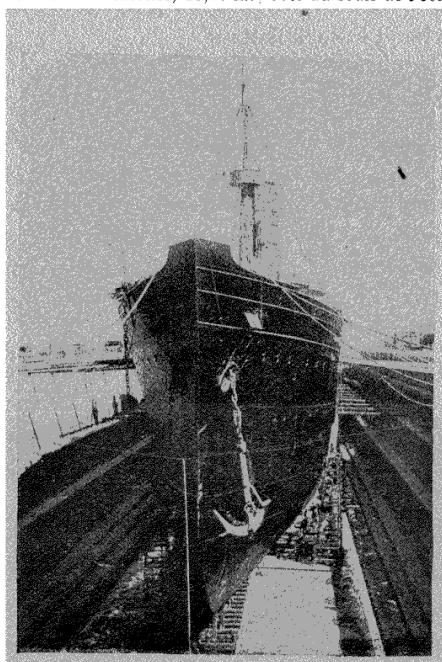


Fig. 2. — Bateau échoué en cale sèche.

coule à volonté par une manœuvre appropriée quand on veut fermer la porte.

Lorsqu'on épuise la forme, la pression de l'eau extérieure applique le pourtour de la porte contre la maçonnerie, et un « paillet » ou garniture plastique en chanvre interposée forme joint étanche.

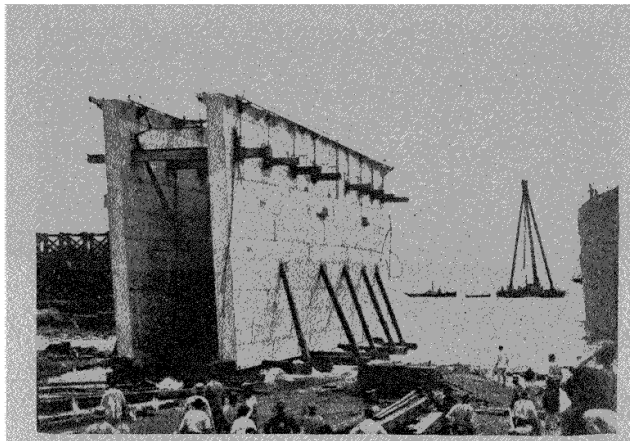


Fig. 3. — Bateaux-portes de la cale sèche de Dakar.

Parfois les bassins de radoub sont fermés par des portes roulantes.

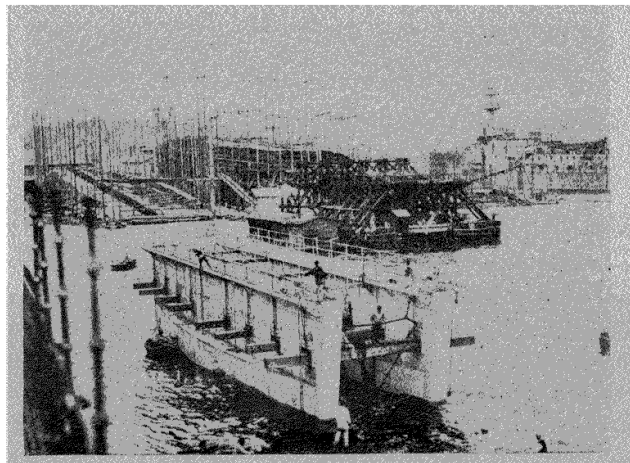


Fig. 4. — Bateaux-portes de la cale sèche de Dakar.

Les figures 3 et 4 sont des vues de deux bateaux-portes de la forme de Dakar, construits par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée à La Seyne; ces deux portes sont représentées associées par un moyen de fortune

au moment où elles vont quitter le chantier pour être remorquées de La Seyne à Dakar.

L'épuisement ou mise à sec des cales sèches se fait par des appareils de

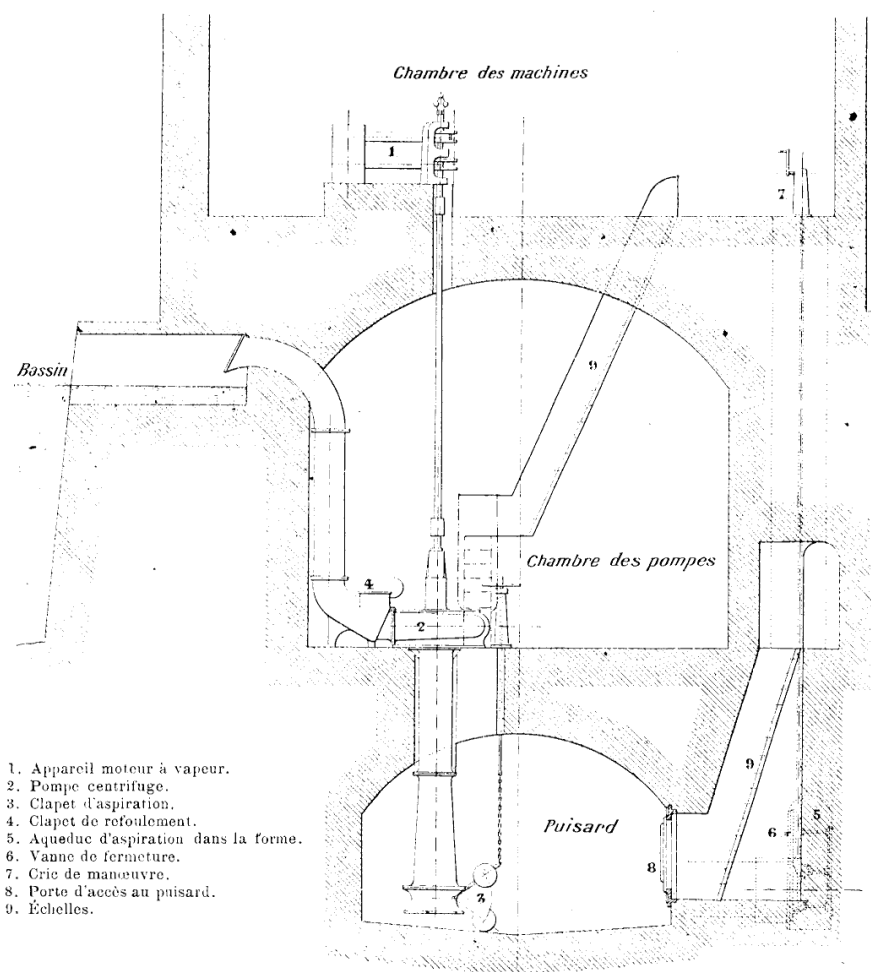


Fig. 5. — Appareil d'épuisement pour formes de radoub.

pompage très puissants et naturellement d'autant plus importants que la forme est plus grande, la durée de l'épuisement ne pouvant être accrue d'une manière excessive.

La figure 5 représente le schéma d'une station d'épuisement : elle com-

prend une ou plusieurs pompes de service, du type centrifuge, à axe vertical, actionnées chacune par un moteur à vapeur ou électrique. L'aspiration se fait dans un puisard en communication avec la cale sèche, le refoulement se fait par un tuyautage visible sur le croquis. Une station d'épuisement comprend, en outre, une ou plusieurs pompes d'entretien, plus faibles que les pompes de service, et qui servent à épuiser l'eau qui s'introduit toujours dans la cale sèche par les joints insuffisamment étanches ou par infiltration à travers les maçonneries.

On jugera de l'importance que peuvent prendre, à notre époque, les formes

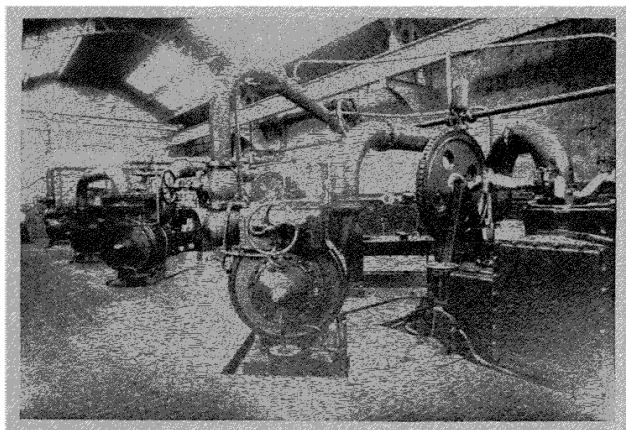


Fig. 6. — Moteurs et pompes d'épuisement des formes de radoub du bassin de l'Eure au Havre.

de radoub et leurs installations de pompage, quand on saura que la grande forme, dont la construction a été décidée récemment au Havre, pourra recevoir des navires de 300 m. de long et de 12 m. de tirant d'eau, qu'elle contiendra environ 250 000 m³ d'eau et que son épuisement est prévu en 4 heures à l'aide de 4 pompes de 500 chevaux.

La figure 6 représente l'installation des moteurs des pompes d'épuisement des formes de radoub de l'Eure, au Havre. Son constructeur, la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, qui s'est fait une intéressante spécialité de ce type d'appareils, a exécuté également les stations d'épuisement des cales sèches de Marseille, Cherbourg, Brest, Dakar, La Rochelle, Alger, Sidi-Abdallah, etc.

Dock flottant. — Les cales sèches de nos ports français, dont nous venons de parler, sont de remarquables ouvrages en maçonnerie qui font le plus grand

honneur aux Ingénieurs des Ponts et Chaussées qui les ont construites. Malheureusement elles coûtent fort cher, sont souvent d'une exécution difficile, et leur construction exige toujours des délais très prolongés. Au contraire, les docks flottants, dont nous allons parler, sont, dans la généralité des cas, moins coûteux que les bassins de radoub; leur exécution est facile et de courte durée. C'est pour ces raisons et pour d'autres, que nous exposerons dans la suite de cette note, que cet engin compte actuellement et à juste titre de très ardents partisans.

Origine du dock flottant. — Le premier dock flottant qui fut utilisé en

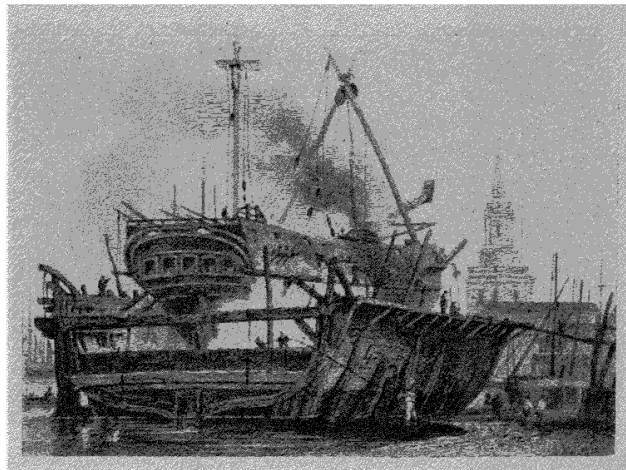


Fig. 7. — Vieux dock de Rotherhithe.

Angleterre à Rotherhithe n'était qu'une vieille carcasse de navire en bois, dont le pont, la mâture et l'arrière avaient été enlevés pour permettre à des navires plus petits de rentrer à l'intérieur quand la carène flottait entre deux eaux. (Voir figure 7.) Une fois le navire entré, on bouchait l'arrière du vieux navire avec des planches et on épuisait l'eau à l'intérieur, comme dans une cale sèche. Ce procédé primitif serait l'origine du dock flottant.

Principe du dock flottant. — Un dock flottant comporte essentiellement aujourd'hui une plate-forme généralement métallique à double paroi, susceptible de flotter ou d'être immergée à volonté par l'introduction de lest liquide; la stabilité de cette plate-forme, lorsqu'elle est immergée, est assurée par des flotteurs qui la maintiennent entre deux eaux à hauteur convenable pour permettre au navire à caréner de se placer au-dessus d'elle; ensuite, en épuisant

l'eau, on relève la plate-forme qui soulève en même temps le navire. Tel est le principe du dock flottant.

Il en existe plusieurs types que nous allons décrire.

Box dock. — Le *box dock* est le dock le plus simple. Il est représenté sur la figure 8, qui est la vue d'un dock pour torpilleurs livré à la Marine française par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Il a, en coupe transversale, la forme d'un $\sqcap$; la plate-forme inférieure ou ponton est solidaire

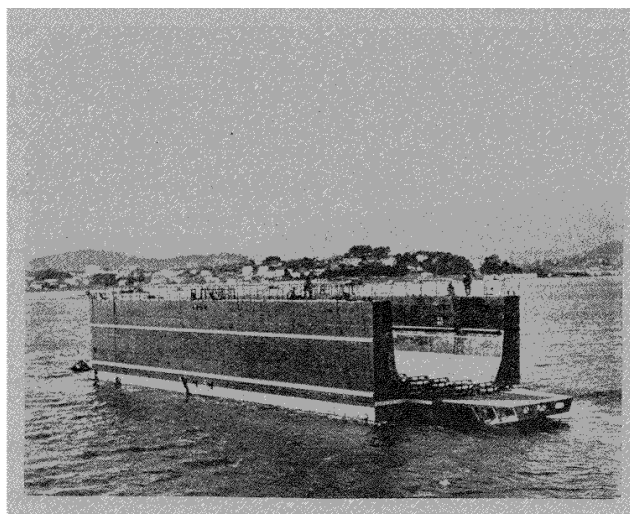


Fig. 8. — Dock pour torpilleurs construit pour la Marine française par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée.

de deux caissons en saillie qui constituent les flotteurs. Comme on le voit, l'enceinte destinée à recevoir le navire n'est pas complète comme dans le dock de Rotherhithe ou le bassin de radoub, mais elle est réduite aux deux bajoyers.

Le ponton et les flotteurs, qui sont construits en tôle d'acier, sont divisés longitudinalement et transversalement par des cloisons étanches formant toute une série de compartiments, dont les uns sont destinés à recevoir l'eau pendant l'immersion, et les autres à servir de réservoirs d'air pour assurer la flottabilité du dock.

Sur le ponton, des files de pièces en bois ou *lins* sont disposées pour soutenir la quille et les fonds du navire à mesure que le dock sort de l'eau ; d'autres pièces de bois mobiles ou *accores* sont installées de chaque côté pour former arcs-boutants, entre les murailles latérales du dock et le navire.

Le dock est, en outre, muni de différents dispositifs pour son amarrage, de treuils, cabestans et grues pour les manœuvres diverses, de passerelles destinées à réunir les flotteurs, et d'un tuyautage permettant tantôt de remplir les différents compartiments, tantôt de les épuiser; l'épuisement se fait soit par des pompes disposées sur le dock, soit au moyen d'un bateau-pompe accosté le long du bord.

Lorsqu'un dock doit fonctionner dans une rade manquant de profondeur, on pratique par dragage, à l'endroit que doit occuper le dock, une excavation qu'on appelle une *souille*.

Dock auto-carénant. — Le box dock a l'inconvénient de ne pouvoir être lui-même repeint ou caréné qu'en entrant dans une cale sèche ou en s'échouant sur un gril de carénage, aussi lui donne-t-on rarement de très grandes dimensions.

Tableau d'un certain nombre de docks de plus de 15 000 tonnes construits pendant ces dernières années.

DÉSIGNATION DU DOCK.	CONSTRUCTEURS.	ANNÉE DE CONSTRUCTION.	PUISSANCE DE LEVAGE.	LONGUEUR TOTALE.
			tonneaux.	mètres.
Dock des Bermudes	Swan Hunter (dessins de Clark et Standfield) . .	1902	17 500	166,10
Dock d'Algiers (États-Unis)	Maryland S. C ^o (dessins de Clark et Standfield) . .	1902	18 000	160,20
Dock de Cavite (Philippines)	Id.	1906	18 500	152 »
Dock « Prince Rupert » (Colombie Britannique)	En Colombie.	1909	20 000	184 »
Dock de Pola (Autriche)	Arsenal de Pola (dessins de Clark et Standfield).	1904	22 500	178,16
Dock de Rio de Janeiro (Brésil)	Vickers (dessins de Clark et Stanfield)	1910	22 500	168 »
Dock de Montréal (Canada)	Id.	1912	25 000	184 »
Dock de Hambourg (Vulcan n ^o 3)	Vulcan.	1909	25 000	175 »
Docks de l'Amirauté Britannique. } Portsmouth (Angleterre) (1).	Cammell Laird C ^o	1912	32 000	207,50
	Sheerness (Angleterre) (1).	1912	32 000	207,50
Dock de Hambourg (Blohm et Voss n ^o 5).	Blohm et Voss	1910	35 000	180 »
Dock de Kiel (Allemagne).	Howaldtswerke.	1911	40 000	200 »

(1) Les docks de Portsmouth et de Sheerness ne sont pas autocarénants.

Les docks destinés à recevoir de grands navires sont établis de manière à pouvoir se caréner par leurs propres moyens; ils sont alors dits du type appelé

en anglais *self docking*, que nous traduirons par *auto-carénant*. Ces docks sont susceptibles d'être divisés en un certain nombre de tronçons tels que chacun d'eux peut être caréné en le faisant reposer sur les autres. Nous donnons, ci-dessus, une liste d'un certain nombre des docks auto-carénants, de plus de 15000 t, construits pendant ces dernières années, en indiquant le nom de leurs constructeurs. Parmi les principaux spécialistes en matière de docks flottants, nous citerons en particulier MM. Clark et Standfield, de Londres, sur les plans desquels un grand nombre de docks ont été construits, et dont le nom est inséparable de l'histoire du développement et des progrès réalisés, depuis un demi-siècle, par ces engins. Nous devons à leur obligeance une partie des photographies qui figurent dans cette note et d'utiles renseignements qui nous ont aidé à la rédiger. Nous prions ces Messieurs de trouver ici l'expression de nos remerciements pour le concours qu'ils nous ont ainsi prêté.

Dock à ponton sectionné. — Dans le dock à ponton sectionné, les flotteurs latéraux sont continus et reposent sur le ponton qui lui-même est sectionné en 3 ou 6 tronçons démontables; la longueur de ces tronçons étant plus faible que

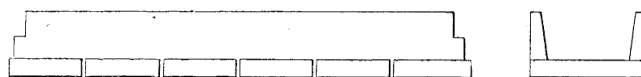


Fig. 9. — Dock à ponton sectionné.

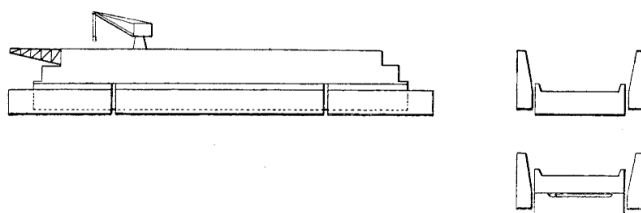


Fig. 10. — Dock de La Havane.

la largeur intérieure du dock, chaque tronçon peut, par suite, être caréné individuellement sur le reste du dock. Les flotteurs, qui sont hors de l'eau quand le dock n'est pas chargé, sont reliés d'une façon aussi parfaite que possible aux différents tronçons du ponton et assurent ainsi la rigidité du dock. Le croquis ci-contre (figure 9) permet de se rendre compte de cette disposition.

Dock de La Havane. — La hauteur des flotteurs du dock à ponton sectionné est relativement faible, étant inférieure à la hauteur même du dock; dans le

dock de La Havane, on a conservé aux flotteurs toute leur hauteur (voir figure 10),

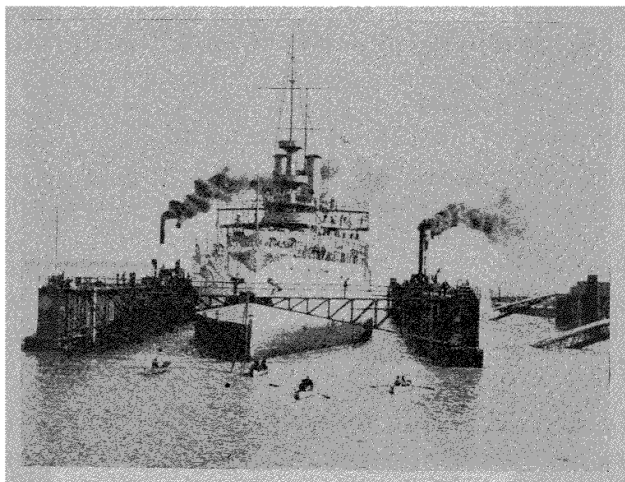


Fig. 11. — Dock de La Nouvelle-Orléans. Vue prise pendant l'opération de soulèvement du cuirassé *Illinois*.

les trois sections qui composent le ponton peuvent, à l'aide d'un joint spécial,

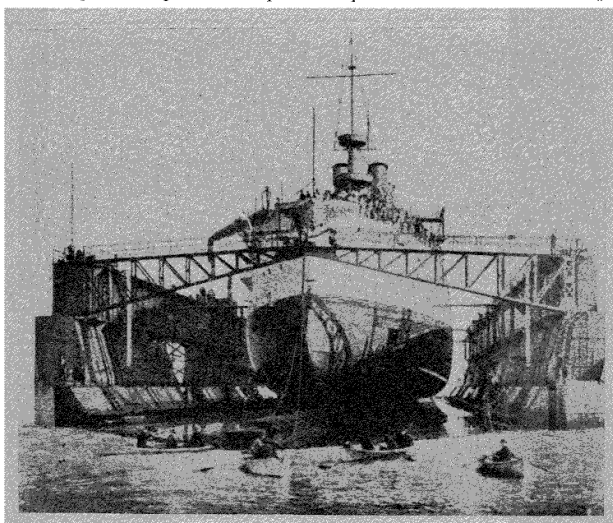


Fig. 12. — Dock de La Nouvelle-Orléans. Le cuirassé *Illinois* complètement soulevé.

glisser entre les deux flotteurs et être remontées à une hauteur suffisante pour être visitées. Pour caréner les flotteurs, on incline le dock d'un bord et l'on

fait ainsi sortir de l'eau la partie inférieure du flotteur opposé, ce qui permet d'en effectuer le carénage. Ce dock a été assez solide pour être remorqué d'Angleterre jusqu'à La Havane.

Le dock de La Nouvelle-Orléans, représenté sur les figures 11 et 12, est du même type que le dock de La Havane; ces deux vues représentent le dock à deux périodes différentes de l'opération de soulèvement du cuirassé américain « Illinois » de 11 500 tonnes.

Dock "Admiral Dewey" ou des Philippines. — Dans le dock des Philippines

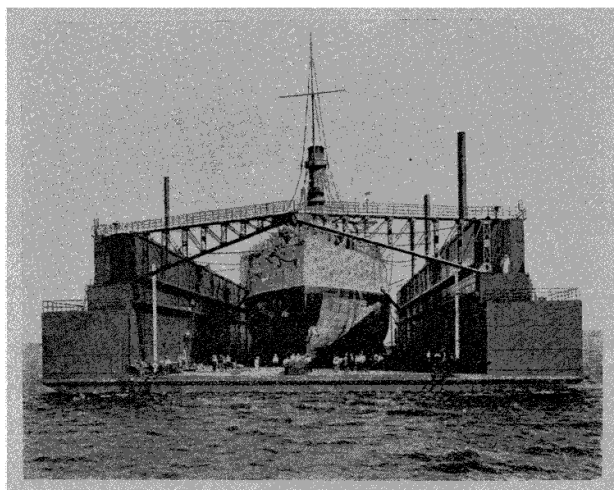


Fig. 13. — Dock des Philippines *Admiral Dewey*.

(fig. 13) les flotteurs latéraux font corps avec le tronçon central du ponton et cet ensemble peut être caréné en le faisant reposer sur les deux tronçons extrêmes. Ceux-ci peuvent à leur tour être placés sur le tronçon central: la figure 14 permet de se rendre compte de cette particularité. Le remorquage de ce dock aux Philippines par le Canal de Suez, ce qui représente une distance de 11 000 milles, a été une opération sensationnelle. Elle s'est du reste fort bien effectuée à l'aide de trois remorqueurs de 1 200 à 3 000 chevaux. La traversée du canal de Suez a coûté à elle seule 500 000 francs, parce qu'il a fallu déplacer tout le balisage du canal, l'espace compris entre les bouées n'étant pas suffisant pour laisser passer le dock.

Depositing dock. — Un type de dock fort intéressant est le *depositing dock* (fig. 15), qui permet de soulever les navires et de les déposer sur un gril de

carénage où l'on peut les réparer sans immobiliser le dock. En coupe transversale, l'appareil a la forme d'un L, ou mieux d'un *box dock*, dont on aurait enlevé l'un des flotteurs. En plan, le ponton a une forme dentelée comme une scie, avec des vides et des pleins dont l'écartement est le même que celui des parties correspondantes du grill de carénage dans lequel le dock doit s'engager pour déposer le navire. Les navires, pour rentrer dans ce dock, ne sont pas

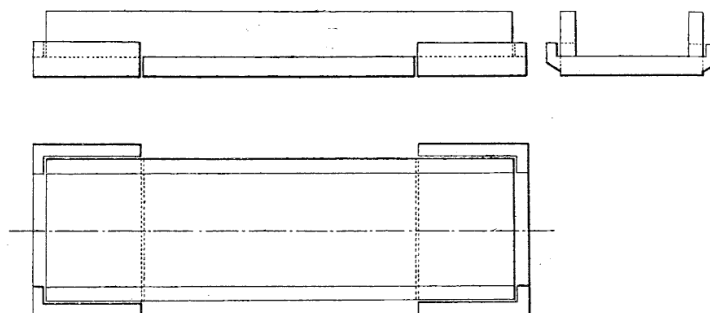


Fig. 14. — Dock des Philippines (*Admiral Dewey*).

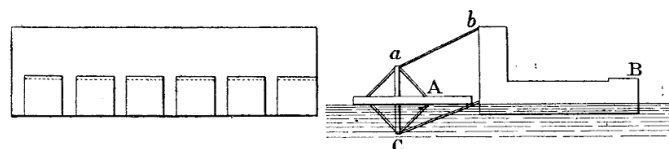


Fig. 15. — « Depositing dock ».

obligés de se présenter en bout, ils peuvent entrer par le côté, ce qui est un gros avantage et permet d'éviter bien des avaries.

Ce dock étant immergé ne pourrait se maintenir en équilibre horizontal puisqu'il ne possède qu'un seul flotteur hors de l'eau. On a donc disposé latéralement au dock un large caisson flotteur qui lui sert, en quelque sorte, de contrepoids et qui lui est relié par des bielles articulées.

Dock « off shore ». — Le dock de rivière ou *off shore* n'est autre qu'un « depositing dock » dont le ponton est continu et qui, au lieu d'être relié à un

caisson formant contrepoids, est fixé au rivage par un système articulé. Cet appareil (fig. 16) est très simple et très pratique quand on dispose d'un peu de place sur le bord d'une rivière, d'un quai, ou même le long d'une digue.

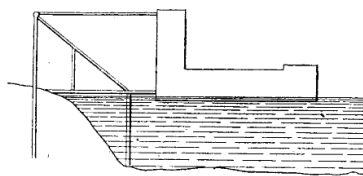


Fig. 16. — Dock de rivière ou « off shore ».

Le dock off shore peut être auto-carénant; dans ce cas, il est décomposable transversalement en deux tronçons que l'on peut caréner l'un sur l'autre. Quelquefois deux de ces docks, au lieu d'être reliés à la terre ferme, sont associés et placés dos à dos de façon à se servir mutuellement d'appui.

Dock à sections boulonnées ou combinées. — Le dock actuellement le plus employé est le dock à sections boulonnées ou combinées, qui n'est qu'un box dock sectionné en plusieurs tronçons, trois généralement, reliés entre eux deux à deux par un joint solidement boulonné et rivé (fig. 17).

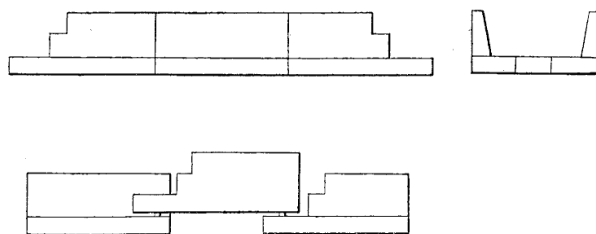


Fig. 17. — Dock à sections boulonnées.

Ce dock, très rigide dans le sens transversal, l'est aussi dans le sens longitudinal à cause du petit nombre des joints et de leur bonne exécution. Le désassemblage des joints peut se faire à flot, car il existe entre les cloisons extrêmes de deux tronçons voisins une maille dans laquelle un homme peut se tenir pour boulonner et déboulonner le joint. Un joint étant désassemblé, rien n'est plus facile que de caréner le tronçon ainsi libéré en le faisant reposer sur les deux autres.

Presque tous les grands docks actuellement en service sont de ce type, ou en dérivent; citons :

	Tonneaux.
Le dock de Pola construit pour le Gouvernement autrichien	22 500
Le dock du Gouvernement brésilien	22 500
Le dock de Montréal	25 000
Le dock Vulcan n° 3, à Hambourg	25 000
Le dock Blohm et Voss n° 5, à Hambourg.	35 000
Les docks de Portsmouth et de Sheerness, construits pour le Gouvernement britannique	32 000
Le dock de Kiel pour le Gouvernement allemand	40 000
Le dock de Prince Rupert, dans la Colombie britannique	20 000

Dans ce dernier, le ponton est en bois et les flotteurs sont métalliques.

Docks de Portsmouth et de Sheerness. — Pour montrer à quel degré de perfection est parvenu, à l'heure actuelle, le dock flottant, nous décrirons avec quelques détails les deux docks semblables que l'Amirauté britannique vient de construire pour les ports de Portsmouth et de Sheerness. Ces deux docks flottants, de dimensions vraiment remarquables, peuvent soulever les plus grands « dreadnoughts » actuellement en service dans la Marine anglaise et même ceux que l'on construira pendant bien des années encore, puisque leur puissance de levage atteint 32 000 t. Ces docks, dont les dessins sont dus à MM. Clark et Standfield, et qui ont été exécutés l'un par MM. Swan Hunter et Wigham Richardson et l'autre par MM. Cannell Laird et Co, ont en coupe transversale la forme en U des box docks.

Pour faciliter le lancement de docks aussi grands, on a construit chacun d'eux en deux tronçons que l'on a pu lancer séparément, puis réunir ensuite une fois à flot. Le dock ainsi constitué est très solide et présente une grande rigidité, mais il n'est pas auto-carénant. Il est probable que l'Amirauté britannique a estimé que l'on n'aurait que rarement à exécuter le carénage de ces docks, et qu'alors on pourrait les échouer à marée basse sur un gril préparé à cet effet.

La longueur totale de ces docks est de	207,50 m
Leur largeur extérieure de	44,00 m
Leur largeur à l'intérieur des murailles de	34,50 m
La hauteur du ponton de	6,10 m
Leur poids total est respectivement de	14 000 tonnes.

et ils peuvent soulever un navire de 32 000 t de déplacement et de 41 m de tirant d'eau.

Le navire soulevé repose, au moment de l'échouage, sur une file de tins en chêne placés dans l'axe du ponton et allant d'un bout à l'autre; latéralement

deux autres files de lins, régnant sur une longueur de 85 m, soutiennent les flancs des navires (voir fig. 18).

Le dock est divisé en 80 compartiments étanches disposés pour recevoir l'eau pendant la plongée; ces compartiments sont desservis par un tuyautage spécial avec jeu de vannes servant au remplissage et à la vidange. Ces vannes sont manœuvrées à l'aide d'un système électro-pneumatique Westinghouse et

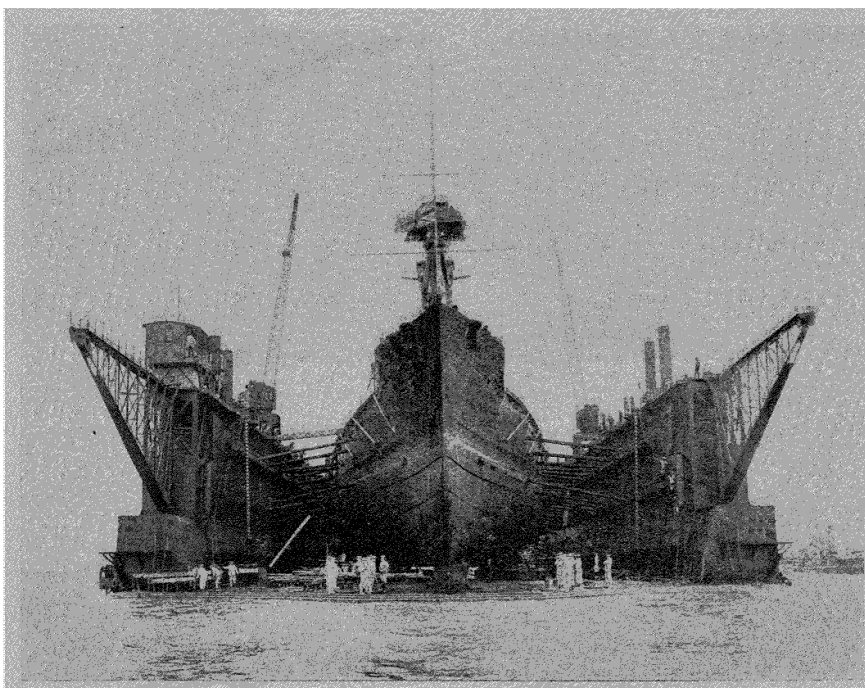


Fig. 18. — Dock de Sheerness. Vue prise pendant l'opération de carénage d'un navire.

leurs commandes sont réunies dans une cabine spéciale qui est peut-être la partie la plus intéressante de l'engin, et qui contient également des manomètres indiquant la hauteur d'eau dans les 80 compartiments. De cette cabine (représentée sur la figure 19), qui est située à l'une des extrémités des murailles, on peut apercevoir l'ensemble du dock ainsi que le navire à échouer; il existe même une passerelle articulée destinée à réunir les murailles latérales et permettant de passer, même pendant la plongée, d'une muraille à l'autre, ou bien de se tenir dans l'axe du dock pour mieux surveiller le navire pendant l'échouage.

La cabine des vannes est reliée téléphoniquement avec les principaux locaux

du dock, qui sont eux-mêmes reliés entre eux. Ces locaux comprennent, en

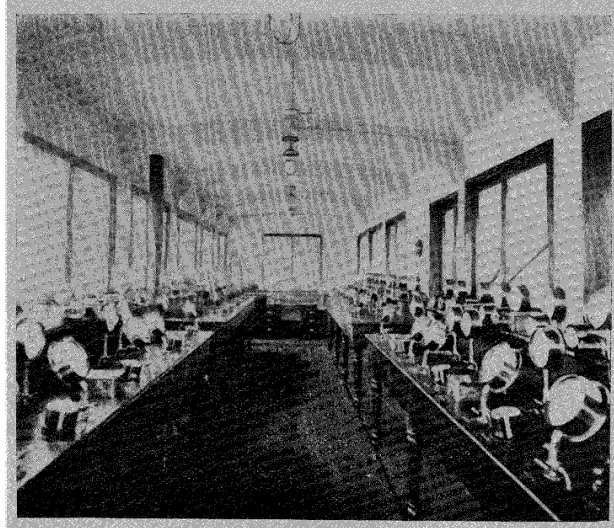


Fig. 19. — Dock de Sheerness, chambre des vannes.

outre, des chambres de machines et chaufferies, des chambres pour les dyna-

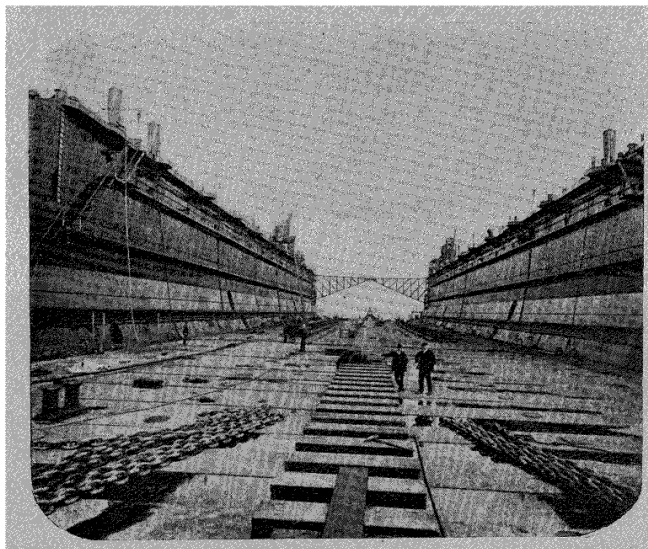


Fig. 20. — Dock de Sheerness. Vue prise à la fin de sa construction.

mos, quatre ateliers de chaudronnerie, forge et ajustage, des cantines, lavabos

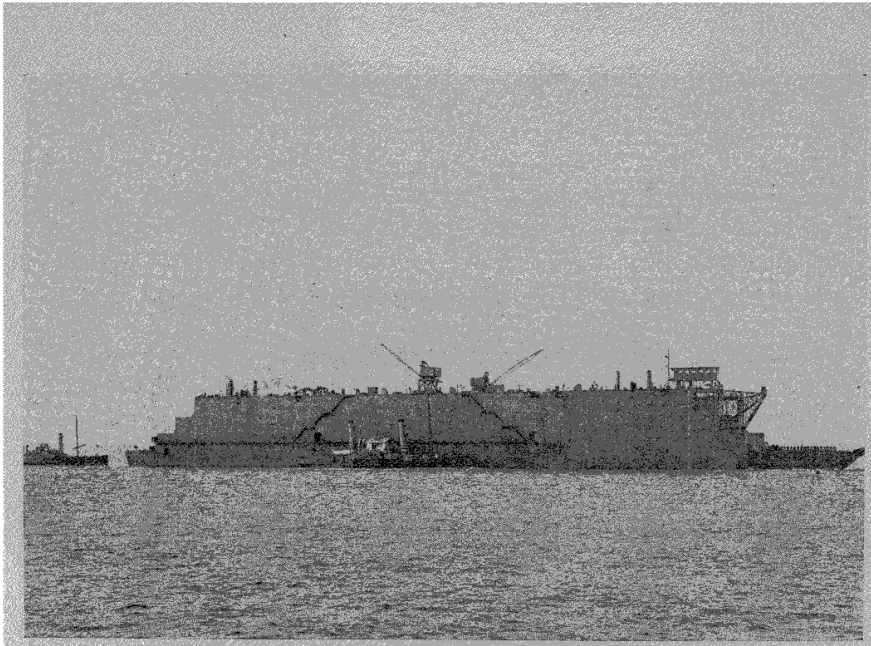


Fig. 21. — Vue latérale du dock de Sheerness.



Fig. 22. — Dock de Sheerness durant son remorquage depuis le chantier de construction jusqu'à l'emplacement où il se trouve actuellement sur la Medway.

Tome 120. — 2^e semestre. — Août-Septembre-Octobre 1913.

21

et un ensemble de bureaux et logements pour le chef de dock, les sous-officiers et l'équipage du dock.

Les machineries comportent 8 chaudières, 2 à chaque extrémité des murailles; les cheminées sont disposées de façon à pouvoir coulisser pour laisser passer les grues.

8 machines compound conduisent chacune un jeu de pompes centrifuges

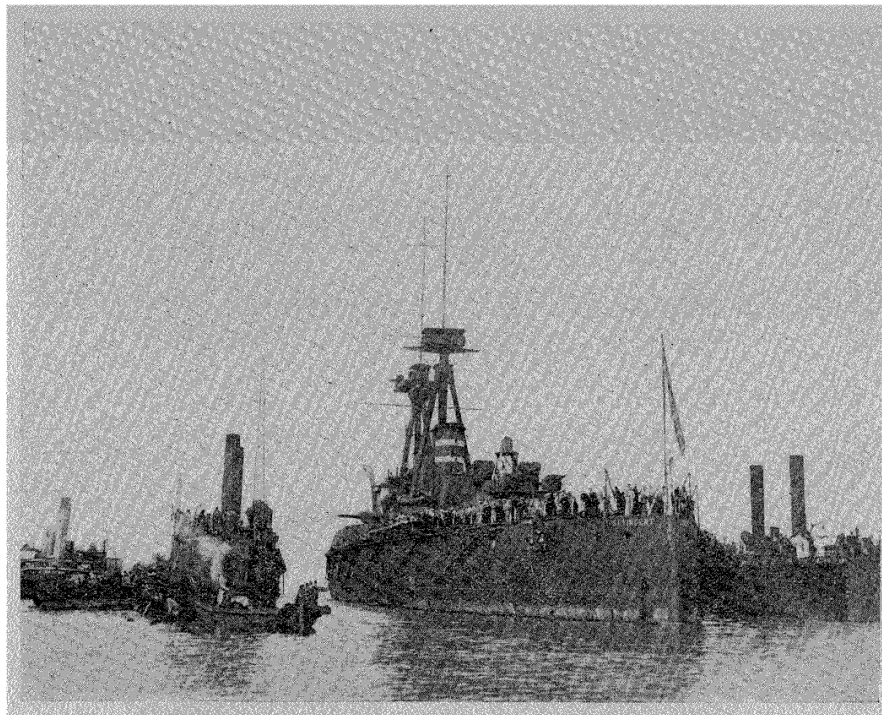


Fig. 23. — Dock de Sheerness. Vue prise pendant l'opération de soulèvement du cuirassé *Saint-Vincent*.

qui permettent d'épuiser le dock en cinq heures. Il y a, en outre de ces pompes, 2 pompes pour le lavage et l'incendie.

Dans les chambres des dynamos, qui sont situées une dans chaque muraille, il y a deux jeux de machines à grande vitesse et graissage forcé, conduisant des génératrices Westinghouse. Ces groupes électrogènes alimentent les ateliers, les grues, les appareils de manœuvre des vannes, et permettent d'éclairer non seulement le dock mais aussi de donner la lumière aux navires à caréner, ainsi que de la force motrice, s'ils en ont besoin.

Des compresseurs d'air alimentent l'outillage pneumatique destiné aux réparations des navires.

Les ateliers de chaudronnerie, de forge et d'ajustage sont munis des outils les plus perfectionnés tels que tours, perceuses, machines à planer les tôles et à rabattre les pinces, forges, etc.

Il y a, sur le haut de chacune des murailles, une grue de 5 t articulée

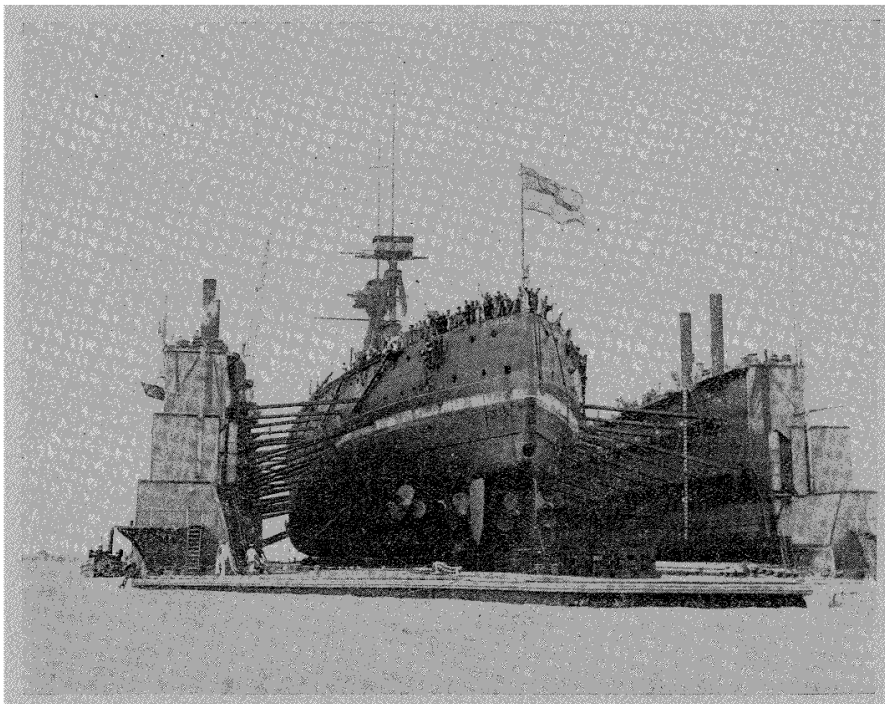


Fig. 24. — Dock de Sheerness portant le cuirassé *Saint-Vincent*.

en tous sens et pouvant se déplacer d'un bout à l'autre des murailles. 8 cabestans à vapeur servent à la manœuvre des navires entrant dans le dock, et un fort rouleau vertical servant de défense se trouve à l'extrémité de chaque muraille pour protéger le dock pendant les manœuvres.

Les figures 20, 21, 22, 23 et 24 représentent des vues du dock de Sheerness dans différentes situations. Ce dock est actuellement en service à l'embouchure de la Medway, en face de Chatham.

On peut juger, par la description qui précède, des progrès réalisés par le dock flottant depuis les premiers temps de son emploi, alors que le dock

n'avait d'autre fonction que de soulever les navires, tandis qu'il est devenu, à l'heure actuelle, un véritable chantier de réparation flottant, pourvu d'une station centrale de force motrice, d'un outillage et d'aménagements qui lui permettent de conserver son entière indépendance, par rapport aux installations terrestres.

L'unique servitude à laquelle le dock flottant reste encore astreint, à savoir la nécessité de recourir à des remorqueurs pour se déplacer, disparaîtra peut-être un jour; car il est permis de concevoir un ouvrage de ce genre muni d'un propulseur et d'un moteur, qui lui permettront de se mouvoir par ses propres moyens.

Répartition des docks actuellement existants. — Bien que les docks soient de création relativement récente (à notre connaissance, le premier brevet de dock ne remonte pas au delà de 1785), leur usage s'est cependant rapidement étendu et leur nombre, quoique encore inférieur à celui des cales sèches, est actuellement fort important. C'est ainsi qu'en négligeant les docks de moins de 500 tonnes de puissance de levage, le Bureau Veritas en indique dans le monde entier près de 200.

Sur ce nombre, l'Angleterre possède environ 45 docks très importants et très modernes, l'Autriche en a 6, la Russie 8, la Norvège 10, la Hollande 11, l'Allemagne 30 et les États-Unis 79.

En France, il n'en existe qu'un seul, celui de Boulogne, dont la puissance est de 1300 t seulement. Nous ne mettons pas, en effet, en ligne de compte les quelques docks flottants pour torpilleurs et contre-torpilleurs que possèdent nos arsenaux, leur puissance de levage ne dépassant pas 350 t.

Le dock flottant est donc très apprécié à l'étranger, alors qu'à l'heure actuelle il n'est, pour ainsi dire, pas en usage en France.

Cette préférence exclusive que l'on paraît avoir en France pour la *cale sèche* est-elle justifiée? Le dock flottant nous paraît cependant avoir sur la cale sèche de nombreux avantages que nous allons énumérer.

Avantages des docks flottants sur les cales sèches.

Élasticité d'emploi. — Le dock flottant est d'un emploi beaucoup plus élastique que la cale sèche. En effet, alors que les dimensions intérieures d'une cale sèche limitent les dimensions et, par suite, le tonnage des navires qu'elle pourra recevoir, il n'en est pas de même pour un dock flottant : ce dernier peut, en effet, recevoir des navires beaucoup *plus longs* que ceux en vue des-

quels il a été primitivement conçu, car il suffit que la plus grande partie de la quille porte sur le ponton, les extrémités du navire restant en porte-à-faux. Ainsi un navire qui exige une cale de 200 m. de longueur peut utiliser un dock de 170 m.

Le dock peut également recevoir des navires ayant fortuitement (par exemple, par suite de l'envahissement par l'eau de certains compartiments) un *tirant d'eau plus élevé* qu'il n'était prévu; il suffit pour cela de le surlester par des moyens de fortune.

Pour la *puissance de levage*, le chiffre prévu pourra, dans une certaine mesure, être dépassé; le navire à soulever étant plus lourd, le dock se relèvera un peu moins et le franc-bord au radier du ponton, que l'on aura, par exemple, prévu à 0,50 m, pourra être réduit à quelques centimètres.

Si enfin le poids du navire a, par suite d'envahissement d'eau, augmenté dans de telles proportions que toute la puissance de levage ne permette que d'effectuer un soulèvement partiel, certaines réparations pourront cependant être effectuées, soit que les parties à réparer émergent, soit qu'elles se trouvent assez près de la flottaison pour que l'on puisse, par exemple, dans le cas d'une voie d'eau, boucher l'orifice et ensuite vider le compartiment envahi en soulageant le dock de sa surcharge.

Enfin, les docks flottants peuvent, sans coûter davantage ou à peu près, être construits, dès l'origine, avec une largeur supérieure à ce qui paraîtrait strictement nécessaire, contrairement à ce qui se passe pour les formes de radoub, pour lesquelles la nécessité d'avoir des portes étanches et solides conduit à rétrécir l'ouverture d'entrée jusqu'au minimum nécessaire.

Cette élasticité d'emploi des docks est particulièrement précieuse pour les navires de guerre exposés, au cours d'un combat, à subir des avaries pouvant augmenter leur tirant d'eau ou leur faire prendre de la bande, et qui, dans ces conditions, entreraient difficilement dans une cale sèche dont les dimensions auraient été calculées avec une marge insuffisante.

Possibilité d'agrandissement. — Cet engin, déjà si souple par lui-même, offre, au point de vue des agrandissements ultérieurs, des avantages que la cale sèche ne possède pas. Le dock, qui n'est qu'un simple caisson métallique, peut être facilement agrandi. La longueur est la dimension que l'on augmente le plus fréquemment; on ajoute, pour cela, un tronçon de dock pouvant se jonctionner avec celui déjà existant. La puissance de levage se trouve ainsi augmentée et les deux docks peuvent fonctionner séparément ou simultanément suivant le tonnage des navires à desservir. Cette combinaison très ingénieuse est maintenant fort employée.

L'agrandissement de la largeur peut se faire aussi, mais offre moins d'intérêt, parce que, en général, cette dimension a été déterminée avec une marge suffisante.

Pour une cale sèche, au contraire, le seul agrandissement que l'on puisse pratiquement entreprendre est celui de la longueur; encore ne se justifie-t-il que si l'on a donné, dès l'origine, à la cale, en prévision de cet allongement, une largeur suffisante, précaution qui entraîne toujours une grosse augmentation de prix dans la construction de la forme, car plus on augmente la largeur du radier et plus il faut aussi augmenter les épaisseurs des maçonneries, qui doivent résister aux poussées extérieures. On est donc tenté, dans l'établissement d'une cale sèche, de réduire la largeur au minimum. Ainsi la cale sèche du Havre, qui pourra contenir des navires de 100 000 t, est prévue à 38 m de largeur, alors que le dock flottant de Kiel, qui ne doit porter que des navires de 40 000 t, à 47 m de largeur intérieure.

Pour éviter ces agrandissements ultérieurs, si difficiles à réaliser, on est amené à donné aux cales, en prévision de l'avenir, des dimensions supérieures à celles des besoins présents; c'est ainsi que la cale sèche du Havre est construite en vue de recevoir des navires de 100 000 t alors que les plus grands navires fréquentant actuellement le port n'ont pas plus de 30 000 t. Elle représente donc jusqu'à l'époque où les navires atteindront ce tonnage une mauvaise opération financière, aussi bien au point de vue du capital engagé que des frais d'exploitation. Nous n'ignorons pas que l'adjudication des travaux de la forme du Havre a été prononcée à la suite d'un concours pour lequel les concurrents ont été admis à présenter des propositions comportant l'emploi de docks flottants comme celui de cales sèches; et nous savons que la comparaison des offres, faites pour ces deux types d'engins, a conduit à cette conclusion que la dépense à prévoir pour l'un et l'autre type d'ouvrages était pratiquement la même. Mais il nous semble que le problème aurait pu être posé différemment, selon le type d'ouvrage proposé. La cale sèche étant difficilement extensible, il convenait de lui assigner, dès l'origine, ses dimensions maxima; mais pour le dock flottant on aurait pu, à notre avis, profiter de la facilité qu'il offre de pouvoir être agrandi pour ne lui imposer, au début, qu'une puissance de levage de 50 000 t, qui eût été largement suffisante et eût conduit à une solution beaucoup plus économique. Les circonstances actuelles imposant, avec tant d'urgence, la nécessité de réduire les dépenses, il semble que l'État et la Chambre de Commerce du Havre auraient trouvé un avantage sérieux à décider la construction d'un dock de cette puissance. Plus tard, les navires augmentant de dimensions, on aurait pu adjoindre à ce dock un nouveau tronçon et augmenter ainsi, à la demande, sa puissance de levage. Il importe, du reste,

de remarquer qu'un seul navire de 40 000 à 50 000 t immobilisera cette énorme cale sèche, alors que le dock divisé en deux tronçons aurait pu soulever simultanément deux navires de ce poids.

Facilité dans la recherche de l'emplacement. — Le choix d'un emplacement est plus simple pour le dock flottant que pour la cale sèche. Beaucoup de terrains se prêtent mal à la création d'une cale sèche : terrains vaseux situés en bordure des rivières ou dans un estuaire, comme en Allemagne ou en Hollande, terrains rocheux tombant à pic dans la mer comme dans la Méditerranée. De plus, dans le voisinage d'un port les terrains ont toujours beaucoup de valeur ; ceux que l'on sacrifie à la création d'une cale sèche représentent une étendue importante, qui pourrait être avantageusement consacrée à la création de nouveaux bassins ou de magasins.

L'emplacement d'un dock est plus facile à trouver ; ce sera, par exemple, le milieu d'un large bassin dont il touchera seulement le quai par une de ses extrémités, n'en condamnant ainsi que quelques mètres ; ce sera une enclave le long d'une rivière, un coin d'avant-port ou de rade-abri. Puis si, par suite de travaux, le port vient à se transformer, rien n'est plus simple que de déplacer le dock. Certes, il faudra, dans bien des cas, faire des dragages pour s'assurer la profondeur d'eau nécessaire ; mais dans un port ayant déjà une profondeur suffisante pour recevoir les navires, ces dragages seront relativement peu importants.

Rapidité d'exécution. — Au point de vue de la rapidité d'exécution, il n'y a aucune comparaison possible entre le temps nécessaire à l'exécution d'une cale sèche et celui qu'il faut pour construire un dock flottant.

La construction d'une grande cale sèche est une opération toujours longue qui, sans compter les travaux de sondage, dure chez nous de 5 à 8 ans. Au contraire, la construction d'un dock flottant est l'affaire de quelques mois. La recherche de l'emplacement, les dragages et la préparation de cet emplacement peuvent se faire pendant la construction même. En Angleterre, où les constructions sont particulièrement rapides, il faut 8 à 10 mois. En France, cette durée pourrait être légèrement augmentée ; mais il est certain que la construction d'un dock n'est ni plus compliquée ni plus longue que celle d'un navire, et qu'elle pourrait, par suite, être menée parallèlement avec la construction des navires auxquels le dock est destiné.

Si l'on opérait ainsi, les navires trouveraient, dès leur lancement, l'engin propre à les caréner et n'auraient pas besoin, comme certains de nos plus grands paquebots, d'aller se faire caréner à l'étranger.

Rapidité de manœuvre. — Le dock flottant présente encore, sur la cale sèche, l'avantage de mettre beaucoup plus rapidement un navire hors de l'eau. L'asséchement d'un dock dure d'une demi-heure pour les petits navires à 2 heures pour les grands, quelquefois mais rarement 3 à 4 heures; l'asséchement d'une cale sèche dure en moyenne 4 heures, souvent plus.

Notons, en passant, qu'un gain de 1 ou 2 heures sur la durée de l'asséchement peut souvent permettre de terminer le lavage de la carène ou les premières retouches de peinture avant la nuit, et de prendre ainsi une demi-journée ou une journée d'avance.

L'avantage de mettre rapidement le navire hors de l'eau est, à notre époque, très important. Les passages en cale sèche coûtent cher et on cherche toujours à les réduire au minimum. Beaucoup de navires ne font maintenant qu'un très court passage en cale pour refaire leur peinture de carène, changer une hélice, faire une réparation rapide, permettre d'expertiser une avarie dont la réparation sera faite à un second passage également court.

Plus on cherchera à diminuer le séjour des navires en cale sèche et plus le dock s'imposera; car, pour les réparations légères et le simple examen d'un navire, le dock flottant n'a pas son égal.

Prix d'achat. — Au point de vue du prix d'achat, l'avantage est presque toujours au dock flottant. Tout d'abord le prix d'un dock à construire peut être évalué avec une grande approximation, c'est en somme une construction métallique ne présentant aucune difficulté spéciale ni aucun aléa particulier; les travaux accessoires, tels que dragages, construction d'appontements, sont également faciles à estimer d'avance. Il n'en est pas de même de la construction d'une cale sèche, opération toujours délicate et pleine d'aléas; souvent des éboulements ou des infiltrations sont venus contrarier les travaux de construction d'une forme de radoub et en augmenter sensiblement le prix.

Il est bien difficile d'établir une comparaison entre le prix d'un dock flottant et celui d'une cale sèche; celui-ci est, en effet, variable avec la nature du terrain à travailler, l'emplacement choisi et l'importance des variations de marée. D'une façon générale et si nous en croyons l'expérience des spécialistes, on peut dire qu'il y a presque toujours avantage en faveur du dock flottant, et que cet avantage se chiffre, en moyenne, par une économie de 25 à 30 p. 100.

Frais d'exploitation et d'entretien. — Le prix d'exploitation d'un dock flottant est-il plus élevé que celui d'une cale sèche? Les frais comprennent, dans les deux cas, la consommation des pompes, les salaires du personnel, l'entretien de l'engin et l'intérêt du capital engagé.

Alors que le travail des pompes du dock flottant est proportionnel au poids du navire à soulever, dans une cale sèche c'est le contraire qui se produit, en sorte qu'avec le dock la dépense est fonction directe du poids du navire échoué, tandis qu'avec la cale sèche la dépense croît quand ce poids diminue. De plus, le volume d'une cale sèche est 10 à 15 fois supérieur à la capacité des caissons d'un dock équivalent. Il résulte de là que les frais d'épuisement sont sensiblement plus élevés pour la cale sèche que pour le dock flottant.

Le personnel employé pour l'accorage n'est pas plus important dans un cas que dans l'autre. Le dock dispose, en général, d'installations plus perfectionnées, permettant de réduire la main-d'œuvre. Enfin, les opérations d'assèchement étant plus courtes et les machines moins puissantes, le personnel employé à cette opération est moins nombreux.

L'entretien du dock comprend la réfection des peintures des parties immergées et l'entretien de la souille, s'il en existe. Les dépenses de carénage sont moins importantes qu'on pourrait le croire, car si, dans certaines eaux chaudes, la carène du dock doit être refaite tous les ans, cette réfection est, au contraire, rare dans les mers froides : beaucoup de docks restent 5, 10 et même 20 ans sans être carénés. Aujourd'hui, d'ailleurs, on est parvenu à revêtir les surfaces métalliques des docks d'épais enduits qui en assurent la conservation.

Quant aux dépenses d'entretien de la souille, elles sont évidemment extrêmement variables avec les circonstances locales, et il est difficile de baser sur elles une comparaison ; mais si l'emplacement du dock a été bien choisi, elles peuvent être très minimes.

La cale sèche, de son côté, n'est pas exempte de tout entretien : sa porte est métallique et par suite doit être repeinte aussi souvent qu'un dock ; les machines plus importantes demandent plus de réparations ; la maçonnerie elle-même se détériore, il se produit quelquefois des infiltrations que l'on s'efforce de combattre, mais qui obligent les pompes d'assèchement à un travail continu. Enfin, les dépenses de premier établissement étant plus élevées pour une cale sèche que pour un dock, l'intérêt de l'argent immobilisé est, dans le premier cas, plus important que dans le second.

Une preuve indirecte des bons résultats que peut produire l'exploitation d'un dock flottant, dans un port suffisamment fréquenté, c'est l'existence à l'étranger, en Allemagne notamment, de nombreuses sociétés qui se sont formées, avec l'aide des grands chantiers de construction, pour créer et exploiter des docks flottants : les docks de la Société Blohm et Voss, de Hambourg, qui sont au nombre de 5, forment une administration indépendante de celle des chantiers, sous le nom de « Elbsdock von Blohm und Voss ».

Durée. — Mais, pourra-t-on objecter, un dock dure moins longtemps qu'une cale sèche. On est encore mal fixé sur la durée d'existence d'un dock, durée variable qui dépend du soin apporté à son entretien. Pratiquement un dock dure 50 ans, alors qu'une cale sèche, supposée bien construite, a théoriquement une durée indéfinie. Mais cet avantage de la cale sèche sur le dock flottant ne saurait être pris en très sérieuse considération, car qui pourrait dire si les grandes cales sèches que l'on construit aujourd'hui ne seront pas, dans 50 ans, en raison des dimensions toujours croissantes des navires et des progrès que les ouvrages des ports sont susceptibles de réaliser, insuffisantes et démodées ?

Stabilité. — La question de stabilité ne se pose pas pour une cale sèche, alors qu'elle intervient évidemment dans l'emploi du dock flottant. C'est là une infériorité du dock sur la cale sèche; mais il importe de remarquer que la grande perfection apportée, de nos jours, dans la construction des docks rend cet inconvénient des docks flottants pratiquement négligeable.

Embarquement facile de grosses pièces. — Les cales sèches ne sont pas desservies généralement par de puissants moyens de levage permettant l'embarquement à bord, lorsque le navire est au bassin, de pièces lourdes telles que chaudières, canons, etc. Au contraire, en utilisant de puissantes grues flottantes, dont les grands ports sont généralement pourvus et qu'il est facile d'accoster au dock, on peut embarquer à bord les pièces les plus lourdes.

Ajoutons, pour terminer cette énumération des avantages du dock, les indications suivantes.

Au moyen d'un depositing dock on peut allonger un navire en éloignant son avant de son arrière.

Avec un dock quelconque, on peut enlever une ligne d'arbres en bout, quelle que soit sa longueur.

Enfin un dock peut être utilisé pour le sauvetage de navires et en particulier de sous-marins.

Du choix à faire dans quelques cas particuliers entre une cale sèche ou un dock flottant. — Des considérations précédentes pouvons-nous conclure à la supériorité absolue du dock flottant sur la cale sèche ? Assurément non, car le choix à faire, entre l'un et l'autre engin, dépend, avant tout, des conditions locales, et nous devons reconnaître que, dans certains cas, par exemple quand un port ne possède pas une surface d'eau bien abritée ou lorsque l'on prévoit des apports abondants de sable ou de vase, qui rendraient onéreux l'entretien d'une souille, l'emploi du dock flottant n'est pas indiqué. La question de la

comparaison des deux types d'engins ne peut donc pas se traiter dans le cas général; elle a cependant donné lieu à d'intéressantes discussions dans nombre de circonstances, par exemple au Congrès international de Navigation de Saint-Petersbourg en 1908 et à celui de Philadelphie en 1912. En lisant avec soin et en jugeant avec impartialité les communications faites sur ce sujet au cours de ces congrès, nous devons reconnaître qu'aucune conclusion absolument nette, en faveur de l'un ou l'autre engin, ne s'est dégagée de la discussion; en réalité, les adversaires sont restés sur leurs positions.

Mais si, dans le cas général, on ne peut proclamer la supériorité du dock flottant sur la cale sèche, il existe, pour la France en particulier, des cas où l'emploi de docks nous paraît indiqué. A Marseille, par exemple, de très importants travaux ont été entrepris pour agrandir le port. Les cales sèches, qui y existent, sont difficiles d'accès et insuffisantes et il est de notoriété qu'un grand nombre de navires qui font escale dans ce port vont cependant se faire caréner à Gênes ou dans d'autres ports étrangers. A Marseille, un et même plusieurs docks seraient très utiles et pourraient facilement trouver place dans les nouveaux bassins, qui présentent, dans le voisinage des quais, des fonds assez considérables permettant d'installer même de grands docks, sans effectuer aucun dragage.

A Rouen, port de rivière, qui reçoit aujourd'hui annuellement plus de 3 500 navires de mer correspondant à un trafic de 1 300 000 tx, il n'existe cependant qu'un slip en travers pouvant recevoir des navires du poids maximum de 1 800 t et de 95 m de longueur. Il serait donc indispensable d'installer dans ce port un nouvel engin de radoub et nous estimons qu'un dock conviendrait parfaitement dans la circonstance, non point un dock à profil en U, qui ne pourrait être utilisé que dans un bassin assez vaste et profond pour le recevoir, mais un dock de rive ou off shore du type décrit précédemment (voir page 302) et dont le service n'exigerait aucun bassin de manœuvre. Un pareil dock pourrait être exécuté rapidement et compléterait avantageusement l'outillage de ce port, qui attend, depuis plus de 30 ans, la forme de radoub dont la construction est décidée en principe (voir le Rapport présenté à la Chambre des Députés, séance du 10 mars 1913).

Avantages militaires. — Il est un autre cas particulier où le dock flottant nous paraît devoir être avantageusement employé, non pas de préférence à la cale sèche, mais concurremment avec la cale sèche; c'est le cas de nos ports militaires et particulièrement du port de Toulon.

Les avantages militaires du dock flottant sont en effet indéniables.

Nous avons déjà parlé de l'élasticité d'emploi du dock et de l'importance

qu'aurait, en temps de guerre, cette qualité du dock flottant pour réparer des navires avariés.

La possibilité d'exécuter rapidement un dock est également appréciable, en présence des très longs délais nécessités pour l'établissement d'une grande cale sèche : nous estimons, en effet, qu'un an et demi serait un délai suffisant pour construire un grand dock de 30 000 t, alors que six années et même davantage sont nécessaires pour exécuter une grande forme de radoub (les deux grandes formes de Castigneau à Toulon ne seront pas terminées avant 1918).

Mais la qualité dominante du dock flottant au point de vue militaire, c'est sa mobilité.

Mobile, il l'est indéniablement, puisque certains docks ont pu être remorqués en mer sur de longs parcours. Et cette qualité est fort importante, car elle permettrait, en temps de guerre, à un dock de se rendre au-devant d'un navire avarié, pour lui porter secours. En nous plaçant dans le cas particulier du port de Toulon, on sait que la profondeur de la petite rade est insuffisante et que nos cuirassés du dernier programme ne s'y meuvent qu'avec difficulté et sont parfois presque envasés. Des travaux d'approfondissement ont été entrepris sans doute, mais quand seront-ils terminés? Un cuirassé avarié, dont le tirant d'eau aurait sensiblement augmenté, pourrait donc se trouver dans l'impossibilité de traverser la petite rade et, par suite, d'atteindre les bassins de radoub.

Mais il existe, à l'entrée de cette rade, entre l'extrémité de la digue et la pointe de Balaguier (en A sur la carte ci-contre), une souille naturelle dont la profondeur (24 à 27 m) serait suffisante pour permettre à un dock flottant de soulever le cuirassé avarié; le dock, portant le navire, pourrait ensuite être remorqué à proximité du chantier de réparation, à un endroit préparé d'avance, où la profondeur pourrait n'être qu'à peine supérieure au tirant d'eau du dock en charge (cet endroit pourrait être, par exemple, celui marqué sur la carte par la lettre B). La réparation terminée, le dock pourrait ramener le navire au-dessus de la souille naturelle.

On pourrait également concevoir, si l'on ne voulait pas immobiliser le dock (par exemple au cas où d'autres navires demanderaient son intervention), qu'au lieu de remorquer l'ensemble du dock et du navire jusqu'au chantier de réparation, on se contente de faire subir au navire soulevé, à l'endroit même de la souille naturelle, une réparation de fortune permettant de rendre la coque à peu près étanche et de mettre ainsi le navire en mesure d'atteindre le bassin de radoub par ses propres moyens. Le dock flottant serait ainsi un auxiliaire précieux du bassin de radoub.

Par ailleurs, un dock attaché à une escadre lui rendrait, en temps de guerre, de précieux services. On connaît toute l'importance tactique de la

vitesse des bâtiments de guerre, et aussi l'influence qu'exerce sur cette vitesse l'état de propreté de la carène. Or, aucun engin n'est plus apte à caréner rapidement un navire que le dock flottant. Il y a gain de temps sur les opérations de coulée et d'assèchement, gain de temps sur la durée du séchage de la peinture, gain de temps aussi sur le nombre des opérations d'entrée et de sortie, car l'accès d'une grande cale sèche n'est possible généralement que vers le mo-

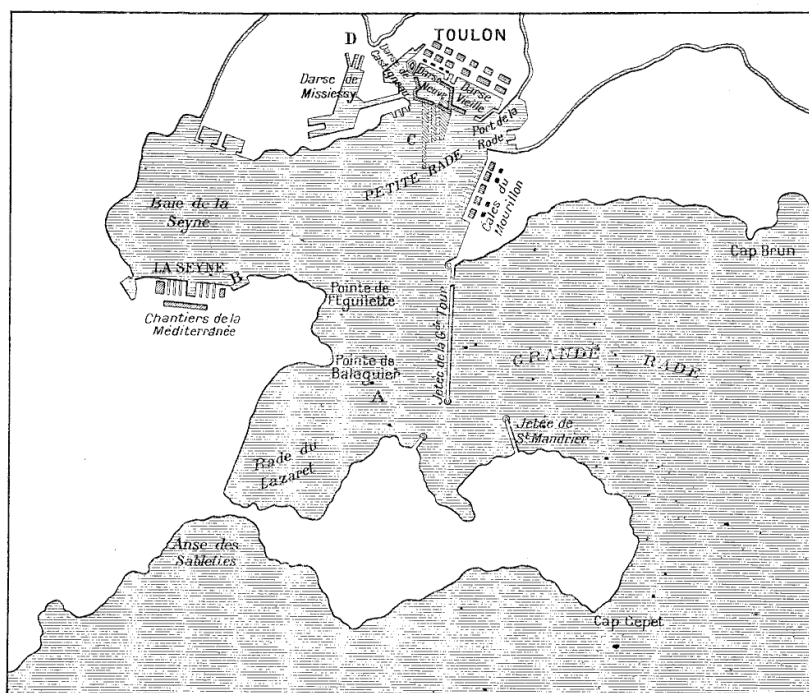


Fig. 25. — Carte de la rade de Toulon.

A. Souille naturelle de 24 à 27 m de profondeur. — B. Emplacement éventuel d'un dock flottant. — C. Bassins de radoub de Castignean en construction. — D. Bassins de radoub de Missiessy.

ment de la pleine mer, alors qu'un dock flottant placé dans un endroit suffisamment profond peut opérer sans tenir compte de la marée

Le dock pris comme auxiliaire d'une escadre défendant les côtes est en quelque sorte l'hôpital de campagne de cette escadre; placé dans une baie ou une rade, à l'abri des forts, soit en Bretagne, soit en Méditerranée, il attendra le moment de porter secours à celles des unités blessées qui auraient besoin de lui. Si, par suite du mauvais sort des armes, une de nos escadres était bloquée

longtemps dans une rade, un dock avec son atelier lui permettrait de s'entretenir jusqu'à l'heure du combat.

Vulnérabilité. — Enfin, on peut se demander si, pendant un bombardement, un dock flottant serait plus vulnérable qu'une cale sèche. Le contraire peut être soutenu. La position des cales sèches d'un arsenal peut être repérée d'une façon précise sur les cartes, et les cales pourront ainsi servir de buts aux projectiles ennemis; la maçonnerie résistera mieux aux obus qu'une construction métallique, mais la porte et le bâtiment des pompes sont vulnérables; en outre, le navire échoué dans la cale pourra être atteint. Au contraire, la position d'un dock flottant ne peut être aussi bien repérée, du reste il est toujours possible de le déplacer et on peut même le couler pour le mettre complètement à l'abri du tir des assaillants.

Donc élasticité d'emploi, mobilité et quasi-invulnérabilité, voilà des qualités militaires qui font du dock flottant un complément non pas utile mais indispensable du bassin de radoub.

Il nous semble que le port de Toulon, notre grande base navale de la Méditerranée, qui de plus en plus se spécialise en vue de la réparation de nos escadres, devrait être pourvu d'un dock flottant.

Conclusions. — Pour nous résumer, le dock flottant est un engin de fonctionnement élastique, de construction rapide et généralement économique, facile à entretenir et à réparer, possédant des qualités militaires de premier ordre. Nous avons dit que sa supériorité sur la cale sèche ne pouvait pas être affirmée d'une manière absolue, mais nous avons montré que, dans les trois cas particuliers d'un grand port maritime (Marseille), d'un port de rivière (Rouen), d'un port de guerre (Toulon), son emploi paraissait s'imposer.

C'est, en définitive, la question de sa sécurité d'emploi et celle de sa durée plus courte que celle de la cale sèche, qui constituent les principaux arguments contre l'usage du dock flottant. Or nous avons fait justice de ces deux reproches, et nous ne saurions assez répéter qu'actuellement l'expérience a appris à construire les docks avec une perfection qui leur permet de fonctionner en toute sécurité.

Nous croyons que pour de petits navires le dock flottant doit être toujours préféré car, en outre de ses avantages particuliers, il procure l'économie presque complète du dragage d'une souille rendue inutile par le faible tirant d'eau des navires à soulever.

Pour les grands navires de commerce aucune règle ne peut être formulée,

les conditions locales devant être examinées avant toutes choses et devant décider du choix à faire entre l'un et l'autre engin.

Pour les grands navires de guerre, l'emploi du dock flottant s'impose en l'associant au bassin de radoub; les deux engins ont, en effet, des qualités toutes différentes, de telle manière que l'on peut dire qu'ils se complètent l'un l'autre.

Enfin, tandis que la cale sèche est parvenue à sa forme définitive et que l'accroissement de ses dimensions rend, chaque jour, sa construction plus difficile, plus coûteuse et plus lente, sans qu'aucune idée nouvelle vienne modifier son principe qui reste immuable, le dock au contraire est un instrument en voie de progrès constant.

La grande variété des types de docks existants permet de penser, en effet, que la liste des inventions les concernant est loin d'être close; le développement de l'industrie peut même un jour nous amener à construire des docks avec des matériaux autres que le bois et l'acier, et l'heure n'est peut-être pas éloignée où nous verrons le dock en ciment armé.

Le dock flottant nous semble donc susceptible de suivre, pas à pas, le développement si rapide des constructions navales. Il est vite construit, vite réparé ou agrandi. Peu nous importe d'avoir des cales sèches énormes et d'une durée indéfinie, si elles doivent être commencées au moment où les navires ont déjà besoin d'elles, et terminées quand ils ne peuvent plus s'en servir.

A une époque de progrès comme la nôtre, il faut des engins capables de se perfectionner et d'épargner le temps. Or le dock flottant, mieux que le bassin de radoub, paraît répondre à ce besoin.

A côté de sa sœur aînée la cale sèche, qui nous a rendu et continue à nous rendre de signalés services, le dock flottant mérite de prendre, dans nos ports, la place à laquelle lui donnent droit ses qualités si précieuses.

M. H. CHAUMONOT,

*Ingénieur des Arts et Manufactures,
Ingénieur de la Société des Forges et Chantiers
de la Méditerranée.*

INDUSTRIE TINCTORIALE

LES GARANTIES OFFERTES ACTUELLEMENT A L'ACHETEUR

en ce qui concerne la solidité de couleur des étoffes teintées (1)

La question *solidité* en matière de teinture n'est pas nouvelle et l'on peut dire que de tout temps elle a été à l'ordre du jour. La meilleure preuve en est dans la sélection rationnelle faite par les anciens dans l'emploi des matières colorantes, cependant fort nombreuses, qu'ils avaient à leur disposition. Cette sélection les a amenés à utiliser, dans des pays souvent fort éloignés les uns des autres, à peu près les mêmes ingrédients, ceux qui résistaient le mieux aux injures du temps.

Avant d'aborder l'étude des qualités recherchées en teinture, je vous demande la permission de vous dire quelques mots sur la teinture elle-même et ses récents progrès.

Les fibres naturelles sont généralement blanches ou peu colorées. La teinture a pour but de leur donner un aspect plus attrayant en variant les teintées à l'infini. Cette pratique remonte certainement fort loin, car l'homme n'a pas tardé à s'apercevoir que certains sucres des plantes teignaient la peau d'une façon plus ou moins durable. De là à les appliquer à la teinture des textiles, il n'y avait qu'un pas à faire qui fut vite franchi.

De fait, il existe un grand nombre de substances végétales susceptibles de servir en teinture. Le règne animal en fournit aussi quelques-unes (comme la cochenille, le kermès, la pourpre antique), mais il faut bien dire que la plupart de ces couleurs ne valent pas grand'chose. Contrairement au préjugé répandu qui veut que les couleurs tirées des plantes soient solides, un très petit nombre présente cette qualité. Le carthame, l'orseille, le rocou, l'orcanette sont très fugaces. Par contre, on a reconnu depuis des siècles que les rouges produits par la cochenille, les bleus par l'indigo, les jaunes par la gaude, les rouges et les roses par la garance, étaient comme on dit « grand teint ».

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 9 mai 1913.

Les tissus anciens de l'Inde et de la Chine, ceux des Coptes de l'ancienne Égypte, ceux des Aztèques du Mexique et des Indiens du Pérou sont généralement teints avec ces substances. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, il fut impossible de faire mieux et sous Louis XIV, Colbert, par ses édits sur la teinture, limitait étroitement et sous des peines sévères la nature et les proportions des ingrédients à employer pour les teintures grand teint. C'est à ces prescriptions, que l'on trouverait aujourd'hui draconiennes que nous devons probablement la conservation de maints chefs-d'œuvre de tapisserie.

Jusqu'au XIX^e siècle, on considérait comme impossible de reproduire des colorants analogues à ceux des plantes. Cette coloration intense semblait être une propriété particulière de la matière organisée.

En 1855 apparaissent les premières couleurs artificielles, accueillies avec enthousiasme. Leur beauté dépassait tout ce que l'on pouvait imaginer. Ces premières couleurs se trouvent encore dans le commerce et sont restées parmi les plus éclatantes, mais aussi, malheureusement, les plus fugitives. Ce furent les couleurs dérivées de l'acide urique, la murexide principalement, puis le violet d'aniline, la fuchsine, le vert d'aniline, les bleus, etc.

Lorsqu'on voulait à ce moment des articles solides, on était obligé de revenir aux couleurs naturelles, gaude, garance, indigo.

Depuis quelques années, les progrès immenses accomplis par la chimie des matières colorantes ont changé la face des choses et le nombre est déjà respectable des colorants artificiels qui dépassent en beauté et en solidité les couleurs naturelles. Celles-ci n'ont pas tardé à disparaître presque complètement du marché.

Il n'y a pas de différence essentielle, au point de vue chimique, entre les couleurs naturelles et les couleurs artificielles dites vulgairement « couleurs d'aniline ». Beaucoup de produits naturels qui ont été d'ailleurs reproduits par synthèse peuvent aussi être dérivés de l'aniline (l'indigo par exemple).

Il y a parmi les colorants naturels beaucoup de produits sans valeur au point de vue de la teinture et quelques-uns seulement sont intéressants. De même, dans les produits artificiels on trouve toute une gamme de qualités très différentes. Ces derniers peuvent être préparés plus aisément à l'état de pureté et à un prix généralement moindre.

Aux couleurs d'aniline du début sont venues successivement s'ajouter les couleurs azoïques qui fournirent les premières teintes artificielles solides, puis la synthèse de l'alizarine qui ruina en peu de temps la culture de la garance, et celle de l'indigotine qui lutte avec avantage contre l'indigo naturel. L'alizarine naturelle extraite de la garance était une curiosité de laboratoire. L'aliza-

rine artificielle dont le prix de revient était incomparablement moins élevé, permet l'étude d'une foule de dérivés doués de couleurs différentes et présentant des qualités tout à fait remarquables.

De même l'indigotine artificielle ouvrit la voie à un nombre considérable de représentants dénommés « couleurs de cuve ». Certains dérivés de l'alizarine se comportent aussi comme les couleurs de cuve. De ce nombre sont les couleurs d'indanthrène, les algol, ciba, hélindones, etc., destinées plus spécialement aux fibres végétales.

A tous ces produits il faut ajouter les couleurs directes, les couleurs au soufre et le noir d'aniline dont il serait difficile de se passer aujourd'hui dans la teinture de ces mêmes fibres.

Le teinturier n'a donc à l'heure actuelle que l'embarras du choix. Utilise-t-il judicieusement les ressources que la science et l'industrie mettent à sa disposition?

Quand on voit le peu de solidité qu'offrent les couleurs des articles livrés journellement au commerce, il est permis d'en douter.

Il faut cependant se rendre compte que sa conscience et son habileté professionnelle ne sont pas en jeu. On peut dire que, généralement, le teinturier connaît son métier. Il est tenu au courant de tout ce qui paraît le concernant, par les publications que les fabriques de colorants ne ménagent pas; mais les prix offerts ne lui laissent souvent qu'une très petite marge ne permettant que l'emploi de produits bon marché et fournissant beaucoup.

L'exigence du client en ce qui concerne l'échantillonnage est une autre difficulté.

Il est certain qu'il existe des nuances éclatantes qui ne sont pas encore réalisables en couleurs solides. Cependant, si le client, mieux renseigné, savait qu'au bout de quelques jours d'exposition à la lumière la différence de fraîcheur serait à l'avantage du colorant solide, il n'hésiterait pas à en exiger l'emploi, surtout étant donné que la majoration de prix est souvent insignifiante (1 à 2 p. 100 de la valeur de l'article).

Ceci ne s'applique évidemment pas à ces mille riens à bas prix destinés à durer peu de temps comme les jouets, les fleurs artificielles, les rubans aux couleurs éclatantes. Pour ces articles il n'y a pas d'intérêt à prolonger la durée, le prix de revient est le seul facteur en jeu et il doit être aussi bas que possible; mais il ne faut pas croire, comme on l'a déjà dit, qu'en faisant des tentures, papiers peints, vêtements de bonne solidité, on les changerait moins souvent au détriment de la vente.

Un article relativement cher ne sera pas remplacé immédiatement parce

que sa couleur se sera dégradée à la lumière. Un vêtement dont le tissu est intact ne sera pas relégué parce qu'il montrera des frappures d'air. On continuera la plupart du temps à en user, mais sans agrément.

Ceci nous donnera la définition pratique du « grand teint » :

« Une teinture qui garde sensiblement son intensité tant que l'article n'est pas usé ou démodé tout en subissant les traitements auxquels le destine son usage. »

Je ne puis mieux faire que de citer à ce propos les paroles prononcées à l'occasion d'une réunion en faveur du grand teint par un industriel autorisé de la région du Nord, qui s'est fait le champion du grand teint en France. Je veux parler de M. Ovigneur.

« Certes, jusqu'à présent du moins, les colorants grand teint sont, pour la plupart, des modestes qui n'osent pas encore ajouter à leurs sérieuses qualités l'éclat d'une apparence tapageuse. Qui vous dit que dans un avenir plus ou moins rapproché ils n'ajouteront pas à leurs avantages indéniables une vivacité brillante, propre à les faire accepter dans certains milieux qu'effrayait leur saine et vigoureuse rusticité? Les condamneriez-vous parce que solides? J'admets évidemment que la palette des colorants solides est encore trop limitée pour répondre à toutes les exigences de la mode et que le teinturier se trouve souvent contraint de recourir aux colorants fugaces, mais je n'admettrai jamais que cette fugacité même soit la raison déterminante de son choix.

« On subit le petit teint, on ne le recherche pas. Je sais parfaitement que ces fanfreluches brillantes, que ces colifichets qui durent ce que durent les roses, sont destinés à une clientèle pour laquelle l'argent ne compte pas. Mais cette clientèle-là, qui, nous voulons bien l'admettre, n'attend pas qu'une robe soit défraîchie pour la remplacer, constitue l'exception et même l'infime exception.

« A côté de cette toute petite minorité dorée, nous voyons une immense majorité consommatrice, nous voyons des millions de mères françaises, nous voyons une armée de travailleurs, d'employés, de fonctionnaires, dont le budget modeste ne permet ni le renouvellement d'un vêtement chaque fois qu'il a changé de nuance, ni le remplacement des tentures ou des étoffes des meubles tous les deux ou trois ans.

« Ne pouvant se permettre le luxe de ces remplacements, ils continueront à porter leurs vêtements défraîchis et se résigneront à vivre dans des appartements où tout leur rappellera leur manque de fortune. Ils ignoreront le réel plaisir que l'on éprouve de se savoir bien habillé et la satisfaction de vivre dans un intérieur où tout plaît aux yeux.

« C'est cette majorité formidable de consommateurs, victimes des mauvaises teintures, dont nous avons pris en main les revendications et dont nous voulons soutenir les intérêts, convaincus d'amener cette clientèle féconde aux industriels avisés qui sauront donner satisfaction à leurs exigences légitimes. »

A ces quelques lignes de M. Ovigneur, j'ajouterai que, depuis un certain nombre d'années, sinon le luxe, au moins le désir d'un certain arrangement harmonieux s'est répandu même dans les milieux modestes, relativement à la décoration intérieure des appartements.

L'emploi de nuances claires, plus agréables à l'œil, et l'admission de plus en plus grande de la lumière, source de vie et de santé, par de larges baies, ont amené de nouvelles exigences en ce qui concerne les tissus d'ameublement, tentures, tapis, papiers peints, etc.

Dans la grande majorité des cas, ces exigences n'ont pas reçu satisfaction et tout le monde pourrait citer des exemples de coloris, choisis avec tant de soin, se faisant remarquer par leur fâcheuse instabilité.

Comme nous l'avons vu, il est possible d'y remédier sans revenir, comme on l'a souvent demandé, aux anciens colorants naturels.

La teinture moderne présente des ressources autrement précieuses. Il suffit d'en tirer parti. Pour cela, il ne faut pas compter exclusivement sur le teinturier qui a naturellement tendance à prendre les produits les moins coûteux et les plus commodes d'emploi.

Il faut : 1° Faire l'éducation de ceux qui sont appelés à faire œuvre d'artistes employant les couleurs et leur demander de tenir compte des ressources de la teinture dans l'établissement de leurs modèles, ce qui ne diminuera pas beaucoup d'ailleurs leurs moyens d'action. 2° Celle des industriels, chargés de tirer parti de l'œuvre des artistes et d'en assurer la diffusion, leur montrant l'intérêt qu'il y a à assurer à leurs productions une durée raisonnable. 3° Payer au teinturier un prix assez rémunérateur pour avoir une bonne teinture et lui donner, en faisant la commande, des indications suffisantes sur la destination des articles et les traitements qu'ils sont destinés à subir ultérieurement.

En effet, les différentes matières que le teinturier a à traiter n'exigent pas les mêmes qualités de résistance. On demandera plus spécialement aux tissus d'ameublement, aux tapis, une bonne résistance à la lumière. De la solidité à l'air et à la boue pour les étoffes de laine, laine et soie, soie et coton. De la solidité au lavage et au chlore, autant que possible pour le linge de table et l'article de bonneterie.

Il est nécessaire de remarquer qu'à de rares exceptions près, pas plus dans

les couleurs naturelles qu'artificielles, on ne trouvera dans un produit unique toutes les qualités à la fois. Il s'agit donc, pour chaque application, de faire un choix judicieux des colorants à employer.

L'intensité de la nuance a aussi une influence. Une couleur foncée sera plus solide à la lumière qu'une couleur claire. Ce sera souvent le contraire au lavage.

Ainsi que nous l'avons dit, l'industrie des matières colorantes met à la disposition des teinturiers des ressources suffisantes pour donner satisfaction dans la grande majorité des cas. Seuls quelques coloris tendres ne peuvent encore être obtenus grand teint. Le mieux serait d'y renoncer en attendant des progrès qui ne sauraient tarder.

Reste la question du prix de revient dont nous avons déjà parlé. Il est évident qu'un article grand teint reviendra plus cher qu'un article faux teint et c'est assez juste, mais il est à présumer qu'un client ne fera aucune difficulté pour payer le supplément demandé quand on lui offrira la garantie de solidité qu'on lui a refusée jusqu'à présent. Il ne la demande d'ailleurs pas, persuadé qu'il est impossible de mieux faire.

Dans plusieurs pays on s'est inquiété sérieusement de cet état de choses depuis quelque temps et des moyens d'y remédier.

Les États-Unis produisent en grand l'article solide concurrençant les articles fabriqués dans le Nord de la France.

En Allemagne, à la suite du Congrès de Dusseldorf en 1908, on créa des sociétés de propagande en faveur du bon teint et des écoles spéciales de teinture furent chargées de s'en occuper.

En Angleterre, les industriels fournissent des produits avec marque de garantie, avec remplacement de l'article qui n'aurait pas donné entière satisfaction, chose que l'on chercherait vainement en France.

En Suède et en Norvège, le Gouvernement, désirant rénover les arts du foyer, la broderie, la tapisserie, etc., met à la disposition des intéressés des cordelettes d'échantillons grand teint avec la manière de les obtenir.

Notre pays, qui possède les grands centres de teinture de Lyon, Saint-Étienne, Rouen, Lille, Roubaix, n'a encore rien tenté de sérieux dans cette voie. Il serait grand temps d'aviser. La France, qui possède la célèbre manufacture des Gobelins dont les productions ont bravé les siècles, ne doit pas se laisser distancer.

Il ne faut pas qu'elle se désintéresse d'une question qui pourra avoir, dans un avenir plus ou moins proche, une grande importance. Les industriels ne

doivent pas ménager leurs efforts pour créer des articles qui ne soient point inférieurs à ceux que fabriquent les concurrents étrangers. Ils doivent éviter que le consommateur, trouvant autre part une marchandise lui donnant plus de satisfaction, ne perde l'habitude de s'adresser à eux car, en définitive, c'est toujours lui qui finit par avoir le dernier mot.

Jusqu'ici le public n'a guère demandé d'articles grand teint parce qu'il était mal renseigné sur la possibilité de les obtenir.

A ce propos, il est curieux de constater combien la couleur, question qui le touche cependant de très près, lui est étrangère quand, au contraire, les autres questions à l'ordre du jour concernant par exemple la médecine, l'électricité, l'automobile, l'aviation, lui sont devenues familières.

TH. VALETTE,

*Chef du Laboratoire
de la Manufacture nationale des Gobelins.*

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Produits minéraux. — Azoture de silicium.

Métaux. — Dépôt électrolytique d'étain.

Produits organiques. — Les acides naphthéniques et leurs applications.

Résines. — Caoutchoucs synthétiques.

Corps gras. — L'oxydation des huiles.

Cuirs et peaux. — Sur le tannage à l'électricité. — Enlevage des écorces tannantes. — Purification des extraits tannants et tinctoriaux. — Nouvelle matière tannante.

Industries cellulosiques. — Bois pour pavage. — Examen des papiers. — Action de l'ozone sur les fibres textiles.

Chimie hygiénique, alimentaire, etc. — Accidents dus au mercure. — Valeur alimentaire de la bière.

Azoture de silicium. — Le Congrès des Applications de l'Électricité de Turin a entendu une communication de M. G. TOFANI sur la préparation et les propriétés de l'azoture de silicium.

M. G. Tofani a trouvé le moyen de fixer l'azote sur le silicium en faisant agir l'azote sur du ferrosilicium renfermant au moins 50 p. 100 de silicium ; le ferrosilicium est réduit en poudre fine et on le chauffe vers 1 000°. Au lieu d'azote, on peut aussi faire agir de l'air. On arrive à fixer d'autant plus d'azote que le ferrosilicium est plus riche en silicium ; soit 40 à 43 p. 100 d'azote avec un ferrosilicium à 85-90 p. 100. La réaction de l'azote sur le ferrosilicium étant exothermique, il suffit de l'amorcer en un point au moyen d'un morceau de charbon porté au rouge blanc par un flux électrique.

L'azoture de silicium est une poudre gris blanc, de formule NSi , N^2Si^4 . Il donne de l'ammoniaque en présence des alcalis fondus, et de l'acide nitrique par oxydation. Il n'a pas d'action sur l'eau, même bouillante. Il donne des cyanures avec le charbon à température élevée.

Ce composé est une substance très dure et peu fusible. On l'emploie soit comme abrasif, base de meules à polir, soit comme substance réfractaire, base de moules ou de coquilles pour couler des pièces en fonte ou en acier.

Un procédé original de confectionner ces moules consiste à les faire en ferrosilicium pulvérisé ; la forme est soumise à l'action de l'azote ou de l'air, à 1000°, et le moule ainsi obtenu est assez dur, d'après M. Tofani, pour résister convenablement au contact du fer ou de l'acier fondu, pourvu que la quantité de ferrosilicium qui ait échappé à l'action de l'azote soit assez faible.

La fixation de l'azote par le silicium fondu est connue depuis longtemps, mais la dépense considérable d'énergie nécessaire pour maintenir le bain de silicium liquide et la difficulté d'y faire barboter un courant d'azote ont empêché jusqu'ici de tirer parti de cette réaction.

Dépôt électrolytique de l'étain. — Un mémoire de M. EDW. F. KERN, présenté au meeting de 1913 de l'American electrochemical Society, expose les résultats obtenus par de nombreux expérimentateurs sur les dépôts d'étain produits par voie électrolytique. L'étain est employé fréquemment pour recouvrir d'une couche protectrice le fer, l'acier, le cuivre, le laiton et le bronze. Pour étamer les grands objets en acier ou en cuivre, le procédé le plus économique consiste à mettre en contact les surfaces bien nettoyées avec de l'étain fondu; dans ce cas, la méthode électrolytique n'est pas de mise. Au contraire, elle convient au cas de petits objets, ou encore pour déposer une première couche d'étain assez mince, lorsqu'on veut s'en servir comme d'une base pour déposer ensuite électrolytiquement un métal plus électropositif que le fer.

1. *Dépôt électrolytique par simple immersion.* — La méthode par immersion consiste à mettre les objets en contact avec une lame de zinc dans une solution bouillante d'un sel d'étain. L'un des bains les plus usités est formé d'une solution saturée de crème de tartre, ou bitartrate de potassium, renfermant 15 à 30 g de chlorure d'étain par litre. On place les objets dans la solution bouillante et on les remue avec une baguette d'étain. On peut aussi disposer les objets entre des couches successives d'étain en grains ou en lames minces. En remplaçant l'étain par du zinc, et en ajoutant de temps à autre du chlorure stanneux à la solution, on obtient des dépôts plus épais et plus rapides; mais on est obligé de jeter le bain lorsqu'il renferme un excès de zinc. Lorsque le dépôt désiré est obtenu, on rince les objets à l'eau, on les sèche dans la sciure de bois et on les polit à la brosse ou au tonneau.

La solution indiquée par Roseleur donne de bons résultats sur le fer et l'acier. Elle se prépare en dissolvant 20 à 30 g d'alun ammoniacal et 1 à 2 g de chlorure d'étain anhydre par litre d'eau. L'alun de potasse ne donne pas de bons résultats. On doit prendre du chlorure fondu parce qu'il ne renferme pas d'acide, sinon le dépôt pèlerait. La solution est utilisée au bouillon, et l'on a soin de bien dégraisser et décaper les objets que l'on veut étamer. L'étamage se produit en une minute. On nourrit le bain en lui ajoutant de temps à autre du chlorure d'étain fondu. Comme le fer se substitue à l'étain dans le bain, il arrive un moment où le fer s'accumule au point d'empêcher l'adhérence du dépôt; il faut à ce moment rejeter le bain.

La solution d'Elsner est bonne également; on la prépare en dissolvant 2 g de chlorure stanneux et 2 g de chlorure sodique dans un litre d'eau.

2. *Dosage électrolytique de l'étain.* — En électrolysant certaines solutions dans des conditions déterminées de température, de composition, de concentration, de densité du courant, on obtient des dépôts satisfaisants. Les solutions qui conviennent sont celles qui contiennent de l'oxalate d'ammoniaque, avec addition d'acide oxalique; de l'acide tartrique, du sulfhydrate d'ammoniaque, etc. M. Ed. F. Kern donne comme références Smith, Classen, C. Engel, Campbell et Champion, Pasztor, Arrhenius. La précipitation de l'étain est facilitée par l'usage d'électrodes rotatives, tournant de 300 à 500 fois par minute, avec une densité de courant de 5 à 8 ampères par décimètre

carré et une force électromotrice de 5 à 8 volts. On reprend aisément le dépôt d'étain sur cathode de platine en le fondant avec du bisulfate de potassium, ou en le dissolvant dans un mélange d'acides nitrique et oxalique, ou dans de l'acide chlorhydrique étendu si l'on met le dépôt en contact avec du zinc.

3. *Dépôt électrolytique par courant séparé.* — Pour obtenir dans ce cas un bon dépôt, on prend un électrolyte contenant du chlorure stanneux et de l'oxalate acide d'ammoniaque, soit par litre 25 à 30 g de chlorure stanneux cristallisé d'abord dissous dans 400 cm³ d'eau, 55 à 65 g d'oxalate d'ammoniaque et 3 à 4 g d'acide oxalique dissous dans 400 cm³ d'eau; on ajoute la seconde solution à la première en agitant vigoureusement jusqu'à ce que le précipité blanc, produit au début, se dissolve. Comme les anodes sont attaquées très régulièrement, il est inutile d'ajouter de l'étain au bain. Celui-ci peut être additionné d'une solution de cuivre analogue, et fournir un dépôt de bronze (Electroplating de Barclay et Hainsworth, 1912).

Le bain de Roseleur est prôné comme l'un des meilleurs. On le prépare en dissolvant 10 à 12,5 g de pyrophosphate de sodium dans un litre d'eau et y suspendant 1 à 1,5 g de chlorure stanneux fondu, au moyen d'une corbeille en fil de cuivre ou d'une poche en toile. On agite jusqu'à ce que le chlorure d'étain soit bien dissous. La solution, d'abord trouble, s'éclaircit d'elle-même. Le voltage nécessaire est de 1,5 à 4 volts. On emploie des anodes d'étain pur. Ce bain produit des dépôts sur tous les métaux, le dépôt est blanc argent; on lui donne un poli à la brosse ou au frotté. Les objets de zinc, de cuivre, de laiton, de bronze peuvent être étamés directement; ceux de fer et d'acier doivent être recouverts d'une première couche d'étain par la méthode d'immersion ou d'une couche de cuivre, puis polis. Le bain de Roseleur est celui que l'on utilise le plus fréquemment, et il donne le dépôt le plus blanc. Ses inconvénients sont qu'il faut l'utiliser à chaud, que plusieurs heures sont nécessaires pour obtenir des dépôts épais, que les anodes ne s'y dissolvent pas régulièrement, ce qui exige de nourrir le bain de temps à autre avec une solution concentrée de chlorure d'étain.

Plusieurs modifications ont été apportées à la composition du bain de Roseleur. Weiss emploie 5 g de pyrophosphate de sodium et 1 g de chlorure stanneux fondu. *Metal Industry* (1906, p. 138) a conseillé un bain renfermant 15 g de phosphate de sodium cristallisé par litre d'eau, additionné de 7,5 g de chlorure d'étain; on travaille avec un courant électrique de faible densité. La même revue conseille (1907, p. 376) une solution renfermant par litre 37 g de phosphate de sodium cristallisé et 20 g de chlorure d'étain fondu; on travaille à chaud, à 1/1,5 volt.

Dans une autre voie, *Metal Industry* indique encore (1911, p. 519), pour travailler sans chauffer, une solution de 15 g de chlorure d'ammonium et 30 g de chlorure stanneux fondu par litre d'eau. On emploie des anodes d'étain pur et on règle soigneusement le courant pour éviter les dépôts pulvérulents dus aux irrégularités.

Metal Industry (1907, p. 376) indique aussi comme très efficace un bain préparé en dissolvant 45 g de chlorure stannique diammoniacal par litre d'eau. On électrolyse à 1,5 volt.

On obtiendrait encore un dépôt brillant avec une dissolution de 30 à 60 g de crème de tartre par litre d'eau, additionnée de 7,5 à 15 g de chlorure d'étain cristallisé. L'électrolyse se fait à 70° au moins, avec une force électromotrice de 3 à 5 volts. Le dépôt se fait en 20 à 30 minutes; on polit avec une brosse d'acier doux, ou sur disque

de cuir doux avec craie fine de Vienne et kérosène. La densité de la solution doit être tenue entre 5° et 6° Baumé (*Metal Industry*, 1908, p. 162, 227; 1909, p. 227).

Un bain qui a eu un très grand succès pour étamer le fer, l'acier et le laiton se prépare en dissolvant 60 g de soude caustique dans 800 cm³ d'eau et 22,5 g de chlorure stanneux fondu dans une petite quantité d'eau; on verse la dernière dans la première; puis on étend à 1 litre. L'électrolyse se fait à froid, sous un potentiel de 1 à 1,5 volt. On nourrit avec du chlorure stanneux; si la solution devient laiteuse, on ajoute de la soude caustique jusqu'à ce que la solution redevienne claire; on la maintient à 41° B. Si le dépôt semble poreux, il faut retirer l'objet et le brosser; on répète l'opération plusieurs fois. On donnera aux objets de fer et d'acier un premier dépôt de cuivre en bain de cyanure de cuivre, préférablement chaud.

Un autre bain d'étain qui a donné des résultats satisfaisants se prépare en dissolvant 12 g d'étain métallique dans de l'acide chlorhydrique; on évapore pour chasser l'acide libre, on ajoute une solution de 25 g d'hydrate de potassium, puis on étend à 1 litre. On ajoute du chlorure stanneux par petites portions au fur et à mesure des besoins.

Elsner recommande, pour étamer le fer et l'acier, un bain alcalin préparé en dissolvant 25 g de tétrachlorure d'étain dans 1 litre d'eau et ajoutant de la potasse caustique jusqu'à ce que la solution soit claire. On emploie des anodes en étain fondu, sous un potentiel de 3 à 5 volts.

Hearn prépare un bain d'usage général en dissolvant 21 g d'acide tartrique et 38 g de soude caustique dans 1 litre d'eau et ajoutant 3 g de bichlorure d'étain fondu.

Fearn recommande un mélange successif de dissolutions de 25 g d'acide tartrique dans 400 cm³ d'eau, 75 g de potasse caustique dans 400 cm³ d'eau, 1,3 g de chlorure stanneux fondu dans 50 cm³ d'eau; la seconde solution est d'abord mélangée à la troisième, puis on ajoute la première; on étend à 1 litre. Ce bain donnerait de bons dépôts épais.

Steele prépare un bain en dissolvant 5,5 g de potasse caustique, 16,5 g de carbonate de potassium, 66 g de carbonate de sodium dans 1 litre d'eau, puis ajoutant 17,5 g de bioxyde d'étain, 1 g de cyanure de potassium et 1 g d'acétate de zinc. On filtre avant l'usage.

Elsner a proposé, pour étamer le fer et l'acier, un bain alcalin préparé en dissolvant 11 g de bichlorure d'étain dans 1 litre d'eau, ajoutant une lessive de potasse de 10° B. jusqu'à ce que le précipité formé se redissolve, puis 10 g de cyanure de potassium.

On peut produire de bons dépôts d'étain en dissolvant séparément 1,5 g de chlorure stanneux fondu, 80 g de carbonate de potassium et 1 g de cyanure de potassium; on ajoute successivement la solution du cyanure à celle d'étain, puis celle de carbonate. On étend à 1 litre. Mais il faut un voltage élevé, car le bain ne conduit pas bien le courant.

Salzeder emploie, pour les objets en fer, un bain préparé avec 10 g de cyanure, 110 g de carbonate de potassium et 2,5 g de chlorure stanneux par litre. En l'électrolysant sous 4 à 5 volts on obtient un dépôt dense et rapide.

Fearn a breveté en 1873 un bain qui renferme 1,2 g de bichlorure d'étain fondu, 111 g de potasse caustique, 111 g de cyanure de potassium et 111 g de pyrophos-

phate de sodium par litre. On dissout ces corps séparément, on ajoute successivement les solutions les unes aux autres. L'électrolyse se fait sans chauffer, mais il faut nourrir avec du chlorure d'étain.

Pour obtenir de bons dépôts blancs sur tous métaux, on peut employer à froid : pour le cuivre, le laiton et le bronze, une solution de 7,5 g de potasse caustique, 7,5 g de chlorure stanneux et 33 g de cyanure de potassium par litre ; pour l'acier, le fer et la fonte, une solution de 15 g de potasse caustique, 15 g de chlorure stanneux, et 35 g de cyanure de potassium par litre. On emploiera une anode de surface aussi grande que possible, et on électrolysera sous une tension de 2,5 à 3 volts (*Brass World*, 1911, p. 121). Une solution plus forte, à 60 g de lessive de soude, 45 g de chlorure stanneux fondu et 12 g de cyanure de potassium, donne aussi de bons résultats ; on électrolyse sous 1,5 volt (*Metal Industry*, 1907, p. 376).

Le brevet américain n° 924 943 de J. C. Beneker (qui a été cédé à la Meaker Co de Chicago) emploie un bain de 125 g d'hydrate de sodium, 75 g d'hyposulfite, 50 g de chlorure stanneux cristallisé. Le constituant important de ce bain est du sulfostannate de sodium Na_2SnS . Avec des anodes d'étain pur, on évite la formation de dépôts spongieux ou cristallins.

Metal Industry (1911, p. 90 ; 1910, p. 87) a indiqué également des bains avec hyposulfite.

Hollard conseille, pour empêcher les dépôts poreux, de se servir d'un bain formé avec 12 g de stannate de sodium et 200 g de sulfate par litre. On électrolyse à 80°, avec un courant de 0,2 ampère par décimètre carré (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juillet 1912, p. 28).

Les conditions nécessaires pour obtenir des dépôts d'étain brillants et bien adhérents sont multiples. Il faut d'abord que les objets à étamer soient soigneusement nettoyés dans une solution concentrée alcaline, frottés avec de la craie fine et lavés à fond dans une eau claire, au sortir de laquelle on les porte rapidement dans le bain d'étamage.

L'un des grands écueils de l'étamage électrolytique est l'irrégularité avec laquelle les anodes se dissolvent par rapport au dépôt d'étain sur la cathode. Pour obtenir l'égalité entre la dissolution anodique et le dépôt cathodique de l'étain, il faut faire couler goutte à goutte, et sans interruption, une solution concentrée de sel d'étain.

Il ne faut jamais électrolyser à une température inférieure à 20° ; et plus le bain est chaud, mieux le dépôt se forme.

Les courants de densité élevée donnent des dépôts spongieux et qui adhèrent mal.

D'après W. Pfanhauser (*Zeitschrift für Elektrochemie*, 1909, p. 41), les meilleures conditions pour obtenir de bons dépôts d'étain sont la circulation continue du bain, un courant de faible densité, enfin un bain de haute concentration, de grande pureté et sans réaction acide. (Voir aussi *Electrochemical and metallurgical Industry*, 1905, p. 59.)

Pour obtenir de l'étain pur, les procédés les plus aisés et les moins chers reposent sur la liquation et l'oxydation ; le point de fusion de l'étain est d'ailleurs très bas : 232°. Un certain nombre d'essais de raffinage par voie électrolytique ont cependant

été tentés, et l'auteur du mémoire donne, à ce sujet, un choix d'exposés et de références bibliographiques, auxquels nous renvoyons.

Il étudie ensuite une question fort importante en pratique : l'utilisation des agents auxiliaires, de nature organique, pour assurer l'adhérence du dépôt d'étain lorsque son épaisseur est forte. On a trouvé, en particulier, que l'addition de gélatine à certains bains d'étain, dans la proportion en poids de 1 partie de gélatine pour 1000 d'électrolyte, exerce une action remarquable sur la nature du dépôt d'étain, et économise le courant. Il faut que cette addition soit renouvelée de temps à autre.

Le brevet américain de Hollis n° 916153 emploie un bain de fluosilicate d'étain, avec addition de gélatine pour accroître l'épaisseur du dépôt.

Le brevet allemand de Mafushek n° 244567 emploie un bain d'oxalate d'ammonium additionné de chlorure d'étain et d'ammonium (SnCl_2 , 2AmCl), avec addition de tannin de chêne.

Steiner a trouvé que le dépôt d'étain des électrolytes à sulfostannate de sodium est amélioré si l'on ajoute un colloïde à l'électrolyte, par exemple de la gélatine, comme c'est le cas dans le procédé Betts pour le raffinage électrolytique du plomb.

E. F. Kern et A. P. Frapwell ont étudié l'influence exercée par l'addition de substances organiques à des électrolytes formés de chlorure et de fluorure stanneux. Les substances examinées furent la gélatine, la gomme arabique, le tannin, le glucose, la glycérine, la résorcine, etc. La forme des dépôts a été étudiée en détail pour chacun des cas observés.

Les acides naphthéniques et leurs applications. — Ces sous-produits du naphte ont été l'objet de thèses, d'études et d'articles très nombreux. L'étude de M. EDMOND SCHMITZ (*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, juillet 1913, p. 373-389) résume ce qui est connu et communique des observations personnelles. Nous en donnons quelques extraits textuels.

Jusqu'ici, dit M. Edmond Schmitz, on n'a étudié que les propriétés des acides obtenus par acidification des lessives alcalines provenant du raffinage des pétroles lampants.

Il est excessivement rare que l'une ou l'autre de ces études contienne une note ou une indication se rapportant aux acides naphthéniques provenant du raffinage des huiles de graissage.

La raison en est bien simple : c'est que les acides naphthéniques de ces huiles sont toujours obtenus avec un fort pourcentage d'huile minérale. Il est très malaisé de les obtenir à peu près purs, et jusqu'en 1910, seuls, les acides naphthéniques des lampants ont été marchandise vendable.

Depuis un peu plus de deux ans, on est arrivé à séparer les acides naphthéniques des huiles et principalement des huiles légères, mais il ne m'est malheureusement pas possible d'en indiquer le moyen. Il s'agit, en effet, d'un secret de fabrication.

Les acides naphthéniques des lampants forment des sels neutres et acides susceptibles, d'après Charitschkoff, de se diviser en trois groupes :

1° Ceux qui sont solubles dans l'eau et insolubles dans les hydrocarbures (alcalins, argent);

2° Ceux qui sont insolubles ou peu solubles dans l'eau, et insolubles dans l'essence de pétrole (terres alcalines);

3° Ceux qui sont insolubles ou peu solubles dans l'eau mais solubles dans l'essence de pétrole (aluminium, métaux lourds).

Cette dernière catégorie de sels, dit M. Schmitz, offre un intérêt particulier, car les sels en solution dans l'essence de pétrole présentent souvent une autre couleur que quand ils sont fraîchement précipités, les sels en solution étant à l'état anhydre.

Les acides naphténiques s'unissent à la glycérine pour former des glycérides. En les traitant par les agents chimiques, on peut facilement obtenir une grande série de dérivés divers (chlorés, bromés, iodés et nitrés), des naphtéates de phényle et homologues, amides, etc. Tous ces dérivés des acides naphténiques seront peut-être un jour appelés à jouer un rôle dans l'industrie chimique et trouveront des débouchés nombreux.

Voici sommairement résumées, d'après M. E. Schmitz, les différentes applications industrielles des acides naphténiques de lampants : les acides naphténiques eux-mêmes sont utilisés un peu pour la conservation des bois, spécialement des traverses de chemins de fer que leurs propriétés antiseptiques rendent imputrescibles. Ce sont ces mêmes propriétés qui ont poussé Kubzis et Chlopin à conseiller le remplacement du phénol par des acides naphténiques et M. E. Schmitz même, dès 1907, a préconisé l'emploi des naphtéates de soude dans la fabrication du lysol en place des savons ordinaires.

Les acides naphténiques ont la propriété de dissoudre le caoutchouc vulcanisé à une température de 125° à 130°; ils exercent, par suite de leur affinité pour le soufre, une action dévulcanisante. Grâce à cette propriété (brevet allemand n° 218223, du 22 avril 1908), il est possible d'après M. Chercheffsky, d'utiliser les vieux déchets de caoutchouc en les dissolvant dans les acides naphténiques; les charges contenues dans ces déchets peuvent en être séparées par filtration sous pression.

Ulzer (*Z. für angewandte Chemie*, 1900, p. 1273), et plus tard, en 1904, Lidoff, ont proposé l'emploi des acides naphténiques sous forme de sulfonaphtéates alcalins dans la teinture comme substituts des huiles pour rouge.

On a essayé avec succès, dans une usine de Lodz, d'utiliser les acides naphténiques dans la préparation du rouge para. Il serait utile de reprendre les travaux de A. Ardan (thèse de Karlsruhe, 1904, *Herstellung von Azur-Farbstoffen aus den Naphtensäuren*) sur la préparation des colorants azoïques en partant des acides naphténiques, car Frangopol prétend n'avoir pas obtenu les résultats de M. Ardan.

Quant aux naphtéates métalliques, leurs différentes applications sont à peine étudiées.

Les naphtéates de calcium et des métaux alcalino-terreux sont solubles dans les huiles végétales, et permettent ainsi, par mélange avec les huiles minérales, d'en élever la viscosité.

Les naphtéates d'aluminium sont solubles dans la benzine, l'éther, l'essence de térébenthine; cette dernière solution est intéressante, car elle laisse par évaporation sur les bois et les métaux une pellicule incolore, dure et élastique. La principale application possible des naphtéates d'aluminium est leur emploi comme masses plastiques et surtout comme éléments de mélange dans l'industrie du caoutchouc et de la gutta

(brevet allemand n° 16705, d'avril 1908). Les factices ainsi préparés se mélangent bien aux gommés naturelles et supportent facilement les charges minérales habituelles. Les naphtéates d'aluminium peuvent également servir comme isolants et pour la fabrication du caoutchouc durci. Ils peuvent servir à l'imperméabilisation des cuirs et des toiles. Enfin ils sont utilisables dans la fabrication des linoléums, toiles cirées, etc. Des naphtéates métalliques, ceux d'aluminium sont certainement les plus intéressants.

Les naphtéates de plomb et de manganèse peuvent rendre les huiles siccatives.

Les naphtéates de cuivre possèdent une belle couleur verte ; grâce à leur solubilité dans les corps gras, ils peuvent servir dans la peinture, la fabrication des vernis, l'impression, etc.

Les naphtéates de chrome et ceux de fer pourraient trouver des applications dans la tannerie, la teinture, l'impression, ou comme mordants pour certaines nuances sur bois.

Parmi les éthers naphtéiques, les glycérides offrent un grand nombre d'applications. La réaction entre les acides naphtéiques et la glycérine s'effectue aux environs de 250° et dure deux heures. Les glycérides obtenus présentent une grande analogie avec les glycérides naturels, et ils peuvent servir dans le graissage, la savonnerie, la peinture, la fabrication des huiles solubles, dans la tannerie, etc. Ils dissolvent le caoutchouc et peuvent aussi être utilisés dans la régénération de ce dernier.

En ce qui concerne les propriétés et applications des acides naphtéiques des huiles de graissage, un grand champ reste ouvert à l'activité des chimistes pour le jour où ces acides qui, jusqu'à présent, ne sont préparés que par une seule fabrique, seront d'un usage plus courant. Il est certain que les naphtéates métalliques, de même que les glycérides de ces nouveaux acides du naphte, sont équivalents, peut-être même supérieurs à leurs homologues des acides naphtéiques de lampants. De ce côté, tout reste à faire.

Caoutchoucs synthétiques. — Voici quelques expériences dans le domaine de la reproduction synthétique du caoutchouc, que le professeur A. PICRET a exposées à la séance du 8 mai de la Société de Chimie de Genève. Il a pris comme point de départ différentes fractions de la distillation de pétroles russes et américains, et il a cherché à les transformer en hydrocarbures de la série du butadiène.

En traitant à froid, par 2 molécules de chlore, un éther de pétrole américain, mélange de pentanes et d'hexanes, il obtint un mélange de dérivés dichlorés bouillant entre 150° et 180°. En le distillant au contact de chaux sodée à 400°-500°, on obtient un mélange de carbures non saturés, qui, polymérisés en tube fermé avec du sodium, donnent une petite quantité de caoutchouc.

La ligroïne, fraction 130°-150° du pétrole américain, renfermant principalement les hydrocarbures saturés en C⁸ et C⁹, fournit un mélange de carbures non saturés, octadiènes et nonadiènes, qui se polymérise plus facilement que le précédent et donne un rendement plus élevé en caoutchouc.

Les fractions inférieures du pétrole de Bakou, contenant surtout du cyclopentane, du cyclohexane et leurs dérivés méthylés, donnent un rendement inférieur.

Le produit est un mélange de caoutchoucs homologues ou isomères comme le caoutchouc naturel. Mais les rendements sont insuffisants, le sodium étant un agent de polymérisation bien défectueux.

L'oxydation des huiles. — Un grand nombre de méthodes ont été proposées pour déterminer l'accroissement de poids que les huiles prennent lorsqu'elles sont exposées à l'air. M. H. INGLE (*J. of the S. of chemical Industry*, 1913, p. 639-644) en résume quelques-unes et donne le résultat de ses recherches personnelles.

Kissling a fait cet examen, à la température ordinaire et entre 100°-105°. Livache l'a fait également sur de l'huile répandue sur du plomb finement divisé. Bishop s'est servi de silice, et opérait avec une dissolution de l'huile dans l'éther de pétrole. Les résultats obtenus par ces divers expérimentateurs, dit le docteur Ingle, ne concordent pas toujours avec ceux fournis par le calcul de l'indice d'iode. Lippert, répétant en les modifiant les expériences de Livache, a montré que l'oxydation de l'huile de lin sur la poudre de cuivre donnait une augmentation de poids de 13,4 à 19,25 p. 100. Max Weger, en se servant de plaques de verre, a trouvé un accroissement de 18 p. 100 pour l'huile de lin, de 14 à 16 p. 100 pour l'huile de bois de Chine, de 14,5 pour l'huile de chanvre. Ces accroissements sont supérieurs de un tiers à un quart à ceux calculés au moyen de l'indice d'iode.

Weger et Ingle ont étudié la relation qui existe entre l'accroissement du poids de l'huile oxydée et l'indice d'iode. L'accroissement de poids varie, d'après Lippert, selon l'état hygrométrique de l'air.

Les présentes recherches de Ingle ont porté sur l'huile de coton et l'huile de lin, les acides libres et les éthers éthyliques, en air humide et en air sec.

Les faits qui ressortent de ces recherches sont les suivants :

L'absorption maximum d'oxygène prend place à l'air sec; l'humidité tend à la diminuer. La proportion d'oxygène ainsi fixée est le double de celle calculée à partir de la valeur d'iode, c'est-à-dire qu'on a $I^2 = O^2$. Si l'air est humide, il doit se former des peroxydes, qui se décomposent avec production d'aldéhydes et d'acides volatils. Ce qui explique pourquoi Weger et autres ont trouvé $O = I^2$, une quantité double.

La linoxyme demande, pour se former, deux fois plus d'oxygène que l'acide linoléique n'en absorbe.

Les acides libres de l'huile de lin et des autres huiles absorbent seulement la moitié de la quantité d'oxygène qu'absorbent leurs glycérides ; il en est de même pour leurs sels éthyliques, qui n'absorbent qu'un atome d'oxygène par chaque valeur de deux atomes d'iode absorbés.

Sur le tannage à l'électricité. — La diffusion des substances tannifères dans la peau à tanner peut se trouver notablement facilitée par le passage d'un courant électrique à travers les jus tannants. MM. E. K. RIDEAL et U. R. EVANS donnent leur contribution à la littérature déjà bien fournie de cette question (voir *J. of the S. of chemical Industry*, 1913, p. 633-638 et le travail de M. O.-J. Williams dans notre Bulletin d'avril 1913, p. 564).

On sait combien d'essais ont été suivis pour utiliser le courant électrique en vue d'obtenir un tannage rapide. On peut citer les noms de Crosse en 1849, Rebu en 1861, Mertass de Saint-Petersbourg en 1874, du Suédois Nillson vers 1889, de Worms et Balé en France en 1887. Le dernier combinait l'agitation avec l'électricité; Groth, de même, en 1888. Rideal et Trotter, qui ont étudié ce procédé scientifiquement en 1891, trouvèrent que l'accélération du tannage était due aux deux facteurs.

Dans les expériences nouvelles, les auteurs se sont proposé d'étudier l'influence du mode du transport de l'énergie électrique, celle des additions d'électrolyses, celle de la nature des électrodes. Voici leurs conclusions :

Une cathode de cuivre décompose plus activement la solution d'acide tannique qu'une cathode de charbon; une anode de cuivre moins qu'une anode de charbon.

L'addition de sels comme le sulfate de potassium n'agit guère sur la vitesse de l'endosmose à force électrique constante; mais elle réduit la proportion d'acide tannique qui subit l'endosmose.

L'endosmose va du pôle positif au pôle négatif.

Il serait donc utile de prendre des anodes en charbon et des cathodes en cuivre, si le cuivre n'était pas attaqué par les acides organiques. Il est bon de stériliser les bains. Il faut tenir aussi faible que possible la conductivité totale du bain tannant.

Enlevage des écorces tannantes. — On évalue à 112 millions de francs environ la valeur des matières tannantes que les États-Unis consomment chaque année pour les industries des cuirs; noix de galle, myrobalans, sumacs, châtaignier et quebracho, écorces de hemlock, de chêne et de mangrove, racines de plusieurs plantes, et autres substances similaires. Les principales de ces matières tannantes sont les écorces de hemlock et de chêne et le bois de châtaignier; vient ensuite l'extrait de quebracho de la République Argentine. L'écorce de quebracho contient 6 à 8 p. 100 de tannin et le bois 20 à 25 p. 100. En 1910, il a été importé des Indes 73 335 tonnes de myrobalans.

Deux espèces principales de hemlock sont utilisées aux États-Unis pour leur écorce. L'une appartient aux États de l'Est, et tant que l'on avait en abondance du sapin blanc pour les constructions et les meubles, ce hemlock n'était utilisé que pour son écorce; après l'en avoir dépouillé sur pied, on laissait le bois pourrir sur pied, car son abatage aurait entraîné des frais exagérés. Bien que ce hemlock ne fournisse pas un bois de première qualité, aujourd'hui on ne le perd plus. Son exploitation diminue d'ailleurs rapidement; la quantité d'écorce employée a passé de 930 000 t en 1906 à 698 000 en 1909 et la quantité d'extrait utilisée était, en 1909, le quart seulement de celle utilisée dans les années précédentes.

Un autre hemlock pousse sur les côtes du Pacifique et commence à être exploité.

L'écorçage se fait au mieux en juin et juillet, au moment où la sève remplit le cambium, intermédiaire entre l'écorce et le bois. L'écorce est mise à sécher pendant 5 à 30 jours, selon le temps. Pour le tannage, c'est l'écorce qui est restée en hangar bien aéré, pendant au moins un an, mais sans être exposée au soleil ou à la pluie, qui produit les meilleurs résultats.

L'écorce du chêne châtaignier n'est pas plus riche en tannin que celle des autres

chênes, mais elle présente une si grande facilité d'écorçage et elle produit un cuir de si belle qualité qu'elle a le premier rang parmi les matières tannantes. Le chêne châtaignier pousse dans tous les États de l'Est, mais il prospère surtout dans les montagnes des deux Carolines et du Tennessee. L'écorçage se fait de la mi-avril à la mi-juin.

Enfin le chêne des tanneurs se rencontre dans le Sud de l'Orégon et dans la Californie, où on le trouve en même temps que les bois rouges. Son écorce est la première des matières tannantes, car elle est riche en un tannin de première qualité. Le bois ne sert que comme bois de chauffage, et on le laisse souvent pourrir sur pied après avoir enlevé l'écorce, mais cependant on commence à l'utiliser. On estime qu'avant cinquante ans l'exploitation sera finie en Californie. Cette écorce sert surtout à fabriquer du cuirfort, pour courroies, harnais, semelles. L'écorçage se fait de la mi-mai à la mi-août, pourvu qu'il ne fasse un temps ni trop froid ni trop chaud, car l'écorce est très sensible aux variations de la température. Ce sont les vieilles écorces près de la base du tronc de l'arbre qui renferment la plus forte proportion de tannin; elles ont une couleur rouge foncé; les écorces moins riches sont rouge plus pâle ou jaunâtre.

L'écorce du chêne noir de Californie est également très riche en tannin; aussi celle du chêne de la côte, mais ces écorces ne donnent pas un bon cuir, lorsqu'on les emploie seules (d'après le *Scientific American Supplement* du 28 juin 1913).

Purification des extraits tannants et tinctoriaux. — Les principaux extraits tannants sont ceux de chêne, de châtaignier, de quebracho, de sumac et de vallonées. Le bois de châtaignier renferme environ 12 p. 100 de tannin et celui de quebracho 20 p. 100. Depuis 35 ans, l'Amérique du Sud a exporté des extraits faits avec le bois de quebracho. M. G. GRASSER donne sur leur préparation quelques notions générales dans un article que publie la *Chemiker-Zeitung* (n° du 27 mars 1913, p. 373-375). L'extrait solide renferme 65 p. 100 de tannin, 5 de non-tannin, 18 d'eau et 12 p. 100 d'insolubles. Cet extrait brut subit en Europe un raffinage, qui a pour objet de ramener le taux de l'insoluble à 0,8/1,2 p. 100, et aussi de clarifier et de décolorer l'extrait.

Les procédés proposés pour décolorer les extraits sont très nombreux. S. DOUTRELEAU et C^{ie} les traitent par l'hyposulfite d'aluminium, lequel, par la chaleur, fournit de l'acide sulfureux qui agit comme agent réducteur décolorant, et de l'alumine qui précipite les principes colorants. Le sulfite d'aluminium est également employé. A. H. SCHENK traite les extraits par un mélange de sulfate d'aluminium et de baryte hydratée; il se forme de l'hydrate d'aluminium qui précipite les couleurs. La propriété clarifiante de l'albumine du sang est la base du procédé Gondolo. SIMON et C^{ie} emploient le sang et la soude; FONTENILLES et DEFORMSEAU l'acide oxalique, puis le sang; MORAND la caséine et la soude, GILLARD et CARTIER la farine de maïs. Tous ces procédés remplissent plus ou moins leur but, mais ils entraînent une perte de tannin qui peut atteindre 18 p. 100, ce qui cause la cherté du produit final.

Il en est résulté le désir de solubiliser les phlobaphènes par un traitement alcalin. Mais les produits résultants ne tiennent pas à l'action des acides, entre autres à celle des jus aigris; aussi n'ont-ils trouvé qu'un emploi très limité. JURENKA, POLLAK, REDLICH, WLADIKO ont breveté des procédés pour traiter ainsi les extraits par les alcalis étendus, sous pression; principalement les extraits de quebracho.

La solubilisation de ceux-ci a été particulièrement réalisée par l'emploi des sulfites. Déjà en 1876 James Foley de Montréal avait breveté l'addition de sulfites lors de la fabrication des extraits de sumac, de myrobalaus et de mimosas, pour assurer leur conservation. Carushaw Brandley a breveté l'emploi de l'acide sulfureux libre ; le procédé a surtout été utilisé pour décolorer l'extrait de hemlock. Mitscherlich en 1878 a breveté l'emploi du bisulfite de sodium. La maison Lepetit, Dollfus et Gansser de Milan a breveté de son côté l'emploi des sulfites alcalins pour obtenir des extraits solubles à froid (brevet allemand n° 91 603). On traite les extraits du bois jaune, du fustel, du quercitron, du quebracho, du hemlock, du chêne par des sulfites ou des bisulfites alcalins à 100°-150°. La Badische Anilin- und Soda-Fabrik utilise dans le même but le formaldéhyde-sulfoxylate de sodium (Rongalite C) et le formaldéhyde-hydrosulfite de sodium (Hydralite) : c'est la base du brevet allemand 206 166. Le procédé C. Feuerlein pour décoloration du mangrove repose sur l'emploi des sels de chrome. H. Arnoldi a proposé l'aluminium activé et l'amalgame d'aluminium.

Enfin Damköhler et Schwind font passer un courant électrique, avec utilisation d'électrodes d'aluminium et de zinc et interposition de diaphragmes en porcelaine.

On a proposé encore, pour arriver à décolorer les extraits, l'emploi du nitrate et de l'acétate de plomb, celui du borate de calcium, des sels de strontium ou de baryum, celui des chromates alcalins.

Nouvelle matière tannante. — Les travaux d'Émile Fischer, de Karl Freudenberg et de leurs collaborateurs ont fait connaître la constitution de l'acide gallotannique. Des tannins synthétiques viennent d'être mis dans le commerce par M. Ed. Stiasny sous le nom de *syntans*, et la Badische Company Ltd vend une marque spéciale le *néradol*. Ces syntans résultent de la condensation des phénols avec les aldéhydes ; le produit résineux ainsi obtenu est solubilisé au moyen de l'acide sulfurique, ou bien l'on peut employer comme matière première un phénol sulfoné. On obtient finalement des dérivés du diphenylméthane, ou même, pense le professeur A. G. Green, des alcools nitrohydroxybenzyliques. Leur solution aqueuse précipite avec la gélatine, avec l'acétate de plomb, et tanne les peaux.

Employé seul, le néradol D donne un cuir doux et blanc. Employé avec d'autres matières tannantes soit végétales, soit minérales, il donne au grain un relief agréable. Dans le tannage au chrome, l'emploi des syntans a l'avantage de faire disparaître la coloration verdâtre des cuirs au chrome.

C'est l'acide sulfonique qui possède l'effet tannant ; si on le neutralise, on restreint cet effet. Les cuirs aux syntans sont très sensibles aux alcalis. Un grand nombre de couleurs sulfonées ne posséderaient-elles pas, par analogie, des propriétés tannantes ? au moins en théorie.

Le professeur H. R. Procter pense que les syntans représentent l'une des plus grandes découvertes faites dans la chimie du tannage, et que leur emploi, en union avec les tannins végétaux ou les résidus de papiers aux sulfites, peut donner des cuirs d'excellente qualité.

Bois pour pavage. — Au meeting de 1913 de l'*American Wood Preservers Association*, M. H. G. DAVIS a examiné les qualités que nécessitent les bois destinés au pavage des rues.

Le mérite de pavés de bois traités à la créosote dépend principalement de quatre facteurs : la qualité même du bois, les propriétés de l'huile de créosote dont on s'est servi, la méthode adoptée pour le traitement des bois, enfin celle adoptée pour effectuer le pavage. Les trois premiers facteurs ont une importance égale, mais le quatrième les domine.

M. G. Davis n'a traité dans sa communication que du premier de ces quatre facteurs, la qualité de la matière première. Il faut faire choix d'un bois dont la texture résiste aux effets de la circulation. Les ingénieurs américains ont donné la préférence sur tous les autres bois au pin jaune à longues feuilles, et les trois quarts des pavés en bois créosoté étaient de ce bois, jusqu'en 1911. A cette époque, on adopta aussi le pin à courtes feuilles, qui, selon M. G. Davis, quoique n'étant pas aussi résistant que celui à longues feuilles, répond suffisamment aux besoins du pavage, pourvu qu'il ait poussé serré. Le premier est plus dense, puisqu'il pèse 70 contre 61 le second.

M. G. Davis estime que les États de l'Ouest produisent au moins quatre espèces de bois pouvant servir au pavage : le pin-jaune du Sud, le tamarack, le hemlock et l'érable. L'érable est celui qui se traite le plus aisément; le tamarack et le hemlock le suivent d'ailleurs de près, mais tous trois dépassent de loin le pin jaune. C'est avec celui-ci que le pavage de Chicago a été fait depuis dix ans, sauf un millier d'yards en grand pin de Norvège et quelques milliers en tamarack.

Un essai récent porte sur l'érable. Le pin-jaune donne d'excellents résultats, même avec une circulation intense.

Les pavages faits par la Chicago Railways Co en employant du tamarack ont donné des résultats aussi bons.

Un pavage en érable dur a été installé à l'intersection de deux avenues de Chicago où la circulation journalière est de 13 000 voitures. Les pavés posés il y a quatorze mois ne montrent pas la moindre usure. Ce résultat a amené la Chicago Railways Co à insérer dans ses marchés pour 1912 une fourniture exclusive en érable dur.

En ce qui concerne le hemlock, des essais poursuivis pendant sept ans sous la surveillance du Gouvernement ont donné une usure seulement de $1/16$ de pouce plus grande avec le hemlock qu'avec le pin jaune à longues feuilles.

Examen des papiers. — Il comprend, d'après une communication du « Bureau of Standards » de Washington, un examen microscopique, des essais physiques et une analyse chimique.

L'examen microscopique permet de caractériser les matières premières qui ont servi à fabriquer le papier. Les essais physiques donnent le poids à la rame, l'épaisseur, la résistance à la perforation, la résistance à la rupture, la résistance au pliage, l'élasti-

cité, le pouvoir absorbant. Enfin, l'analyse chimique fournit la quantité de cendres et la nature de l'encollage; aussi la couleur, occasionnellement.

Comme toutes les fibres végétales sont, au microscope, vues incolores et transparentes, on les colore avec le réactif de Herzberg, par formation d'iodure de zinc. Ce réactif est formé de deux solutions : la première, dissolution de 20 g de chlorure de zinc dans 10 g d'eau distillée; la seconde, dissolution de 2,4 g d'iodure de potassium et 0,1 g d'iode dans 5 g d'eau. Ces deux solutions sont mélangées, laissées à reposer pendant vingt-quatre heures, puis la partie claire est mise à conserver dans des bouteilles en verre foncé.

Le réactif de Herzberg donne une coloration jaune avec la plupart des fibres non cuites, par exemple avec la pâte de bois mécanique; la pâte de bois chimique est colorée en bleu indigo; le coton, le lin, et quelques autres fibres sont colorés en rouge vin. On trouvera dans le mémoire original le détail des essais à faire avec le réactif. D'après les chimistes du Bureau of Standards, ces essais peuvent permettre de déterminer à 5 pour 100 près la proportion de fibres réelles contenues dans la matière première.

L'épaisseur du papier se détermine au micromètre. Les diverses résistances se mesurent au moyen de machines appropriées pour ces essais. Le pouvoir d'absorption se détermine par la hauteur à laquelle un liquide s'élève par capillarité, en un temps donné, dans une feuille de papier tenue verticalement et dont l'extrémité inférieure plonge dans le liquide. Il faut opérer dans des conditions comparables d'état hygrométrique de l'atmosphère environnante.

Le Bureau of Standards fait les essais pour le gouvernement des États-Unis. Les divers services gouvernementaux dépensent environ 20 000 t de papier par an.

Action de l'ozone sur les fibres textiles. — Elle a été l'objet de toute une série d'études de M. C. DORÉE (*J. of the S. of Dyers and Colourists*, de Bradford, 1912, 1913). Le traitement à l'ozone a présenté un effet particulier sur l'allongement ou sur la résistance à la rupture des filaments du coton, du coton mercerisé, de la soie visqueuse. Le traitement se faisait, sur la fibre décreusée à fond, successivement à l'alcool, à l'éther-alcool, à l'éther seul, à l'eau, en une chambre où l'on faisait passer un courant continu d'air ozonisé à 2 p. 100.

Après vingt-quatre heures de traitement, la perte en poids a atteint 12 p. 100 pour le coton en laine; 7 pour le coton mercerisé; 4,5 pour la soie visqueuse. Le lin est très rapidement attaqué; la laine séchée l'est très lentement mais si on la maintient saturée d'eau, l'attaque est marquée. La soie humectée est fortement attaquée.

Accidents dus au mercure. — Un mémoire posthume fort intéressant de M. ARVID BLOMQUIST, pharmacien à Stockholm, sur le dosage du mercure dans l'air, la poussière, etc., de locaux où ce métal est fréquemment manipulé (*Journal de Pharmacie*, numéro d'août), renferme d'utiles applications à l'hygiène. Ce mémoire eut pour origine quelques cas de maladie observés parmi les employés de l'Institut physiologique

d'Upsal et dont la cause soupçonnée pouvait être un empoisonnement chronique par le mercure. Pour rechercher si le mercure se trouvait dans l'air à l'état de vapeur, et quelle quantité pouvait s'en trouver, une série d'analyses fut effectuée non seulement à l'Université d'Upsal, mais aussi dans plusieurs laboratoires de chimie, ainsi que dans les salles de plusieurs fabriques d'instruments de physique.

Il ressort des analyses, effectuées dans une salle d'analyse de gaz où l'on pouvait remarquer çà et là des globules de mercure, mais qui était voisine d'une salle de respiration dont toutes les parois étaient composées de plaques de zinc, que le zinc en plaques, et également la poudre de zinc, peuvent être un bon préservatif contre les vapeurs de mercure dans l'air des locaux où du mercure est employé. Il est toutefois nécessaire que ces locaux renferment de grandes surfaces de zinc, par exemple que le zinc forme panneau tout autour de la salle, ou qu'il recouvre une des quatre parois; un procédé efficace consiste à mettre un bâtonnet de zinc dans chaque fissure de plancher, ou encore de balayer le plancher avec de la fleur de soufre de façon à remplir les fissures.

Un métier qui est exposé à l'empoisonnement chronique par le mercure est celui de dentiste. Les dentistes ont l'habitude, lors de la préparation des amalgames pour obturations, d'expulser, par une pression de la main, le mercure en excès; ce mercure est jeté sans façon sur le plancher, ou, ce qui est pire, sur le tapis. Le dentiste habite donc une atmosphère remplie d'une quantité sensible de vapeur du mercure, et M. A. Blomquist a trouvé du mercure, jusqu'à 3,4 mg par litre d'urine, dans toutes les urines de dentistes examinées.

L'air des services de torpilleurs, celui des stations radiotélégraphiques à bord des navires peut être vicié par des vapeurs mercurielles provenant des turbines interruptrices mercurielles employées pour les signaux radiotélégraphiques. La surface du mercure est bien, en principe, préservée par une couche d'alcool; mais on charge parfois les coupe-circuits si fortement que l'alcool prend feu et que de grandes quantités de mercure s'évaporent. De plus, à une trop grande vitesse, les turbines interruptrices lancent une quantité de petits globules de mercure. Enfin, lorsqu'on nettoie et ajuste les coupe-circuits, du mercure peut être renversé pendant le travail.

M. Blomquist voudrait que l'on installât tout autour des coupe-circuits des enveloppes préservatrices recouvertes intérieurement d'une plaque de zinc pour récolter le mercure versé par mégarde. Mieux vaudrait encore écarter les turbines interruptrices et n'employer que des coupe-circuits électriques.

La valeur alimentaire de la bière. — Le docteur A. J. VAN DE VELDE de Gand, à qui l'on doit un répertoire bibliographique très apprécié sur les substances alimentaires, a donné il y a quelques mois, sur la valeur alimentaire de la bière, une conférence au Congrès des Brasseurs belges à Gand, et les *Annales de la Brasserie*, si remarquablement dirigées par le professeur Auguste Fernbach, ont publié cette conférence.

Les aliments qui nous permettent de compenser les pertes et les déchets que notre organisme subit lorsqu'il dépense de l'énergie, nous fournissent de l'eau, des matières minérales, des matières azotées (protéines), des hydrates de carbone (sucre, amidon), des matières grasses, de l'oxygène.

La composition du corps d'un nouveau-né du poids moyen de 3 kg et celle du corps d'un adulte du poids moyen de 70 kg peuvent être représentées par les nombres suivants :

Eau.	2,202	47,1
Matières azotées	0,396	11,7
Matières grasses	0,315	7,3
Cendres.	0,081	3,9
	3,000	70,0

La valeur nutritive des diverses classes de matières est au mieux représentée par le coefficient alimentaire physiologique :

	Valeur en calories.	Coefficient alimentaire	Coefficient physiologique en calories.
Hydrates de carbone.	4,150	1	4,100
Matières grasses	9,300	3	8,900
Matières protéiques.	5,650	5	4,100

En suivant la méthode d'Atwater, adoptée par le Laboratoire du Département de l'Agriculture aux États-Unis, et qui n'est qu'un perfectionnement de la méthode de Pettenkofer par analyse des produits de la respiration et de la méthode calorimétrique, les chimistes américains ont enregistré la possibilité de remplacer dans la ration alimentaire 37 g de graisse (dégageant pratiquement $37 \times 8,9$ cal) et 45 g d'hydrates de carbone (dégageant $45 \times 4,1$ cal), par 79,5 g d'alcool éthylique dégageant la même somme de 512 calories.

Appliquant ces données à la bière, M. Van de Velde constate qu'elle contient de l'alcool éthylique en quantité peu élevée, des substances azotées, du sucre, de la dextrine, de faibles quantités d'acide lactique et d'acide acétique. L'alcool éthylique se trouve dans les vins en quantités bien supérieures. Les substances azotées, le sucre et la dextrine, ces éléments de l'extrait de la bière, sont des produits alimentaires. L'acide lactique est l'élément caractéristique du lait aigri, si préconisé depuis les travaux de Metchnikoff. Quant à l'acide acétique, sa proportion est moindre que dans de nombreuses préparations culinaires.

La teneur d'extrait au litre est de 24 g pour le vin de Bordeaux, 30 g pour le cidre, 40 à 78 pour la bière. Soit une bière légère de ménage à 30,50 g d'extrait total : elle renferme 25,5 g d'alcool éthylique; les 30,5 g d'extrait total renferment 1,5 g de matières minérales, 3 de matières azotées, 1 d'acide lactique. Les 28 g d'extrait nutritif représentent la teneur en matières azotées et en hydrates de carbone; ils valent 92 p. 100 de l'extrait total, et en calories : $4,1 \times 28$, soit 114,8 cal, qui, ajoutées aux $6,4 \times 25,5$ soit 163,2 cal relatives à l'alcool, donnent un total de 278 cal par litre. La valeur marchande étant de 12 centimes, les 1 000 calories valent 43 centimes.

Voici les chiffres de comparaison, qu'il donne, entre la bière de ménage et le vin rouge de Bordeaux :

Composition au litre.	Bière de ménage.	Vin rouge ordinaire.
Matières azotées	3 g	0,12 g
Hydrates de carbone.	25 g	1,10 g
Alcool.	25,5 g	74,60 g
Calories.	278	482,31
Valeur moyenne (en centimes)	12	125
Valeur moyenne (en centimes) de 1 000 calories.	43	125

M. Van de Velde compare les prix des 1000 calories des aliments les plus courants :

	Prix du kilogr. (en centimes).	Calories (par kilogr).	Prix des 1000 calories (en centimes).
Pain	25	2 639	9
Pommes de terre.	9	943	10
Fèves.	50	3 572	14
Lait	24	632	38
Bière.	12	278	43
Beurre.	350	7 720	45
Fromage.	200	3 540	57
Oeufs.	230	1 597	144
Viande.	300	1 016	295

La bière occupe dans ce tableau un rang très honorable.

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. HITIER

Membre du Conseil.

ENQUÊTE SUR LES SALAIRES AGRICOLES

Le Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Enseignement et des Services agricoles, Office des Renseignements agricoles) a publié à la fin de 1912 une enquête sur les salaires agricoles, série de monographies par départements, qui contient sur cette question capitale de la main-d'œuvre agricole en France de nombreux renseignements et données du plus haut intérêt.

Sans doute l'on a pu exprimer le regret que la publication d'une pareille enquête ne fût pas accompagnée d'un rapport, d'une introduction qui missent en relief les principaux résultats constatés ; l'on a pu regretter encore que les chiffres indiquant le nombre des salariés agricoles, les salaires payés à la journée, au mois et à l'année ne fussent pas rapprochés des chiffres se rapportant à des périodes antérieures, de manière à pouvoir établir d'utiles comparaisons avec le *passé*. Pour la presque totalité des départements, à trois ou quatre exceptions près, nous n'avons que les chiffres se rapportant à l'année 1910.

Mais, ces réserves faites, il n'est que juste de constater que l'Office des Renseignements du Ministère de l'Agriculture nous multiplie depuis quelques années les publications les plus précieuses sur la situation agricole de nos divers départements ; et il est permis, pour qui veut bien se donner la peine de les consulter, d'en tirer nombre d'observations intéressantes.

Essayons de le montrer, dans ces Notes d'Agriculture, à propos de l'enquête sur les salaires agricoles.

I. — *Le nombre des salariés agricoles en France est des plus variables suivant les régions.*

Le questionnaire adressé aux professeurs départementaux d'agriculture comprenait les questions suivantes, à propos du nombre des salariés agricoles :

Quelle est, dans chacune des régions agricoles de votre département, en temps normal, et sans tenir compte de la main-d'œuvre nomade, le nombre approximatif des salariés agricoles ? Entendez par « salariés agricoles » :

1° Les ouvriers agricoles proprement dits ne possédant pas dans le pays ce que l'on peut appeler même une très petite propriété ;

2° Les très petits propriétaires qui, lorsqu'il leur est offert du travail, ont coutume d'aller à la journée chez autrui (journaliers-propriétaires);

3° Les domestiques et les servantes de ferme.

Le nombre des salariés agricoles appartenant à ces différentes catégories est des plus variables suivant les régions de la France.

Nous voyons tout d'abord le groupe entier des départements de l'Ouest de la France présentant un chiffre très élevé de salariés agricoles.

Départements.	Journaliers		Domestiques et servantes de ferme.	Total.
	non-propriétaires.	petits propriétaires.		
Finistère.	34 600	Très peu.	62 900	97 500
Côtes-du-Nord	8 240	2 060	20 500	30 800
Ille-et-Vilaine	11 431	7 029	39 398	57 858
Loire-Inférieure	8 600	4 200	28 000	40 800
Vendée.	12 360	14 140	28 160	54 660
Maine-et-Loire	10 700	5 000	46 350	62 050
Mayenne.	Néant.	950	59 460	60 410
Manche	8 150	2 950	31 300	42 400
Calvados.	13 600	5 100	17 600	35 300
Orne.	11 616	5 355	22 016	38 987
Sarthe.	4 739	4 570	24 164	33 473
Eure.	11 000	8 000	27 000	46 000

Un second groupe de départements à population salariée agricole très dense se trouve dans le centre de la France entre la Loire, le Massif central, en Berry et Poitou.

Départements.	Journaliers		Domestiques et servantes de ferme.	Total.
	non-propriétaires	petits propriétaires.		
Cher.	13 940	10 720	25 550	50 210
Indre.	7 561	12 347	16 111	36 019
Vienne.	8 300	5 700	30 600	44 600

Dans le Nord et le Pas-de-Calais, les salariés agricoles sont aussi très nombreux.

Départements.	Journaliers		Domestiques et servantes de ferme.	Total.
	non-propriétaires.	petits propriétaires.		
Nord.	21 130	14 137	50 257	85 544
Pas-de-Calais	10 000	21 000	30 000	61 000

Enfin nous trouvons le groupe des départements où la vigne occupe une place prépondérante.

Départements.	Journaliers		Domestiques et servantes de ferme.	Total.
	non-propriétaires.	petits propriétaires.		
Aude.	15 492	24 948	4 460	44 900
Hérault	15 543	19 233	8 177	42 953
Gironde	25 088	20 721	15 084	60 893
Côte-d'Or.	5 055	10 325	8 945	24 325

Mais ici se remarque une différence essentielle : tandis que, dans l'Ouest de la France, le nombre des domestiques et servantes de ferme forme de beaucoup la plus

forte proportion des salariés, de même dans le centre (Berry et Poitou); au contraire dans les départements viticoles, ce sont les journaliers qui dominent et, parmi ceux-ci, les journaliers petits propriétaires.

Au groupe des départements de l'Ouest de la France s'oppose, pour le nombre des salariés agricoles, le groupe des départements de la région de l'Est, de la Lorraine, du Pays Messin, du Barrois, du plateau de Langres, qui ne comptent qu'un nombre des plus restreints de salariés des différentes catégories.

Départements.	Journaliers		Domestiques et servantes de ferme.	Total.
	non-propriétaires.	petits propriétaires.		
Ardennes	2 318	2 768	4 605 869	40 560
Meuse	2 232	7 802	4 511 359	45 404
Meurthe-et-Moselle	2 400	8 600	6 280	17 280
Haute-Marne	2 157	3 750	3 938	9 845
Haute-Saône	1 871	1 927	2 016	5 814
Vosges	3 410	5 230	2 900	11 540

On voit quelle différence profonde avec la situation agricole des départements de l'Ouest, quant au nombre des salariés employés à l'agriculture, et, d'après les chiffres des Ardennes et de la Meuse, on note surtout la très faible proportion des servantes de ferme : 559 et 869, à côté de 22 300 par exemple dans la Mayenne.

Quelles sont les causes auxquelles l'on peut attribuer de telles différences? L'enquête est complètement muette sur ce point (que du reste elle ne signale même pas). Sans pouvoir nous attarder aujourd'hui sur la question, signalons simplement l'opposition des systèmes de culture; dans les départements de l'Est, sauf les vallées et le long des coteaux, règne, sur les plateaux et la montagne, la culture encore essentiellement extensive; le bétail est relativement peu nombreux, les forêts couvrent de très grandes étendues.

Dans l'Ouest de la France le bétail, au contraire, est particulièrement dense, son élevage et son entretien exigent un nombreux personnel et du reste la culture y devient de plus en plus intensive et extrêmement variée comme production; enfin les surfaces boisées importantes couvrent de très faibles étendues.

Parmi les autres départements français dans lesquels la main-d'œuvre agricole salariée est peu nombreuse, se rangent la plupart des départements de montagne.

Départements.	Journaliers.		Domestiques et servantes de ferme.	Total.
	non-propriétaires.	petits propriétaires.		
Doubs	2 122	807	3 001	5 930
Jura	2 880	5 231	3 310	11 423
Haute-Savoie	2 500	7 500	3 000	13 000
Basses-Alpes	1 393	3 495	954	5 842
Ariège	500	7 000	3 000	10 500
Hautes-Pyrénées	1 017	2 507	3 172	6 696

II. — La diminution de la main-d'œuvre salariée agricole est générale dans toute la France.

A cette question adressée aux professeurs départementaux d'agriculture :

Dans chacune des régions agricoles de votre département, le nombre des salariés agricoles tend-il à augmenter ou à diminuer?

La réponse partout est la même : la main-d'œuvre agricole salariée se fait de plus en plus rare (1). Citons, du reste, quelques réponses des professeurs d'agriculture.

Meuse, dans toutes les régions du département, le nombre des salariés agricoles tend à diminuer ;

Haute-Marne, la diminution du nombre des salariés agricoles est générale ;

Doubs, dans les trois régions du Doubs, le nombre des salariés agricoles diminue d'une façon régulière et, en vingt ans, a baissé de plus de moitié ;

Hautes-Pyrénées, dans toutes les catégories de salariés, la diminution du chiffre des personnes louant leur travail est inquiétante pour la culture.

Mais ce sont là, nous dira-t-on, des départements où, effectivement, la statistique indique relativement un très petit nombre de salariés agricoles ; en est-il de même dans l'Ouest et le Nord de la France et dans les départements viticoles à population salariée agricole encore dense ? La diminution y est peut-être même plus accentuée, à entendre les plaintes des agriculteurs plus vives encore :

Finistère, dans les trois régions du département du Finistère, le nombre des salariés agricoles diminue chaque année dans une proportion inquiétante ;

Maine-et-Loire, dans toutes les régions, le nombre des salariés agricoles tend chaque année à diminuer et par suite la main-d'œuvre devient de plus en plus rare et de plus en plus chère ;

Gironde, dans l'ensemble il y a lieu de constater une diminution sensible de la main-d'œuvre agricole ; le nombre des domestiques de ferme a diminué de plus de moitié depuis 1892 ;

Hérault, partout le nombre des ouvriers agricoles tend à diminuer ;

Côte-d'Or, le nombre des salariés agricoles diminue dans toutes les régions.

Il en est ainsi partout en France :

Allier, d'une manière générale on constate, dans toutes les régions agricoles, une diminution progressive et constante des diverses catégories de salariés. Cette décroissance est particulièrement accentuée en ce qui concerne les domestiques et les servantes ;

Charente, le nombre des salariés agricoles, surtout la catégorie des domestiques et des servantes, diminue régulièrement chaque année, ce qui devient très inquiétant pour l'avenir ;

Indre-et-Loire, dans toutes les régions du département le nombre des salariés agricoles est en diminution marquée, la diminution des domestiques et servantes est relativement plus accusée que celle des journaliers (21 913 domestiques et servantes de ferme en 1892, 14 662 en 1910 ;

Landes, partout le nombre des salariés agricoles est en sérieuse diminution, au grand détriment de l'agriculture... partout les bras font défaut ;

Nord, le nombre des salariés agricoles diminue dans tout le département du Nord, quelle que soit la zone considérée...

(1) Il y a cependant dans quelques localités des exceptions, là par exemple où s'est récemment développée la culture maraîchère et florale comme le long du littoral méditerranéen ; encore sont-ce des ouvriers étrangers qui sont venus habiter le pays et s'y fixer.

III. — *Causes de la diminution du nombre des salariés agricoles.*

Sur quelques points spéciaux du territoire français, la diminution du nombre des salariés dans les campagnes tient à une cause agricole : la destruction du vignoble par le phylloxera, une succession de mauvaises années, coïncidant avec la mévente des vins (l'enquête date de 1910), ont fait abandonner la culture de la vigne le long des coteaux dans l'Aube, la Meuse, le Puy-de-Dôme, la Haute-Loire, etc. Mais il s'agit ici de régions très limitées et où la vigne est nettement localisée le long de pentes plus ou moins abruptes, impropres en général à toute autre culture.

L'on peut également signaler, dans quelques localités de l'Ouest, la transformation de terres de labour en herbages et l'adoption de systèmes de culture exigeant beaucoup moins de personnel; encore faudrait-il établir que cette transformation n'est pas plutôt un effet du manque de main-d'œuvre dans le pays; de même l'emploi des machines a réduit le besoin de main-d'œuvre pour les foins et la moisson, le battage. Mais c'est faute d'un personnel suffisant que l'agriculteur presque toujours a eu recours aux machines. A côté de ces causes spéciales et qui ne s'appliquent qu'à une surface restreinte de la France, il y a toute une série de causes générales qui expliquent la diminution du nombre des salariés agricoles et que l'on retrouve partout en France :

C'est, d'abord et très malheureusement, la diminution de la natalité qui se constate, avec plus ou moins d'intensité, dans toutes nos campagnes; c'est le développement des industries, de toute nature, qui a drainé un peu partout l'ouvrier des campagnes; c'est notamment le développement des industries de transport, les chemins de fer.

C'est aussi le service militaire; les réponses des professeurs départementaux d'agriculture signalent presque toutes le service militaire comme ayant amené le départ définitif des jeunes gens de la campagne vers les villes. Les jeunes gens, par le fait même de leur passage à la caserne, et du séjour de plusieurs années à la ville, apprennent à connaître d'autres pays que leur village, d'autres occupations que le travail de la terre; ils sont séduits par le taux des salaires que gagnent l'ouvrier d'industrie et le petit employé, ils les comparent au taux des salaires payés à la campagne, et cette comparaison leur paraît au désavantage de ces derniers. Le travail de la ville leur semble aussi moins fatigant, plus propre, plus régulier; à cet âge, ils ne voient de la ville que les beaux côtés et les plaisirs.

Il faut, du reste, reconnaître que les salaires payés aux ouvriers agricoles, aux domestiques de ferme sont souvent encore peu élevés, que s'il est facile à ces salariés de vivre en restant célibataires, surtout s'ils sont domestiques de ferme, la vie leur devient bien difficile quand ils sont mariés et chargés de famille. Il y a, plutôt, il y avait, aussi à la campagne trop souvent de longues périodes de chômage (1).

La perspective d'une retraite, en entrant dans une administration, décide aussi un grand nombre à devenir facteurs, employés de chemin de fer, etc., etc.

Enfin, et cela on ne doit que s'en féliciter, le nombre des salariés agricoles a diminué parce que beaucoup de petits propriétaires, obligés autrefois d'aller en journée, ont pu agrandir suffisamment leur petit domaine pour y travailler exclusivement et y vivre indépendants, parce que aussi des domestiques ont su économiser

(1) Maintenant, le chômage n'existe plus pour ainsi dire pour le bon ouvrier agricole, l'enquête signale très nettement le fait dans presque tous les départements.

assez pour s'installer comme fermiers et métayers et cultiver pour leur propre compte ; la disparition ainsi de nombreux journaliers agricoles, petits propriétaires ayant pu acheter des terres et travailler exclusivement leur bien, est signalée dans un grand nombre de départements : Charente, Tarn, Vaucluse, Loiret, Côte-d'Or, Lot, Nord, Haute-Marne, etc.

La disparition, d'une part, des petites industries rurales, des industries à domicile, et la concentration, d'autre part, de ces industries au contraire dans des usines, ont amené sur certains points (Orne, Oise, etc.) une raréfaction de la main-d'œuvre agricole. Le développement à domicile de certains travaux fins, de luxe, a pu détourner des travaux de la ferme un certain nombre de femmes et de jeunes filles : aujourd'hui toutes les jeunes filles et les femmes mariées à la campagne s'occupent à fabriquer de la dentelle et ne veulent plus travailler dans les champs ni autour des animaux (Haute-Saône).

Du reste ici encore citons quelques réponses des professeurs d'agriculture à cette question qui leur était posée dans l'enquête :

Pour quelle raison le nombre des salariés agricoles augmenterait-il ou diminuerait-il ?

Aisne. — La diminution du nombre des salariés tient à des causes diverses :

Le service militaire donne aux jeunes gens le goût de la ville. Ils espèrent trouver là plus de bien-être et vivre plus largement. Les distractions y sont plus nombreuses et les salaires plus élevés. Ils y profitent, en outre, des avantages des sociétés de secours mutuels ; les soins médicaux et pharmaceutiques y sont mieux assurés et plus économiquement. Les jeunes filles elles-mêmes préfèrent aller servir à la ville, lorsqu'elles ont terminé leur apprentissage à la campagne.

L'accroissement du nombre des fonctionnaires favorise l'exode des jeunes gens de la campagne qui, par ce débouché, ont une retraite assurée. Dans le même ordre d'idées, les compagnies de chemins de fer drainent en quantité les travailleurs ruraux.

Les jeunes gens de la campagne apprécient les facilités de transport en chemin de fer à tarif réduit ou en bicyclette pour se rendre à l'usine où le travail est plus régulier et généralement mieux rémunéré ; la durée de travail y est plus courte et les ouvriers y sont à l'abri des intempéries.

Il convient, en outre, de remarquer que les grandes familles deviennent de plus en plus rares, et que les progrès de l'instruction ont eu pour conséquence d'accroître le nombre des employés au détriment de la population rurale.

Oise. — Quant aux causes de diminution, elles sont depuis longtemps connues : la baisse de la natalité, l'émigration dans les villes favorisée par l'instruction obligatoire et le service militaire, le développement des grandes administrations et des travaux publics, la prospérité de l'industrie sont tour à tour incriminés. On accuse aussi l'absence ou l'insuffisance des services d'assistance dans les campagnes, l'infériorité des salaires ruraux et l'extension de certaines industries campagnardes...

Meuse. — La diminution générale des salariés agricoles tient à des causes très diverses, notamment :

1° A la dépopulation des campagnes ; la population de presque toutes les localités

est en décroissance continue par suite de l'excédent des décès sur les naissances;

2° A l'emploi de machines agricoles perfectionnées qui permettent aux cultivateurs d'effectuer leurs travaux en temps opportun et dans un délai plus court. L'ouvrier agricole, moins occupé qu'auparavant, cherche à « gagner sa vie » ailleurs, soit dans les industries voisines, soit sur les chemins de fer, soit dans les forts. De là à abandonner complètement le travail agricole, il n'y a qu'un pas, bien vite franchi.

3° Aux avantages procurés par les industries ou usines et dont les plus importants consistent en un labeur régulier sans chômage, un salaire plus élevé avec rétribution à époques fixes ;

4° A l'accroissement de la petite propriété, une certaine portion de très petits propriétaires augmentent l'étendue de leur domaine, deviennent petits propriétaires et, consacrant tout leur temps à l'entretien de leurs terres, perdent le qualificatif de journaliers ;

5° A la disparition progressive du vignoble qui, dans les régions du Barrois et des côtes, a obligé les salariés agricoles à rechercher du travail dans l'industrie.

Maine-et-Loire. — Dans toutes les régions le nombre des salariés agricoles tend chaque année à diminuer et par suite la main-d'œuvre devient de plus en plus rare et de plus en plus chère. Un grand nombre désertent la campagne pour la ville où ils espèrent trouver une vie plus facile, un travail moins pénible et un salaire en apparence plus élevé.

Ils se font cochers, valets de chambre, femmes de chambre, cuisinières ou entrent dans les usines ou chez les négociants ; d'autres recherchent des places de facteurs, cantonniers, employés de tramways, de chemins de fer, etc., situations dans lesquelles, s'ils n'ont pas des salaires élevés, ils ont tout au moins un gain assuré et surtout une retraite qui les attire.

Loir-et-Cher. — La diminution du nombre des salariés agricoles est due à de nombreuses causes parmi lesquelles il faut citer la diminution de la natalité, le désir d'habiter la ville où l'on croit avoir plus de gain, de liberté, de luxe et de plaisirs ; l'attrait qu'exerce sur les ruraux l'offre des traitements réguliers et des retraites des administrations ; le dégoût des travaux de la ferme qui se manifeste surtout chez la jeune fille dont l'éducation tend à éloigner son esprit des choses simples et saines de la campagne (cette idée est si bien entrée chez la plupart d'entre elles que les jeunes journaliers cultivateurs trouvent difficilement des épouses parmi les filles de même condition qui, au contraire, se marient infiniment plus volontiers avec des facteurs, des cantonniers, des employés de chemins de fer, etc.) ; l'introduction des machines agricoles à la ferme où elles remplacent la main-d'œuvre ; l'accroissement de la très petite propriété, par achat ou location de terre, ne laissant plus aux exploitants le temps de travailler pour autrui ; la crise viticole et bien d'autres causes de moindre importance.

Les domestiques et servantes de ferme se marient souvent pour devenir fermiers et exploiter à leur compte.

Gers. — Les principales causes de la diminution des salariés agricoles sont : la faible natalité, l'exode vers les villes. La première de ces causes est la plus impor-

tante. Les familles sont beaucoup moins nombreuses qu'autrefois : celles qui ont plus de deux enfants sont rares. Aussi ce petit nombre d'enfants trouve-t-il à s'occuper facilement dans la famille même.

L'exode vers les villes, quoique moins important que dans d'autres régions, a été assez marqué jusqu'à présent dans le Gers. Beaucoup de jeunes gens restent à la ville après leur service militaire ; le fonctionnarisme attire quelques-uns ; ceux qui restent aux champs sont souvent les moins bien doués ; presque tous considèrent le travail de la terre comme un métier inférieur.

Drôme. — Les industries manufacturières, les entreprises commerciales et de transport, les fonctions publiques ont des besoins croissants en employés ou agents que ne peut satisfaire la population non rurale, et réussissent à enlever à l'agriculture une partie des travailleurs qui, par leur origine, devraient rester fidèles au métier de la terre. Et comme, d'un autre côté, la natalité baisse dans les milieux ruraux comme ailleurs, le nombre de salariés disponibles pour l'industrie agricole diminue constamment.

Le service militaire leur fait connaître les agréments de la vie des villes, il les met en contact avec les ouvriers ou employés des diverses professions et les amène souvent à considérer comme inférieure leur condition ; enfin il les rend plus aptes à s'adapter dans une autre carrière.

Au retour du régiment, celui qui a l'espoir de ne pas rester longtemps domestique, en devenant petit propriétaire, fermier ou métayer, revient dans la ferme avec goût. Mais il ne voit là qu'une situation d'attente et ne l'accepte volontiers que parce qu'il a l'ambition et la perspective d'en sortir.

Nous avons pris au hasard, dans les différentes régions de la France, ces réponses ; toutes, on le voit, concordent et se répètent. Et cependant, si les salariés agricoles diminuent dans nos campagnes, leur situation n'a cessé de s'améliorer ; sans doute, elle est loin d'être encore partout brillante, mais il faut la juger surtout d'après ce qu'elle était auparavant.

IV. — *La situation des salariés agricoles s'est partout améliorée dans nos campagnes.*

L'enquête sur les salaires agricoles, renferme naturellement un très grand nombre de chiffres, sur les prix de la journée pour les salaires agricoles, suivant les saisons, suivant que l'ouvrier est nourri ou non, etc., etc.

Les prix varient sensiblement d'un département à un autre ; d'une région à une autre dans un même département. Prenons quelques chiffres extrêmes :

SALAIRES ÉLEVÉS

	Salaires journaliers avec nourriture.		Gages des domestiques à l'année charretiers nourris, francs.
	Hiver. francs.	Été. francs.	
Loiret (Beauce)	2 à 2,50	4 à 6	600 à 800
Yonne (Gâtinais).	2 à 3	3,50 à 5	600 à 950
Vaucluse	3,50	4,50	400 à 700
Indre-et-Loire (Amboise). . .	2 à 2,50	3,50	500 à 600

SALAIRES TRÈS BAS

	Salaires journaliers avec nourriture.		Gages des domestiques à l'année charretiers nourris. francs.
	Hiver. francs.	Été. francs.	
Finistère	1	1,50 à 2,25	300 à 350
Ille-et-Vilaine	1,05	1,90 (gros travaux)	310
Dordogne (Périgieux)	1,25	1,25 à 1,50	250 à 300

Dans quelques régions, encore rares du reste, dans celles notamment où dominent les grandes exploitations industrielles, la tendance est de ne plus nourrir le personnel; on paie alors les prix suivants :

Seine-et-Marne. — Journaliers (non nourris ni couchés) 3 à 4 fr par jour selon la saison et 5 à 12 fr en moisson (soupe 2 fois par jour en toute saison); charretiers et bouviers 90 à 120 fr par mois, plus 50 à 100 fr de pièces par an, non nourris et non couchés.

Dans les vignobles du Bas Languedoc, de plus en plus les salaires tendent à s'égaliser, le travail se paye à l'heure à raison de 0,50 fr.

Évidemment, d'une façon générale, les salaires agricoles ne sont pas encore bien élevés, mais il faut tenir compte des conditions de l'existence à la campagne, du faible prix des loyers, de la jouissance d'un jardin, de la possibilité, pour l'ouvrier même dit non propriétaire, de posséder une chèvre, des lapins, quelques volailles, etc. Il faut comparer surtout, disions-nous, les salaires actuels à ceux qu'on payait antérieurement; rares sont dans l'enquête les relevés des salaires à différentes époques; cependant quelques professeurs d'agriculture ont donné des chiffres à cet égard; ils sont caractéristiques.

Le professeur d'agriculture du Morbihan cite les salaires suivants payés dans une même ferme, en 1899 et 1910.

SALAIRES PAYÉS

		En 1899. francs.	En 1910. francs.
Hommes . . .	1 domestique	165 + 20 (1)	300 + 20
	1 —	145 + 20	250 + 20
	1 —	120 + 20	180 + 20
	1 —	40 + 20	180 + 20
	1 vacher		50 + habillé (2).
Femmes . . .	1 domestique	habillé	70 + habillé
	1 domestique	80 + 20	150 + habillé
	1 —	50 + 20	90 + habillé

Gironde. — Ouvriers nourris :

	Été.		Hiver.	
	Hommes. francs.	Femmes. francs.	Hommes. francs.	Femmes. francs.
Moyenne actuelle	2,42	1	1,70	0,85
Chiffres de 1892.	1,76	0,87	1,39	0,73
Augmentation p. 100	20	15	22,3	16,4

(1) Les 20 fr représentent 2 chemises, 1 pantalon et 3 paires de sabots.

(2) L'habillement est évalué entre 45 et 50 francs.

Hautes-Pyrénées. — Gages des domestiques et servantes de ferme, nourris et logés :

	1892 francs.	1910 francs.	Différence. francs.
Domestiques	491	317	+ 126
Servantes	130	185	+ 55
Jeune homme.	93	195	+ 102

Haute-Vienne :

Salaires annuels. (nourris et logés).		Salaires journaliers.	
1910	1892	1910	1892
francs.	francs.	francs.	francs.
Garçons (12 à 16 ans) . .	205	95	
— (16 à 20 ans) . . .	324	200	
Hommes adultes	414	300	
Fillettes (12 à 16 ans) . .	135	80	
Servantes (16 à 20 ans) . .	210	100	
— (adultes)	235	120	

Hommes	Hiver	1,48	1,09
nourris.	Belle saison . .	2,16	1,67
	Fauchage et moisson . .	3,46	»
Femmes	Hiver	0,82	0,98
	Belle saison . .	1,12	0,87
nourries.	Fauchage et moisson . .	1,63	»

Dans le Cher, les gages des domestiques de ferme (filles de ferme 460 à 650 fr, bons charretiers, 650 à 850 fr) sont presque trois fois ce qu'ils étaient il y a quinze ans.

Dans l'Isère, des documents, qui émanent de l'Assistance publique, indiquent la progression des salaires : ce sont les versements effectués à la caisse d'épargne par les enfants de l'Assistance, placés tous à partir de treize ans chez les cultivateurs. De 1896 à 1909, le nombre de ces enfants ainsi placés a varié de 407 à 354 et leurs versements à la caisse d'épargne ont passé de 12 880 fr à 48 096 fr; par unité de 31,6 fr à 122 fr. Or on admet que le chiffre de la caisse d'épargne représente à peu près les deux tiers des gages payés par les patrons et que le tiers complémentaire équivaut à l'entretien. La progression régulière des versements prouve donc à nouveau, d'une façon très nette, l'accroissement ininterrompu des salaires agricoles.

Les salariés agricoles, pour la très grande majorité au moins, sont encore nourris dans les fermes où on les emploie; ils n'ont donc pas ressenti les conséquences onéreuses de la vie chère, et leur nourriture est devenue maintenant presque partout suffisante, substantielle et même bonne et variée.

Sur ce point spécial de la nourriture, les réponses dans tous les départements sont quasi unanimes et concordantes pour constater les améliorations réalisées. Voici, du reste, quelques données précises relevées dans l'enquête :

Côtes-du-Nord. — La nourriture des domestiques et servantes de ferme est en général abondante et saine :

Soupe ou café le matin au lever, pain et lard vers 8 h., soupe, viande et légumes vers midi, pain, beurre ou lard à 16 h., soupe, viande et légumes à 19 h. ou 20 h.

Mayenne. — En hiver, trois repas; en été, on mange en se levant de la soupe et des œufs et on boit du café; à 8 h., on mange de la viande froide, des légumes et du

beurre; à midi on mange de la soupe et de la viande; à 16 h., collation de viande et de salade; à 19 h., la soupe. La quantité de boisson est illimitée. Cependant dans certains centres les domestiques, en se gageant, spécifient qu'on leur donnera 10 ou 12 l de cidre par jour.

Côte-d'Or. — Pendant la saison des grands travaux :

4 h. 30 m. ou 5 h., café avec eau-de-vie et pain, quelquefois eau-de-vie et pain seulement; les femmes remplacent, heureusement, l'eau-de-vie par fromage et pain.

6 h., *déjeuner* : soupe, fromage ou œufs et vin (un demi-litre par personne).

9 h., pain « la croûte » et un demi-litre de vin.

11 h. ou 11 h. 30 m., *repas principal* : soupe, viande (bœuf, porc ou mouton), légumes, fromages ou fruits, vin (un demi-litre), café et eau-de-vie.

16 h., goûter, vin (un demi-litre), pain.

19 h. ou 19 h. 30 m., *souper* : soupe, viande, œufs, fromage, un demi-litre de vin.

En hiver, le café du matin, les collations de 9 h. et 16 h. sont supprimées :

Haute-Loire. — En hiver trois repas.

1^{er} repas, matin : soupe, lard, fromage.

2^e repas, midi : soupe, légumes, lard ou viande, fromage.

3^e repas, soir : soupe, légumes, laitage.

En été, 1^{er} repas matin : soupe, lard ou salé, fromage.

2^e repas, midi : soupe, légumes, viande, salade, fromage.

3^e repas, 16 h. : lard ou légumes, œufs ou fromage, salade.

4^e repas, soir : soupe, viande, laitage, salade.

Dans la région basse, on fait un 5^e repas à 9 h. (fromage). Partout on donne du vin à tous les repas (été). La quantité de vin augmente au moment des travaux de la fenaison et de la moisson.

Si presque partout en France la nourriture des salariés agricoles, — vivant du reste à la même table que le fermier ou le métayer, que le chef d'exploitation dans la très grande majorité des cas, — est maintenant suffisante et bonne, si, sous ce rapport, de réelles améliorations ont été réalisées, trop souvent le couchage de ces mêmes salariés laisse encore à désirer. Les servantes presque partout ont une chambre à l'intérieur même de la ferme, mais les domestiques, hommes, couchent dans un coin des écuries ou des étables. Il est vrai que s'ils se montrent exigeants pour la nourriture et quittent rapidement les fermes où celle-ci n'est pas abondante, ils se plaignaient plus rarement jusqu'ici des conditions de couchage quelles qu'elles fussent (1).

Somme toute, aujourd'hui, le domestique agricole, célibataire et rangé nourri chez le patron qui l'emploie, n'a pas une mauvaise situation, tant s'en faut, et il peut faire des économies. Mais son salaire, il faut le reconnaître, devient, dans bien des

(1) Il est à remarquer que cette question de l'amélioration du couchage des domestiques fait l'objet actuellement d'études poursuivies par de nombreuses sociétés d'agriculture.

cas, insuffisant s'il se marie et s'il a plusieurs enfants; la situation est plus difficile encore pour l'ouvrier agricole non nourri et ne possédant d'autre part aucune propriété; pour cet ouvrier agricole, en outre, les jours de chômage peuvent parfois être assez nombreux pendant la mauvaise saison. On comprend donc que ce dernier cherche à la ville, dans l'industrie, un salaire régulier et assuré hiver comme été.

V. — *Les systèmes de culture doivent être établis de façon à pouvoir payer des salaires élevés et à occuper le personnel toute l'année.*

Telle est, croyons-nous, la véritable solution de la crise de la main-d'œuvre dont souffre l'agriculture française. Il est à remarquer que, pour l'agriculteur, chef d'exploitation, la main-d'œuvre bon marché est loin d'être toujours la plus économique. En Bretagne, par exemple, si les hommes ne sont payés encore, dans certains centres, que 1 fr à 1,25 fr suivant les saisons, les femmes 0,60 à 1 fr (nourriture en plus bien entendu), le travail qu'ils fournissent est tout à fait minime et, en fin de compte, le binage par ces salariés d'un hectare de betteraves revient plus cher au fermier que le binage d'un hectare de betteraves dans la région de Paris où les Belges, qui le font, gagnent 4 et 5 fr par jour. La remarque en est souvent faite par les professeurs d'agriculture dans l'enquête sur les salaires agricoles.

Les prix, auxquels depuis quelques années se vendent les différents produits de la ferme, en même temps les conditions de plus en plus douces qui sont faites aux fermiers et aux métayers par les propriétaires (l'enquête, sur ce point spécial des conditions du fermage et du métayage, est très concordante dans les diverses régions de la France) pour la location des terres, permettent sans aucun doute à l'agriculteur de payer maintenant ses ouvriers agricoles un bon prix, s'il *sait* bien utiliser la main-d'œuvre.

Il y a certainement encore en France des régions où la main-d'œuvre agricole, quoi qu'en pensent les fermiers, pourrait être réduite, par l'emploi plus régulier et plus complet des machines, par la généralisation de travaux donnés à la tâche au lieu de les faire à la journée. Dans bien des fermes l'on pourrait employer moins d'ouvriers, et ceux que l'on garderait, on pourrait alors les mieux payer.

Il faut en même temps organiser son système de culture pour équilibrer mieux les travaux à la campagne durant tout le cours de l'année, de façon à occuper le même personnel hiver comme été, et, autant que possible, de façon à pouvoir lui payer des salaires à peu près équivalents quelle que soit la saison.

C'est, on ne saurait trop le remarquer, ce qui existe déjà dans beaucoup d'exploitations de culture intensive : les charretiers par exemple y ont le même salaire été et hiver, les journaliers sont occupés l'hiver, au battage des céréales; ils travaillent alors à la tâche; l'électricité, répandue dans tous les bâtiments, permet de travailler de 6 h. à 18 h. même en hiver; les ouvriers agricoles arrivent ainsi à se faire régulièrement des journées de 3 à 4 fr. Ailleurs c'est l'entretien, l'engraissement du bétail l'hiver à l'étable qui permet l'utilisation d'une abondante main-d'œuvre, sans crainte de chômage pour celle-ci.

Enfin, il faudrait, croyons-nous, s'attacher à garder, là où heureusement elles existent encore, les vieilles coutumes qui attachaient à la grosse exploitation rurale une série de familles agricoles du pays, *manœuvres* de l'Est de la France, *ménagers* de Picardie, familles d'ouvriers agricoles petits propriétaires, qui effectuent les foin, la moisson,

les battages chez le gros agriculteur, à des prix assez bas; mais ce dernier, en échange, à un taux très faible, cultive les terres de ses *manœuvres*, laboure leurs champs, les ensemeince, en charrie les récoltes.

Attacher à la terre l'ouvrier agricole; faire qu'il ne soit pas un déraciné au milieu même de la campagne où il est appelé à vivre, faire que les travaux, auxquels il se livre, l'intéressent parce que lui-même en connaît la valeur, est un des meilleurs moyens de prévenir de sa part l'abandon de la campagne. En même temps, profiter de tous les progrès récents accomplis en agriculture, par l'emploi des machines, des engrais, des semences sélectionnées, etc., pour accroître toujours le rendement de la terre; ainsi l'on obtiendra un produit brut plus élevé sur lequel il sera possible de réserver une part plus large pour les salariés agricoles. Tel est le double but à poursuivre dans nos campagnes afin d'assurer la prospérité continue de l'agriculture et la prospérité de tous ceux qui vivent de la terre.

H. HITIER.

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN

Membre du Conseil.

Expériences contrôlées de culture mécanique

organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913.

Un arrêté du 23 août 1913, pris par M. Clémentel, Ministre de l'Agriculture, établit ainsi qu'il suit le règlement des expériences de culture mécanique organisées par ses soins.

Dans ses considérants, l'arrêté ministériel fait connaître que :

La Société nationale d'Agriculture de France ;
La Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture ;
La Société des Agriculteurs de France ;
L'Automobile-Club de France ;
Le Comité français de Culture mécanique,

se sont engagés à participer par des médailles et des subventions aux dépenses occasionnées par ces expériences.

Article premier. — Des expériences contrôlées de culture mécanique auront lieu, pendant l'automne 1913, sur le domaine de l'École nationale d'Agriculture de Grignon (Seine-et-Oise).

Ces expériences, d'ordre mécanique, cultural et économique, sont destinées à établir la comparaison entre les différents appareils.

Les intéressés seront prévenus en temps utile de la date de ces expériences et du jour fixé pour la réception des machines. Tout appareil qui n'aura pas été présenté sur l'exploitation le jour fixé pour sa réception, pourra être exclu des expériences.

Art. 2. — Sont admis à prendre part à ces expériences les constructeurs français ou leurs représentants, domiciliés en France et présentant des machines fabriquées en France.

Sur la proposition de la Commission d'admission, dont il est parlé à l'article 4, le Ministre pourra autoriser un certain nombre de constructeurs étrangers à prendre part aux essais et expériences, sans qu'ils puissent prétendre à l'attribution d'indemnités

et de récompenses dont il est question au présent arrêté. Ces expériences, faites aux frais, risques et périls des constructeurs étrangers, auront lieu sur un terrain qui leur sera désigné en temps utile par le Ministre. Les constructeurs étrangers ou leurs représentants devront faire élection de domicile en France pendant la durée des essais.

Art. 3. — Pour être admis à ces expériences, les intéressés devront adresser une déclaration, sur papier libre, au Ministère de l'Agriculture, 78, rue de Varenne, à Paris, le 15 septembre 1913, au plus tard. A cette demande sera annexée une description complète des appareils présentés, avec les plans cotés à l'appui.

Toute déclaration qui ne sera pas parvenue dans le délai fixé au présent article ou qui ne contiendra pas les renseignements descriptifs exigés par ledit article, sera considérée comme nulle et non avenue.

Art. 4. — Les demandes parvenues dans les délais prescrits seront soumises à une Commission d'admission nommée par le Ministre; cette Commission soumettra au Ministre ses propositions.

Art. 5. — La loi du 13 avril 1908, relative à la protection de la propriété industrielle, est applicable aux appareils admis aux dites expériences. Il appartiendra donc aux constructeurs, dont les appareils n'auront pas été brevetés, de remplir, s'il y a lieu, les formalités prescrites par la loi précitée de 1908.

Art. 6. — Les frais de conduite et de transport seront supportés par les constructeurs ou représentants. Ils pourront obtenir pour leurs machines le tarif spécial consenti par les Compagnies de chemins de fer français, à la condition de justifier de l'admission aux expériences, en représentant le certificat délivré par le Ministre de l'Agriculture. Les intéressés seront tenus d'opérer ou de faire opérer par leurs représentants le déballage et le remballage des objets exposés. Ils ne pourront formuler aucune réclamation relative à la non-réception ou à la non-réexpédition de leurs machines.

En aucun cas, l'Administration ne sera responsable des accidents de quelque nature que ce soit, qui pourraient survenir aux constructeurs, à leurs employés et aux instruments, pendant le transport, les manutentions et les essais.

Les constructeurs ou les représentants seront responsables civilement et pénalement des accidents occasionnés par leurs machines ou leurs appareils.

Art. 7. — Un Commissaire général et un Commissaire général adjoint, nommés par le Ministre, seront chargés de veiller à la bonne et prompt exécution des opérations; la police des champs d'essais leur appartiendra exclusivement.

Un avis, affiché près de la porte du Commissariat général, fera connaître les jours et heures fixés pour les expériences: les intéressés devront prendre les dispositions utiles pour que les essais aient lieu conformément aux indications de cet avis.

Les Commissaires généraux pourront exclure tout appareil qui n'aura pas été mis en marche au jour et à l'heure indiqués.

Tout constructeur ou représentant qui ne se sera pas conformé aux indications qui lui auront été données par le Commissaire général ou par le Commissaire général adjoint, pourra être exclu des essais en question.

Art. 8. — Un jury nommé par le Ministre sur la proposition du Directeur de l'Enseignement et des Services agricoles, et présidé par le Commissaire général, ou à son défaut par le Commissaire général adjoint, sera chargé de suivre les expériences et de faire les constatations d'ordre cultural et d'ordre technique ; la voix du président est prépondérante.

Art. 9. — Le Commissaire général ou le Commissaire général adjoint, sur l'avis motivé du jury, aura le droit d'arrêter en cours d'expériences tout appareil qui lui paraîtrait accomplir un travail défectueux ou de nature à nuire, immédiatement ou par la suite, à la culture normale de l'exploitation.

Art. 10. — Les épreuves seront divisées en deux catégories.

1^{re} CATÉGORIE. — ÉPREUVES OBLIGATOIRES. — I. Labour d'hiver, en vue d'une culture de betteraves, à une profondeur comprise entre 0^m,25 et 0^m,35 avec enfouissement du fumier.

II. Labour d'hiver, en vue d'une culture de betteraves, à une profondeur comprise entre 0^m,25 et 0^m,35, sans enfouissement de fumier.

III. Labour d'hiver, après blé, à une profondeur de 0^m,20 à 0^m,25.

IV. Labour, aussi léger que possible, à une profondeur maximum de 0^m,10 pour blé, après betteraves ; les feuilles de betteraves devront être enfouies.

Le jury pourra exempter d'une ou de plusieurs des épreuves obligatoires ci-dessus les machines qui ne sont établies qu'en vue de l'exécution de travaux spéciaux ; l'exemption devra être demandée dans la déclaration prévue à l'article 3.

2^e CATÉGORIE. — ÉPREUVES FACULTATIVES. — V. Labour d'hiver, sans enfouissement de fumier, à une profondeur pouvant atteindre 0^m,35, avec fouillage simultané de 0^m,10 à 0^m,20.

VI. Labour d'hiver, de 0^m,25 à 0^m,35, avec enfouissement d'une culture dérobée.

VII. Labour de défrichement de prairies artificielles.

VIII. Essais, au choix des intéressés, et comprenant notamment l'une des opérations suivantes : scarifiage, hersage, roulage, cultures d'entretien et travaux de récoltes (céréales, racines, etc.).

Les intéressés qui voudront prendre part aux épreuves facultatives devront en faire la demande par écrit au Commissaire général.

Art. 11. — Les constructeurs ou leurs représentants admis devront fournir les instruments et tous appareils accessoires nécessaires en vue de l'exécution des expériences obligatoires et facultatives.

Art. 12. — Les constatations d'ordre cultural, dont il est question à l'article 8, porteront notamment sur la nature, la quantité et la qualité du travail effectué par les machines. Dans chaque parcelle, une bande, dont les dimensions seront déterminées par l'un des Commissaires généraux, sera réservée pour être cultivée avec les instruments et les attelages de l'exploitation.

L'ensemencement des parcelles travaillées sera effectué par les soins de l'administration.

Pour permettre la comparaison entre la culture mécanique et la culture faite au

moyen d'attelages, tous les travaux habituels de culture courante seront exécutés sur les diverses parcelles aux mêmes époques et dans des conditions identiques.

La préparation des récoltes et les pesées seront effectuées sous la surveillance du jury; les concurrents pourront assister à ces travaux.

Art. 13. — Les constructeurs devront laisser monter sur leurs appareils tous les instruments de mesure qui seront indiqués par le jury.

Art. 14. — Les combustibles, liquides ou solides, ainsi que les lubrifiants, huile et graisse, seront fournis gratuitement aux concurrents français, par le Ministère de l'Agriculture.

Les concurrents devront indiquer, dans la déclaration dont il est parlé à l'article 3, la nature et la quantité de matières précitées que chaque appareil consomme par dix heures de travail.

Art. 15. — Sur demande motivée et adressée au Commissaire général, les constructeurs pourront être autorisés à apporter des modifications à leurs machines, au cours des essais; dans ce cas, les appareils modifiés devront subir à nouveau tous les essais prescrits, mais l'Administration ne fournira gratuitement ni les combustibles ni les lubrifiants.

Art. 16. — Les appareils seront divisés en 3 sections, d'après les surfaces qu'ils peuvent labourer en 10 heures, à la profondeur de 0^m,20 dans des terres de consistance moyenne et en bon état de culture :

1^{re} Section. — Moins d'un hectare;

2^e Section. — De 1 à 2 hectares.

3^e Section. — Plus de 2 hectares.

Le jury pourra établir des sous-sections suivant les moteurs et la nature des pièces travaillantes.

Art. 17. — Des médailles seront mises à la disposition du jury pour récompenser les meilleurs appareils présentés par des constructeurs français.

Des récompenses spéciales pourront être accordées aux appareils dont les moteurs peuvent fonctionner à l'alcool dénaturé.

En outre, le jury pourra proposer des récompenses pour certaines pièces accessoires ou pour certains agencements reconnus particulièrement intéressants.

Art. 18. — Le Commissaire général, sur l'avis conforme du jury, pourra adresser au Ministre des propositions pour indemniser en partie, s'il y a lieu, les constructeurs français des dépenses occasionnées par le payement des salaires alloués à leurs mécaniciens et aides.

Art. 19. — Des démonstrations publiques des appareils dont la liste sera arrêtée par le jury pourront être organisées à la suite des dites expériences.

Art. 20. — Le Directeur de l'Enseignement et des Services agricoles est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Concours et Congrès de Soissons (1),

par M. HENRY SAGNIER.

Le Concours et le Congrès organisés à Soissons (Aisne), du 23 au 31 août, par l'Association française de Motoculture, ont réalisé un nouveau pas en avant dans la démonstration de l'avenir de la culture mécanique. Pendant toute une semaine, un nombre important d'appareils, dont quelques-uns étaient montrés pour la première fois en France, ont pu travailler sur de vastes surfaces mises à leur disposition dans un cadre parfaitement aménagé. En même temps, le Congrès de Motoculture a tenu ses réunions dans l'hôtel de ville mis gracieusement à sa disposition par la municipalité de Soissons.

Quand on compare cette manifestation à celle par laquelle les efforts de l'Association française de Motoculture débutèrent à Amiens en 1909, on doit constater que des progrès très notables ont été réalisés par les constructeurs dans des voies très différentes, et que plusieurs solutions réellement heureuses sont intervenues au point de vue mécanique. Un côté du problème reste toujours à résoudre : c'est le côté économique. Or, ce n'est pas dans des réunions passagères qu'on peut en trouver la solution ; c'est seulement dans des applications culturelles rigoureusement conduites, méthodiquement contrôlées. Rares encore sont les appareils qui ont passé par ces conditions.

La réunion a attiré une nombreuse affluence de cultivateurs, parmi lesquels ceux du Soissonnais dominaient naturellement. L'intérêt porté par la grande culture de la région aux démonstrations de la culture mécanique est accru par le fait que des entreprises de labourage à vapeur y fonctionnent aujourd'hui, et qu'une comparaison avec les appareils nouveaux ne pouvait être qu'intéressante et instructive.

D'autre part, un certain nombre de délégués officiels étrangers sont venus assister au concours ; citons : pour la Belgique, MM. Alexandre Lonay, Wauters et Mullie ; pour le Danemark, M. Christiansen ; pour la Suède, MM. Dannfelt et de Post ; pour l'Espagne, M. Fidencio Gros ; pour la Grèce, M. Simopoulos ; pour l'Égypte, M. Audebeau-Bey ; pour le Brésil, M. de Almeida Camargo.

* * *

Le Congrès était présidé par M. Alexandre Lonay, Ingénieur agronome de l'État, directeur de l'École de Mécanique agricole de Mons (Belgique). Àuprès de lui siégeait M. Silbernagel, secrétaire général de l'Association française de Motoculture, qui a organisé la réunion de Soissons avec habileté.

Les travaux étaient répartis entre deux sections : section mécanique et section agronomique.

Le programme de la section agronomique était très vaste. C'est ainsi que la première question portait sur la détermination des conditions auxquelles doivent répondre l'ameublissement et la préparation des terres en vue du rendement maximum des

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, n° 37 du 11 septembre 1913, p. 338.

diverses cultures en terres fortes, en terres moyennes, en terres légères, en terres sèches. D'autres questions portaient sur l'épandage et la répartition du fumier et des engrais, sur les prix de revient des travaux avec les différentes machines, etc. Il eût été utile que des études préalables, fortement documentées, servissent de base aux discussions ; il n'en a pas été ainsi ; c'est pourquoi ces discussions ont été parfois confuses. Nous devons nous borner à reproduire le procès-verbal sommaire des trois séances, qui nous a été communiqué.

Culture des céréales d'automne. — A) *En terres fortes.* — Après une discussion à laquelle prennent part MM. Dannfelt (Suède), Julien, Thiry (Nancy), Silbernagel et Gobiet, le Congrès estime :

1° Qu'il y a lieu d'obtenir, après une préparation économique appropriée du sol, une pulvérisation suffisante dans toute la profondeur à la condition d'assurer par un rayonnage convenable la protection du semis et l'écoulement des eaux ;

2° Que dans les mêmes terres, qui doivent passer l'hiver sous jachère, le sol doit être livré dans un état motteux ; mais si l'outil mécanique peut assurer au printemps un nouveau travail d'ameublissement, l'état motteux pourrait disparaître.

B) *En terres moyennes.* — Le Congrès adopte les mêmes conclusions que précédemment.

C) *En terres légères.* — La destruction du chiendent et autres plantes parasites a été discutée. Mêmes orateurs ; à signaler toutefois les judicieuses observations de M. Auguste Ferté, de Soissons.

Le Congrès demande que, dans la préparation des terres légères, le chiendent soit enfoui à 20 centimètres et plus, ou bien qu'il soit ramené à la surface sans le diviser pour permettre qu'il soit détruit par l'action du soleil, ou qu'il soit déchiqueté de façon à détruire les rhizomes.

Culture des céréales de printemps. — A) *En terres fortes.* — Après discussion le Congrès estime qu'il est désirable :

1° De faciliter la pénétration de l'eau pendant l'hiver ;

2° D'assurer une préparation rapide au printemps par une seule opération aux fins d'ensemencement.

B) *En terres moyennes.* — MM. Lonay, Bruneant, Demory, Pinta, etc., prennent part à la discussion. Conclusion :

Le Congrès estime que pour l'hiver il convient de mettre les terres à l'état motteux et qu'au printemps l'outil devra pouvoir à volonté préparer de la terre fine pour ensemencements.

C) *En terres légères.* — Mêmes orateurs. Conclusions tendant à ce que l'outil puisse mettre directement la terre en état pour recevoir les semences.

Culture de la betterave. — Mêmes décisions que pour les terres fortes et moyennes, mais approfondissement des labours.

Culture de la vigne. — Les agriculteurs du Soissonnais ne participent pas aux débats, les délégués de l'Algérie présentent différentes observations. Conclusions :

Le Congrès demande :

- 1° Qu'il soit possible d'obtenir un ameublissement de 60 centimètres de profondeur pour les plantations ;
- 2° De travailler les rangs à 15 centimètres de profondeur avec déchaussage des pieds ;
- 3° Que le même outil puisse servir à rechausser les pieds en ameublissant le sol.

Autres Questions. — Le Congrès estime :

- 1° Que le labour et les travaux préparatoires aux semis doivent assurer le mélange intime du fumier à la couche arable ;
- 2° Que, dans le piochage, il importe d'assurer un plombage suffisant du sol lors du semis pour assurer la germination des grains ; que le fumier ne doit pas rester dans la couche superficielle du sol et que les mauvaises herbes doivent être enfouies ;
- 3° Que l'appareil de binage doit pouvoir varier sa profondeur et fournir une couche bien ameublie ;
- 4° Qu'en vue d'encourager les échanges parcellaires, une étude du remembrement des propriétés morcelées pourrait être entreprise par l'État à la demande des intéressés ;
- 5° Qu'enfin il y a lieu de propager la création de syndicats d'outillage agricole et notamment de syndicats de labourage.

Il n'y a pas à insister sur la section mécanique du Congrès. Les ingénieurs apportent leurs idées, et chacun les conserve jalousement.

* * *

Un vaste champ, d'une cinquantaine d'hectares, dans la plaine de Saint-Crépin, sur les bords de l'Aisne, avait été aménagé pour les expériences. C'est un chaume de blé en bonne terre franche et profonde, mais durcie par la sécheresse des dernières semaines du mois d'août. Une dizaine de lots en rayages allongés ont été répartis entre les constructeurs.

Les appareils qui prennent part aux essais se répartissent entre trois catégories : tracteurs à câble, tracteurs directs, piocheurs.

Parmi les **tracteurs à câble**, voici d'abord l'*Arion* (1), construit par M. Filtz, à Juvisy (Seine-et-Oise), qui mène gaillardement un brabant-double et réalise le labourage régulier dont il a donné maintes fois la preuve.

A côté, M. Delieuvin (77, avenue de la Grande-Armée, Paris) montre un nouveau système, l'application du moteur de *Dion-Bouton* au labourage (2). Deux moteurs de 10 chevaux, munis d'un treuil sur lequel le câble s'enroule, aux deux extrémités du champ, font circuler entre eux un brabant-double qui laboure avec régularité.

Les **tracteurs directs** sont au nombre de quatre.

Ce sont d'abord deux appareils bien connus. Le tracteur *Lefebvre*, de Rouen (3),

(1) *Culture mécanique*, tome I^{er}, p. 117.

(2) *Id.*, *ibid.*, p. 137.

(3) *Id.*, *ibid.*, p. 41.

remorque une charrue-balance à trois socs et exécute un labour régulier. La marche du tracteur de M^{me} veuve de Mesmay, de Saint-Quentin (1), n'est pas moins intéressante.

Voici un appareil colossal : le *Caterpillar* (brevet Holt), des États-Unis, dit aussi *La Chenille* (2) ; il rampe sur le sol, grâce à une chaîne sans fin à larges crans qui entoure ses roues ; il accuse 60 chevaux et traîne une charrue à dix socs.

La nouveauté la plus intéressante à nos yeux, dans ce genre d'appareils, est la *moto-charrue Stock*, de Berlin (3). Un long châssis monté sur deux grandes roues de 2^m,20 de diamètre, dont les jantes sont munies de palettes d'ancrage, porte en avant un moteur à quatre cylindres, de la force de 42 chevaux, et, en arrière, le siège du conducteur et les organes de commande ; une charrue à six socs y est attelée. Les six raies sont exécutées régulièrement à une profondeur de 20 à 25 centimètres. Entre les mains d'un très habile conducteur, l'appareil est d'une souplesse extrême. On m'affirme qu'il est déjà très répandu dans l'Europe centrale et dans l'Afrique du Nord.

Trois systèmes de piocheuses ou laboureuses fonctionnent côte à côte.

C'est d'abord la *bineuse automobile* de M. Eugène Bauche, au Chesnay, près Ver-

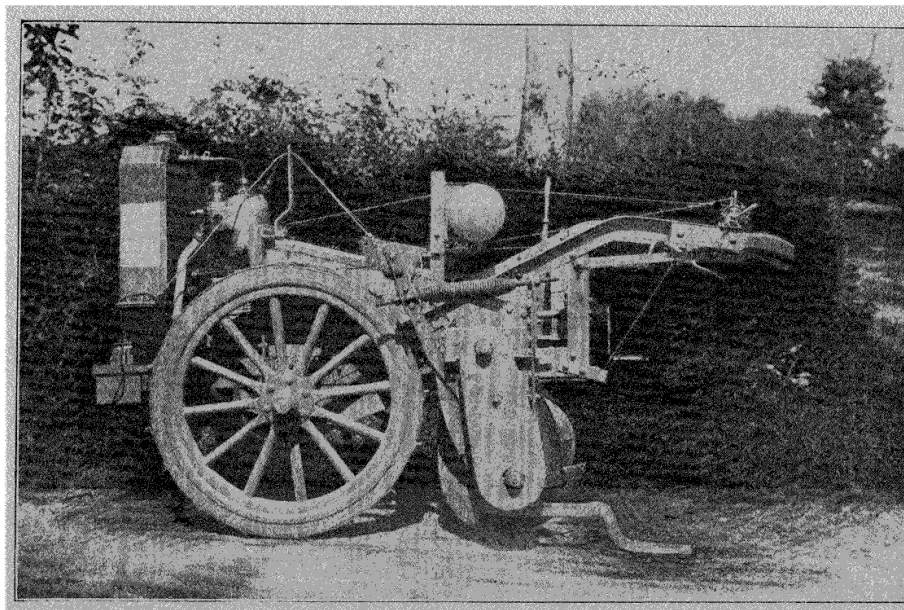


Fig. 67. — Laboureuse Maillet.

sailles, qui est déjà très appréciée (4). Encouragé par le succès, M. Bauche a construit un plus grand modèle dont l'avenir paraît assuré.

(1) *Culture mécanique*, t. I^{er}, p. 130.

(2) Analogue au tracteur Hornsby. *Culture mécanique*, t. I^{er}, p. 39.

(3) Pages 419 et 420 ; Bulletin de juillet 1913.

(4) *Culture mécanique*, t. I^{er}, p. 138.

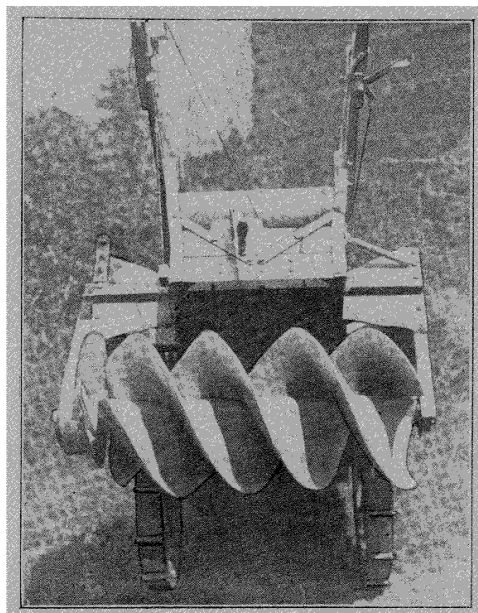


Fig. 68. — Laboureuse Maillet; vue arrière, les mancherons étant relevés pour déterrer la vis.

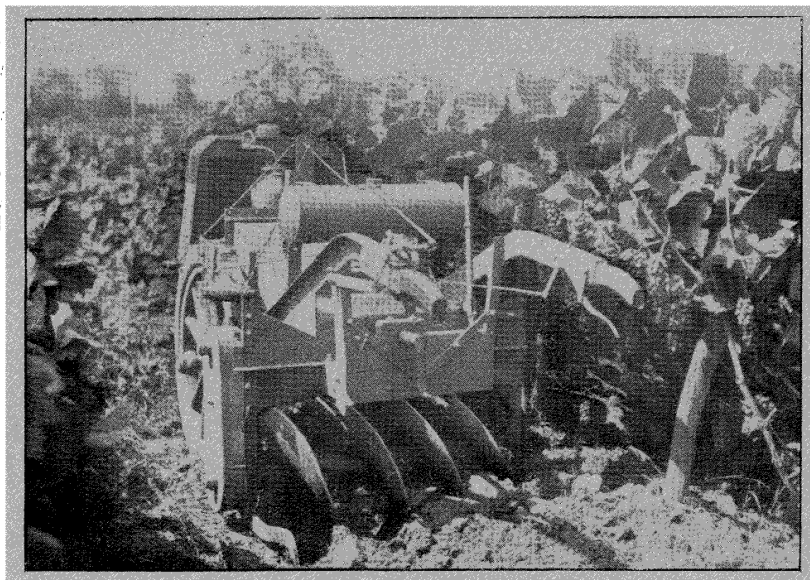


Fig. 69. — Laboureuse Maillet en travail dans une vigne.

Le *motoculteur Meyenburg* (47, boulevard Haussmann, Paris) (1) exécute très régulièrement un déchaumage superficiel.

La *laboureuse automobile* de M. J. Maillet, à Laiz (Ain), est une machine très intéressante. L'organe travaillant, monté derrière le châssis du moteur, est une sorte de vis d'Archimède à plusieurs filets, qui, en tournant, bêchent le sol avec une rare perfection. Cette laboureuse (fig. 67 et 68), qu'un homme dirige de l'arrière par deux mancherons, a été construite pour le travail dans les vignes (fig. 69); on pourrait appliquer le même système à tout autre labour.

Les expériences de Soissons ont ainsi été intéressantes et instructives. On doit féliciter M. Silbernagel, secrétaire général de l'Association française de Motoculture, qui les a organisées et conduites à bonne fin.

Sur les appareils de culture mécanique pour la Tunisie,

par M. JULES GUIGNARD, mécanicien agricole, à Saint-Henri (Tunis).

En ce moment, il y a en Tunisie une période d'évolution de la culture mécanique, qui passionne énormément tous les colons, petits et grands.

Jusqu'à présent, il n'est venu à Tunis que des tracteurs de différentes marques, et tous donnent à peu près les mêmes résultats; mais ils ne changent en rien le mode de culture; ils ne font que de tenir lieu et place de quelques paires de bœufs: si on leur fait tirer une charrue à disques, la dureté du sol ne permet pas aux disques de pénétrer et l'on n'arrive même pas à faire un grattage. Si, au lieu de disques, l'on emploie la charrue à soc et à versoir, elle pénètre forcément, mais aussi il faut un tracteur très puissant, donc très lourd, et on fait d'énormes mottes que d'autres outils et les pluies ne peuvent parvenir à pulvériser.

Si l'on fait marcher le tracteur au printemps, époque où les terres seraient à point pour les charrues à disques, le tracteur comprime le sol et les disques, au lieu de pulvériser la terre, en font des bandes qui nécessitent tout un outillage pour ne les émietter qu'imparfaitement. Et encore ces tracteurs n'étant à la portée que des grands propriétaires, leur vente sera limitée.

Le côté intéressant pour les colons est celui de la moyenne culture, de 200 à 500 hectares. Il y aurait de nombreux acquéreurs pour un bon appareil pouvant se déplacer lui-même et dont les pièces de travail seraient commandées mécaniquement, que ce soient des disques, des toupies, des fraises ou autres. Il est indispensable que ces pièces commandées aient un mouvement de rotation supérieur à celui de l'avancement de l'appareil afin de permettre de pulvériser les sols les plus durs. Et, à mon avis, il n'y a que dans cette voie qu'on trouvera un appareil léger et d'un prix abordable à la petite et à la moyenne culture.

(1) Pages 699; Bulletin de mai 1913.

Laboureuse Vermont-Quellenec,

par M. FERNAND DE CONDÉ, Ingénieur agronome.

La machine Vermont-Quellenec (31, rue Saint-Guillaume, Paris) est une laboureuse à pièces travaillantes animées d'un mouvement circulaire continu autour d'un axe horizontal perpendiculaire au sens d'avancement de la machine, dont le principe est donné par la figure 70.

L'appareil est une automobile munie d'un moteur à explosions à quatre cylindres de 125 millimètres d'alésage et de 140 millimètres de course et développant une puis-

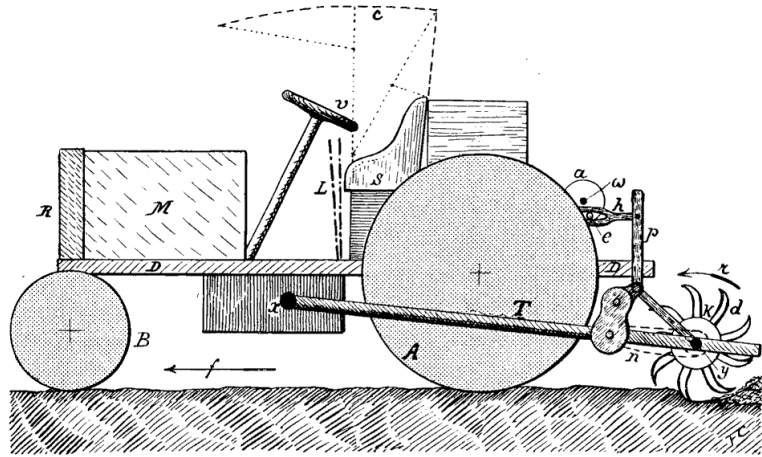


Fig. 70. — Principe de la laboureuse rotative Vermont-Quellenec.

A, roues motrices.
B, roues directrices.
D, châssis.
M, moteur.
R, radiateur.
L, leviers de manœuvre.
S, siège.
v, volant de direction.
c, capote.
f, sens de déplacement de la laboureuse.

K, cylindre piocheur tournant suivant r autour de l'axe y .
d, dents piocheuses.
n, chaîne de commande du cylindre piocheur.
T, bâti du cylindre piocheur, pouvant tourner autour de l'axe x .
a, roue tournant autour de l'axe ω et relevant le cylindre piocheur K par l'intermédiaire du galet c et des pièces h et p .

sance de 40 chevaux à 1 000 tours. Les roues arrière, motrices, ont 1^m,70 de diamètre et 0^m,35 de largeur de jante ; une couronne amovible permet de porter cette largeur à 0^m,50. La machine se déplacerait sur route à une vitesse de 6 kilomètres à l'heure. Elle comporte quatre vitesses, correspondant dans les champs, d'après le constructeur, respectivement à 5^{km},7, 3^{km},6, 2^{km},4 et 1^{km},6 par heure.

À l'arrière se trouve un arbre y parallèle à l'essieu et sur lequel sont fixés neuf disques K servant de porte-outils. Sur chacun de ces disques sont montées neuf pioches d ou dents recourbées assez analogues à des dents de scarificateur. Ces dents sont diri-

gées dans leur partie droite suivant les rayons des disques. L'ensemble du cylindre piocheur est rigide.

Ce cylindre piocheur est commandé à chaque extrémité par une chaîne n venant d'un arbre actionné par le moteur au moyen d'un cardan ; il peut tourner à une vitesse de 80 à 200 tours par minute. Il est monté sur un bâti T articulé en x avec le châssis de la machine et que l'on peut faire relever par le moteur par le mécanisme suivant : la roue a , commandée par vis sans fin, tourne autour de l'axe ω ; cette roue porte un galet e passant dans une lumière ménagée dans la pièce h ; l'ensemble forme donc excentrique, permettant de relever le bâti T et l'outil piocheur K par l'intermédiaire des pièces h et p . Le poids du cylindre piocheur est, d'après le constructeur, de 1 200 kilogrammes. Le poids de l'ensemble de la machine est de 5 500 kilogrammes. Le diamètre du cylindre piocheur est de 0^m,90.

Un seul homme, le mécanicien, suffit pour la conduite de la machine et toutes les manœuvres peuvent être exécutées du siège.

*
* * *

Cette laboureuse a pris part aux essais de Bourges (octobre 1912) et les chiffres suivants sont calculés d'après ceux fournis par la Commission de l'Automobile-Club.

	1 ^{er} jour.	2 ^e jour.
Largeur de travail (mètres)	4 ^m ,70	4 ^m ,70
Profondeur moyenne de travail (centimètres),	13,25	16,2
Vitesse en travail (mètres par seconde)	0 ^m ,39	»
Surface labourée (ares)	76 ^a	29 ^a
Temps pour labourer un hectare (heures, minutes).	6 ^h 51 ^m	»
Consommation d'essence par hectare (litres).	80 ^l ,9	»
Volume de terre amenblie par litre de combustible (mètres cubes)	16 ^m c,3	»

Le premier jour, la terre argilo-siliceuse et légèrement caillouteuse était facile à travailler, bien qu'un peu humide.

Un autre modèle comporte un moteur de 60 chevaux et travaille sur une largeur de 1^m,80. Cet appareil, présent à Bourges, n'a pas pris part aux essais.

Nous avons appris qu'une laboureuse Vermont-Quellennec a été employée en service régulier pendant une année dans une exploitation voisine de Cernay-la Ville (Seine-et-Oise).

Concours.

Prague. — La Société centrale agricole de la Bohême a ouvert un concours spécialement réservé aux charrues déplacées par des moteurs à explosions, afin de se rendre compte de la quantité de travail effectué et du prix de revient d'un hectare labouré à 0^m,15 de profondeur.

Les essais ont eu lieu les 9 et 10 septembre 1913 sur les domaines de Jenc, près Prague, à proximité de la gare de Litovice.

Tracteurs à adhérence totale. — Le ministère de la Guerre organise, pour février 1914, une épreuve d'endurance de tracteurs automobiles à adhérence totale, sans remorques. Les appareils seront classés en deux catégories :

1° Tracteurs lourds, susceptibles de remorquer une charge roulante d'au moins 15 tonnes;

2° Tracteurs légers, susceptibles de remorquer une charge roulante d'au moins 8 tonnes.

Société des Agriculteurs de France. — Par suite de sa participation aux expériences organisées par les soins du Ministère de l'Agriculture d'après l'arrêté du 23 août 1913 (1), la Société des Agriculteurs de France a décidé d'ajourner les expériences de culture mécanique (2) qu'elle se proposait de faire à partir du mois d'octobre 1913.

Essais du Ministère de l'Agriculture. — Vingt machines ont été admises aux essais qui se poursuivent sur le domaine de l'École nationale d'Agriculture de Grignon. Nous donnons ci-dessous la liste de ces machines dont plusieurs ont été déjà décrites dans cette *Revue de Culture mécanique*.

A. — CONSTRUCTEURS FRANÇAIS :

Tracteurs : E. Lefebvre; — V^e A. de Mesmay.

Tracteurs-treuils : A. Bajac; — V. Doisy; — M. Landrin.

Treuils : René Lefebvre.

Tracteur-toueur : G. Filtz.

Charrue-toueuse : Louis Champonnois.

Charrues automobiles : Bénédicti; — Henri Dubois.

Appareils dont les pièces travaillantes sont animées de mouvements : E. Bauche; — Xavier Charmes; — Derguesse-Tourand; — La Motoculture française; — Vermont-Quellenec.

B. — CONSTRUCTEURS ÉTRANGERS :

Tracteurs : Compagnie internationale des machines agricoles; — Holt; — Société Franco-Hongroise.

Charrues automobiles : Stock; — Wallut et Cie.

(1) Voir p. 339.

(2) *Culture mécanique*, t. I^{er}, p. 93 et 149.

NOTES DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Changements de dimensions du béton, armé ou non, avec le temps. — Le numéro du 21 décembre 1912 de la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* contient un article de M. OTTO GRAF donnant les résultats d'expériences faites au laboratoire de l'École supérieure de Stuttgart sur les modifications des pièces de béton avec le temps. Il ne contient malheureusement aucun détail sur les procédés qui ont été employés pour ces mesures; il fait connaître seulement les résultats.

La Commission du Ciment armé, nommée par le Ministre des Travaux Publics de France le 19 décembre 1900 et qui a fait les travaux dont s'est inspirée la circulaire du 20 octobre 1906, servant actuellement de règle en France pour les travaux en béton armé, avait fait naturellement des recherches sur le même sujet. Ces recherches figurent dans l'ouvrage (publié en 1907 à la Librairie Dunod) qui rend compte des travaux de la dite commission. Il est intéressant de comparer les résultats qu'elle avait trouvés, et qui ont été quelque peu complétés depuis au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, à ceux qui ont été obtenus à Stuttgart.

Les expériences ont porté sur du béton non armé, du ciment pur et du béton armé.

I. Béton non armé. — Les expériences de M. Graf ont duré six ans. Il a opéré sur des prismes de 400 cm² de section (20 cm × 20 cm) et de 1 m de longueur.

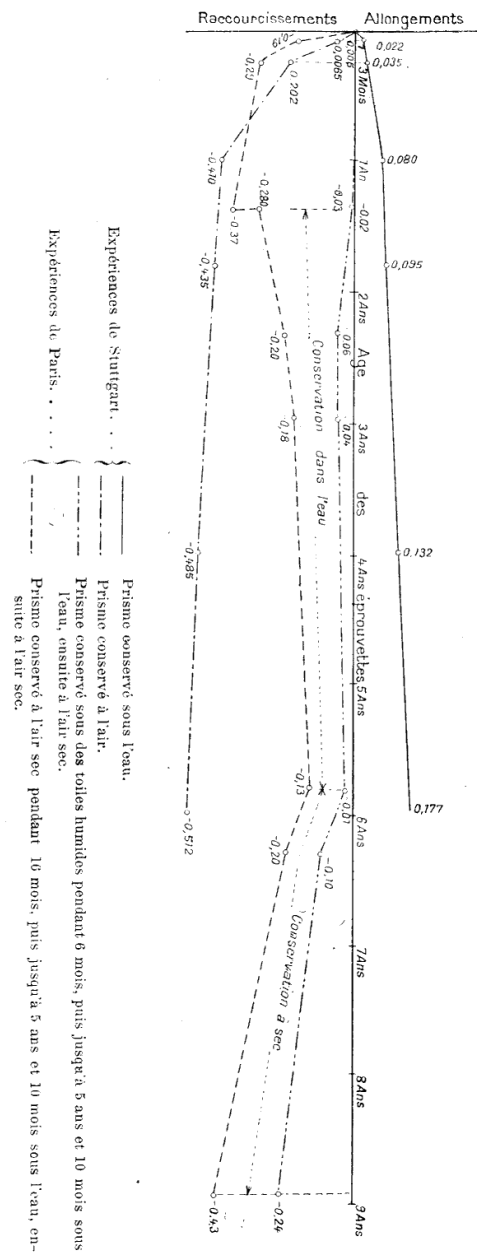
Les prismes essayés à Paris avaient 15 cm × 15 cm de section et 1 m de longueur. Ils étaient donc peu différents (voir page 63 du volume de la Commission). Les expériences commencées en juillet 1904, bien avant les expériences relatées dans l'article en question, ont été continuées après la rédaction du volume de la Commission, et, depuis ce moment, n'ont pas fait l'objet de publication. Les résultats obtenus ont été les suivants en millièmes :

Durée de conservation.	Allongements.	
	Béton conservé humide (1).	Béton conservé sec.
Un mois	0 + 0,02 = + 0,02	— 0,14
Trois mois	— 0,15 + 0,14 = — 0,01	0,43 — 0,14 = 0,29
Cinq mois	— 0,2 + 0,2 = 0,00	0,30 — 0,20 = 0,10
Seize mois	— 0,26 + 0,23 = — 0,03	0,60 — 0,23 = 0,37

(1) Ce prisme de béton avait été placé sur une dalle et recouvert de sacs de toile (sacs ayant contenu du ciment), maintenus humides par des arrosages. Ces sacs étaient enfermés dans une boîte, de façon à s'opposer à l'évaporation.

Béton non armé

Allongements avec le temps (en millièmes de la longueur initiale);



Au bout des temps ci-dessus indiqués, tous ces prismes ont été immergés et conservés sous l'eau pendant cinq ans et demi. Les raccourcissements constatés par rapport à leur longueur de fabrication ont été :

	Allongements provoqués par l'immersion.	
24 heures après l'immersion, soit à seize mois d'âge.	— 0,02	— 0,28
A l'âge de 17 mois.	"	— 0,24
A l'âge de 2 ans et 4 mois.	— 0,06	— 0,20
A l'âge de 3 ans.	— 0,04	— 0,18
A l'âge de 5 ans et 10 mois.	— 0,01	— 0,13

Ils ont été ensuite replacés tous deux au sec, et ont donné, après six mois de nouvelle dessiccation, comme raccourcissement :

A l'âge de 6 ans et 4 mois.	— 0,10	— 0,23
A l'âge de 8 ans et 9 mois.	— 0,24	— 0,43

(Le dernier chiffre des résultats n'est approché qu'à une ou deux unités près, par suite notamment de la production de dépôt sur les extrémités des tiges immergées. Il est surprenant que les observateurs de Stuttgart prétendent à une approximation de l'ordre du micron. Faute de détails, il est impossible de discuter la précision de leur méthode.)

Pour faciliter la comparaison des résultats, nous avons porté sur la même figure les résultats obtenus à Stuttgart et à Paris. Les chiffres marqués sur la figure représentent des millimètres et, par conséquent, des millièmes de la longueur totale. Les allongements sont portés vers le haut, les raccourcissements vers le bas (fig. 1).

On voit immédiatement que les allongements obtenus à Stuttgart sont beaucoup plus grands que ceux que nous avions constatés. Mais cela n'est nullement surprenant ; à Stuttgart, les prismes étaient immergés dans l'eau ; à Paris, ils étaient placés sous des linges humides.

Le procédé de conservation à l'humidité employé à Paris supprime presque toute variation de longueur pendant la prise ; et, d'après les résultats d'essai, on peut même immerger dans la suite un prisme qui a été ainsi conservé pendant seize mois sans amener de changement sensible dans sa longueur. Si on vient ensuite à le dessécher, il se contracte ; mais moins, semble-t-il, que le prisme conservé sous l'eau. La prise sous des linges humides serait la meilleure manière de stabiliser le béton. Il semble qu'il y ait là, même pour les pièces destinées à être immergées dans la suite, un excellent procédé pour fabriquer des pièces à peu près invariables.

La conservation à l'air sec est le procédé qui conduit aux plus grandes variations de longueur ; elles atteignent, en six ans, — 5×10^{-4} , tandis que dans l'eau on n'atteint pas 2×10^{-4} .

La dessiccation produit des diminutions de longueur considérables, même sur les bétons qui ont été immergés pendant des années. Ce retrait s'accroît pendant plusieurs années après l'immersion.

II. *Béton armé.* — Les résultats obtenus à Stuttgart sur des prismes de béton de $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$, armés d'une barre de 20 mm de diamètre passant par le

centre des sections, sont assez surprenants. Les ordonnées sont sensiblement celles des courbes précédentes divisées par deux. Cependant, le rapport de l'aire de la section droite du béton à celle de la section de la tige d'acier

$$\frac{400}{3,14} = 127.$$

mais le coefficient d'élasticité de l'acier étant environ dix fois plus grand que celui du béton, les réactions élastiques de l'une sur l'autre sont les mêmes que celles de deux tiges d'une même matière dont l'une aurait une section égale à douze fois celle de l'autre, les réductions d'allongement devraient donc être de l'ordre du douzième. On s'explique mal, dans ces conditions, la réduction observée sur les mouvements du béton. On comprendrait que l'influence de la barre fût importante avant le durcissement complet du béton. Mais la proportion entre les variations du béton armé ou non reste, de trois mois à un an, la même qu'auparavant. Ici encore, des indications précises sur le mode opératoire seraient nécessaires.

Dans les essais faits à Paris, la réduction avait été beaucoup moindre, bien que l'armature fût relativement plus considérable. Section de béton, $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} = 225\text{ cm}^2$; section d'acier, 4 barres de 12 mm, soit $4,52\text{ cm}^2$. Rapport

$$\frac{225}{4,52} = 50.$$

Les réactions élastiques du métal sur le béton pouvaient être de l'ordre de $1/5 = 0,2$. C'est bien à peu près la réduction qu'on a observée pendant la période de conservation à sec. On a trouvé les raccourcissements suivants :

Durée de conservation.	Raccourcissements.	
	Béton armé.	Béton non armé.
A 30 jours	0,19	0,19
A 3 mois	0,26	0,29
A 16 mois	0,30	0,37

Dans la suite, les écarts se sont même atténués. Il n'y a aucune relation avec les expériences de M. Graf. Il doit exister une erreur systématique dans l'une ou l'autre série d'expériences. Il serait intéressant de la rechercher.

A. MESNAGER.

* *

Appareil Fernex permettant le séjour dans l'eau et les milieux irrespirables. — M. Maurice Fernex a mis au point et expérimenté un appareil qui, dans certains cas, peut remplacer l'attirail du scaphandrier.

Nous disons dans certains cas ; il ne s'agit pas, en effet, avec l'appareil Fernex, d'aller mailler les chaînes de relevage aux boucles des sous-marins, et l'inventeur n'a pas eu la prétention de créer un appareil qui pût être substitué au scaphandre. Celui-ci a un rôle bien défini, qu'il remplit parfaitement ; mais il ne peut être employé que pour des travaux importants, difficiles et de longue haleine, qui justifient la mobilisation d'une équipe de spécialistes et laissent tout le temps à ces derniers de se mettre en mesure de plonger.

Mais combien nombreuses les menues occasions où il faudrait qu'un homme allât sous l'eau et où l'on ne peut faire appel aux scaphandriers, soit parce que leur intervention serait trop coûteuse, soit parce qu'elle ne pourrait avoir lieu en temps utile !

Ce sont, à vrai dire, des cas courants, en rivière ou dans les ports de mer ; et c'est alors que l'appareil de M. Fernex trouve son application.

Cet appareil, en effet, est d'une grande simplicité et d'un emploi rapide et économique ; il est portatif, ne nécessite comme accessoire qu'une pompe pour pneus d'autos, et peut être revêtu, en quelques secondes, par un homme en caleçon de bain.

Il a été expérimenté, en Seine, devant M. Duprey, inspecteur général de la navigation, assisté d'un capitaine de sapeurs-pompiers et de plusieurs médecins-majors ; et devant le Préfet de police, lors des épreuves du concours Lépine.

D'autre part, le Comité des Constructions et Beaux-Arts, appelé à apprécier l'invention, a chargé l'un de ses membres, M. d'Allemagne, d'aller assister à des expériences de plongée, auxquelles devait se soumettre M. Fernex à la piscine Ledru-Rollin. M. d'Allemagne, à l'issue de ces épreuves, a rédigé un rapport, que nous reproduisons ci-dessous, où il donne la description et une critique de l'appareil.

Les conclusions de ce rapport sont les mêmes que celles qui furent adoptées par les autres commissions chargées d'étudier l'appareil Fernex.

Il semble donc bien acquis que ce dernier est susceptible de rendre de grands services, toutes les fois que devra être effectuée une plongée *immédiate*, ne comportant pas l'exécution de travaux pénibles.

C'est ainsi que l'invention de M. Fernex paraît devoir trouver une application continue dans les postes de sauvetage, chez les pêcheurs de perles et d'éponges, dans les bassins des Compagnies de navigation, etc.

D'autre part, les marins et les bateliers devront toujours l'avoir à bord : il leur permettra de réparer, rapidement et sans frais, de menues avaries et leur rendra bien des services divers ; lorsque, par exemple, une amarre ou des herbes étaient enroulées dans l'hélice d'un bateau, quel mal n'avait-on pas à dégager cette dernière ?

Enfin, sur la demande du Préfet de police, l'inventeur a ajouté à son appareil une pince pour obturer les narines.

Ce détail n'est pas sans importance ; il montre, en effet, qu'on peut, dès lors, compter sur l'appareil Fernex, pour rendre possible l'accès et le séjour dans les locaux incendiés ou envahis par des gaz délétères ou toxiques.

C'est pourquoi, M. d'Allemagne a, lui aussi, mentionné l'adoption de la pince pour les narines, dans le rapport qui suit :

Rapport sur l'appareil Fernex.

L'appareil Fernex, que votre Commission m'a chargé d'aller voir expérimenter à la piscine Ledru-Rollin, est composé d'une sorte de bâillon en caoutchouc, qui se place entre les gencives et la partie interne des lèvres. Cette plaque est percée de deux trous par lesquels passent deux tubes en caoutchouc, l'un très court et muni d'un clapet permettant l'évacuation de l'air provenant de l'expiration ; le second tube est relié à la

terre ferme par un long tube en caoutchouc, qui sert de conduit pour l'adduction de l'air, qui est envoyé à l'aide d'une pompe à bicyclette.

A quelque distance de ladite pompe se trouve un réservoir quadrangulaire en caoutchouc, qui est destiné à servir de régulateur pour l'envoi de l'air de façon que l'air parvienne au plongeur toujours avec la même pression.

Le plongeur porte à la main une sorte de harpon en plomb, qui est destiné, par son poids, à le maintenir au fond de l'eau.

L'avantage de l'appareil Fernex consiste dans la modicité de son prix (200 francs) et surtout dans la rapidité avec laquelle il peut être endossé.

Les inconvénients que nous lui avons trouvés résident dans la fragilité du mode de fixation, qui consiste en une ceinture qui vient s'attacher derrière la tête. Il nous semble également que le harpon en plomb, qui immobilise une main du plongeur, constitue une disposition fâcheuse.

Sur la demande qui lui en a été faite, l'inventeur a ajouté une pince pour obturer les narines.

Il y a, dans l'invention de M. Maurice Fernex, une idée réellement intéressante, que nous serons heureux de voir récompenser par la Société.

D'ALLEMAGNE.

*
* *

Le monte-charge Exe. — Le renchérissement général de toutes choses n'a pas été sans exercer une profonde influence sur les travaux du bâtiment.

Le prix, actuellement très élevé, du terrain dans les grandes villes a entraîné une augmentation des loyers telle, que la place est devenue beaucoup trop précieuse pour qu'on la puisse couramment perdre en murs épais et en massifs de maçonnerie.

Il en est résulté la généralisation de méthodes de construction, relativement récentes, caractérisées par l'emploi du ciment armé et des ossatures métalliques.

Dès lors, l'organisation des chantiers fut modifiée, autant par les nécessités du transport et de la mise en œuvre des matériaux nouveaux, que par l'obligation qui s'imposa de construire plus vite.

Ce n'est pas, en effet, pour un propriétaire, un bénéfice négligeable, que de gagner un terme sur les délais d'achèvement de sa maison.

D'autre part, le coût de la main-d'œuvre poussait à la réduction du personnel et hâtait l'exécution des ouvrages.

Aussi les entrepreneurs ont-ils été amenés à rechercher tous les moyens susceptibles de faciliter et d'accélérer le travail de leurs ouvriers.

C'est pourquoi, depuis quelque temps, nous voyons les chantiers de construction se garnir de coûteux et puissants appareils de manutention et de levage, tels que bétonnières rotatives, estacades, derricks, ponts roulants, etc.

Tous les procédés, autrefois presque exclusivement industriels, de transport des charges ont été mis à la disposition des équipes du bâtiment, qui aujourd'hui en font usage de façon quotidienne.

C'est dire que le monte-charge de M. Émilien Seulin, ingénieur à Valenciennes, vient à son heure.

De plus, il répond à un besoin. En effet, les appareils puissants, que nous avons mentionnés plus haut, ne sauraient être employés avantageusement que pour des constructions d'une certaine importance. On s'en sert à Paris, lors de l'exécution des

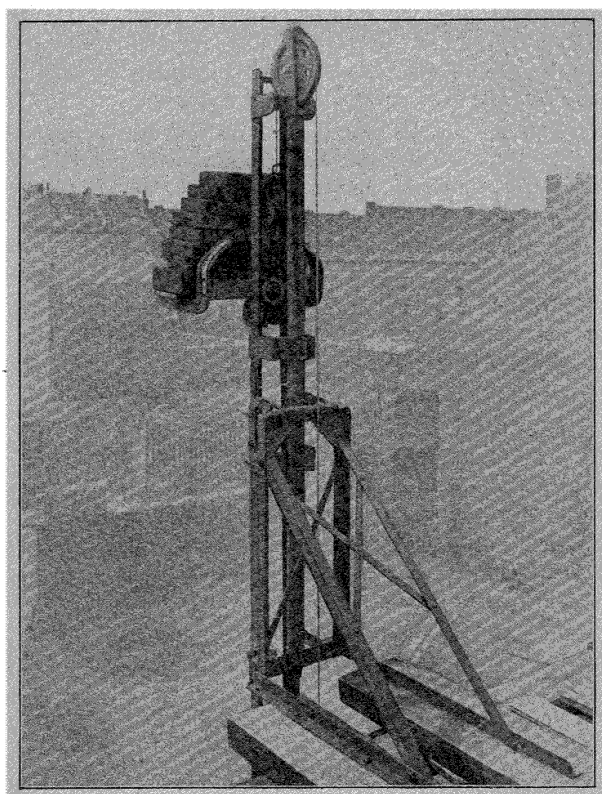


Fig. 1. — La tête pivotante du monte-charge « Exe. » Arrivée de la charge.

maisons de rapport de 6 ou 7 étages. Mais ils seraient hors de proportion avec les nécessités de mise en œuvre d'un bâtiment d'usine, par exemple, ou d'une habitation courante de province, à 2 étages au plus.

De tels bâtiments, généralement élevés en matériaux de pays; ne pourraient donc pas bénéficier des progrès réalisés sur d'autres chantiers plus vastes, bien que les mêmes raisons pécuniaires que sur ces derniers, toutes proportions gardées, pussent en faire désirer l'exécution rapide.

C'est en de telles circonstances, les plus fréquentes en somme, que se manifeste l'utilité de l'appareil construit par M. Seulin.

Cet appareil, en effet, sert surtout à la **montée** rapide des petites charges. Il en existe deux modèles, qui varient seulement par leur force — l'un portant 200 kg et l'autre 500 — mais qui sont constitués de façon identique.

Chacun d'eux se compose de 5 éléments essentiels :

1° Le treuil; 2° le câble; 3° les montants; 4° le chariot; 5° la tête pivotante.

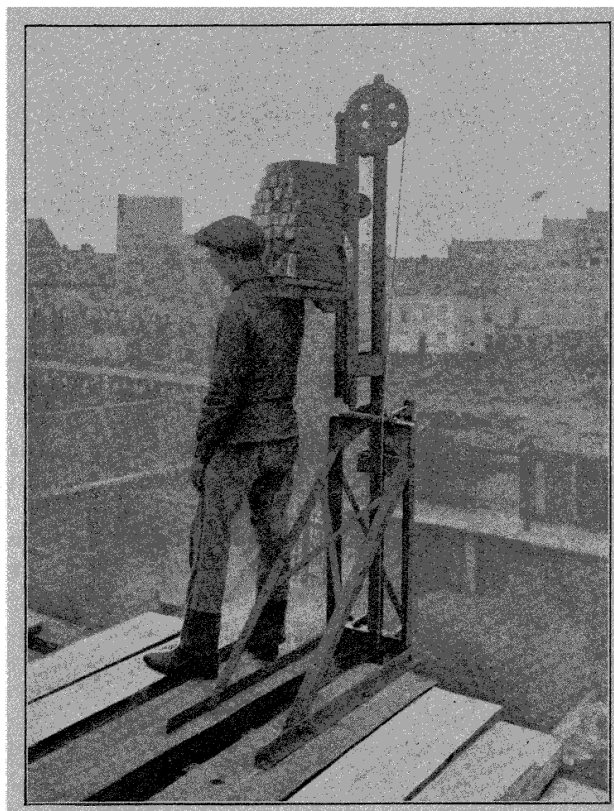


Fig. 2. — La tête pivotante du monte-charge « Exe ». Reprise de la charge.

On peut apercevoir tous ces éléments sur les photographies que nous reproduisons, exception faite du treuil, qu'on imagine facilement.

Ce dernier, qui est mû par un moteur électrique ou par un moteur à essence, est supporté par un bâti en acier profilé très léger mais très résistant.

On le manœuvre à l'aide d'un levier qui, une fois l'appareil embrayé, assure tous les mouvements.

La charge est placée dans un chariot, mobile le long de montants en acier profilé. Ces derniers, coulissant les uns dans les autres, permettent, lorsque l'appareil est en-

tièrement déployé, d'atteindre une hauteur de 18 m, — ou même une hauteur supérieure, si l'on ajoute des éléments intermédiaires. Dès lors, entraîné par un câble à fils fins pour petits enroulements, le chariot, qui est une pièce moulée, s'élève guidé dans tous les sens par un jeu de 5 galets.

En haut de sa course, il s'arrête sur une pièce, dite « tête pivotante », formant le prolongement des montants, mais constituée de telle sorte qu'il lui soit possible, par rotation autour d'un axe vertical, de se déplacer jusqu'à amener le chariot à l'intérieur du bâtiment. On peut alors prendre la charge sans effort et sans danger.

Cette disposition spéciale, à elle seule et indépendamment des autres avantages de l'appareil, justifierait l'adoption de ce dernier, — les autres treuils ou sapines ne permettant de saisir et de décrocher la charge, arrivée au niveau supérieur, que moyennant de grandes précautions.

Le chariot est susceptible de recevoir, soit un bac pour le mortier, soit une plate-forme pour les briques ou les pierres.

De plus, dans le modèle de 500 kg, la tête pivotante peut être remplacée par une potence, qui permet de faire monter toutes pièces, quelles que soient leurs dimensions.

On conçoit qu'un tel appareil puisse faciliter singulièrement la main-d'œuvre dans une construction courante. Moyennant une consommation de 2 à 3 chv, il élève 30 000 à 50 000 briques dans une journée.

Il a enfin l'avantage, étant peu encombrant, de pouvoir être monté n'importe où et déplacé facilement selon les exigences des travaux.

Méthodes d'assainissement des habitations, de M. Knapen. Procédés pour combattre l'humidité dans les constructions et y assurer l'aération naturelle des locaux. — L'humidité est toujours restée le grand obstacle à la conservation des bâtiments.

Nous ne dirons rien de son influence sur l'hygiène des habitations ; nous rappellerons seulement que l'on a affirmé à juste titre : « qu'avec l'air confiné et l'obscurité, elle occasionne plus d'infirmités et de décès que les guerres et les épidémies ».

Plus grands encore sont les ravages qu'elle est susceptible d'exercer sur les immeubles eux-mêmes, les plus soignés qu'ils fussent et les mieux construits.

Aussi les architectes ont-ils eu, de tout temps, à prévenir son action et à lutter contre ses effets, très divers mais constants.

Dans ce but et depuis de longues années, ont été proposées bien des méthodes et préconisés de nombreux remèdes, dont la multiplicité même est l'indice d'une efficacité fort incertaine.

Au reste, il paraîtrait que quelques uns de ces moyens, destinés à protéger les constructions contre l'humidité, n'aient jamais été que « des hérésies physiques et des causes de destruction ajoutées aux autres ».

C'est un ingénieur belge, M. Knapen, qui l'affirme et le montre.

M. Knapen a, en effet, étudié les lois qui régissent les phénomènes de pénétration de l'humidité dans les matériaux et il a noté l'action exercée par cette humidité —

qu'elle vienne du sol ou de l'atmosphère — sur les diverses parties d'un bâtiment.

Ces recherches, et les expériences auxquelles il s'est livré, l'ont conduit à l'invention d'un système d'assèchement très simple et dont l'efficacité semble complète.

M. Knapen a fait l'exposé de ses travaux et décrit son procédé, en France, à diverses reprises, en d'assez nombreuses conférences ; et ce sont des Français qui ont fondé la première société d'études et d'application de ce procédé à Paris — à telle enseigne que M. Knapen a bien voulu dire que « si la découverte est d'origine belge, elle est devenue française d'adoption ».

Dès lors, le Comité des Constructions et Beaux-Arts, qui est vivement intéressé par cette question, n'a pas cru devoir imposer à l'inventeur la fatigue d'une nouvelle conférence ; mais il a décidé d'insérer dans ses notes la description des procédés Knapen « *d'assèchement des constructions* » et « *d'aération différentielle* ».

I. *Procédé Knapen d'assèchement des constructions* (1). — M. Knapen, dans ses études préliminaires, pose en principe que, dans une construction, tous les matériaux sont poreux, mais à des degrés différents. Comme tels, ils se laissent pénétrer par les liquides et par les gaz.

Il en résulte, entre eux, des échanges qui sont régis par les lois physiques :

- 1° De la dissolution et de la saturation ;
- 2° De l'évaporation et de la condensation ;
- 3° De la capillarité et de l'attraction moléculaire.

L'intensité de ces échanges et des transformations des liquides et des gaz, qui en sont la conséquence, est fonction des milieux géologiques ou climatiques, de l'orientation, de la nature et de l'espèce des matériaux, de la manière dont ceux-ci sont assemblés entre eux, de leur coefficient hygroscopique.

Ceci posé, nos constructions prenant appui sur le sol ou dans le sol, se trouvent sur le chemin des échanges de gaz et de vapeurs qui s'établissent entre la terre et l'atmosphère.

Par suite, tout bâtiment sera fatalement pénétré, en bas par l'eau et les gaz des sous-sols et, en haut, par l'humidité atmosphérique provenant, soit des agents climatiques, soit de l'évaporation produite par la vie à l'intérieur des habitations.

En résumé, l'humidité des constructions provient principalement :

- 1° De l'eau de capillarité ;
- 2° De l'eau de condensation.

L'eau de capillarité est celle qui, contenue dans le sol, monte dans les murs en envahissant les interstices moléculaires des matériaux qui les constituent.

Pour donner une idée exacte de ce phénomène M. Knapen a réalisé une expérience qui montre bien ce qui se passe dès que la première assise d'une fondation est posée sur un sol mouillé.

Dans une cuvette plate qui contenait 80 mm d'eau distillée à 4°, il a placé, debout, trois prismes de terre cuite, ayant des coefficients de porosité différents.

(1) D'après le compte rendu d'une conférence paru dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France* (avril 1911).

Ces prismes, mesurant 15 cm de hauteur, 4 cm de côté, et présentant une cheminée axiale de 10 mm de diamètre qui servait à surveiller l'ascension intérieure du liquide, étaient constitués respectivement de 25 p. 100, 40 p. 100 et 60 p. 100 de sable siliceux pour 75 p. 100, 60 p. 100 et 40 p. 100 d'argile.

Le jour de l'expérience, le baromètre marquait 757 mm, le thermomètre 14°, l'hygromètre 60°.

Or on sait, qu'à 14° centigrades et à 96° de l'hygromètre, le mètre cube d'air contient 11,900 g d'eau. A 60° de l'hygromètre et à la même température, il n'en contient plus que 7,14 g.

Connaissant donc, au moyen de ces données l'état de l'air ambiant; connaissant, d'autre part, le volume des prismes, et la quantité de l'air qui les pénétrait d'après leur porosité, on pouvait indiquer la quantité d'eau que la capillarité pouvait encore introduire dans ces prismes pour les amener à l'état d'imbibition complète.

C'est ce qu'a vérifié l'expérience Knapen.

On conçoit, par suite, que, dans des conditions analogues, il soit possible de mesurer le degré hygrométrique d'un mur et de connaître la capacité hygroscopique de ses éléments, ainsi que la quantité d'eau qu'ils contiennent.

On peut donc se rendre compte, suivant le degré de saturation de l'air ambiant et selon la porosité des matériaux, de la rapidité avec laquelle ces derniers seront envahis par l'eau et de quelle quantité ils seront susceptibles de se laisser imprégner.

Des mesures faites, à Lille, par M. Businne, professeur de chimie à la Faculté des Sciences de cette ville, ont montré que certaines pierres à bâtir pouvaient, à saturation, contenir jusqu'à 10,48 p. 100 d'eau, et les briques, suivant les espèces, de 10,60 à 17,03 p. 100.

M. Knapen a reconnu, d'autre part, que la force avec laquelle l'eau envahit les corps poreux peut s'évaluer entre 2 ou 3 atmosphères; que, de plus, un mur se laisse d'autant plus facilement imprégner, qu'il est déjà humidifié par des gaz saturés, ou pénétré par des sels en cristaux ou couvert d'efflorescences.

Pourtant, dans ce mur, l'eau ne montera pas indéfiniment; car l'attraction du liquide sur lui-même finit par devenir plus forte que l'attraction due à la capillarité, lorsqu'une certaine hauteur est atteinte; l'ascension peut même être arrêtée avant cette hauteur limite si, à un moment donné, la surface de mur imbibée est suffisante pour provoquer l'évaporation d'une quantité d'eau égale à celle qui est aspirée quotidiennement.

Ce dernier fait montre l'inconvénient de placer, à la base des constructions, un soubassement en pierres dures dont la texture serrée semble devoir protéger les assises supérieures contre la montée de l'humidité. Ce soubassement, en effet, finit toujours par être imprégné et comme, à cause de sa faible porosité, il ne laisse évaporer qu'une petite quantité de l'eau qui l'envahit, celle-ci doit monter jusqu'à ce que la surface d'évaporation soit devenue suffisante pour laisser échapper l'humidité reçue chaque jour. Ainsi, la pratique, couramment admise, des soubassements en pierres denses est désapprouvée par M. Knapen, qui condamne toute imperméabilisation, plus ou moins complète, des matériaux placés au-dessus du sol.

Cette imperméabilisation, dit-il, légitime dans l'eau, constitue, au-dessus de celle-

ci, une hérésie physique et une cause de destruction des matériaux ajoutée aux autres.

Dans le même ordre d'idées, il paraît absolument inutile, bien que ce soit à peu près la seule défense connue jusqu'ici, d'intercaler, entre les fondations et les murs en élévation, des couches de matières imperméables.

Ces dernières, en effet, rongées ou décomposées, à la longue, par les gaz, les acides et les sels, que l'eau de capillarité ou de condensation amène à leur contact, finissent par ne plus réaliser l'isolement désiré. Au reste, elles n'empêchent pas la capillarité au-dessus, ni au-dessous d'elles et ne constituent aucune protection contre l'humidité de condensation.

Celle-ci pourtant est loin d'être négligeable. Elle est la conséquence des différences thermiques qui existent entre l'air ambiant et les matériaux employés dans les constructions.

Les murs, en effet, qui sont à une température inférieure à celle de l'atmosphère baignant une de leurs faces, et qui, de plus, sont encore refroidis par l'évaporation de leur eau de capillarité, amènent au point de saturation l'air humide qui se trouve en contact avec eux. Ils en recueillent l'eau de condensation.

S'ils sont, d'autre part, constitués par deux sortes de matériaux, ils peuvent être le siège d'un autre phénomène :

Ainsi, dans un mur en briques coupé de bandeaux en pierres, l'humidité qui monte à travers la paroi de briques est condensée, au moment où elle rencontre l'assise de pierres, plus dense et plus froide. Cette dernière absorbe une partie de l'eau, ce qui contribue encore à abaisser sa température ; tandis que l'excédent d'humidité condensée, imprégnant les briques, apparaît sur le parement extérieur de celles-ci.

De ces observations, M. Knapen a déduit une loi susceptible de guider les architectes dans le choix et l'assemblage des matériaux :

« Chaque fois que deux corps sont en contact, le plus dense, ou le moins poreux, condense les vapeurs de l'autre et cela aussi souvent que le degré thermique du premier arrive au point de rosée par rapport au degré de saturation des gaz contenus dans le plus poreux. »

Remarquons que les condensations, qui se produisent dans les murs contenant des matériaux de densités différentes, peuvent être observées également dans ceux qui sont recouverts d'un enduit imperméable. En effet, supposons le mur porté à une température relativement élevée par le chauffage entretenu à l'intérieur du bâtiment. L'enduit étendu sur le parement extérieur de ce mur sera plus froid que celui-ci et moins poreux. L'humidité se condensera à son contact et pourra, en s'accumulant derrière lui, en provoquer le soulèvement et la destruction.

De même le chauffage extérieur, par le soleil, par exemple, pourra provoquer la chute d'un enduit intérieur.

Enfin, aux condensations dues aux diverses causes que nous venons d'énumérer, il faut joindre celles que produit la vie à l'intérieur des locaux : respiration, éclairage, cuisine, etc.

Et à toutes ces sources d'humidité, il convient d'ajouter, encore, celles que constituent l'eau de construction provenant de la confection des enduits, mortiers, etc., et l'eau d'infiltration apportée par les pluies et que laissent pénétrer les défauts de couvertures, etc.

On voit de quelle quantité d'humidité une construction peut être envahie. Et l'on ne connaissait, pour ainsi dire, pas de moyen de s'en débarrasser. Les remèdes employés jusqu'à ce jour étaient destinés à protéger, autant que possible, les habitants contre les conséquences du mal, plutôt qu'à supprimer le mal lui-même.

Supprimer le mal, ce serait provoquer un assèchement rationnel et continu, extrayant l'humidité des murs, au fur et à mesure de sa production.

Le procédé découvert par M. Knapen permet d'obtenir un tel résultat; une expérience très simple en met en évidence le principe.

Considérons un vase contenant de l'eau et de l'huile (fig. 1). Ces liquides y seront séparés par densités : l'eau occupera le fond du récipient, et sera recouverte d'une couche d'huile.

Prenons alors un tube à essais plein d'eau, et, en le tenant renversé, maintenons-le

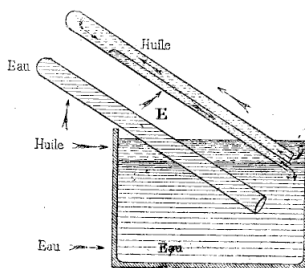


Fig. 1. — Expérience montrant le mouvement d'entrée et de sortie de deux fluides, de densité différente, en contact dans un même conduit.

plongé dans le vase de façon que son ouverture soit dans le voisinage du fond, au sein de la masse d'eau.

Nous n'observerons, dans ces conditions, aucun mouvement de liquide dans le tube; aucun échange entre le contenu de ce dernier et celui du vase.

Mais si, en soulevant le tube à essais, nous en amenons l'ouverture, en partie dans la couche d'huile, nous verrons l'huile monter dans le tube et y prendre peu à peu la place de l'eau — laquelle tombera au fond du récipient, au niveau que lui assigne sa densité.

Il se produira donc, dans l'éprouvette, un mouvement d'entrée et de sortie s'accomplissant dans un tube unique comme à travers les deux branches d'un siphon.

Or, on sait que les gaz se superposent par couches horizontales de densités décroissantes, absolument comme les liquides.

Dans l'air, les différences de densité des différentes couches sont dues à des différences de température ou à la présence de quantités inégales de vapeur d'eau : l'air froid est plus lourd que l'air chaud, et l'air humide que l'air sec.

Considérons donc un tube analogue au tube à essais employé dans l'expérience décrite plus haut, et supposons que ce tube contienne de l'air plus froid et plus humide que l'air extérieur.

Le phénomène observé d'échange entre l'huile et l'eau se produira, de même, entre l'air sec et l'air humide. Le tube considéré, fonctionnant comme siphon monobranche, laissera échapper l'air alourdi de vapeur d'eau et se remplira d'air sec. Et si l'on imagine que cet air sec, une fois dans le tube, se charge à son tour d'humidité, on voit que le fonctionnement du siphon sera continu et automatique.

Tel est l'appareil inventé par M. Knapen.

Le tube, en l'espèce, est constitué par un prisme triangulaire en terre cuite poreuse, percé d'un canal longitudinal.

De tels prismes sont introduits parmi les matériaux des maçonneries humides (figures 2 et 3).

Ils sont disposés, dans un plan perpendiculaire au parement du mur, avec une cer-

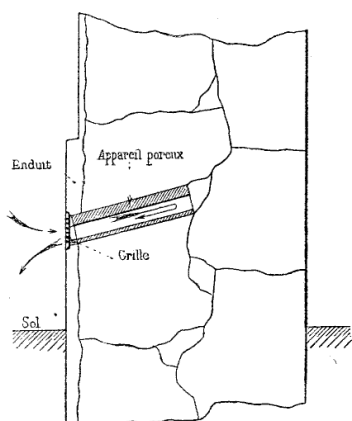


Fig. 2, 3. — Appareil prismatique poreux, dans lequel l'air extérieur vient se saturer de vapeur d'eau, au contact des matériaux d'un mur humide.

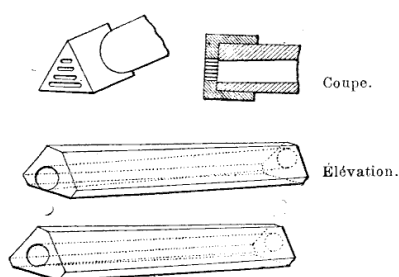


Fig. 3.



Fig. 4. — Coupe montrant la saturation plus rapide des arêtes aiguës.

taine inclinaison; l'une de leurs extrémités, celle qui affleure à l'extérieur, étant à un niveau moins élevé que l'autre, qui est perdue dans l'intérieur de la maçonnerie.

Ainsi noyés dans la masse, ces éléments poreux sont bientôt imprégnés de l'humidité ambiante, qu'ils absorbent dans un certain rayon par capillarité ou osmose (fig. 3).

Or l'air extérieur, relativement sec, a pénétré dans leur canal axial; il s'y charge de vapeur d'eau et, sa densité accrue, glisse suivant la pente de l'appareil et s'écoule, chassé par une nouvelle quantité d'air sec plus léger.

Il s'établit alors, dans le canal de chaque prisme, une circulation permanente d'air entrant et sortant et qui devient d'autant plus rapide que les différences de densité sont plus fortes, c'est-à-dire que le mur est plus humide.

Cet échange se prolonge, d'ailleurs, aussi longtemps qu'il y a déséquilibre entre

l'air extérieur et l'air contenu dans le tube, et par suite aussi longtemps qu'il y a de l'humidité dans le mur.

Au reste, l'assèchement réalisé dans le voisinage d'un tube, l'humidité est appelée de proche en proche dans la zone d'aspiration de ce dernier. Mais il est bon, pour obtenir une action plus complète, de placer suffisamment de tubes poreux pour que leurs zones de protection soient au moins tangentes.

Il ne faut pourtant pas que les tubes soient trop rapprochés, car les différences de densités deviennent trop faibles et la circulation se ralentit.

La distance à garder, entre deux appareils, varie entre 5 et 10 fois le diamètre de leur canal.

On a donné aux éléments poreux une forme prismatique pour augmenter leur sensibilité; les arêtes, à l'intersection de deux plans, arrivant plus vite au point de rosée;

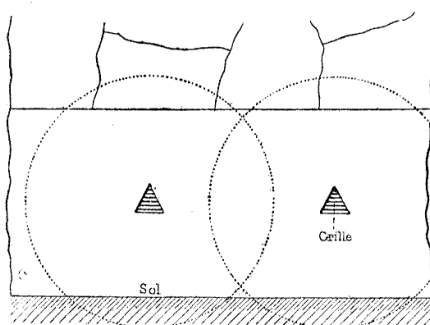


Fig. 5. — Rayon d'action des éléments prismatiques poreux, placés dans une maçonnerie.

(fig. 4) quant au canal longitudinal ménagé dans chaque prisme, il doit avoir un diamètre compris entre 26 mm et 36 mm.

Au-dessous de la limite inférieure indiquée (26 mm), les pertes de charge dues aux frottements arrêtent la circulation; et au-dessus de la limite supérieure (36 mm), la quantité trop grande de gaz, admise dans le canal, permet la diffusion et crée une atmosphère intérieure où ne se constituent pas les courants d'entrée et de sortie.

Entre ces limites indiquées, de 26 et 36 mm, les courants nécessaires se forment très nettement et peuvent atteindre une vitesse de 30 cm à la seconde. De la sorte 10 m³ d'air passent chaque jour dans chacun des éléments.

Or la moyenne hygrométrique variant, en France, entre 60 et 70 degrés, on voit qu'à une température moyenne, chaque mètre cube d'air, traversant l'appareil et s'y saturant, peut enlever plusieurs grammes de vapeur d'eau à un mur humide.

Ceci permet de se rendre compte de l'efficacité du système de M. Knapen, dont on appréciera d'autre part la simplicité et l'ingéniosité.

Employé, comme remède, dans les anciennes constructions, ou de façon préventive dans les nouvelles, il semble appelé à rendre de grands services. Les applications qui en ont été faites ont donné des résultats remarquables.

II. *Méthode d'aération naturelle des habitations dite « aération différentielle »*. — Le procédé, que nous venons de décrire, d'assèchement des matériaux d'une construction, n'est que la première partie de la méthode, inventée par M. Knapen, et ayant pour but l'assainissement des édifices, en particulier des locaux d'habitation.

Tout a été dit en ce qui concerne l'importance de la salubrité des logements : logements d'une famille, ou logements en commun ; et on sait quels ravages font les maladies contagieuses dans les habitations humides et privées d'air.

Un logement sain est celui qui est d'abord protégé contre l'humidité, ensuite suffisamment aéré.

Nous venons de montrer comment M. Knapen était arrivé à lutter efficacement contre l'humidité des constructions et à éliminer celle-ci des maçonneries au fur et à mesure de sa production.

Nous allons exposer quel est le système d'aération qu'il préconise pour compléter sa méthode d'assainissement.

Jusqu'alors, l'aération d'un local était obtenue, soit par l'ouverture des portes et fenêtres, soit par des moyens spéciaux, tels que l'emploi de ventilateurs ou la production d'oxygène accompagnée de l'absorption du gaz carbonique.

Nous ne citons que pour mémoire ces derniers procédés, mécanique et chimique.

D'autre part, on sait ce que vaut la ventilation provoquée par l'ouverture des portes et fenêtres : elle est momentanée et brutale.

On ne peut pas laisser constamment les fenêtres ouvertes : les conditions climatiques obligent bientôt à les fermer.

Heureusement elles ferment mal, sinon toute ventilation serait supprimée dans bien des cas.

On peut donc dire qu'une habitation se compose d'alvéoles clos, qui ne sont le plus souvent aérés que grâce à la mauvaise fermeture des portes et fenêtres et à la porosité des matériaux de construction.

Il est clair qu'un tel mode de ventilation est insuffisant, surtout dans les locaux pourvus du chauffage central.

M. Knapen s'est efforcé de le remplacer par un autre, susceptible d'introduire dans les chambres, sans courant d'air nuisible et d'une façon permanente et continue, un volume d'air neuf égal au volume de l'air usé, ce dernier se trouvant en même temps conduit à l'extérieur.

Pour bien saisir le fonctionnement du système d'aération décrit par M. Knapen, il importe de se rendre compte de ce qui se passe dans l'atmosphère des appartements habités.

On admet que, dans un endroit clos, l'air se partage en couches élémentaires de moins en moins denses à mesure que l'on s'élève ; si, pour une cause thermique, hygrométrique ou chimique, une de ces couches change de densité, elle se met immédiatement en mouvement pour s'arrêter au niveau que lui assigne sa nouvelle densité.

Or, dans un local clos et habité, les différentes manifestations de la vie humaine modifient rapidement l'état de l'atmosphère : elles y accumulent des gaz irrespirables que M. Knapen divise : en gaz plus légers que l'air, tels que l'azote et la vapeur d'eau, et en gaz plus lourds que l'air, comme l'acide carbonique.

Les premiers se réunissent à la partie supérieure des chambres, les seconds s'amassent au ras des planchers.

De plus, M. Knapen fait remarquer que, dans un local où sont ainsi accumulés les gaz usés, un courant d'air neuf, allant d'une ouverture percée dans l'une des parois à une autre ouverture ménagée dans la paroi opposée, ne modifie pas sensiblement l'état de l'atmosphère.

Il traverse, brasse légèrement les couches rencontrées, mais ne les entraîne pas au dehors — et n'intéresse pas les autres.

C'est sur cette remarque qu'est basé le système d'aération que nous exposons ici.

Ce système tend, en effet, à créer un déséquilibre constant de la masse d'air du local, de façon que cette masse tout entière soit constamment en mouvement.

On arrive à un tel résultat au moyen d'ouvertures — trois au minimum — de forme et de grandeur différentes, ménagées à des niveaux différents et dans des parois d'orientation différente.

L'origine du mouvement ainsi créé de la masse d'air n'est autre par conséquent que la différence constante des densités de l'air entre deux côtés d'orientation différente du bâtiment.

On voit donc que l'aération différentielle n'envisage pas le renouvellement répété de la masse d'air entière d'un local; mais réalise au contraire par l'entrée continuelle d'air neuf, d'une part, et la sortie d'air usé plus léger ou plus lourd, d'autre part, un brassage permanent de l'atmosphère de ce local. Elle utilise, avons-nous dit, les différences des tensions existant, à des hauteurs différentes, sur des faces du bâtiment d'orientation différente et les échanges horizontaux qui se font entre ces deux faces. Mais elle se sert aussi, dans une certaine mesure, des mouvements verticaux des gaz à l'intérieur et des causes de déséquilibre provenant des manifestations mêmes de la vie : respiration, chauffage, cuisine, etc.

Par conséquent, dans une maison composée de plusieurs pièces, chacune de ces pièces communiquera, par une ou plusieurs ouvertures percées dans le mur de façade, avec l'air extérieur; et, par des ouvertures ménagées en haut et en bas des portes, avec l'atmosphère des chambres voisines.

De la sorte, toutes portes et fenêtres closes, les échanges se feront sans courant d'air gênant, d'une face à l'autre de la construction, à travers tous les locaux. Et ils occasionneront des entrées d'air neuf et des sorties d'air usé, proportionnellement aux différences de densité provoquées par les variations thermiques ou chimiques de l'air extérieur et intérieur (fig. 1).

Ces principes posés, M. Knapen donne des détails très complets sur la façon de disposer et de ménager les prises d'air.

De la grandeur, de la forme et de l'emplacement de celles-ci dépend le rendement du système.

Les trois conditions essentielles sont, en résumé :

1° Il faut au moins, dans chaque local, trois prises de sections différentes, placées à des niveaux différents et dans des plans d'orientation différents.

Ce fait a été vérifié par de nombreuses expériences ; et des applications du système, faites dans des conditions très diverses, ont prouvé, de toute évidence, la nécessité de trois prises d'air au minimum, de dimensions, de niveau et d'orientation différents, l'une de ces ouvertures étant destinée à l'évacuation, par le bas, des gaz usés.

Par exemple on a constaté que, si on fermait l'ouverture ménagée au bas de la porte d'une chambre, l'odeur caractéristique de cette chambre demeurerait, bien que les autres prises d'air fussent ouvertes.

Au contraire, si toutes les ouvertures prescrites existent, aucune odeur n'est perceptible, même dans un local fermé pendant plusieurs semaines.

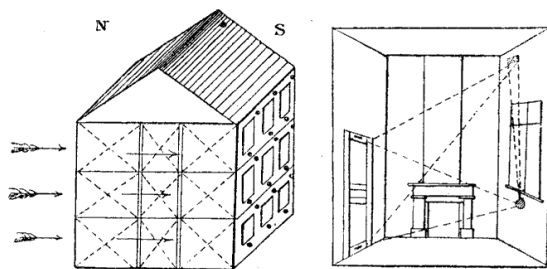


Fig. 1. — Disposition des ouvertures sur chacune des faces, et dans chacune des chambres d'un bâtiment.

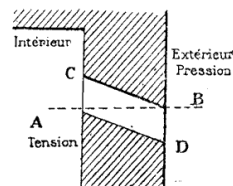


Fig. 2. — Détermination de la pente des ouvertures d'aération.

2° Il est bon que les prises d'air qui traversent les murs soient constituées par des conduits aussi courts que possible, pour diminuer l'influence du frottement et empêcher que l'état physique de l'air, notamment la température, ne soit modifié par le passage à travers la gaine.

On pourrait craindre en effet de voir se produire un phénomène analogue à celui qui se manifeste pour les cheminées qui, non utilisées pendant un certain temps, refoulent la fumée lorsqu'on les allume de nouveau.

3° L'orifice d'entrée de chacun des conduits d'aération ne doit pas être au même niveau que l'orifice de sortie.

Ainsi la pente de la gaine qui traverse un mur est, quelle que soit l'épaisseur de ce mur, déterminée de la façon suivante (fig. 2) :

Dans le plan vertical de coupe, on trace une horizontale AB perpendiculaire à la paroi et on porte la longueur du diamètre de la gaine (150 à 300 mm) au-dessus de la droite, en AC, du côté de l'intérieur, et, au-dessous de la droite, en BD, du côté de l'extérieur. En joignant CB et AD on a la coupe du conduit d'aération.

Cette disposition inclinée empêche l'entrée des eaux pluviales et, dit M. Knapen, « permet, dans le même conduit, une circulation dans les deux sens, en réglant, en

quelque sorte automatiquement, l'entrée et la sortie de l'air suivant les différences qui existent entre la tension T et la pression P , de part et d'autre de la paroi » (fig. 3).

Bien que, normalement, ces prises d'air fussent destinées à être toujours ouvertes, on les a munies de glissières permettant d'en diminuer la section et même d'en obtenir la fermeture hermétique.

Il se peut, en effet, qu'en hiver, l'air refroidi pénétre, à cause de sa densité accrue, en quantité trop considérable dans les appartements.

Il est donc recommandé de munir les prises d'air d'appareils à glissière (fig. 4)

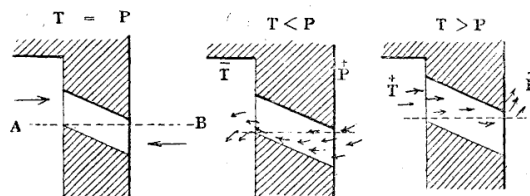


Fig. 3. — Circulation dans les deux sens obtenue à travers les gaines inclinées suivant la différence entre la tension et la pression existant de chaque côté de la paroi.

constitués en aluminium, ou mieux en pâte de papier durci ou en pulpe de bois, afin d'éviter les condensations et les oxydations.

Ces appareils sont posés sur le haut et sur le bas des portes, ou encore sur le cham-

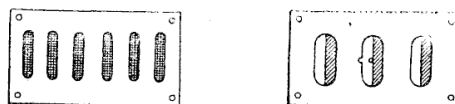


Fig. 4. — Glissières permettant de clore les ouvertures d'aération ou d'en diminuer la section.

brante et dans la plinthe. Ils comportent 3, 4 ou 5 ouvertures de 10 mm de largeur et 30 mm de hauteur, séparées par des pleins de 10 mm.

Ils peuvent être garnis de toile métallique pour empêcher le passage des insectes; et on peut leur adjoindre une boîte mobile, dans laquelle on introduit soit un filtre à air, soit des matières filamenteuses imprégnées de substances balsamiques (goudron de Norvège, etc.).

Cette méthode d'aération différentielle, brevetée dans tous les pays, peut rendre les plus grands services, non seulement dans les locaux habités d'une manière permanente, mais encore dans ceux qui abritent des affluences momentanées ou même qui restent inhabités pendant de longs mois.

En effet, le brassage continu et l'échange avec l'air extérieur qu'elle détermine, évacuent les gaz usés de la respiration dans les locaux habités et empêchent, dans les appartements fermés, et sans qu'on soit obligé d'intervenir, la stagnation de l'air, le séjour de l'humidité et la formation des moisissures.

Elle est d'une incontestable utilité dans les logements ouvriers qui sont surhabités malgré le cube d'air trop faible, et dont les occupants, faute de moyens de chauffage, hésitent en hiver à ouvrir les fenêtres.

Enfin, et ceci est fort appréciable, son application supprime les risques d'intoxication par les fuites de gaz d'éclairage ou par les dégagements, plus dangereux encore parce qu'inodores, d'oxyde de carbone.

La méthode d'aération différentielle complète, comme nous l'avons dit, le système, inventé par M. Knapen, de protection des constructions contre l'humidité.

L'ensemble de ces deux procédés constitue une méthode d'assainissement des habitations qui sera d'un grand secours dans la lutte contre le taudis.

Il est à souhaiter que cette méthode soit connue et se répande. Le « Comité des Constructions et Beaux-Arts » est heureux qu'elle lui ait été soumise et que l'occasion lui ait, ainsi, été donnée d'en affirmer l'efficacité.

P. COUTURAUD,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

BIBLIOGRAPHIE

Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la fleur artificielle. OFFICE DU TRAVAIL. In-8 de XI-426 p. Paris, Imprimerie nationale, 1913.

Cette enquête porte principalement sur Paris, mais elle a été menée également en province, de 1908 à 1910, et complétée en 1911 à Lyon. Le travail de la fleur artificielle est presque exclusivement féminin; l'industrie « reste fixée au sol parisien, centre d'élection de la mode. On ne peut guère citer que Reims et Orléans, où se fabriquent des articles ordinaires, et Lyon qui a le monopole de la fleur blanche de première communion et de la fleur d'autel. » M. Arthur Fontaine, directeur du Travail, en présentant les résultats de l'enquête, constate que les salaires les plus élevés atteignent 4 à 5 francs pour les rosières parisiennes qui créent les modèles, mais peut descendre à 1 franc pour la violette de Parme et la petite fleur. La moitié des ouvrières de Paris ne gagne que 1 à 2 francs en bonne saison.

M. A. Fontaine signale que dans la spécialité de la rose rouge, principalement celle dite double-face, qui se fait à Reims et à Orléans, les trois quarts des ouvrières sont atteintes de malaises professionnels dus au mauvais rouge comme elles l'appellent; l'analyse a montré que ce rouge renferme des sels de plomb.

La note sur la fabrication de la fleur artificielle (p. 19 à 31) constitue une très intéressante monographie de cette petite industrie.

Cours d'aéronautique, par M. L. MARCHIS, Professeur d'aviation à la Faculté des Sciences de Paris, 3 vol. in-8, Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1910, 1911 et 1912.

Tome I : Statique et dynamique des ballons. Résistance de l'air; — de 457 p., avec 121 fig.

Tome II : Aérostation : Étoffes, soupapes, filets des ballons. Aviation : Lois expérimentales (Résistance de l'air). Expériences récentes de MM. G. Eiffel et Prandtl; — de 263 p. avec 80 fig.

Tome III : La dynamique expérimentale des fluides dans ses rapports avec l'aéronautique. Étude expérimentale des hélices; — de 279 p. avec 111 fig.

Le cours d'aéronautique de M. L. Marchis a été présenté à nos lecteurs lors de l'apparition du tome I^{er} (voir le Bulletin d'octobre 1910, p. 350). Les tomes II et III présentent les mêmes qualités d'érudition, de bel ordonnancement et de richesse en documentation qui caractérisaient les leçons du professeur de la Faculté de Bordeaux avant

qu'il fût appelé à occuper la chaire que la générosité de M. Basil Zaharoff a fondée à la Faculté de Paris.

Les sujets traités par l'auteur sont : les étoffes, les filets, la résistance de l'air et les méthodes expérimentales, les ailes d'aéroplanes, les hélices aériennes.

Cours de thermodynamique, par M. H. BOUASSE, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. 1^{re} partie : principes généraux. Gaz et vapeurs. 2^e éd. transformée et augmentée (tome 2^e du cours de physique). In-8 de xxiii-463 p., avec 188 fig. Paris, Ch. Delagrave, 13, rue Soufflot. (Prix : 18 fr.)

« Je me suis proposé, dit M. H. Bouasse dans son introduction, d'écrire un livre d'enseignement supérieur également utile aux ingénieurs, aux physiciens et aux chimistes. J'y suis à égale distance de la physique fausement mathématique qui méprise les applications et des techniciens théoriques qui croient les problèmes résolus parce qu'ils les encombrant de paramètres correctifs.

Je me garderai de fatiguer les lecteurs par la pseudo-démonstration des principes. Je me contenterai de les énoncer correctement pour les appliquer correctement; je tâcherai de montrer ce qu'ils renferment de plus concret. La valeur des principes se prouve en comparant avec l'expérience les conséquences qu'on en tire.

Mon livre n'existerait pas sans les ouvrages de M. Duhem; il en est tout imprégné. On s'honore en se déclarant le disciple d'un tel maître. »

Notre Bulletin a présenté en avril 1910 le cours de mécanique rationnelle et expérimentale de M. Bouasse, en insistant sur l'esprit et la valeur des différentes parties de l'imposant *Cours de physique* que la maison Delagrave édite. Le nom de l'auteur dispense d'en faire l'éloge. Nous nous bornerons donc à relever les titres des chapitres de ce nouvel ouvrage.

1^o PRINCIPES GÉNÉRAUX. — CH. I. — Appareils et outillage : Appareils de chauffage, Thermomètres, Manomètres, Pompes, Trompes, Injecteurs, Appareils divers.

CH. II. — Thermométrie, Étude des dilatations, Densité des solides et des liquides.

CH. III. — Principes de l'équivalence, Calorimétrie, Thermochimie.

CH. IV. — Conduction thermique dans les milieux isotropes.

CH. V. — Principe de Carnot, Relations fondamentales, Application aux dilatations.

CH. VI. — Règle des phases et théorème de Gibbs.

CH. VII. — Équilibres entre les divers états d'un corps pur.

2^o GAZ ET VAPEURS. — CH. I et II. — Étude des gaz, Étude générale des diagrammes, Gaz réels, Étude énergétique des gaz.

CH. III. — Dissociation, Densité des gaz et des vapeurs.

CH. IV. — Étude de la courbe de saturation, Influence de la capillarité, Phénomènes dynamiques, Hygrométrie.

CH. V. — Mélanges doubles, Liquéfaction des mélanges gazeux, Liquide mixte en présence de sa vapeur mixte, Distillation, Distillation fractionnée, Solubilité réciproque.

CH. VI, VII et VIII. — Théorie cinétique des gaz, Viscosité, Conductibilité thermique, Diffusion thermique, Pression interne, Théorie de Laplace.

Appendices : Théorèmes généraux sur l'équilibre. Sur le principe de Carnot et la formule de Clapeyron.

Manuel de la machine à vapeur, par M. ÉDOUARD SAUVAGE, professeur à l'École nationale supérieure des Mines et au Conservatoire national des Arts et Métiers. 2^e édition revue et augmentée. Petit in-8 de XII + 416 pages, avec 257 figures. Paris, 1913, Librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères. (Prix : 40 fr.)

Ce guide pratique décrit le fonctionnement et les organes des machines et des chaudières à vapeur à l'usage des mécaniciens, chauffeurs, dessinateurs, étudiants, propriétaires d'appareils à vapeur. Cette nouvelle édition est mise à jour jusqu'à la date de la publication ; elle était attendue et elle ne peut qu'être accueillie avec bonheur par ceux qui ont eu la chance de suivre les cours de l'auteur et par tous ceux, si nombreux, qui ont à s'occuper de la machine à vapeur.

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie, PUBLIÉES SOUS LE PATRONAGE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DES ACADÉMIES, PAR LE COMITÉ INTERNATIONAL NOMMÉ PAR LE VII^e CONGRÈS DE CHIMIE APPLIQUÉE (Londres, 2 juin 1909). Secrétaire général : M. CH. MARIE. vol. II : Données parues dans l'année 1911. In-4 de XL-759 p. 1913. (Prix : 30 fr.)

Ouvrage honoré des subventions de gouvernements, académies, sociétés scientifiques et industrielles et des souscriptions des services publics dépendant des Ministères de l'Instruction publique, de la Guerre et de la Marine, du Commerce et de l'Industrie, etc.

But poursuivi par les Tables annuelles. — Tous ceux qui, à un titre quelconque, pour des recherches ou des applications, utilisent les constantes et les valeurs numériques appartenant aux sciences physiques ou chimiques savent avec quelle difficulté ils peuvent se procurer les données nécessaires, ou même savoir qu'elles ne sont pas connues.

La bibliographie ordinaire est en effet impuissante quand il s'agit de retrouver un nombre qu'une circonstance toute fortuite peut avoir incité un auteur à déterminer. Les Tables existantes (Landolt-Bornstein, Castell-Evans, Smithsonian Tables, etc.), quelque complètes qu'elles soient, quelque somme de travail qu'elles représentent, sont nécessairement incomplètes ; nous devons reconnaître les services qu'elles rendent quotidiennement dans les laboratoires, mais nous devons également ajouter qu'elles ne donnent pas la solution du problème, qui, sous sa forme la plus générale, peut se formuler ainsi : *donner à tous ceux qui s'occupent de chimie, de physique ou des sciences annexes, tant au point de vue théorique qu'au point de vue technique, la certitude que tout nombre, présentant un intérêt possible, peut être retrouvé sans difficulté.*

La solution d'un tel problème exige le dépouillement méthodique de tous les périodiques et publications quelconques, susceptibles de contenir des données intéressantes ; elle exige également la publication, aussi fréquente que possible, de tous ces documents.

Les *Tables annuelles internationales* ont été publiées pour répondre à ce besoin. Plus de 300 périodiques sont examinés par les collaborateurs du Comité international, et les données ainsi rassemblées sont réunies en tableaux par des rédacteurs spécialistes.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUILLET, AOUT ET SEPTEMBRE 1913

- Exposition internationale des Industries et du Travail de Turin 1911.**
Groupe XVIII-B : Classe 112 : **La chimie scientifique à l'Exposition de Turin**; Classe 113 : **Grande industrie chimique. Industries chimiques diverses.** Rapport de M. G. POINTET. In-8 (27 × 18) de 313 p. Paris, Comité français des Expositions à l'Étranger, 1912. 15062
- CHÉNEVEAU (C.). — **Les propriétés optiques des solutions.** In-8 (25 × 16) de vii-240 p., 32 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1913. 15063
- ISTRATI (C.-I.) ET LONGINESCU (G.-G.). — **Cours élémentaire de chimie et de minéralogie.** 2^e éd. française publiée d'après la 4^e éd. roumaine par A. ADAM. In-8 (25 × 16) de xii-402 p., 289 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1913. 15064
- TRUFFAUT (GEORGES). — **Les ennemis des plantes cultivées. Maladies. Insectes. Détermination rapide et pratique. Méthodes de traitement.** In-8 (24 × 16) de 365 p., 350 fig., LIII pl. Versailles, chez l'auteur, 90 bis, avenue de Paris, 1912. 15065
- BOISMENU (E. DE). — **Fabrication synthétique du diamant.** In-8 (23 × 16) de 122 p., 19 fig. Paris, Bernard Tignol. 15066
- BAZIN (H.). — **Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoir exécutées à Dijon de 1886 à 1895.** In-8 (25 × 16) de vi-200 p., 75 fig. Paris, V^e Ch. Dunod, 1898. 15067
- DIENERT (FRÉDÉRIC). — **Étude des projets d'adduction d'eau présentés en vue de l'alimentation de Paris.** In-8 (26 × 21) de 482 p., fig., pl. Paris, Imprimerie municipale, 1913. 15068
- CORNUBERT (R.). — **Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques.** Chimie, physique, mathématiques, minéralogie. In-8 (21 × 13) de viii-251 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. 15069
- BUYSE (OMER). — **Méthodes américaines d'éducation générale et technique.** 3^e éd. In-8 (25 × 16) de 847 p., 398 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. 15070
- 8th International Congress of applied Chemistry.** Washington and New York, September 4 to 13, 1912, 18 volumes. 15071-15088
- INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. — BUREAU DES RENSEIGNEMENTS AGRICOLES ET DES MALADIES DES PLANTES. — **Production et consommation des engrais chimiques dans le monde.** In-8 (23 × 15) de vi-134 p., 2 cartes. Rome, 1913. 15089
- OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Culture, production et commerce du blé dans le monde.** In-4 (30 × 23) de xxviii-63 p. Paris, Imprimerie nationale, 1912. 15090
- WALTHER (CARL). — **Bibliographie der an den deutschen technischen Hochschulen erschienenen Doktor-Ingenieur-Dissertationen in sachlicher Anordnung 1900 bis 1910.** In-4 (27 × 19) de vi-131 p. Berlin, Julius Springer, 1913. 15091
- GREENAWALT (WILLIAM E.). — **The Hydrometallurgy of Copper.** In-8 (24 × 16) de x-504 p., 112 fig. New York, Mc Graw-Hill Book Company, 1912. 15092

- HAVARD (F. T.). — **Refractories and Furnaces**. In-8 (24 × 16) de x-356 p., 123 fig. New York, Mc Graw-Hill Book Company, 1912. **15093**
- LIEBIG (R.-G. MAX). — **Zink und Cadmium**. In-8 (24 × 17) de xvi-598 p., 205 fig., X pl. Leipzig, Otto Spamer, 1913. **15094**
- MOUCHELET (E.). — **Notice historique sur l'École centrale des Arts et Manufactures**. In-8 (23 × 14) de 56 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15095**
- ROUX (J.). — **Les laboratoires industriels d'essais en Allemagne**. (Rapport fait à la Chambre de Commerce de Limoges). In-8 (27 × 18) de 93 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15096**
- SAUVEUR (ALBERT). — **The Metallography of Iron and Steel**. In-8 (27 × 18) de 420 p., 350 fig. Cambridge, Mass. Sauveur and Boylston, 1912. **15097**
- GRAMONT (ARMAND DE), DUC DE GUICHE. — **Essais d'aérodynamique**. 3^e série, 147 p., 161 fig. Paris, Hachette et C^{ie}, 1913. **15098**
- BEAUVERIE (J.). — **Les textiles végétaux**. (Encyclopédie industrielle de M. C. Lechalas.) In-8 (23 × 16) de xiii-730 p., 290 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **15099**
- DITMAR (RUDOLF). — **Der Kautschuk**. In-8 (24 × 16) de viii-140 p., 21 fig., I pl. Berlin, Julius Springer, 1912. **15100**
- BILLITER (JEAN). — **Die elektrochemischen Verfahren der chemischen Gross-Industrie**. In-8 (23 × 17). Band I, II. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1909, 1911. **15101-2**
- Die schweifige Säure und ihre Verbindungen mit Aldehyden und Ketonen**. In-4 (28 × 20). Teil I, II. Berlin, Julius Springer, 1913. **15103-4**
- AUREGGIO (E.). — **Album des abattoirs modernes étrangers et français**. In-4 oblong (26 × 38) de 7 p., XXVII pl. Lyon, Société lyonnaise de Photochromogravure, 1906. **15105**
- WATERMAN (H. J.). — **Over eenige factoren, die de ontwikkeling van Penicillium glaucum beïnvloeden** (Proefschrift-Doctor in de Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (23 × 15) de 160 p. **15106**
- PETERI (W. B.). — **Overheidsbemoeiingen met Stedebouw tot aan den Vrede van Munster**. In-8 (22 × 15) de 300 p., 12 fig., XIV pl., 4 cartes, Alkmaar, 1913. **15107**
- VAN HETTINGA TROMP (JAN). — **Het sociale arbeids-contract**. (Proefschrift-Doctor in de Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de xii-211 p. Amsterdam, F. van Rossen, 1913. **15108**
- OLIVIER (S. C. J.). — **Snelheidsmetingen bij de reactie van Friedel en Crafts**. (Proefschrift-Doctor in de Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de vi-103 p. Delft, J. Waltman Jr., 1913. **15109**
- HAARMAN (J. H. A.). — **Hoekijzerverbindingen in het bijzonder die der langs-aan dwarsdrager in Bruggen**. (Proefschrift-Doctor in de Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft.) In-8 (23 × 15) de x-137 p., 36 fig. Delft, J. Waltman Jr., 1913. **15110**
- PRINS (H. J.). — **Bijdrage tot de kennis der katalyse**. (Proefschrift-Doctor in de Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft.) In-8 (23 × 14) de viii-127 p. **15111**
- KLEIN (W. C.). — **Tektonische und stratigraphische Beobachtungen am südwestrande des limburgischen kohlenreviers**. (Proefschrift-Doctor in de Technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft.) In-8^o (32 × 24) de vi-90 p., 22 fig., 1 carte. **15112**

TAYLOR (F.-W.). — **La direction des ateliers**, étude suivie d'un mémoire sur les cour-roies et d'une note sur l'utilisation des ingénieurs diplômés. (Extrait de la *Revue de Métallurgie*.) In-8 (25 × 16) de vi-190 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15113**

TURIN (ANDRÉ). — **La chaufferie moderne : Les foyers des chaudières**. Leur construction, leurs accessoires, leurs services annexes. In-8 (25 × 16) de vii-408 p., 461 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15114**

BATAILLER (A.) ET TRESFONT (E.). — **Cours d'hygiène générale et industrielle**. In-8 (21 × 14) de vii-381 p., 148 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15115**

8th International Congress of applied Chemistry. Washington and New York, September 4 to 13, 1912. Vol. XIX à Vol. XXIX. **15116-15126**

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — **Congrès des Ingénieurs électriciens d'Angleterre et de France**, tenu à Paris du 21 au 24 mai 1913. In-8 (27 × 18), de 240 p., 63 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **15127**

OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. — *Monographies industrielles*. — Groupe III : **Industries de la construction mécanique**. Tome IV, fasc. A. Bruxelles, J. Lebègue et C^{ie}, 1913. **15128**

GILDEMEISTER (E.) UND HOFFMANN (FR.). — **Die Aetherischen Oele**. Zweite Auflage von E. GILDEMEISTER, bearbeitet im Auftrage der Firma Schimmel und C^o. Band II. Miltitz bei Leipzig, Schimmel und C^o, 1913. **15129**

ASSOCIATION FRANÇAISE DU FROID. — **Compte rendu officiel de la manifestation internationale en l'honneur de Charles Tellier « père du froid »**. In-8 (24 × 16) de 158 p., fig., II pl. Paris, 9, avenue Carnot, 1913. **15130**

GRANJON (R.) ET ROSEMBERG (P.). — **Nouveau guide pratique de l'usager d'acétylène**. In-12 (19 × 13) de 207 p., fig. Paris, Office central de l'acétylène, 1913. **15131**

IZART (J.). — **Canots automobiles, house-boats et tourisme nautique**. Bibliothèque du chauffeur, 2^e éd. In-12 (19 × 12) de vii-292 p., 96 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15132**

NOBLE (H.). — **Fabrication de l'acier**. 2^e éd. In-8 (25 × 16) de vii-632 p., fig., Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15133**

GANDILLOT (MAURICE). — **Note sur une illusion de relativité**. In-4 (28 × 22) de 88 p., Paris, Gauthier-Villars, 1913. **15134**

HITIER (HENRI) ET SAINT-MAURICE (ROGER DE). — **Plantes industrielles** (Plantes textiles et plantes oléagineuses). (Encyclopédie agricole.) 2^e éd. de 403 p., 76 fig., J.-B. Baillièrre et fils, 1913. **15135**

ADAM (PAUL). — **Rapport sur les opérations du service d'inspection des établissements classés dans le département de la Seine, pendant l'année 1912, présenté à M. le Préfet de Police**. In-4 (28 × 23) de 87 p. Paris, Chaix et C^{ie}, 1913. **15136**

DOISY (V.). — **Tracteur-treuil**. (*Mécanique rurale*, mai 1913, pp. 69-70; *La Nature*, juin 1913, supplément, p. 19-20.) **Pièce 12035**

GRANGÉ. — **L'apprentissage et le préapprentissage**. In-8, de 41 p., Paris 1913. **Pièce 12036**

HUBERT (H.). — **Victor Dwelshauvers-Dery**. Notice nécrologique. (*Revue universelle des Mines*, juin 1913, 15 p., 1 pl.) **Pièce 12037**

WHITE (EDMUND). — **Lecture on Thorium and its Compounds**. (The Institute of Chemistry of Great Britain and Ireland.) In-8 de 28 p., 3 fig., London, 1912. **Pièce 12038**

- FERET (R.). — **Sur l'activité relative des grains de ciment selon leur degré de finesse.** (*Revue des Matériaux de Construction*, mai 1913, 12 p.) Pièce 12039
- CASTELLAN (A.). — **Le kaki.** In-8 de 14 p. Paris, Berger-Levrault, 1912. Pièce 12040
- DELOMBRE (ROGER). — **Les projet d'impôt personnel sur le revenu.** (Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juillet 1913, 38 p.) Pièce 12041
- COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDES ET DE DÉFENSE FISCALE. — **Classification normale des impôts d'État en France. Tableaux comparatifs de 1896 et 1912.** In-8 de 3 p., 1 pl. Paris, 1913. Pièce 12042
- COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDES ET DE DÉFENSE FISCALE. — **Les droits de succession au Sénat.** Discours de MM. MARTINET et TOURON. (Séances des 30 mai et 3 juin 1913.) In-8 de 67 p., Paris, 1913. Pièce 12043
- DUCHESNE (ARMAND). — **V. Dwelshauvers-Dery.** (*Revue de Mécanique*, mai 1913, 20 p.) Pièce 12044

* * *

- Electrician (The).** — Vol. LIII, 1904 à vol. LXX, 1912-1913. (Don de M. Dieudonné.) Pér. 85
- INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE. — **Annales**, 2^e série, Tome XII, fasc. 1^{er}. Pér. 20
- NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Report for the Year 1912.** Pér. 62
- NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Collected Researches.** Vol. IX and X, 1913. Pér. 62
- OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1911.** Paris, Imprimerie nationale, 1912. Pér. 242
- COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire**, 1913-1914. Annales. Pér. 189
- INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. CXCH. Pér. 203
- NORTH OF ENGLAND INSTITUTE OF MINING AND MECHANICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXIII, parts 3, 4 et 5. Pér. 26
- COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, tenu à Paris en 1912.** (Section des sciences.) Paris, Imprimerie nationale, 1912. Pér. 318
- Bulletin semestriel des huiles essentielles, parfums synthétiques, etc.,** publié par la maison SCHIMMEL ET C^{ie} (Ernst, Karl et Hermann Fritzsche, propriétaires), à Miltitz près Leipzig. Avril 1913. Pér. 138
- MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — DIRECTION DES MINES. — **Statistique de l'industrie minière et des appareils à vapeur en France et en Algérie pendant l'année 1911.** Paris, Imprimerie nationale, 1913. Pér. 6
- SOCIÉTÉ LIBRE D'ÉMULATION DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE DE LA SEINE-INFÉRIEURE. — **Bulletin.** Exercice 1912. Pér. 157
- IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Carnegie Scholarship Memoirs.** Vol. V, 1913. Pér. 131
- ASSOCIATIONS DE PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS À VAPEUR. — **Compte rendu des séances du 36^e Congrès des Ingénieurs en chef**, tenu à Paris, 1912. Pér. 300
- SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'ELBEUF. — **Bulletin des travaux**, en 1912. Pér. 222
- INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LV, part 4, 1913. Pér. 201
- AMERICAN INSTITUTE OF MINING ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. XLIII.

L'agent général gérant,

E. LEMAIRE.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

**Rapport fait par M. Lafosse, au nom de la Commission des Fonds,
sur les comptes de l'exercice 1912.**

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter, au nom de la Commission des Fonds, conformément à l'article 31 de nos statuts, le résumé des comptes de l'exercice 1912.

PREMIÈRE PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

AVOIR		DÉBIT	
1 ^o Cotisations des mem- bres de la Société (620 cotisa- tions à 36 f).	22 320 »	1 ^o Prix, médailles et ré- compenses diverses.	4 036, 65
2 ^o Abonnements au Bul- letin de la Société, et produit de la vente au numéro du Bulletin de la Société. . . .	6 251, 50	2 ^o Bulletin : frais de ré- daction, d'impression et d'ex- pédition.	33 400, 80
3 ^o Locations diverses. . .	12 242, 90	3 ^o Impressions diverses : annuaire, comptes rendus .	3 331, 30
4 ^o Intérêts de fonds. . .	1 135, 40	4 ^o Bibliothèque : traite- ment des agents, acquisi- tions, abonnements, reliures, fiches.	9 801, 25
5 ^o Arrérages de rentes 3 p. 100 et d'obligations de chemins de fer.	60 780 »	5 ^o Agence et économat : traitement des agents et employés, frais divers. . .	20 041, 10
6 ^o Ventes de volumes et mémoires.	364 50	6 ^o Jetons de présence. .	4 595 »
<i>A reporter.</i> . .	103 094, 30	<i>A reporter.</i> . .	75 206, 10

Tome 120. — 2^e semestre. — Novembre 1913.

27

400 ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ, EXERCICE 1912. — NOVEMBRE 1913.

A VOIR		DÉBIT	
<i>Report</i>	103 094,30	<i>Report</i>	75 206,40
7° Dons divers	1 717 »	7° Hôtel de la Société :	
	<u>104 811,30</u>	A. Aménagement, entretien, réparations.	10 011,55
		B. Mobilier.	420,25
		C. Chauffage, éclairage et eau.	6 252,35
		D. Contributions, assurances et divers.	4 855,70
		8° Expériences, conférences.	2 321,30
		9° Allocation pour le fonds de réserve.	1 500 »
		10° Pensions.	2 600 »
		11° Divers.	3 975,05
			<u>107 142,30</u>
		Les recettes s'élèvent à.	<u>104 811,30</u>
		Il ressort un excédent de dépenses sur les recettes de	2 331 »

Les recettes se sont élevées en 1912 à 104 811,30 f, contre 105 769,80 f en 1911, soit une diminution de 958,50 f : l'année dernière nous avons dû déjà constater une moins-value de près de 600 f.

Le nombre des sociétaires, qui en 1910, était de 643, et en 1911 de 625, accuse une nouvelle réduction de 5 adhérents.

Le chapitre des locations diverses se présente en diminution de 1 015,55 f, due principalement aux travaux entrepris pour le déplacement des voies de tramways devant la façade de l'hôtel de la Société.

Les dons divers n'ont pas varié sensiblement : de 1 765,40 f en 1911, ils sont passés à 1 717 f en 1912.

Les dépenses, qui étaient en 1911 de 100 831,75 f, ont passé à 107 142,30 f, en augmentation de 6 310,55 f.

Les prix et médailles se chiffrent par 4 036,75 f contre 4 468,75 f en 1911.

Les frais relatifs au Bulletin se montent à 33 400,80 f contre 30 341,15 f en 1911.

L'augmentation des dépenses tient surtout à des dépenses extraordinaires d'aménagement et de réparations effectuées dans l'hôtel de la Société. Ces frais, qui se montaient à 16 433,75 f en 1911, se sont élevés à 21 539,85 f en 1912.

Les expériences et conférences figurent pour 2 321,30 f contre 5 967,25 f en 1911 et 6 571,05 f en 1910 : ce chapitre a pu être allégé d'environ 4 000 f, grâce à des prélèvements effectués sur les revenus de certaines fondations.

Les pensions se chiffrent, comme l'année dernière, à 2 600 f.

Les frais divers ont eu à supporter une dépense exceptionnelle de près de 3 000 f, au titre des obsèques de notre très regretté agent général M. Richard.

En résumé, les dépenses ont excédé les recettes de : 2 331 f qui ont été prélevés sur le fonds de réserve de la Société, qui se trouve ainsi ramené à 15 512,10 f.

Malgré les transformations qui se sont opérées autour d'elle, par la création de nombreuses sociétés, spécialisées dans les différentes branches de l'industrie, notre Société demeure et doit rester un puissant instrument d'encouragement et de progrès pour l'industrie nationale. La haute compétence et l'autorité des hommes éminents qui ont bien voulu assumer la tâche de présider à nos travaux, est un sûr garant de la vitalité et de la force de notre Société pour la poursuite d'une œuvre qui intéresse à un haut degré la richesse et la prospérité de notre pays.

DEUXIÈME PARTIE

FONDATIONS, DONES ET COMPTES SPÉCIAUX

1° Fonds de réserve de la Société.

La création d'un fonds de réserve a été décidée par le Conseil d'Administration dans sa séance du 2 mars 1901. Constitué au moyen des sommes précédemment affectées au grand prix de la Société, qui a été supprimé, il

est alimenté par le prélèvement d'une annuité de 1 500 f sur les fonds généraux. En outre, les années où les fonds généraux présentent un excédent de recettes, le solde créditeur est reporté au fonds de réserve.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	16 343, 10	Solde débiteur de l'exercice 1912	2 331 »
Annuité versée par les fonds généraux	1 500 »		
	<u>17 843, 10</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 15 512,10 f.

2° Fondation destinée à développer et à perpétuer l'œuvre créée par le comte et la comtesse Jollivet.

Une somme de 100 000 f, prélevée sur les legs du comte et de la comtesse Jollivet, doit, aux termes d'une délibération du Conseil d'Administration en date du 9 juillet 1882, être réservée et immobilisée en rentes sur l'État 3 p. 100, les arrérages devant être capitalisés pendant 50 ans. A l'expiration de cette période, le chiffre de cette capitalisation sera mis à la disposition de la Société et la somme de 100 000 f immobilisée continuera à être affectée à des capitalisations identiques.

La première période de 50 ans expire en 1933.

Capital au 31 décembre 1911 : 8 427 f de rente 3 p. 100, 47 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 23 obligations Midi 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	844, 67	Achat de 25 obligations P.-L.-M. 3 p. 100	10 255, 16
Arrérages	9 382, 60		
	<u>10 227, 27</u>		

Excédent des dépenses sur les recettes : 27,89 f.

Le capital de cette fondation se trouve porté à 8 427 f de rente 3 p. 100, 47 obligations P.-L.-M. 2,5, 25 obligations P.-L.-M. 3 p. 100 et 23 obligations Midi 2,5 p. 100.

3° Grand prix fondé par le marquis d'Argenteuil.

But : récompenser tous les six ans, par un prix de 12 000 f, l'auteur de la découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française,

principalement pour les objets dans lesquels la France n'aurait point encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère soit quant à la qualité, soit quant au prix des objets fabriqués.

Legs primitif : 40 000 f, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 2 000 f.

Le prix a été décerné en 1910.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	149,90	Achat de 6 obligations P.-L.-M. 3 p. 100	2 461,26
Arrérages	2 321 »		
	<u>2 470,90</u>		

Reste disponible : 9,64 f.

Le capital de la fondation comprend actuellement un titre de rente 3 p. 100 de 2 000 f, 17 obligations Est, 3 obligations Midi 2,5, 6 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 6 obligations, P.-L.-M. 3 p. 100.

4° Legs Bapst.

Legs primitif : 2160 f de rente 3 p. 100, applicable jusqu'à concurrence de 1 565,20 f (1^{re} fondation) à des secours en faveur d'inventeurs malheureux et destiné, pour le surplus, soit 594,80 f (2^e fondation), à favoriser les découvertes.

1^{re} *Fondation*. — But : venir en aide aux inventeurs malheureux.

Capital : un titre de 1 565,20 f de rente 3 p. 100. Le capital primitif n'a subi aucun accroissement.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	220,70	Secours à divers.	1 150 »
Arrérages.	1 565,20		
	<u>1 785,90</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 635,90 f.

2^e *Fondation*. — But : aider les inventeurs dans leurs travaux et recherches.

Capital : La fondation primitive (594,80 f de rente) ne pouvant remplir qu'imparfaitement le but du légataire, le Conseil d'Administration a décidé d'en capitaliser les revenus jusqu'à ce qu'elle ait atteint le chiffre

de 4 800 f. de rente. — Le capital dépasse aujourd'hui cette somme; il est actuellement représenté par un titre de 3 094,80 f de rente 3 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	2 791,95	Annuités de brevets et se-	
Arrérages	3 094,80	cours	1 810 »
	<u>5 886,75</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 4 076,75 f.

5° Fondation Christofle pour la délivrance des premières annuités de brevets.

Legs primitif : 10 000 f.

Capital : 1 036 f de rente 3 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	269,15	Annuités de brevets. . .	1 300 »
Arrérages	1 036 »		
	<u>1 305,15</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 5,15 f.

6° Fondation de la princesse Galitzine.

But : servir un prix à décerner sur la proposition du Comité des Arts économiques.

Legs primitif : 2 000 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 19 obligations 3 p. 100 Est, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	137,80	Achat de 1 obligation P.-L.-M.	
Arrérages	309,60	3 p. 100	410,21
	<u>447,40</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 37,19 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 19 obligations 3 p. 100 Est, 2 obli-

gations Midi 2,5 p. 100, 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100.

7° Fondation Carré.

But : analogue à celui de la fondation précédente.

Legs primitif : 1 000 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 7 obligations 3 p. 100, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	64, 04	Achat de 2 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100	749, 84
Arrérages	129, 60		
Remboursement d'une obligation Est 3 p. 100.	491, 18		
	<u>684, 82</u>		

Solde débiteur au 31 décembre 1912 : 65,02 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 6 obligations 3 p. 100 Est, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

8° Fondation Fauler (industrie des cuirs).

But : venir en aide à des contremaîtres ou ouvriers malheureux ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs.

Legs primitif : 5 143 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 33 obligations Est 3 p. 100, 3 des Ardennes, 11 du Midi, 2 obligations Est 2,5 p. 100, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	62, 56	Secours de 100 f à 7 ouvriers	700 »
Arrérages	770, 10	Achat de 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100.	410, 21
Remboursement de 1 obligation Midi 3 p. 100.	492, 20		
	<u>1 324, 86</u>		<u>1 110, 21</u>

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 214,65 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 33 obligations Est 3 p. 100, 3 des Ardennes, 10 du Midi, 2 obligations Est 2,5 p. 100, 1 obligation Midi 2,5 p. 100, 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100.

9° Fondation Legrand (industrie de la savonnerie).

Même but que la précédente, à part la différence des industries.

Legs primitif : 25 obligations 3 p. 100 Est.

Capital au 31 décembre 1911 : 78 obligations 3 p. 100, 12 obligations 2,5 p. 100 Est, 3 obligations Midi 2,5 p. 100 et 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	316,45	Secours à 6 ouvriers	800 »
Arrérages	1 350,20	Achat de 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100	820,42
	<u>1 666,65</u>		<u>1 620,42</u>

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 46,23 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 78 obligations 3 p. 100 Est, 12 obligations 2,5 p. 100 Est, 3 obligations Midi 2,5 p. 100, 3 obligations 2,5 p. 100 et 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100.

10° Fondation Christofle et Bouilhet.

But : venir en aide à des artistes industriels malheureux.

Legs primitif : 21 obligations 3 p. 100 Est.

Capital au 31 décembre 1911 : 30 obligations 3 p. 100 Est, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	299,07	Secours	250 »
Arrérages	468 »		
	<u>767,07</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 517,07 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 30 obligations 3 p. 100 Est, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

11° Fondation de Milly (industrie de la stéarine).

But : secourir des contremaîtres ou ouvriers de cette industrie qui sont malheureux ou ont contracté des infirmités dans l'exercice de leur profession.

Legs primitif : 10 obligations 3 p. 100 Est.

Capital au 31 décembre 1911 : 49 obligations 3 p. 100 Est, 10 obligations Est 2,5 p. 100, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde au 31 décembre 1911.	204,44	Secours à 5 ouvriers. . .	800 »
Arrérages.	854,40	Achat de 2 obligations	
Remboursement de 1 obligation Est 3 p. 100.	491,48	P.-L.-M. 2,5 p. 100.	749,84
	<u>1549,72</u>		<u>1549,84</u>

Solde débiteur au 31 décembre 1912 : 0,12 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 48 obligations 3 p. 100 Est, 10 obligations 2,5 p. 100 Est, 2 obligations 2,5 p. 100 Midi et 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

12° Fondation de Baccarat (industrie de la cristallerie).

But : venir en aide aux contremaîtres ou ouvriers malheureux ou infirmes de cette industrie.

Legs primitif : 1 100 f.

Capital au 31 décembre 1911, 9 obligations 3 p. 100 Est, 1 obligation Est 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	353,50	Secours à deux ouvriers. . .	200 »
Arrérages.	159,40		
	<u>512,60</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 312,60 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 9 obligations 3 p. 100 Est, 1 obligation 2,5 p. 100 Est et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

13° Prix de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878 et fondation Fourcade
(industrie des produits chimiques).

But : créer un prix annuel de 1 000 f pour récompenser un ouvrier de l'industrie chimique, choisi de préférence parmi ceux des donateurs et parmi ceux qui comptent le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans le même établissement.

Capital : 1 titre de 1 000 f de rente 3 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Arrérages.	1 000 »	Prix décerné à M. Schütz.	1 000 »

14° Fondation Menier (industrie des arts chimiques).

But : venir en aide à des contremaîtres ou à des ouvriers malheureux ou infirmes de cette industrie.

Legs primitif : 1 455 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 11 obligations Est 3 p. 100, 2 obligations Est 5 p. 100, 2 obligations Est 2,5 p. 100 et 2 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Arrérages.	252,70	Solde débiteur au 31 décembre 1911.	21,72
Remboursement de 1 obligation Est 3 p. 100	491,19	Secours à 2 ouvriers	200 »
	743,89	Achat de 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100.	410,21
			631,9

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 111,96 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 10 obligations Est 3 p. 100, 2 obligations 5 p. 100 Est, 2 obligations 2,5 p. 100 Est, 2 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100.

15° Prix de la classe 27 à l'Exposition universelle de 1867 (industrie cotonnière).

(Fondation faite sur l'initiative de M. Roy.)

But : encourager les développements et les progrès de l'industrie cotonnière en France et dans les colonies françaises.

Legs primitif : 13 169,85 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 39 obligations 3 p. 100, 1 obligation 2,5 p. 100 de l'Est et 3 obligations Midi 2,5 p. 100.

A VOIR		DÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911	358,32	Néant.
Arrérages.	609,60	
	<u>967,92</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 967,92 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 39 obligations Est 3 p. 100, 1 obligation Est 2,5 p. 100 et 3 obligations Midi 2,5 p. 100.

16° Prix de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1867 (génie civil et architecture).

(Fondation faite sur l'initiative de M. Elphège Baude.)

But : décerner tous les cinq ans un prix à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel ou aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Legs primitif : 2 315,75 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 15 obligations 3 p. 100 de l'Est, 4 obligations Est 2,5 p. 100, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	260,83	Achat de 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100	374,92
Arrérages.	305,50		
	<u>566,33</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 191,41 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 15 obligations Est 3 p. 100, 4 obligations Est 2,5 p. 100, 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 2 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

17° Fondation Broquette.

M. Broquette, propriétaire au château des Bordes (Seine-et-Marne), a légué à la Société, en 1909, une somme de 10 000 f.

Cette somme a été employée à l'achat d'une inscription de rente de 302 f.

A VOIR		DÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911	105,35	Néant.
Arrérages	302 »	
	<u>407,35</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 407,35 f.

18° Legs Giffard.

But : la moitié du revenu est destinée à créer un prix sexennal de 6 000 f pour services signalés rendus à l'industrie française; l'autre moitié, à distribuer des secours.

Legs primitif : 50 000 f, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 1 949 f.

A VOIR		DÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911	399,78	Subventions diverses
Arrérages	1 949 »	2 233,45
	<u>2 348,78</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 115,33 f.

19° Fondation Meynot.

But : création d'un prix de 1 000 f qui sera décerné alternativement :

1° A une petite culture dans un des départements de la région du Sud-Est, sous certaines conditions.

2° A l'exploitation agricole de petite ou moyenne étendue, de France, de l'Algérie ou des colonies, qui présentera le meilleur type d'installation mécanique pouvant être cité comme exemple à suivre.

Legs primitif : 20 000 f, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 730 f.

Capital au 31 décembre 1911 : un titre de rente 3 p. 100 de 730 f, 19 obligations 3 p. 100, 15 obligations 2,5 p. 100 Est, 3 obligations Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	1 130,64	Prix décernés à divers cultivateurs de l'Ardèche	2 325,75
Arrérages.	1 237,10		
	<u>2 367,74</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 41,99 f.

Capital au 31 décembre 1912 : un titre de rente 3 p. 100 de 730 f, 19 obligations 3 p. 100, 15 obligations 2,5 p. 100 Est, 3 obligations 2,5 p. 100 Midi et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

20° Fondation Melsens.

But : création d'un prix triennal de 500 f pour récompenser l'auteur d'une application intéressante de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène.

Legs primitif : 5000 f, représentés par 13 obligations 3 p. 100 Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	300,49	Néant.	
Arrérages.	240 »		
	<u>540,49</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 540,49 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 13 obligations 3 p. 100 Est.

21° Fondation de la classe 50 à l'Exposition universelle de 1867 (matériel des industries alimentaires).

(Fondation faite sur l'initiative du baron Thénard.)

But : création d'un prix à décerner à l'auteur du perfectionnement le plus important apporté dans le matériel des usines agricoles et des industries alimentaires.

Don primitif : 6 326,14 f.

Capital annuel : 17 obligations 3 p. 100 Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	467,45	Néant.	
Arrérages	244,80		
	<u>712,25</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 712,25 f.

**22° Prix Parmentier fondé par les exposants de la classe 50
à l'Exposition universelle de 1889 (industries relatives à l'alimentation).**
(Fondation faite sur l'initiative de M. Aimé Girard.)

But : création d'un prix triennal de 1 000 f destiné à récompenser les recherches scientifiques ou techniques de nature à améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires.

Don primitif : 9 846,75 f représentés par un titre de 335 f de rente 3 p. 100 qui constitue le capital actuel de cette fondation.

A VOIR		D ÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911	334,40	Néant.
Arrérages	335 »	
	<u>669,40</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 669,40 f.

**23° Fondation des exposants de la classe 51 à l'Exposition universelle de 1889
(matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie).**

But : création d'un prix.

Don primitif : 2 556,30 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 8 obligations 3 p. 100, 2 obligations 2,5 p. 100 Est et 1 obligation Midi 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911	213,87	Néant.
Arrérages	151,20	
	<u>365,07</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 365,07 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 8 obligations 3 p. 100, 2 obligations 2,5 p. 100 Est et 1 obligation 2,5 p. 100 Midi.

**24° Don de la classe 21 à l'Exposition universelle de 1889
(industrie des tapis et tissus d'ameublement).**

But : secourir des ouvriers malheureux appartenant à cette industrie

Don primitif : 400 f.

Capital actuel : 4 obligation 3 p. 100 de l'Est.

A VOIR		DÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	281, 77	Néant.
Arrérages.	14, 40	
	<u>296, 17</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 296,17 f.

25° Fondation des exposants de la classe 63 à l'Exposition universelle de 1889
(génie civil, travaux publics et architecture).

But : création d'un prix.

Don primitif : 3869,85 f.

Capital au 31 décembre 1911 : 12 obligations 3 p. 100, 2 obligations 2,5 p. 100 Est. et 2 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	406, 38	Achat de 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.	374,92
Arrérages.	231, 80		
	<u>338, 18</u>		

Solde débiteur au 31 décembre 1912 : 36,74 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 12 obligations 3 p. 100, 2 obligations 2,5 p. 100 Est, et 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

26° Fondation de Salverte.

But : décerner chaque année, sur la proposition du Comité des Constructions et Beaux-Arts, un prix consistant en une médaille d'argent et une somme de 25 f à un ouvrier français appartenant à la corporation du bâtiment, habile, âgé de 60 ans au moins, père d'une famille nombreuse qu'il aurait bien élevée.

Don primitif : 4 000 f.

Capital actuel : 1 titre de rente 3 p. 100 de 29 f et 1 obligation Midi 2,5 p. 100.

La fondation remonte à 1896 et le prix n'a pas encore été décerné.

A VOIR		D ÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	52, 90	Néant.
Arrérages.	41 »	
	<u>93, 90</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 93,90 f.

27° Fondation des exposants de la classe 75 à l'Exposition universelle de 1889 (viticulture).

But : prix à décerner à celui qui indiquera un moyen pratique de se débarrasser des insectes ennemis de la vigne : l'altise ou la cochylys.

Don : 4000 f.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	166, 55	Subvention à M. Marchal.	166, 55

28° Fondation des exposants de la classe 64 à l'Exposition universelle de 1900 (métallurgie).

But : subventionner des travaux et recherches intéressant la métallurgie.

Don : 5560 f versés en 1901 et 1902.

A VOIR		D ÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911.	58 »	Néant.

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 58 f.

29° Fondation André Massion.

Voulant perpétuer la mémoire de son fils, ingénieur mécanicien, M. Massion, notaire à Paris, a fait donation en 1903, à la Société, d'une somme de 30 000 f.

But : le revenu de cette somme devra être appliqué à encourager des recherches « en vue de la construction d'un moteur à puissance spécifique très élevée sous le poids minimum » ou, à son défaut, « à des recherches de mécanique ».

Capital au 31 décembre 1911 : 57 obligations 3 p. 100, 7 obligations 2,5 p. 100 Est, et 9 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	866,40	Subvention à M. Legrand .	1 000 »
Arrérages	1 062,30	Achat de 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100	820,42
	<u>1 928,70</u>		<u>1 820,42</u>

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 108,28 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 57 obligations 3 p. 100, 7 obligations 2,5 p. 100 Est, 9 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100.

30° Fondation Lamy.

But : encouragements à l'industrie nationale.

Don : 1 000 f employés à l'achat d'une inscription de rente de 30 f.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	270 »	Néant.	
Arrérages	30 »		
	<u>300 »</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 300 f.

31° Fondation Gilbert.

But : M. Gilbert, fabricant de crayons à Givet, a légué à la Société d'Encouragement une somme de 20 000 f « pour être employée de la façon que la Société jugera la plus favorable à encourager l'industrie française ».

Les 20 000 f, versés en 1904, ont été employés à l'achat d'une inscription de rente de 611 f.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	89,95	Néant.	
Arrérages	611 »		
	<u>700,95</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 700,95 f.

32° Fondation Danton.

M. Danton, ingénieur civil des mines, a légué à la Société, en 1907, une somme de 5000 f pour prix à décerner à l'auteur qui aura réalisé le procédé pratique le meilleur pour isoler les éléments de l'eau : l'hydrogène et l'oxygène, de manière à les utiliser ensuite isolément ou en les recombinaut.

Capital au 31 décembre 1911 : 7 obligations 3 p. 100 Est, 2 obligations 2,5 p. 100 Est et une obligation Midi 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	303, 29	Achat d'une obligation P.-L.-M. 3 p. 100	410, 21
Arrérages	136, 80		
	<u>440, 09</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 29,88 f.

Capital au 31 décembre 1912 : 7 obligations 3 p. 100 Est, 2 obligations 2,5 p. 100 Est, 1 obligation Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100.

33° Fondation Michel Perret.

M^{me} Armengaud a légué en 1907 à la Société une somme de 3 000 f de rente 3 p. 100, qui doit recevoir une double affectation :

1° Une somme de 2800 f doit être employée à la création d'une bourse annuelle de recherches et d'études industrielles, qui portera le nom de bourse Michel Perret. Cette bourse sera mise spécialement à la disposition du Comité des Arts chimiques, mais pourra cependant être accordée pour des études ou recherches autres que celles se rapportant directement aux arts chimiques, si la Société juge que ces études ou recherches sont de nature à contribuer à leur développement.

2° Une somme de 200 f est destinée à décerner une grande médaille d'or tous les cinq ans à l'auteur, français ou étranger, de découvertes ou inventions ayant contribué, en France, à la création d'une industrie nouvelle ou au développement d'une industrie déjà existante dans ce pays.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	4 500 »	Subventions à : MM. Hollard et Nicolardot	3 000 »
Arrérages	3 000 »		
	<u>7 500 »</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 4 500 f.

34° Fondation de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1900 (petite métallurgie).

Le Comité d'installation de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1900 a fait don, en 1908, à la Société, d'une somme de 4 500 f affectée à la création d'un prix à décerner aux ouvriers méritants de l'industrie relevant de la petite métallurgie.

Cette somme a été employée à l'achat de 3 obligations Est 2,5 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	233,68	Secours à deux ouvriers	200 »
Arrérages	36 »		
	<u>269,68</u>		

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 69,68 f.

35° Souscriptions perpétuelles et à vie.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	320,33	Achat de 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100	820,40
Versement de M. Robin	500 »		
	<u>820,33</u>		

Solde débiteur au 31 décembre 1912 : 0,07 f.

Le capital constitué par les souscriptions perpétuelles et à vie comprend 2 889 f de rente 3 p. 100, 7 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100.

36° Recherches sur la fragilité des aciers.

But : impression de travaux relatant des expériences déjà faites ou à faire sur la fragilité des aciers.

A VOIR		DÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911	2 061 »	Néant.
Vente de volumes.	100 »	
	<u>2 161 »</u>	

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 2 161 f.

37° Dons spéciaux.

A VOIR		DÉBIT
Solde créditeur au 31 décembre 1911	503 »	Néant.

Solde créditeur au 31 décembre 1912 : 503 f.

38° Table décennale du Bulletin.

A VOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1911	2 400 »	Impression et rédaction de la table.	2 772,60
Annuité versée par les fonds généraux.	300 »	Affranchissement.	98,25
	<u>2 700 »</u>		<u>2 870,85</u>

Solde débiteur au 31 décembre 1912 : 170,85 f.

Subventions à régler.

Le solde créditeur au 31 décembre 1912 : 2 300 f (sans changement sur l'exercice précédent).

Votre Commission a constaté la parfaite exactitude et la régularité absolue des comptes de l'exercice 1912. Elle vous propose de les approuver.

Il est une tâche qui ne saurait nous lasser, c'est de rappeler, chaque année, l'esprit d'ordre, de méthode et de précision qui préside à l'établissement de notre comptabilité.

Il nous est agréable de vous signaler, une fois de plus, le dévouement et la compétence qu'apporte dans ses fonctions notre distingué trésorier M. Alby, et nous sommes certain d'être votre fidèle interprète en lui présentant, avec tous nos remerciements, nos vives et cordiales félicitations.

Le rapporteur,

H. LAFOSSE.

Lu et approuvé en séance publique, le 18 novembre 1913.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1912

ACTIF		PASSIF	
Immeuble de la Société	600.000 »	Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société	2.724.304,36
Portefeuille de la Société	2.124.304,36	Valeurs des fondations	1.133.329,90
Portefeuille des fondations	812.437,87	<i>Somme provenant des fondations, classées et comptées séparément dans la Caisse de la Société, qui en est débitrice.</i>	
Portefeuille des fonds d'accroissement	320.872,03	Fondation Argenteuil	9,63
Portefeuille du fonds spécial	8.372,02	Bapt. auteurs	633,30
Caisse et banquiers	46.120,20	Bapt. inventeurs	4.076,75
Débiteurs divers	1.304,19	Christofle	5,15
		Gallizine	37,19
		Fauler	214,65
		Legrand	46,23
		Christofle et Bouilhet	517,07
		Menier	111,96
		Baccarat	312,60
		Roy	967,92
		Bande	191,41
		Broquette	407,33
		Giffard	115,33
		Meynot	41,99
		Melsens	530,49
		Savalle	712,25
		Parmentier	669,10
		Classe 51	363,07
		21	296,17
		De Salvette	93,90
		Classe 65	69,68
		Armengaud	4.500 »
		Classe 64	58 »
		Danton	29,88
		Massion	108,28
		Lamy	300 »
		Gilbert	700,95
		Réserve de la Société	43.512,10
		Dons spéciaux	503 »
		Subventions à régler	2.300 »
		Fragilité des actifs	2.161 »
		Créanciers divers	49.585,10
TOTAL DE L'ACTIF	3.913.830,87	TOTAL DU PASSIF	3.913.830,87

**Rapport présenté par M. Victor Legrand au nom des Censeurs
sur les comptes de l'année 1912.**

Messieurs,

Nous ne pouvons que répéter ce que nous disions l'année dernière. L'exposé financier si complet qui vous est présenté par notre distingué collègue, M. Lafosse, au nom de la Commission des Fonds, montre que l'exercice 1912 a été un exercice normal.

Tous nos services ont fonctionné régulièrement et les comptes se soldent par des chiffres ne nécessitant pas de sérieuses observations. Notons cependant que nos recettes ont diminué de près de 1 000 f en 1912 et que les dépenses sont en augmentation pour cette période de 6 310,25 f. Le nombre de nos sociétaires a diminué de quelques unités, mais il faut constater, en même temps que, grâce au zèle de nos collègues, du 1^{er} janvier 1913 au 24 octobre 1913, 145 membres nouveaux ont demandé leur inscription sur nos registres.

Les frais relatifs au Bulletin se montent à 33 400,80 f contre 30 341,15 f en 1911. Le Bulletin ne paraissant que dix fois par an, chaque numéro nous revient en moyenne à 3 340 f.

Notre fonds de réserve, alimenté par le prélèvement d'une annuité de 1500 f sur les fonds généraux, atteint 15512,10 f. Cette somme ne paraît pas encore assez élevée pour une société comme la nôtre, plus que séculaire, et dont le passif et l'actif se balancent par un chiffre de 3 913 830 f.

Il serait utile de doter nos fonds généraux de ressources plus larges pour augmenter l'étendue des services que rend notre Société, encourager son œuvre et ajouter à l'autorité matérielle et morale dont elle jouit. A ce point de vue, le Conseil d'Administration ne pourrait-il envisager la possibilité de rendre disponible une partie des fonds provenant du legs Jollivet dont la réalisation ne dépend que de ses délibérations?

En vous proposant d'approuver les comptes de l'exercice 1912, nous nous joignons au rapporteur de la Commission des Fonds pour adresser à notre trésorier, M. Alby, tous les remerciements que mérite son infatigable dévouement.

L'un des Censeurs : VICTOR LEGRAND.

Lu et approuvé en séance le 18 novembre 1913.

HYGIÈNE

ORIGINES ET EMPLOIS DES LIQUIDES INFLAMMABLES USUELS

Manipulations et emmagasinage de ces liquides

hors du contact de l'air.

Description des appareils Rolland et Maucière⁽¹⁾.

Dans la communication que je vais avoir l'honneur de vous faire, je me propose de consacrer quelques instants à l'étude sommaire des principaux liquides inflammables, à leurs modes de production et à leurs emplois. Je développerai ensuite les avantages de la manipulation de ces liquides hors du contact de l'air et je terminerai par une description plus spéciale des systèmes français Rolland et Maucière, de leurs principes et de leurs applications.

Depuis quelques années, par suite du développement des diverses industries, particulièrement celle des transports, les liquides inflammables se sont classés au premier rang des produits de première nécessité. A l'heure actuelle, les emplois de ces matières sont devenus extrêmement variés :

Alimentation des moteurs d'automobiles et, en général, de la plupart des moteurs thermiques;

Utilisation comme dissolvants dans les industries du caoutchouc, des vernis, dans les teintureries;

Utilisation comme matières premières dans les industries chimiques des couleurs, des parfums, dans la fabrication des poudres;

Application au chauffage et à l'éclairage domestiques.

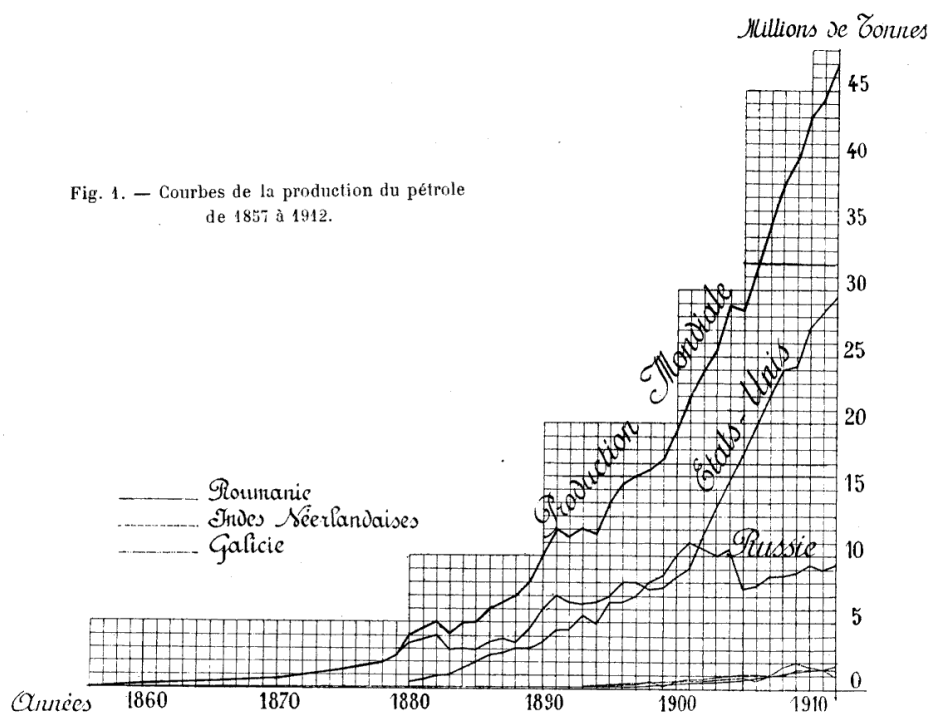
Les conséquences économiques les plus graves pourraient donc résulter de

(1) Communication faite par M. Maucière en séance publique le 9 mai 1913.

l'insuffisance d'approvisionnement de ces matières dans un pays, comme le nôtre, presque entièrement tributaire de l'étranger.

Les liquides inflammables les plus universellement employés sont les hydrocarbures (pétroles, essences, benzols, etc.), les alcools et les éthers.

Parmi les hydrocarbures, le pétrole est assurément celui dont la production actuelle est la plus considérable : tiré à l'état natif des profondeurs du sol, dans des régions favorisées et peu nombreuses, dont il fait la richesse, il nous



vient d'Amérique, de Russie, de Galicie, de Roumanie, des Indes néerlandaises, du Mexique, etc.

Tous les pétroles ne sont pas identiques et diffèrent notablement par leurs densités et leurs éléments constituants.

Les pétroles, par raffinage, distillent d'abord des produits légers ou essences, dans des proportions très variables, suivant l'origine.

Ces essences, produits de qualité éminemment inflammables, sont actuellement presque uniquement employés pour la propulsion des automobiles, ceci à très juste titre, car elles permettent d'obtenir un excellent rendement

thermique avec le minimum d'inconvénients d'oxydation, d'encrassement et d'odeurs d'échappement.

Toutefois, la rarefaction du produit, en présence de la demande très rapidement croissante, a eu pour conséquence une élévation considérable des cours, qui conduit impérieusement à la recherche d'un nouveau carburant à

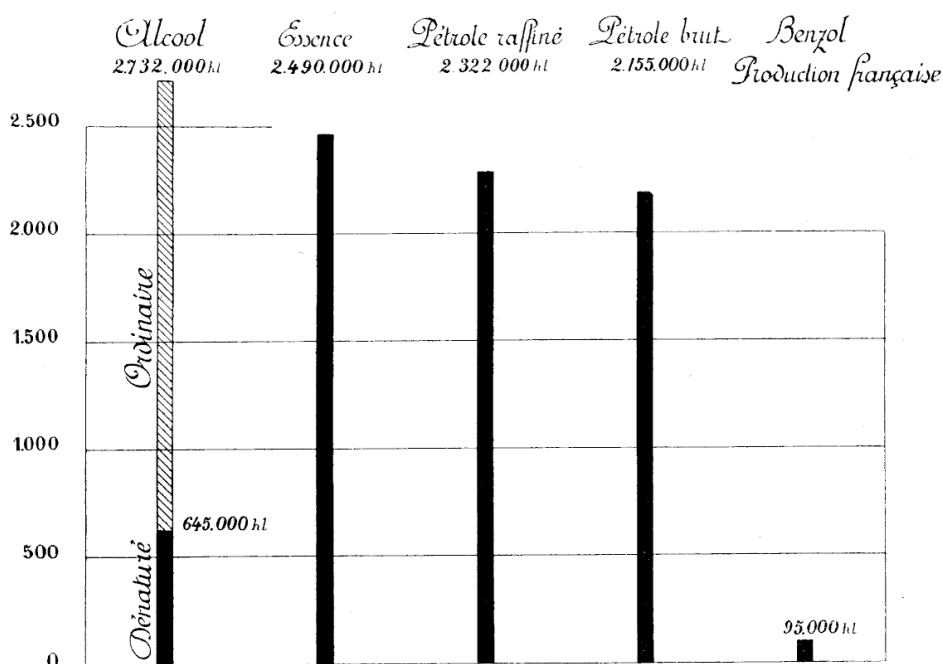


Fig. 2. — Consommation des combustibles liquides en France en 1912.

production illimitée, de cours stables et réduits, afin de ne pas entraver l'admirable essor du moteur thermique.

Dans le groupe des hydrocarbures, il faut également citer les produits légers résultant de la distillation des goudrons et de la houille dans les fours à coke, benzènes, toluènes, xylènes, habituellement dénommés benzols, dont la rectification donne naissance à des mélanges moins volatils que l'essence, mais toutefois susceptibles d'être utilisés pratiquement, surtout pour la propulsion des moteurs industriels et de poids lourd, lorsque les conditions économiques de cours, d'octroi et de douane s'opposent formellement à l'emploi des essences. Les applications des benzols sont toujours très limitées à cause de leur production très restreinte.

Les huiles de schistes proviennent de la distillation des schistes. Ces schistes se rencontrent en France, dans la région d'Autun, dans le Doubs et en Bretagne.

On en trouve également en Angleterre, en Belgique, en Russie et en Chine.

Les schistes d'Autun renferment environ 6 p. 100 d'huile brute; cette huile, après trois distillations successives, donne de la benzine, de l'huile légère de densité 0,823 environ, entrant en ébullition à 170° et des huiles plus lourdes dont on tire surtout de la paraffine.

La production de ces huiles est extrêmement réduite.

Les alcools sont des combustibles plus volatils que les essences et les benzols, dont la production très considérable permet l'application à des emplois très variés.

Indépendamment de la consommation de bouche, qui absorbe, à l'heure actuelle, en France, la majeure partie des alcools de production nationale, les industries chimiques, les poudreries, les fabriques de vernis, les usines dissolvant les celluloses nitrées, font une grande consommation d'alcools.

Les moteurs d'automobiles et les moteurs fixes, qui peuvent utiliser l'alcool, n'en font encore qu'une consommation réduite, ceci pour des causes strictement économiques.

Si les détracteurs de l'alcool ont proclamé très haut la faible valeur de son pouvoir calorifique (5.950 calories), il faut toutefois reconnaître que « carburé » grâce à une certaine proportion d'essence, de benzol, ou même de pétrole léger ayant subi un certain raffinage, il donne des résultats fort intéressants et l'explosion du mélange, moins brutale que celle du benzol ou de l'essence, fatigue moins le moteur; enfin, la détente que donne la forte proportion de vapeur d'eau résultant de la combustion, contribue à améliorer le rendement thermique.

Il suffit, pour passer de l'emploi de l'essence à celui de l'alcool carburé, de procéder à une légère augmentation du débit du gicleur, d'augmenter l'avance à l'allumage et de réchauffer le plus possible le mélange de gaz et d'air avant l'admission dans les cylindres.

La principale cause pour laquelle l'alcool a été jusqu'à ce jour peu utilisé, est l'instabilité considérable des cours de ce produit, sous l'influence des spéculations. Ceci est d'autant plus regrettable que les combustibles précédemment énumérés sont presque uniquement des produits d'importation et qu'en cas de guerre, par exemple, il faudrait bien leur substituer, au bout de peu de temps, un combustible national, tel que l'alcool, dont la production serait capable de satisfaire aux énormes besoins d'une campagne de plusieurs mois.

L'alcool dénaturé, actuellement produit en France, provient presque exclusivement du traitement des betteraves et des pommes de terre.

Divers procédés ont été également essayés depuis l'année 1819 où Braconnot signala la possibilité de saccharifier les éléments du bois.

En Amérique, on réalise industriellement la saccharification d'une partie de la matière des résidus de bois (sciure, copeaux, etc.) par l'action de l'acide sulfureux.

On attaque la matière par 4 p. 100 d'acide sulfureux et on injecte de la

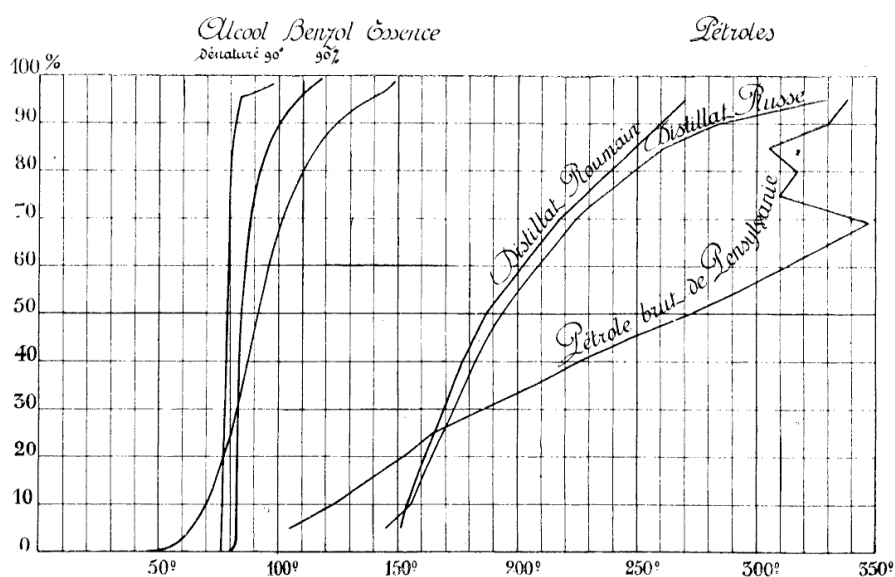


Fig. 3. — Fractionnement des combustibles liquides par la chaleur.

vapeur à la pression de 7 kg : cm². Les produits volatils acides sont condensés et l'on extrait le résidu en traitant par l'eau pour dissoudre les sucres formés. On neutralise par la chaux, on fait fermenter, on distille et on rectifie l'alcool.

Le rendement est d'environ 100 l d'alcool à 94° par tonne de sciure sèche traitée.

Par ce procédé, la cellulose, qui constitue environ 65 p. 100 de la matière solide, n'est pas attaquée; seule la matière ligneuse est transformée.

Par hydrolyse, l'on a cherché à saccharifier la cellulose en la traitant par 6 à 8 parties d'acide sulfurique à 72 p. 100; on dilue ensuite pour avoir une teneur de 2,5 p. 100 en acide, et en chauffant deux heures à 120° en autoclave,

on obtient jusqu'à 98 p. 100 de dextrose presque entièrement fermentescible.

Pour obtenir de l'alcool, on peut également traiter les eaux résiduaires des usines qui produisent la pâte de cellulose par action du bisulfite de calcium sur le bois. Ces eaux contiennent des matières sucrées; on neutralise par la chaux, on filtre, on fait fermenter et on isole l'alcool.

On pourrait ainsi retirer 60 litres d'alcool par mètre cube d'eaux résiduaires. Ce procédé n'est pas encore répandu industriellement.

Enfin, l'on a envisagé la production de l'alcool synthétique et deux procédés tout récents ont été imaginés sur cette base :

- 1° On peut partir de l'éthylène contenu dans le gaz des fours à coke;
- 2° On peut transformer l'acétylène en aldéhyde, par fixation des éléments de l'eau, puis en alcool.

Tous ces procédés sont encore imparfaits, mais les essais que l'on poursuit actuellement permettent d'espérer que leur mise au point sera assez rapide.

Souhaitons que l'alcool industriel, débarrassé des influences de la spéculation, puisse, en France, atteindre des cours raisonnables et stables qui permettent d'en généraliser l'emploi et de conjurer ainsi, de façon très simple, au profit de l'industrie et de l'agriculture nationales, la crise, peut-être prochaine, de l'automobilisme, par défaut de carburant.

Manipulations, emmagasinage et transports usuels des liquides inflammables. — La plupart des liquides inflammables étant de production étrangère, on conçoit qu'il a fallu, pour assurer leur exportation dans des conditions satisfaisantes, recourir à des matériels de transports très divers et très spéciaux.

Les pétroles et essences nous parviennent généralement d'Amérique, de Roumanie et de Russie, par bateaux complets, spécialement aménagés, et appartenant à de puissantes compagnies qui en équipent de véritables flottes.

Les produits américains de Pennsylvanie, de l'Illinois, du Kansas, du Texas et de Californie, concentrés surtout dans les ports de New York, de Philadelphie et de Baltimore, sont particulièrement exportés en Allemagne, en Angleterre, en Hollande, en France et en Belgique.

Les produits russes de la région de Bakou sont concentrés dans les ports d'exportation de Batoum et de Novorossiïk, sur la Mer Noire. Ils sont surtout dirigés vers la Turquie, l'Angleterre, la France et la Belgique.

Le port d'exportation des produits roumains est Constantza, pour tous les pays d'Europe.

De ces grands centres d'exportation, les liquides inflammables parviennent en France par les ports du Havre, de Rouen, de Nantes, de Bordeaux, de Cette et de Marseille. Le transport par mer s'effectue dans des bateaux tanks de 300 à 10 000 t; le tonnage qui était récemment encore de 4 000 à 5 000 t tend à augmenter. En mai dernier, notamment on vient de lancer, en Angleterre, un grand bateau tank, le *San Fraternal*, qui a 13 000 t de capacité et qui servira à l'importation en Europe des pétroles du Mexique, dont la production se développe considérablement.

L'amenée des pétroles dans les ports d'exportation se fait de façons très diverses : le mode le plus employé et le plus économique consiste dans l'emploi de « pipe-lines » à partir des chantiers d'extraction : ce sont des canalisations en tubes de 4 à 25 cm de diamètre, dont la longueur atteint parfois plusieurs centaines de kilomètres.

En Amérique, la longueur totale de ces lignes est de 13 000 km environ.

En Russie, les conduites de Bakou à Batoum ont 900 km : en Roumanie, on étudie actuellement une ligne de raccordement avec Constantza de 300 km.

Les transports par voie ferrée se font au moyen de wagons-citernes de 100 à 200 hl de capacité.

Ces combustibles liquides sont accumulés dans des docks très considérables pouvant dépasser, par unité, la capacité de 5 000 m³.

Le remplissage et la vidange des bateaux tanks sont des opérations délicates qui nécessitent le concours de puissantes pompes d'épuisement.

Les variations constantes des cours du fret influencent fâcheusement les prix des carburants et les moindres circonstances : manque de quelques bateaux, grève, crise politique, etc., provoquent de grandes perturbations dans la régularité des expéditions.

L'Angleterre, qui exporte beaucoup de combustibles liquides sur le continent, recourt en grande partie au transport par fûts métalliques de 400 à 600 l.

Cette méthode, assez onéreuse, a cependant l'avantage considérable de permettre les expéditions plus régulièrement, par petites quantités, et sur la plupart des navires de commerce; elle a, par contre, l'inconvénient d'exiger des manipulations plus coûteuses, un matériel considérable en roulement et de souiller davantage les liquides transportés, par suite de l'insuffisance habituelle de nettoyage des fûts métalliques oxydés avant nouveau remplissage; enfin, les pertes de liquide par les tampons de fermeture sont plus à craindre, et par suite, les risques d'incendie dans les manipulations et le transport.

Les expéditeurs anglais paraissent d'ailleurs, à l'heure actuelle, envisager très sérieusement le transport sur le continent par bateaux citernes de 1 200 à 3 000 t.

Réglementation des entrepôts et magasins de liquides inflammables. — La réglementation relative aux dispositions à prendre pour le transport des liquides inflammables est très restreinte, contrairement à celle qui se rapporte aux entrepôts et magasins de liquides inflammables.

Il existe en général, dans tous les pays, des réglementations d'administration publique concernant les liquides inflammables, leur manipulation et leur approvisionnement.

A l'étranger, on constate qu'il existe habituellement dans chaque pays une réglementation très générale qui s'applique aux petites quantités normalement manipulées, et des ordonnances particulières dans les grandes villes, en sorte que les grandes installations sont en fait soumises à l'autorisation des pouvoirs locaux, sans règles strictes.

Toutefois, il y a une tendance très nette à établir des réglementations générales plus précises et nous avons connaissance que ces questions sont actuellement à l'ordre du jour en Belgique, en Italie et en Suède.

En Allemagne, il y a des règlements généraux d'administration publique, des règlements d'États, des ordonnances de police dans les villes importantes.

En Angleterre, les règlements généraux résultent du Petroleum Act, les municipalités ont une grande latitude pour les règlements particuliers qui ne prévoient que de petits entrepôts.

En Suisse et aux États-Unis, il existe dans chaque canton ou État des réglementations spéciales.

En France, c'est une réglementation générale très précise, qui est en vigueur, développée dans les décrets du 10 mai 1873 et du 29 décembre 1910.

Suivant cette réglementation, les liquides émettant des vapeurs inflammables au-dessous de 133° se divisent en substance de première ou de deuxième catégorie, selon qu'ils émettent ou non, à une température inférieure ou égale à 33°, des vapeurs inflammables au contact d'une allumette enflammée.

Les usines pour la fabrication et la distillation de ces substances sont rangées dans la première classe des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, régis par le décret du 15 octobre 1810 et par l'ordonnance du 14 janvier 1815.

Les garages d'automobiles pourvus de moteurs à pétrole, les entrepôts ou magasins dans lesquels ces substances ne subissent d'autre manipulation que des transvasements, sont rangés dans une première, dans une deuxième ou dans une troisième classe, selon qu'ils contiennent plus de 6000 l de liquide de première catégorie, ou plus de 1500 l et moins de 6000 l, ou plus de 300 l et moins

de 1500. Dans ces établissements classés les liquides émettant des vapeurs inflammables au-dessus de 35° et au-dessous de 135° ne sont comptés que pour le cinquième de leur volume.

Dans les entrepôts ou magasins où les substances de première catégorie ne sont reçus qu'en bidons métalliques scellés, d'une capacité de 10 l au plus, et ne doivent subir aucun transvasement, les liquides contenus dans ces bidons ne sont comptés que pour le tiers de leur volume. Toutefois, ces dépôts ne peuvent être considérés comme établissements de seconde classe qu'autant que le volume total ne dépasse pas 15000 l d'hydrocarbure de première catégorie et non 18000 l. Ce privilège favorise notablement le développement des garages ravitaillés en bidons plombés.

Les installations modernes de sécurité pour la manipulation des liquides inflammables ne bénéficient pas encore de tels avantages, et cependant, elles assurent une sécurité très supérieure en cas d'incendie. La réglementation actuelle ne paraît donc pas, à cet égard, favorable à la sécurité publique; elle ne l'est pas davantage pour les commerçants et les exploitants qui doivent payer le combustible liquide reçu en bidons sensiblement plus cher qu'en réceptacles de volume supérieur.

Description des appareils de sécurité Rolland et Maclère. — Dans la dernière partie de cette communication nous ferons la description des systèmes que nous avons étudiés en collaboration avec M. J. Rolland pour l'emmagasiner, la manipulation et la distribution des liquides inflammables hors du contact de l'air.

Dans ces systèmes, la sécurité résulte de ce que le liquide inflammable est toujours protégé par une atmosphère de gaz inerte, azote ou gaz carbonique; l'air ne peut être mis en contact avec lui, ni au cours des opérations d'emmagasiner ou de soutirage, ni lorsqu'il est à l'état de repos, quand bien même, par suite d'incendie ou de toute autre cause, il se produirait des ruptures dans la tuyauterie.

Suivant l'importance du tonnage de liquide manipulé, il y a intérêt à opérer ou non la récupération du gaz inerte.

Les systèmes Rolland et Maclère se divisent en deux classes que nous allons décrire successivement :

APPAREILS SANS RÉCUPÉRATION DE GAZ INERTE. — Dans les installations de cette classe, le gaz inerte, livré dans des bouteilles, est perdu par évacuation dans l'atmosphère lors du remplissage du réservoir de liquide et doit, par suite, être approvisionné au fur et à mesure des besoins.

Pour de petites installations à débit journalier inférieur à 3000 ou 4000 l de liquide, la dépense correspondante de gaz ne présente pas grand inconvénient et le fonctionnement est des plus simples.

Le liquide est contenu dans un réservoir souterrain R (fig. 4), dans lequel il est normalement recouvert d'une couche de gaz inerte à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique.

Pour introduire du liquide dans le réservoir R, on met ce dernier en communication, par le tuyau 1 et le robinet S, avec le récipient à vidanger T.

Pour amorcer le siphon constitué par la canne de vidange N et la tuyau-

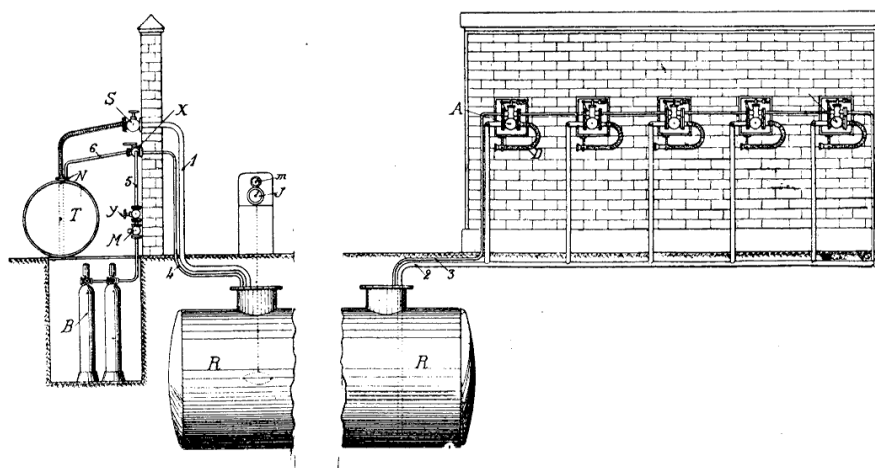


Fig. 4. — Appareils de sécurité pour la manipulation des hydrocarbures, système Rolland et Maclère (sans récupération).

- | | |
|--|--------------------------------|
| A Robinet de soutirage (robinet de liaison). | R Réservoir d'emmagasiner. |
| B Bouteilles de gaz. | S Robinet d'emmagasiner. |
| C Robinet de soutirage (robinet de terminaison). | T Fût à benzol. |
| D Tuyau flexible. | X Robinet de manœuvre des gaz. |
| J Jaugeur. | Y Robinet d'isolement de B. |
| M Mano-détendeur. | m Manomètre. |
| N Canne de fût de benzol. | |

terie 1, on crée, au début de l'opération, au moyen de gaz inerte convenablement détendu et provenant des bouteilles B, une surpression à la surface du liquide contenu dans le fût T.

Ce résultat s'obtient par la manœuvre du robinet à trois voies X, qui met en relation, dans une première position, les tuyauteries 5 et 6. En plaçant ce robinet dans la seconde position, on fait communiquer, par les tuyaux 4 et 6,

les atmosphères du réservoir R et du fût T dont la vidange se termine par simple gravité.

Pour débiter du liquide provenant du réservoir R, il faut d'abord placer le robinet à trois voies X dans sa troisième position, qui fait communiquer les bouteilles de gaz B avec l'atmosphère supérieure du réservoir R, par l'intermédiaire des tuyauteries 5 et 4.

Le liquide sous pression est refoulé dans la tuyauterie 2 jusqu'aux robinets

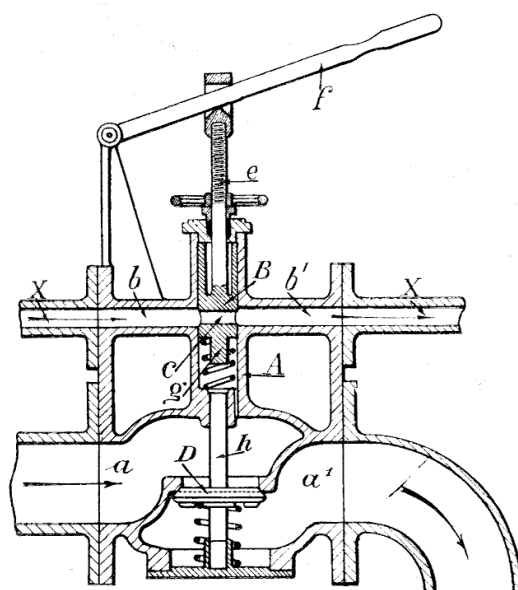


Fig. 5. — Robinet de soutirage.

de débit A, lesquels peuvent être munis de compteurs de débit, ou d'appareils jaugeurs automatiques.

La sécurité est assurée par ce fait que toute fuite ou rupture de tuyauterie ramène le gaz à la pression atmosphérique dans le réservoir, et qu'alors le liquide ne peut plus s'écouler au dehors.

Pendant la période de soutirage, le liquide du réservoir R se trouve, en effet, sous pression, et la rupture de la tuyauterie 2 pourrait provoquer l'écoulement de toute la masse d'hydrocarbure à l'extérieur du réservoir magasin R. Afin de supprimer tout accident de ce genre, la distribution du liquide est obtenue à l'aide de robinets spéciaux, dont l'association permet de réaliser une tuyauterie de sécurité.

L'un de ces robinets est détaillé à la figure 5, il comporte quatre tubulures : a , a_1 , b , b_1 . Les tubulures a sont mises en communication avec la conduite générale d'amenée du liquide par des branchements particuliers; les tubulures a_1 comportent des becs d'écoulement avec tuyauteries flexibles pour l'adduction du liquide dans les récipients d'utilisation. Le clapet D , obturant l'orifice d'écoulement du liquide, est poussé par un piston B , manœuvré lui-même par le levier f du robinet, lorsqu'on abaisse ce dernier.

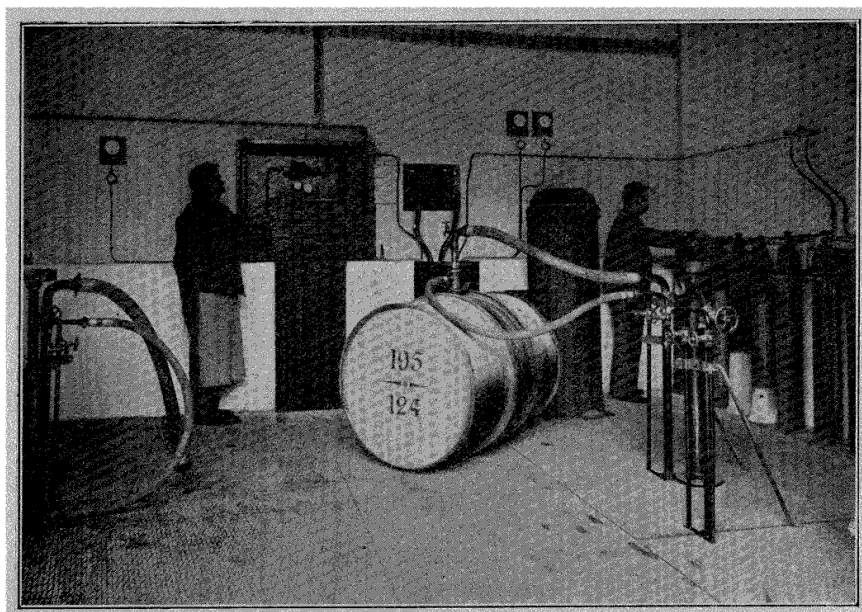


Fig. 6. — Vue d'une installation Rolland et Maclère sans récupération pour manipulation de benzène.

Le piston B est percé d'un orifice c , qui, dans la position de repos du robinet, met les tubulures b et b_1 en communication.

Tous les robinets de la distribution sont assemblés de telle sorte que la tubulure b d'un robinet soit reliée à la tubulure b_1 du robinet précédent, afin que, si tous les robinets sont dans la position de repos, les tuyaux joignant les tubulures b et b_1 et les conduites c des pistons B forment une canalisation continue de gaz dont une extrémité est reliée à la partie supérieure du réservoir R , et l'autre à l'extrémité du tuyau de liquide 2 .

Dans ces conditions, lorsque tous les robinets sont à la position de repos, le liquide de la conduite générale 2 retourne immédiatement au réservoir sou-

terrain R; les tuyauteries 2 et 3 sont remplies de gaz, et leur rupture ou leur destruction totale provoquerait aussitôt l'échappement du gaz et la mise du réservoir R à la pression atmosphérique, de telle sorte qu'aucun écoulement de liquide ne pourrait ensuite se produire.

La manœuvre de l'un quelconque des robinets de l'installation a pour effet de déterminer immédiatement l'écoulement du liquide, car le conduit *c* s'éclipse, et le piston B intercepte la communication entre les tubulures *b* et *b*₁, et, par conséquent, entre la colonne de liquide qui s'écoule et l'atmosphère du réservoir R.

L'échappement du gaz étant plus direct par le tuyau 3, il y a intérêt à ce que tout accident amène, en premier lieu, la rupture de ce tuyau; à cet effet, la tuyauterie 3 est exécutée en plomb, ou porte des bouchons fusibles, alors que la tuyauterie du liquide 2 est en acier étiré sans soudure.

Le poste de soutirage comprend plusieurs robinets, permettant de remplir simultanément plusieurs récipients.

Toutes les opérations sont simples, et la main-d'œuvre d'exploitation est réduite au minimum.

APPAREILS AVEC RÉCUPÉRATION DE GAZ INERTE. — Jusqu'à présent, étant donné que nous n'avons considéré que des installations à faible débit, nous avons pu négliger les dépenses résultant de la perte de gaz qui se produit dans les appareils déjà décrits; cependant, si le débit journalier s'élève, cette perte devient onéreuse, car il faut compter une consommation moyenne de 3 à 4 m³ de gaz inerte par mètre cube de liquide manipulé.

Ajoutons que ce gaz est saturé de vapeurs du liquide, dont on perd ainsi, par évaporation, une fraction importante.

Indépendamment des considérations économiques, il peut également y avoir, dans certains cas, de réelles difficultés d'approvisionnement; les usines de production d'azote sont peu nombreuses, et, en tout cas, le transport de ce gaz est un assez grand embarras. Le gaz carbonique, d'autre part, a l'avantage d'être très répandu dans le commerce, mais il présente de très sérieux inconvénients de congélation des bouteilles, dès que le débit de gaz devient trop rapide, et dépasse 500 l à l'heure et par bouteille, d'où un supplément de main-d'œuvre sensible résultant des manutentions indispensables pour permettre le réchauffage des bouteilles congelées.

Lorsque le débit des installations dépasse environ 5000 l par jour, il y a donc un intérêt des plus sérieux à récupérer entièrement le gaz inerte en cycle fermé dans les appareils et à opérer toujours avec la même masse gazeuse,

sauf pertes légères à compenser provenant de la dissolution dans le liquide.

Une installation Rolland et Maucière, avec récupération de gaz inerte, se compose, en principe, d'un ou plusieurs réservoirs magasins R (fig. 7), d'un compresseur C mû par un électro-moteur D, commandé par un conjoncteur disjoncteur E, et d'un accumulateur de gaz A.

Emmagasinage. — Pour emmagasiner du liquide contenu dans une citerne V,

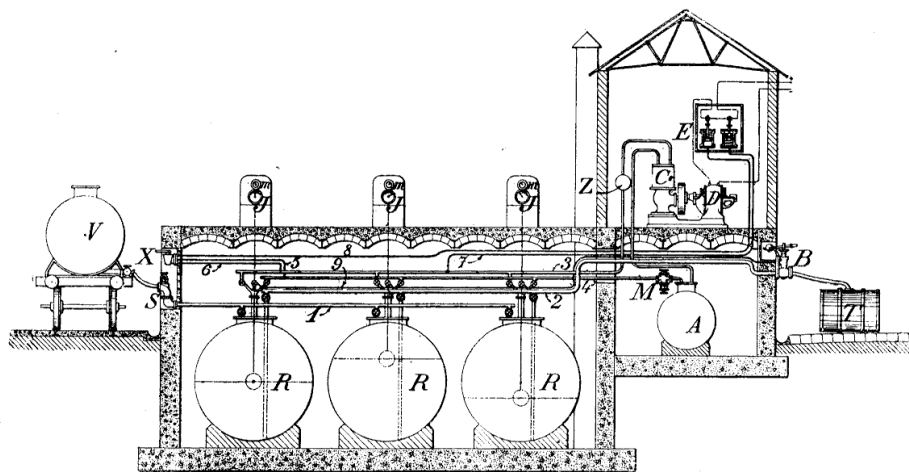


Fig. 7. — Installation Rolland et Maucière à récupération pour grand entrepôt.

- | | |
|--|---|
| A Accumulateur de gaz. | V Wagon-citerne amenant le liquide. |
| B Robinet de soutirage. | X Robinet de commande du conjoncteur-disjoncteur |
| C Compresseur. | m Manomètre. |
| D Moteur actionnant le compresseur. | 1 Tuyauterie d'emmagasinage du liquide. |
| E Conjoncteur-disjoncteur. | 2 Tuyauterie de soutirage. |
| J Jauge. | 3 Tuyauterie d'aspiration du gaz au compresseur. |
| M Mano-détendeur. | 4 Tuyauterie de gaz sous pression. |
| R Réservoir d'emmagasinage. | 5, 6, 7, 8 Tuyauterie de commande du conjoncteur-disjoncteur. |
| S Appareil de sécurité servant à l'emmagasinage. | 9 Tuyauterie de sécurité en plomb. |
| T Récipient à remplir. | |
| Z Appareil de sécurité. | |

on met cette dernière en communication avec le réservoir R par la tuyauterie 1 d'emmagasinage; on met en marche le compresseur C qui aspire le gaz contenu dans le réservoir R par la tuyauterie 3, et le refoule dans l'accumulateur A. L'emmagasinage du liquide s'effectue alors à la pression atmosphérique par gravité, le compresseur enlevant du réservoir R un volume de gaz égal à celui du liquide qui y est introduit.

Indépendamment de cette opération d'emmagasinage par gravité, il peut être intéressant, dans certains cas, d'accélérer la vidange des citernes V.

Il suffit pour cela, au poste même d'emmagasinement, de placer le robinet à trois voies X dans la position qui fait communiquer, grâce aux canalisations 5 et 8, la tuyauterie de gaz sous pression 4 partant de l'accumulateur A avec le conjoncteur.

Il n'y a d'ailleurs pas à craindre une dépression trop grande à l'intérieur du réservoir R au cours de cette opération accélérée, étant donné qu'on a pris le soin de mettre en relation le disjoncteur avec la tuyauterie d'aspiration 3 par l'intermédiaire de la canalisation 7, ce qui a pour effet d'arrêter automatiquement la marche du compresseur dès que la pression du gaz dans R atteint une valeur minimum critique.

Lorsque la vidange du wagon-citerne V est terminée, il importe de ne pas laisser pénétrer d'air dans l'ensemble de l'installation. A cet effet, il est disposé sur la tuyauterie 1 un appareil de sécurité S obturant automatiquement la conduite en fin de vidange du liquide, si le manipulateur, par inattention, néglige de fermer le robinet de remplissage en temps utile.

Le principe de cet appareil (fig. 8) consiste en un flotteur qui soulève un clapet d'obturation dès qu'il est complètement immergé dans le liquide. Dès que l'arrivée du liquide cesse, et avant même que la chambre de l'appareil de sécurité S se soit vidée, le flotteur, partiellement émergé, tombe, et la soupape se pose sur son siège, obturant toute entrée d'air dans la réserve R.

Soutirage. — Lorsque, le réservoir R contenant du liquide, on se propose d'effectuer une opération de soutirage, il suffit d'admettre dans ce réservoir du gaz comprimé venant de l'accumulateur A, et détendu à faible pression, par le détenteur M. Le liquide monte par le tuyau 2, et s'écoule par le robinet B. L'agencement de cette tuyauterie de soutirage est conforme à la description qui a été faite à propos des appareils sans récupération de gaz inerte. Après toute opération de soutirage, le compresseur ramène automatiquement le gaz inerte du réservoir R à la pression atmosphérique.

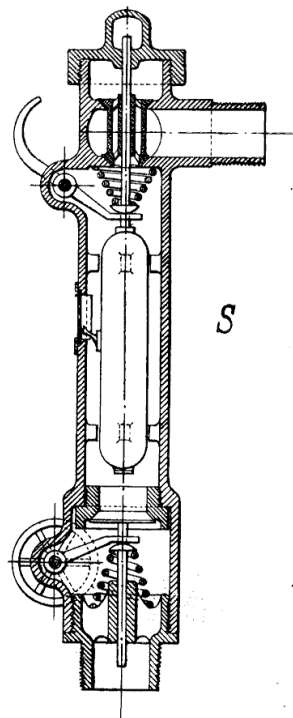


Fig. 8. — Appareil de sécurité évitant les rentrées d'air en fin de remplissage.

Sécurité à l'état de repos. — A l'état de repos, le liquide qui se trouve dans les réservoirs demeure sous une couche de gaz inerte à la pression atmosphérique; aucun accident, même la destruction totale de la tuyauterie, ne saurait donc faire sortir du réservoir R le liquide emmagasiné.

Ce maintien de la pression atmosphérique dans le réservoir R est obtenu automatiquement, grâce au conjoncteur disjoncteur E, qui commande l'électro-

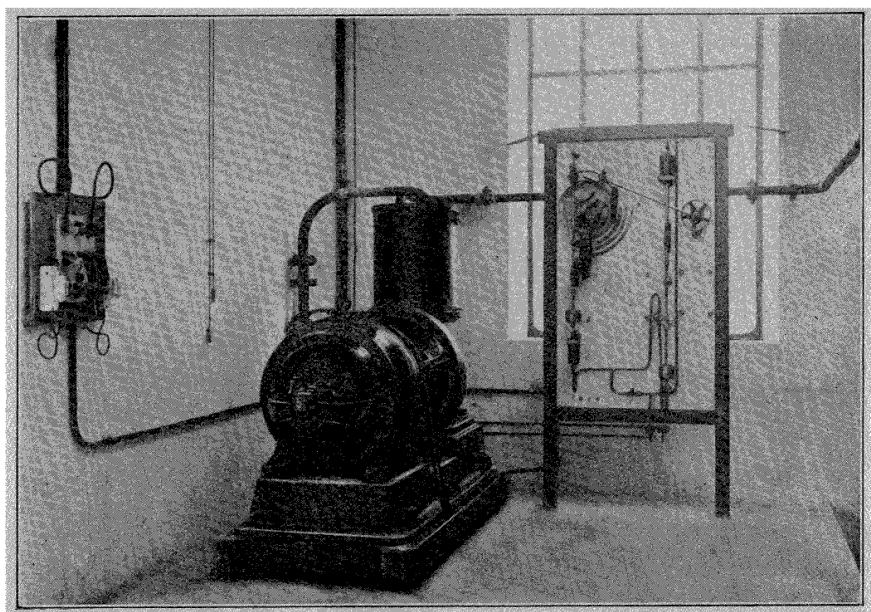


Fig. 9. — Entrepôt principal d'hydrocarbures de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, à Saint-Ouen. Capacité : 1 600 000 l. Vue du groupe moto-compresseur et du conjoncteur-disjoncteur.

moteur actionnant le compresseur; cet appareil met le compresseur en marche dès que la pression dans le réservoir R est supérieure à la pression atmosphérique, et l'arrête dès que la pression dans le réservoir R est devenue égale à la pression atmosphérique. Ceci résulte de ce que le robinet à trois voies X, alors dans sa position d'équilibre, fait communiquer, par l'intermédiaire des canalisations 6 et 8, l'atmosphère des réservoirs R avec le conjoncteur E. On conçoit donc que si, pour un motif quelconque, la pression venait alors à s'élever dans le réservoir R, le compresseur se mettrait en marche, enlèverait du réservoir R la quantité de gaz nécessaire pour y rétablir la pression atmosphérique, et s'arrêterait automatiquement sitôt ce résultat obtenu.

Description du conjoncteur-disjoncteur. — Cet appareil se compose d'un rhéostat réglant la marche du moteur actionnant le compresseur. La manette de ce rhéostat est mue automatiquement par un petit servo-moteur électrique, grâce à un train d'engrenages et à un excentrique actionnant une roue à cliquet solidaire de la manette du rhéostat.

Le courant qui actionne le servo-moteur est établi, dans un sens ou dans

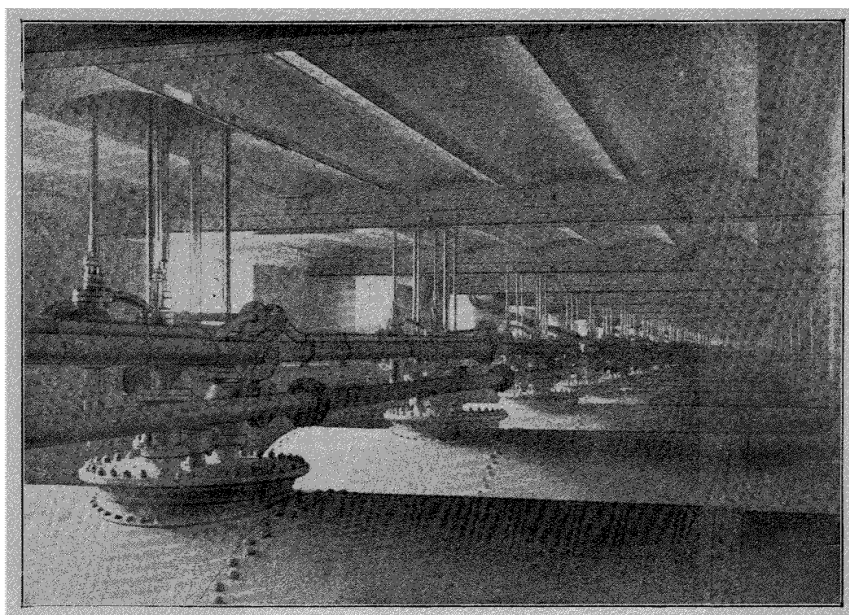


Fig. 10. — Entrepôt principal d'hydrocarbures de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, à Saint-Ouen. Capacité : 4 600 000 l. Vue d'ensemble de la cave renfermant les réservoirs.

l'autre, suivant que la pression dans les réservoirs dépasse la pression atmosphérique, ou descend au-dessous de la limite de dépression que l'on s'est assignée.

La photographie ci-jointe (fig. 9) donne l'ensemble de cette disposition électro-mécanique :

Lorsque le piston de gauche, actionné par le gaz sous pression du réservoir dans lequel on a soutiré du liquide, soulève la tige, il s'établit un contact de mise en route du servo-moteur électrique qui actionne le rhéostat de démarrage du moteur actionnant le compresseur. L'aspiration du gaz s'établit jusqu'au moment où, la pression atmosphérique étant atteinte, la tige du piston de

gauche s'abaisse, déterminant la marche inverse du servo-moteur, et l'arrêt du compresseur.

La face supérieure du piston de droite est toujours en relation avec la tuyauterie d'aspiration, de sorte que dans le cas où, au cours de l'opération d'emmagasinage, le compresseur allant trop vite, une dépression s'établirait, immédiatement le relèvement de la tige de droite mettrait le gaz qui

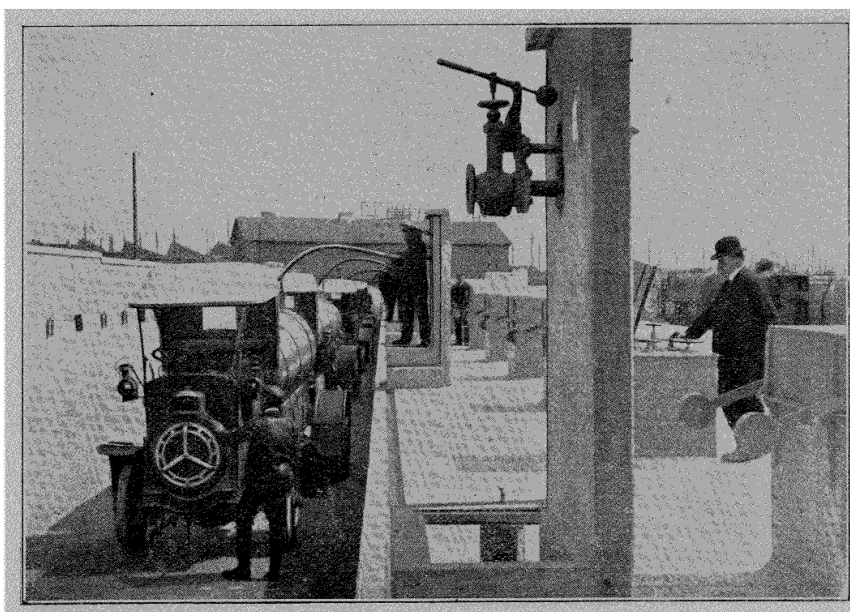


Fig. 41. — Entrepôt principal d'hydrocarbures de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, à Saint-Ouen. Capacité : 1 600 000 l. Vue d'ensemble ; chargement des camions-citernes.

soulève le piston de gauche à l'échappement et, par la chute de la tige de ce piston, arrêterait, par le servo-moteur électrique inversé, la marche du compresseur.

Dispositifs de sécurité complémentaires. — Les installations avec récupération de gaz inerte comportent des soupapes de sûreté établies sur les accumulateurs A et la canalisation de refoulement ainsi que sur les réservoirs R. Elles comprennent, en outre, un appareil de sécurité Z établi sur la tuyauterie 3 d'aspiration du gaz des réservoirs R par le compresseur. Cet appareil a pour but d'éviter qu'en cas de fausse manœuvre par suite de remplissage exagéré des

réservoirs R une aspiration de liquide combustible puisse se produire dans le compresseur. Enfin, ces installations comprennent les jauges et les manomètres qui permettent de vérifier à tout instant la situation des approvisionnements et la pression dans les accumulateurs et réservoirs. Une tuyauterie de purge des accumulateurs A permet de récupérer la masse de liquide résultant de la condensation des vapeurs saturantes aspirées par le compresseur.

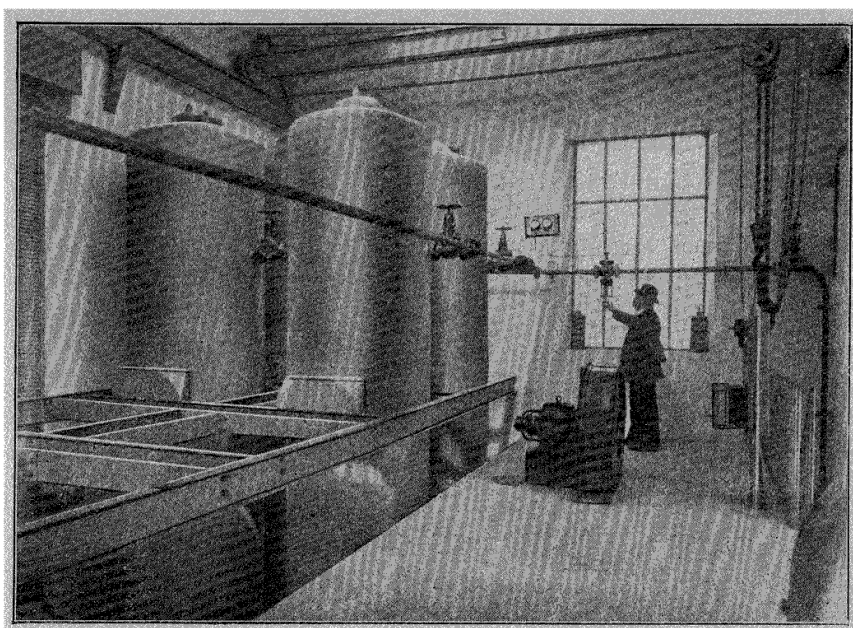


Fig. 12. — Entrepôt principal d'hydrocarbures de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, à Saint-Ouen. Capacité : 1 600 000 l. Salle des accumulateurs.

Principes généraux d'établissement des installations de sécurité. — Afin de rendre les réservoirs d'emménagement moins vulnérables, nous recommandons de les établir en sous-sol toutes les fois que les circonstances le permettront.

Pour les installations importantes, on peut être amené à prévoir des réservoirs de très grande capacité, afin de réduire l'importance des tuyauteries; dans ce cas, nous recommandons les réservoirs à axe vertical. Dans beaucoup d'autres cas, il faut envisager l'emménagement simultané de liquides différents et il est alors intéressant de prévoir des batteries indépendantes de réservoirs cylindriques pour ces différents combustibles.

En Allemagne, on a admis, pour les réservoirs d'emménagement des hydro-

carbures, l'enterrement dans le sol sans autres précautions spéciales. Cette méthode nous paraît devoir être rejetée à cause des graves inconvénients qui peuvent résulter de l'infiltration, dans le sol des agglomérations, de liquides inflammables, à la suite de détériorations toujours possibles, et même vraisemblables au bout d'un certain temps, de réservoirs métalliques, au contact prolongé de l'humidité du sol.

Cette disposition n'a d'ailleurs pas, à très juste titre, été admise jusqu'à présent par le Conseil supérieur d'Hygiène de France qui a imposé l'établissement des réservoirs d'emmagasinage dans une cuve en maçonnerie étanche.

Dans ces conditions, l'enfouissement des réservoirs dans du sable remplissant la cuve étanche nous paraît devoir être rejeté. Il semble préférable de laisser la cuve bien ventilée, éclairée à la lumière du jour, et suffisamment large pour permettre la visite facile et régulière des réservoirs et des tuyauteries. Il est ainsi toujours possible d'éviter, en temps opportun, toute fuite grave qui se décèle tout d'abord par une fissure légère, un suintement très faible; d'entretenir convenablement le revêtement extérieur des réservoirs et d'effectuer facilement et rapidement les diverses réparations reconnues utiles au cours de l'exploitation.

Les visites régulières des réservoirs devront d'ailleurs être passées par les chefs d'établissement et par des ingénieurs ou des contremaîtres qui veilleront toujours à ce qu'au préalable toutes les manœuvres indispensables de ventilation des cuves aient été parfaitement exécutées.

La ventilation des cuves peut se faire par aspiration ou par refoulement.

Le refoulement de gaz frais dans les cuves exige que celles-ci soient bien étanches et que les installations comportent des cheminées de refoulement des gaz lourds saturés dont les orifices soient au niveau inférieur de la cuve.

La ventilation par aspiration est plus facile à réaliser dans de bonnes conditions; il faut seulement prendre soin d'aspirer au point bas de la cuve où sont les gaz lourds dangereux et d'utiliser, pour l'aspiration, des appareils mécaniques bien étudiés afin d'éviter toute déflagration de vapeurs inflammables.

P. MAUCLÈRE,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Industries céramiques. — Les oxydes rarement employés en verrerie.

Métaux. — Le coupage des fers et aciers par le jet d'oxygène. — La volatilisation du zinc. — Action de l'anhydride sulfureux sur le cuivre.

Combustibles. — Sur les explosions de poussières combustibles : houilles, papiers, sucre. — Le maniement des hydrocarbures.

Les oxydes rarement employés en verrerie. — Ce sont les oxydes de baryum, de magnésium, d'aluminium, de zinc, l'acide borique, l'acide phosphorique : et M. L. SPRINGER (*Sprechsaal*, 1913, p. 476 et suivantes) raconte comment a débuté leur emploi, quelles sont leurs propriétés et leurs applications.

L'oxyde de baryum semble avoir été employé pour la première fois par Döbereiner, à Iena, en 1829. C'est principalement sous la forme du carbonate qu'il est introduit dans la masse, plus rarement sous celle du nitrate ou du sulfate. Il augmente la densité, le pouvoir réfringent, l'élasticité, la ténacité; il diminue la chaleur spécifique; il rend le travail plus difficile. Il est d'ailleurs plus coûteux que celui de calcium. Les verres de baryum fondent plus aisément que ceux de chaux.

L'oxyde de baryum trouve sa principale application pour les verres roulés; il est aussi employé pour fabriquer les objets creux, ceux de cristallerie et de gobeletterie, enfin certains verres spéciaux, comme le crown d'Iéna au phosphate qui est un métaphosphate renfermant 28 p. 100 de BaO et 60 p. 100 de P²O⁵. Une formule bonne pour cristal est la suivante : Na²O, BaO, CaO, 9SiO².

L'oxyde de zinc était employé il y a soixante ans dans les verreries belges. Il donne un pouvoir réfringent inférieur à celui obtenu avec la chaux, et surtout avec les oxydes de plomb ou de baryum. Il agit comme base à l'instar de la magnésie; il fournit un coefficient de dilatation très faible; c'est pourquoi on l'emploie, conjointement avec l'acide borique, dans la fabrication des tubes et barres. Les verres à l'oxyde de zinc présentent une grande résistance aussi bien vis-à-vis des agents physiques que des agents chimiques; mais ils ont une tendance marquée à cristalliser et à se dévitrifier. Leur emploi est surtout dans la verrerie d'optique et celle de laboratoires.

La magnésie est introduite à l'état de carbonate; ordinairement on la joint à la chaux, sous forme naturelle de dolomite. De nombreux feldspaths, granites et basaltes en renferment jusqu'à 10 p. 100.

Le spath calcaire, avec une teneur en magnésie de 18 p. 100, est très employé dans les verreries françaises. La magnésie augmente la fluidité de la masse fondue, sans nuire à la résistance aux agents chimiques ; on en emploie de 2 à 10 p. 100.

L'alumine rend le verre difficilement fusible, mais elle empêche la dévitrification. On l'introduit dans le mélange sous forme d'argile, de bauxite, de feldspath ; depuis une quinzaine d'années, on tend à utiliser les laves et silicates d'alumine analogues. La résistance aux agents chimiques est très augmentée par cette présence de l'alumine ; elle facilite, au cours de la fabrication, les réactions entre la silice et les alcalis ; elle contre-balance le pouvoir réducteur des gaz des combustibles, lorsqu'ils viennent en contact avec la masse fondue. L'alumine trouve surtout son utilisation dans la fabrication des bouteilles, des flacons, des bocaux, des bonbonnes à acide, etc. ; on en emploie de 4 à 10 p. 100.

L'acide borique est l'un des constituants de l'ancien verre de Venise ; on l'introduit à l'état d'acide borique hydraté ou de borax. Il donne un grand pouvoir réfringent, et cause dans la formation du spectre une diminution des radiations bleues à rouges. Lorsque sa proportion est élevée, il amène une diminution du coefficient de dilatation, une tendance à la dévitrification, et un abaissement du point de fusion. Lorsqu'il est employé en même temps que d'autres oxydes de caractère acide, le verre devient très résistant aux agents chimiques ; tels sont les borosilicates, à condition que la proportion d'acide borique ne dépasse pas 10 p. 100. L'acide borique est employé pour le cristal, pour les verres d'optique, et, vu sa faible conductibilité thermique, pour les tubes et barres.

L'acide phosphorique est introduit sous forme de phosphate et aussi sous celle de cendres d'os. Il est employé pour la verrerie d'optique, en mélange avec l'acide borique. Le crown à l'acide phosphorique peut renfermer jusqu'à 70 p. 100 de P_2O_5 .

Enfin, les composés oxygénés de l'arsenic et de l'antimoine servent à faciliter le processus des réactions au cours de la fabrication des verres ; ils ont aussi un rôle de décolorants. Le verre à cylindres d'Iena renferme une haute proportion d'acide borique avec 4 p. 100 de Sb_2O_3 .

Le coupage des fers et aciers par le jet d'oxygène. — M. P. AMÉDÉO, ingénieur de l'Union de la Soudure autogène, a présenté au VII^e Congrès international de l'Acétylène qui s'est tenu à Rome en avril 1913, les conclusions de longues, minutieuses et savantes recherches qu'il a effectuées sur le coupage des fers et aciers par le jet d'oxygène.

Jusqu'ici ce coupage était appliqué d'une façon entièrement empirique ; et la pratique dévoilait des faits qui se passaient tout autrement et d'une façon bien plus complexe qu'on ne s'y attendait. Les expériences difficiles que M. Amédéo a dû entreprendre pour sérier les phénomènes qui se produisent sous le jet d'oxygène des chalumeaux coupeurs ont duré des mois et ont été fort pénibles. Nous donnons des extraits textuels de ces intéressantes recherches.

Théoriquement, dit M. Amédéo, l'exécution d'une coupe sur une tôle de fer ou d'acier peut être obtenue par un jet d'oxygène pur, dirigé initialement sur un point de métal chauffé au rouge blanc ; mais pratiquement l'addition au jet d'oxygène d'une source de chaleur est indispensable pour obtenir une coupe continue ; cet apport de chaleur peut être réalisé par

l'emploi d'une flamme soudante ordinaire, utilisant comme combustible l'hydrogène, l'acétylène, voire même la vapeur d'essence ou de benzol.

Un chalumeau coupeur est donc constitué par un chalumeau soudeur ordinaire, donnant une flamme chauffante stable, complété par une tubulure alimentée par de l'oxygène pur.

Dans beaucoup d'appareils industriels l'arrivée d'oxygène pur se fait par un simple tube accolé au chalumeau soudeur chargé du réchauffage de la ligne de coupe; la partie antérieure d'un semblable chalumeau coupeur comporte donc, à côté de la buse fournissant le mélange chauffant, une buse supplémentaire (buse de coupe) d'où s'échappe un jet d'oxygène pur qu'on appelle généralement jet de coupe. Les courants gazeux fournis par ces deux buses sont donc entièrement distincts, ce qui a valu aux appareils de ce genre le nom de chalumeaux à jets séparés.

Dans d'autres coupeurs, appelés chalumeaux à flamme annulaire ou à jet central, le jet de coupe est placé au centre d'une flamme chauffante s'échappant d'un orifice annulaire. Les chalumeaux oxyhydriques ou oxy-acétyléniques à jets séparés sont surtout employés pour les épaisseurs faibles, le découpage des fortes sections d'acier n'étant pratiquement possible qu'avec des chalumeaux oxyhydriques ou oxy-acétyléniques à jet central.

Le réglage des chalumeaux coupeurs en vue de l'exécution d'un découpage déterminé comprend deux opérations distinctes : il faut tout d'abord régler le détendeur d'oxygène pour donner au jet de coupe une pression appropriée à l'épaisseur qu'il s'agit de couper; on procède ensuite au réglage de la flamme chauffante.

Exécution des découpages. — Pour procéder au découpage d'une pièce en fer ou en acier, quel que soit le chalumeau utilisé, l'opérateur commence par chauffer le métal au départ du trait de coupe, le pointeau commandant le jet de coupe étant soigneusement fermé. Lorsque le métal est porté superficiellement au rouge blanc, on ouvre graduellement le pointeau de coupe. L'oxygène traverse alors le métal de part en part et il suffit d'avancer régulièrement le chalumeau de façon à faire suivre à la buse de coupe le profil à découper.

En somme, le découpage dans les épaisseurs faibles ou moyennes n'est pas autre chose qu'une désintégration du fer placé dans une atmosphère d'oxygène, la vitesse du jet de coupe intervenant pour la dispersion de la masse oxydée. Dans les fortes épaisseurs, l'action toute superficielle de la flamme de chauffe ne permettrait pas à la coupe d'intéresser toute la hauteur du métal, mais l'oxydation plus ou moins avancée de la scorie liquide provenant de la partie supérieure chauffe la masse et rend possible la désintégration du métal par le jet de coupe.

M. Amédéo étudie successivement l'influence de la pureté de l'oxygène, celle de la pression de coupe, celle du chauffage préalable de l'oxygène de coupe, celle de l'altération du métal au voisinage du trait de coupe, et il termine son mémoire par la comparaison des différents systèmes de chalumeau.

Voici ce qu'il dit de ces diverses influences.

Influence de la pureté de l'oxygène. — Une série d'essais a été destinée à déterminer l'influence des impuretés de l'oxygène sur la vitesse de coupe, et par suite sur le prix de revient du découpage, puisque avec une buse de coupe de section constante la dépense de gaz est proportionnelle à la durée d'exécution du travail.

Ces essais amènent M. Amédéo à conclure que toutes les impuretés de l'oxygène sont également défavorables à l'exécution des coupes; l'influence bienfaisante attribuée

à l'hydrogène, impureté habituelle de l'oxygène électrolytique, n'existe pas; l'hydrogène, comme les autres impuretés de l'oxygène, ralentit le découpage; les excellents résultats généralement obtenus avec le découpage oxyhydrique sont dus uniquement à la pureté remarquable de l'oxygène utilisé de provenance électrolytique.

On peut obtenir, avec un chalumeau monté sur une machine à découper, des sections très régulières même avec du gaz à haute teneur en azote; l'aspect malpropre des coupes effectuées au chalumeau à main avec de l'oxygène impur est dû au ralentissement de la vitesse de coupe, ce qui exagère l'influence des trépidations et des oscillations que la main la plus exercée imprime toujours au chalumeau.

L'épaisseur susceptible d'être coupée par le jet d'oxygène est d'autant plus faible que la teneur en azote du gaz est plus élevée.

Influence de la pression de coupe. — Les essais poursuivis par M. Amédéo sur les variations de pression, ou plutôt les variations de vitesse du jet gazeux s'échappant de la buse de coupe, lui ont montré que ces variations provoquent, dans l'avancement du découpage, des variations correspondantes.

Dans l'industrie, on a tendance à exagérer la pression de coupe; une telle pratique aboutit à un véritable gaspillage d'oxygène et favorise la congélation du détendeur sans produire une augmentation dans la rapidité du travail.

Si donc on alimente un coupeur sous pression croissante, c'est-à-dire à débit croissant, le jet de coupe possède une température de plus en plus basse. Or la température de l'oxygène modifie d'une façon très considérable la vitesse d'oxydation du métal. Ce refroidissement variable du jet de coupe constitue donc une source d'erreurs; les essais de pression de coupe doivent être effectués dans des conditions expérimentales telles que la température du gaz soit constante.

L'emploi d'une pression croissante cesse d'ailleurs d'augmenter la vitesse de coupe à partir d'une certaine limite; ceci est partiellement dû au refroidissement plus considérable de l'oxygène par la détente; mais même en supposant la température du gaz constante, il est incontestable que l'emploi d'une pression élevée, jetant sur le métal un excès de gaz, refroidit inutilement la coupe.

M. Amédéo conclut qu'il n'y a donc pas intérêt à élever la pression de coupe; on doit au contraire chercher à travailler sous une pression aussi faible que possible, mais non trop faible. D'ailleurs l'augmentation de vitesse de coupe que l'on peut obtenir est rapidement limitée par l'action contraire du refroidissement du métal par le jet de coupe, et dans les meilleures conditions, l'excès de dépense causé par la présence de l'azote reste toujours extrêmement important.

Chauffage préalable de l'oxygène de coupe. — L'influence de la température de l'oxygène sur la rapidité de la coupe est démontrée d'ailleurs par la pratique même du découpage: tous les spécialistes du chalumeau coupeur ont remarqué que la facilité d'exécution d'une coupe amorcée dans d'excellentes conditions diminue à mesure qu'augmente la durée du travail.

Dans beaucoup d'ateliers, on « corrige » ce ralentissement par une élévation de la pression de coupe, ce qui n'améliore nullement le fonctionnement du chalumeau, mais aboutit infailliblement à l'arrêt de la coupe par congélation du détendeur, puisque l'augmentation de pression de coupe entraîne un accroissement du débit et par suite l'intensité du froid produit par la détente.

La faible intensité de la surchauffe nécessaire pour améliorer les travaux de coupe rend facile sa réalisation pratique. Un même chalumeau, muni d'une spirale chauffante, permet d'augmenter la rapidité du travail.

Altération du métal au voisinage du trait de coupe. — Le découpage au chalumeau, comme la plupart des procédés de découpage, altère les bords du trait de coupe; cette altération dépend du type du chalumeau, de la nature de la flamme et de la composition chimique du métal; elle est généralement négligeable.

Cette altération du métal, due dans tous les cas à la flamme de chauffe, n'est pas uniforme. Elle est toujours aggravée par l'emploi d'une flamme de chauffe trop puissante qui provoque une décarburation de l'acier, et donne des surfaces coupées irrégulières.

M. Amédéo termine par une comparaison ingénieuse des différents systèmes de chalumeaux, et, très prudemment, il ne condamne aucun système.

Le rôle tout superficiel de la flamme chauffante, dit-il, ne permet guère aux flammes de chauffe de se différencier autrement que par leur mode d'action sur la surface du métal. Le rôle de la flamme chauffante consiste d'abord à assurer la permanence du point d'oxydation, indispensable à la continuité du découpage; la flamme de chauffe, dans un chalumeau à jet central, fournit sur toute la hauteur de la coupe un apport de chaleur considérable qui, maintenant en fusion l'oxyde formé, permet à la scorie d'être entraînée par le jet de la coupe. C'est ainsi que le découpage des épaisseurs supérieures à 50 ou 60 mm n'est pratiquement réalisable, dans de bonnes conditions, qu'avec les chalumeaux à jet central. Ces derniers appareils sont donc aussi indispensables dans l'industrie que les chalumeaux à jets séparés, bien que leur construction soit moins rationnelle.

Un chalumeau à jets séparés d'un système quelconque donne donc des coupes plus nettes que le chalumeau à jet central utilisant le même combustible.

Le découpage au chalumeau entraîne des dépenses en gaz beaucoup plus faibles que celles qui sont indiquées par les constructeurs eux-mêmes. La dépense d'oxygène représentée par un travail de découpage sur vieux matériaux dépend essentiellement de l'état de la surface sur laquelle s'établit le point d'oxydation. On ne peut évaluer avec précision cette consommation d'oxygène que lorsqu'il s'agit de surfaces exemptes d'oxyde ou de revêtements isolants, tels que la peinture ou les vernis.

La volatilisation du zinc. — Comment cette volatilisation est-elle affectée par les variations de pression de l'air ou des gaz surmontant la masse du métal? MM. T. K. NAIR et T. TURNER ont cherché à l'établir, dans un travail présenté à la Société chimique de Londres (son *Journal*, 1913, p. 1534-1543).

La méthode repose sur la détermination des pertes de poids par unité de temps. 1 gr de zinc pur est placé dans une nacelle de porcelaine, laquelle est introduite dans un tube de porcelaine; celui-ci est placé à son tour dans un four électrique, puis on relie l'une de ses extrémités à une pompe à mercure qui permet de faire le vide ou d'introduire soit de l'air, soit un gaz. La température du four électrique est mesurée au thermocouple. La température est maintenue aussi constante que possible pendant

près d'une demi-heure; puis, le tube est enlevé en quelques secondes, et on le laisse refroidir lentement.

La vitesse de volatilisation du zinc à température constante est amoindrie dans une proportion notable dès que la pression augmente, qu'il s'agisse d'air, de gaz hydrogène ou de gaz oxyde de carbone. Il faut noter qu'aux pressions élevées l'hydrogène a une moindre action que l'air. Lorsque la température critique correspondant à une pression a été atteinte, la volatilisation du zinc croît proportionnellement à la température; les courbes de volatilisation sont toutes des lignes droites parallèles. Si une température de volatilisation donnant un pourcentage de 10° pour la quantité volatilisée est augmentée de 90°, la vitesse de volatilisation double.

Rappelons que Greenwood en 1911 (*Chemical News*) a noté par rapport aux points d'ébullition des métaux que la différence entre la première agitation et l'ébullition vive ne dépasse pas 100°.

Températures.	Pressions (en millimètres de mercure).						
	0	3	20	50	80	200	600
340°	5,52						
350°		1,16					
360°	15,94						
380°	27,32						
400°	46,98	6,36					
420°	71,36						
440°	89,36						
450°		49,76					
460°	99,9						
500°		99,9					
510°			10,62				
520°			21,0				
530°			28,0				
550°			50,18				
570°			70,16				
580°				9,78			
600°			93,61	23,18			
620°			99,7	41,48			
640°				53,52	46,68		
650°						22,26	
660°				71,58	67,66		
680°					83,96		
690°				99,9			
700°						68,66	
720°						87,9	
770°							31,18
800°							50,84
840°							98,4

Pour le zinc, un premier accroissement de pression de 3 mm élève le point critique d'environ 50° (350° à 400°); le dernier accroissement de 400 mm (de 200 à 600) n'élève le point critique que de 120° (650° à 770°). 1 mm de variation de pression peut donc causer une variation de température, soit de 20°, soit de 0°,3. Au point de vue pratique, une diminution dans la pression de 1 mm peut produire soixante fois le même effet pour abaisser une température de distillation, lorsque cette diminution s'exerce sur une pression déjà très réduite.

Ramsay et Young ont posé, en principe, que la vitesse d'évaporation à la surface d'un solide est indépendante de cette surface, et ne dépend que du mode de transmission de la chaleur. De même, à partir de la température de volatilisation libre d'un métal, la vitesse de cette volatilisation est indépendante de la pression ou de la nature du gaz; elle varie avec la température.

Un point à noter est que la distillation du zinc ne s'accompagne que d'une faible oxydation, tant que l'air dans lequel se trouve le zinc reste immobile.

Comme résultats déduits de ces expériences, le tableau de la page précédente donne les volatilisations p. 100 du zinc dans l'air à différentes températures.

Le tableau suivant donne les accroissements de température nécessaires pour compenser l'effet d'un accroissement de pression de 1 mm de mercure, pour une volatilisation de 50 p. 100 de zinc dans l'air.

Températures.	Pressions (en millimètres de mercure).							
	0	3	10	20	30	40	50	80
400°	21°							
430°		8°,5						
510°			4°					
550°				4°	3°			
590°						2°		
620°							2°	
640°								0°,16

Températures.	Pressions (en millimètres de mercure).					
	80	200	350	450	600	750
645°	0°,16					
680°		0°,3				
725°			0°,3			
755°				0°,3		
800°					0°,3	
850°						0°,3

Les conclusions du travail sont qu'il est nécessaire de chauffer un métal jusqu'à un point critique pour avoir une vitesse de volatilisation appréciable. Ce point critique est relevé par une pression gazeuse, les premières variations de pression ayant l'effet maximum. Le point critique correspondant à un métal et à une pression donnés une fois atteint, la vitesse de la volatilisation est indépendante de la pression du début, ainsi que de la nature du gaz; mais elle croît proportionnellement à l'augmentation de température. Par conséquent, toutes les courbes des températures de vitesse de volatilisation sont des lignes droites parallèles entre elles dans la plus grande partie de leur longueur. Soit V la vitesse de la volatilisation à une température t , voisine du point critique, V' la vitesse de la volatilisation à une température supérieure t' , on a : $V' = V + at$, où a est très voisin de l'unité.

La courbe des températures de pression pour des vitesses de volatilisation égales monte très vite de 0 à 50 mm. A la pression de 50 mm, il y a un changement brusque de direction, et à partir de 80 mm, la courbe devient presque une ligne droite beaucoup moins inclinée sur l'axe des vitesses. Aux environs d'une pression de 50 mm, une diminution de pression de 1 mm produit un effet qui n'est que le soixantième de celui produit aux environs du vide.

Action de l'anhydride sulfureux sur le cuivre. — Sieverts et Krumbhaar ont trouvé, en 1910, que la solubilité de l'anhydride sulfureux dans le cuivre fondu est proportionnelle à la racine carrée de la pression du gaz (c'est d'ailleurs une généralité qui s'étend à tous les gaz diatomiques, comme l'hydrogène et l'oxygène, et à tous les métaux : (*Z. für physikalische Chemie*, 1910, t. 74, p. 277).

M. C. M. STUBBS a recherché les conditions d'équilibre entre l'anhydride sulfureux et le cuivre solide, le sulfure cuivreux solide, l'oxyde cuivreux solide (*J. of the chemical S.*, août 1913, p. 1443 et suivantes).

D'après Sieverts et Krumbhaar, le cuivre fondu dissout douze fois son volume d'anhydride sulfureux, vers son point de fusion 1 035° et sous la pression atmosphérique. La solubilité, dans ces conditions, est d'environ 0,422 g p. 100 de cuivre ; la chute de solubilité est d'environ 0,75 mg par abaissement de 1 degré. A température constante et à pression variable (jusqu'à 1 000 mm), la quantité $\sqrt{p} : m$ est constante (p étant la pression et m la quantité de gaz dissoute par unité de masse du métal). Heyn et Bauer ont montré en 1906 (*Metallurgie*, t. 3, p. 82) que l'anhydride sulfureux est sans action sur le cuivre solide entre 900° et 1 100°. Schenck et Hempelmann (*Metall und Erz*, 1913, p. 283) viennent de montrer que la réaction entre le sulfure cuivreux et l'oxyde cuivreux solides et l'anhydride sulfureux ($\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{Cu} + \text{SO}_2$) est un cas intéressant d'équilibre dans un système univariant, avec une pression déterminée du gaz pour chaque température. Sieverts et Bergner (*Z. für physikalische Chemie*, 1913, t. 82, p. 257) viennent de trouver, de leur côté, que la présence d'un métal noble diminue la solubilité de l'anhydride sulfureux, surtout si l'on se trouve également en présence d'oxyde ou de sulfure cuivreux : l'expression $\sqrt{p} : m$ ne reste plus constante, mais la relation se rapproche de la loi de Henry. Il y a tendance à une formation de sulfure et d'oxyde cuivreux, par l'action de l'anhydride sulfureux sur le cuivre.

M. Stubbs conclut également qu'il y a une réaction partielle de l'anhydride sulfureux sur le cuivre. Mais le gaz devient insoluble dans le cuivre solide aux températures élevées, entre 700° et 1 050° sous la pression atmosphérique.

Sur les explosions de poussières combustibles. — J'ai déjà rappelé que par une de ces coïncidences dites de hasard, quelques jours avant la terrible explosion de Courrières qui fit 1 100 victimes, les notes de chimie de mars 1906 (Bulletin de la Société, 1906, p. 216) débutaient par un rappel de divers documents sur les explosions de mélanges d'air et de poussières dangereuses. et je citais toute une série de poussières qui sont susceptibles d'exploser par leur mélange avec l'air.

Les notes de chimie n'ont pas manqué, depuis cette époque, de résumer les mémoires, travaux ou rapports importants publiés sur les explosions de poussières combustibles, entre autres ceux des ingénieurs Daniel, Leprince-Ringuet, Taffanel, de MM. R. Lange et H. Lloyd, etc.

Depuis cette époque, les explosions de poussières combustibles ont continué à faire leur bruit, de temps à autre, entraînant parfois des conséquences désastreuses.

On peut leur rattacher l'explosion survenue dans un élévateur à grains, dont le Bulletin de 1908 (p. 1407) a parlé, et qui causa 17 victimes.

Dans les notes de chimie de mars 1906, j'ai cité un certain nombre de cas. Il faut particulièrement tenir compte de l'explosion des Moulins de Corbeil, qui survint le 30 mai 1892 dans une chambre collectrice de poussières de farine et qui tua 4 ouvriers, l'explosion d'une usine de liège en 1890 à Nice, l'explosion de la raffinerie Say.

Une explosion de poussières de papier est accident plus rare. Il est survenu, cependant, dans une usine de Tourcoing, le 31 mai 1913, et il a entraîné la mort de deux ouvriers. L'usine fabrique des tubes et bobines en papier pour filature; on amincit les bords des papiers avant de les coller, et cet amincissement est obtenu en faisant passer les papiers sur des meules tournant à grande vitesse. La consommation journalière de papier atteint 8 000 kg et la production de poussière de papier 100 kg. Les poussières sont aspirées dans une chambre munie de filtres. C'est en enlevant les poussières de cette chambre, un samedi, et parce qu'ils s'étaient servis d'une lampe à huile, que deux ouvriers furent les victimes d'une explosion violente qui ébranla tout le bâtiment. Depuis huit ans, on se servait de lampes à vitres pendant ce nettoyage; mais il suffit d'une fois pour amener l'accident. C'est l'analogue de ce qui se produisit aux moulins de Corbeil.

En novembre 1911, deux explosions de poussières se sont produites en Grande-Bretagne, l'une dans un moulin de fourrages à Glasgow, l'autre dans une fabrique de tourteaux d'huile à Liverpool. A la suite, le docteur R. V. Wheeler de la station d'essais d'Eskmeals fit une série d'expériences sur les explosions de poussières. Il détermina la température la plus basse à laquelle la poussière peut s'enflammer au contact d'un fil de platine ou d'un fil de cuivre rougi, et il a classé les 66 substances essayées en trois classes: 1° les poussières qui s'enflamment et propagent aisément la flamme, la source de chaleur étant limitée, telle une allumette; 2° les poussières qui s'enflamment aisément, mais demandent une source de chaleur de grande surface, et de température élevée, tel l'arc électrique, ou de longue durée, tel un brûleur Bunsen; 3° les poussières qui ne semblent pas capables de propager la flamme dans les circonstances ordinaires, parce qu'elles ne forment pas aisément de nuages dans l'air, ou parce qu'elles sont accompagnées d'une forte proportion de substances incombustibles, ou parce qu'elles ne brûlent pas assez vite.

Or, au premier rang de toutes les substances dont les poussières brûlent et propagent la flamme avec rapidité et aisance sont le sucre tout d'abord, puis les substances qui en renferment, la dextrine grillée et l'amidon (Report on the Inflammability and Capacity for transmitting Explosion of carbonaceous Dusts (Cd. 6662, Wyman and Sons).

* * *

Revenant sur les explosions des mines de charbon, il faut noter les efforts tentés pour rendre les poussières de houilles incombustibles en y mélangeant des poussières incombustibles, telles que poussières d'ardoise, de terre à foulon, etc. Ces additions jouent-elles le même rôle modérateur que celles de gaz inertes dans les mélanges détonants? Ou bien, ces additions ont-elles une action promotrice sur l'inflammation des gaz et des poussières combustibles, par une sorte d'action catalytique? comme les expériences de sir F. Abel semblent le montrer.

Le Home Office Committee porta son attention sur ce point, et il a réalisé, soit à la galerie d'essais d'Eskmeals, soit au laboratoire en se servant de tubes et de bombes,

une série d'expériences. MM. H. B. et DIXON COLIN CAMPBELL ont ainsi recherché si la présence d'un agent catalytique, comme le platine, peut amener une explosion dans un mélange non explosif de gaz, et si une substance inerte, comme la magnésie ou l'ardoise pulvérisée, peut exercer une action catalytique de même genre (*J. of the S. of chemical Industry*, 1913, p. 684 et 730).

Les expériences d'Abel, celles de Le Chatelier et Mallard ont été répétées et étendues.

Les élèves de M. Dixon ont d'autre part étudié les explosions des mélanges de grisou et d'air, lorsqu'elles s'effectuent lentement, assez lentement pour que l'œil puisse les suivre. Ils ont trouvé que les conditions mêmes où se trouve le tube d'explosion, soit qu'il se trouve fermé ou ouvert, affectent considérablement la distance à laquelle la flamme se propage. La vitesse se trouve renforcée si l'explosion se produit près d'une cloison du tube.

*
* * *

Le docteur Wheeler met, au premier rang des substances susceptibles de donner des explosions poussiéreuses, le sucre. Les raffineries de sucre qui fabriquent du sucre en poudre seraient donc assez exposées à des accidents, si elles ne prenaient les plus grandes précautions pour les éviter, recueillant les poussières dans des collecteurs, éloignant toute cause d'étincelle électrique ou autre, et pour cela elles font passer la masse du sucre entre les pôles d'un puissant électro-aimant qui a pour rôle d'arrêter toute parcelle métallique dont on pourrait attendre, par choc, une étincelle malencontreuse. Grâce à ces précautions, les explosions qui se produisent parfois, malgré tout, se trouvent localisées en général et n'entraînent d'autre inconvénient qu'un faible commencement d'incendie, sans autre suite.

L'industrie sucrière, cependant, a dans son histoire quelques cas d'explosions poussiéreuses, parmi lesquels je citerai à Londres l'explosion de sucre de la raffinerie James Duncan, en 1880; et à Paris celles de la raffinerie Say et de la raffinerie Lebaudy.

Dans la raffinerie Duncan, le sucre était pulvérisé dans un broyeur, et l'air de celui-ci était envoyé dans une chambre en toile destinée à recueillir les poussières. Mais la poussière traversa la toile et prit feu à un bec de gaz placé à quelque distance. La flamme se propagea jusqu'à la chambre à poussières, et une explosion violente se produisit.

L'accident de la raffinerie Say se produisit vers huit heures et demie du matin; l'explosion causa trois morts, de nombreux blessés et quelques dégâts matériels. Le bâtiment où survint l'explosion comprenait à sa partie supérieure un quatrième étage où des femmes étaient occupées à scier le sucre en morceaux et à ranger ceux-ci dans des boîtes en carton. Au-dessous de cet étage, se trouvaient trois étages consacrés au criblage, au broyage à sec et à l'ensachage des sucres en poudre.

Dans un travail développé, M. LECORNU, membre de l'Institut, a étudié cet accident dans tous ses détails et nos lecteurs seront heureux de connaître ses remarques particulièrement intéressantes.

« Des fragments de fer avaient déjà produit, à diverses reprises, au contact des broyeurs, des étincelles suffisantes pour enflammer les poussières de sucre et provoquer de petites détonations locales ou des commencements d'incendie. En vue d'éviter le retour de pareils accidents, le service technique de la raffinerie avait pris la précau-

tion de munir les appareils broyeurs de puissants aimants destinés à arrêter au passage les objets ferrugineux : les inflammations précédentes montrent que l'efficacité de ces aimants n'est pas aussi complète qu'on pourrait le croire. »

M. Lecornu pense que l'explosion s'est produite à l'air libre par un phénomène de combustion brusque de poussière de sucre mise en suspension dans l'atmosphère.

« M. Lecornu rappelle que, depuis plusieurs années, divers accidents ont appelé l'attention des ingénieurs sur les dangers d'explosion imputables aux poussières des mines de houille. Surtout en Angleterre, on admet que les poussières de houille, mises subitement en suspension dans l'air par un coup de mine ou une explosion de grisou, et enflammées par cette cause initiale, sont susceptibles de propager l'explosion, même en l'absence de grisou, dans l'atmosphère des galeries. Donc, à condition que la mine, dont les parois et le sol sont couverts d'une façon à peu près ininterrompue de poussière de charbon extrêmement fine. En Prusse, des expériences effectuées en 1884 et 1885 ont montré qu'en répandant dans une galerie de 1,92 m² de section et 51 m de long des poussières de houille sur les deux tiers de la longueur, l'explosion de 230 g de poudre noire peut produire, même en l'absence de toute trace de grisou, une explosion si violente que la flamme sort de 7 m de la galerie. En 1891, une commission royale anglaise a repris la question et affirmé de nouveau le danger des poussières de houille, en ajoutant toutefois, remarque essentielle, que l'explosion « ne peut se produire que dans des conditions exceptionnelles qui ne peuvent vraisemblablement se rencontrer que dans de rares occasions ».

« La possibilité de la propagation et sa vitesse dépendent de nombreux facteurs ; notamment la finesse des poussières, leur degré d'inflammabilité et leur dosage. S'il y a insuffisance de poussières, l'élévation de température produite par leur combustion n'est pas assez grande pour que celle-ci se continue de proche en proche. S'il y a excès de poussières, la combustion est incomplète ; au lieu d'acide carbonique, il se produit de l'oxyde de carbone correspondant à un moindre développement de chaleur, et, dans ce cas encore, la propagation ne tarde pas à s'arrêter. On conçoit ainsi que le phénomène ne se produit que dans des conditions toutes spéciales, dont la réalisation est *a priori* fort impossible. C'est ce qui explique en somme la rareté de pareils accidents.

« Les explosions dues aux poussières de charbon ont été l'objet de nombreuses études théoriques ou expérimentales ; mais on comprend que la plupart des considérations qui précèdent sont applicables à toutes les poussières combustibles.

« Au commencement du XIX^e siècle, Niepce, l'inventeur de la photographie, avait imaginé une machine appelée par lui pyrétolophore, dans laquelle la force motrice était produite par l'explosion de poussière de lycopode. Les poussières de farine ont occasionné à plusieurs reprises des accidents plus ou moins graves. Le plus connu est l'explosion survenue le 2 mai 1877 dans un grand moulin de Minneapolis sur une chute du Mississipi ; une couverture entière fut projetée en l'air, les murailles sont tombées, on a compté de nombreuses victimes. Cette explosion a été attribuée à l'inflammation de la farine par l'échauffement d'une meule. A cette occasion, Berthelot rapportait en 1878, devant l'Académie des Sciences, que dix ans auparavant, un sac d'amidon, renversé par accident en haut d'un escalier au bas duquel se trouvait un bec de gaz, avait produit une véritable explosion et il ajoutait : « ces effets exigent des conditions toutes spéciales de mélange pour être réalisées aussi bien qu'avec les systèmes gazeux proprement dits, et avec cette circonstance de plus, que le mélange poussiéreux ne subsiste que pendant un moment, à cause de la pesanteur. 100 m³ d'air renferment près de 30 kg d'oxygène capables de brûler complètement 11 kg de poudre de charbon ou 27 kg de poudre d'amidon. » Dumas, en parlant de l'accident de Minneapolis, étudié par Laurence Smith, cite une machine Mouchel à Laigle, fondée sur l'emploi du charbon en poussière fine.

« A Paris même, le 25 mars 1889, une explosion de farine s'est produite dans une boulangerie, 42, rue Croix-des-Petits-Champs. D'après le rapport rédigé à ce sujet par M. Bunel,

architecte à la Préfecture de Police, l'accident a été dû à la déchirure de la manche en toile au moyen de laquelle un ouvrier venait de remplir en cave une corbeille de farine. L'ouvrier était en train de ligaturer cette manche; un nuage de farine monta de la cave à pétrir placée au rez-de-chaussée et s'enflamma au contact d'un bec de gaz. Bunel distingue deux phases dans le phénomène; d'abord la propagation d'une longue flamme dans le fournil et l'escalier, puis l'explosion proprement dite, à la rencontre d'une porte à coulisse séparant l'arrière-boutique de la boutique. Il conclut qu'il n'y a aucune prescription spéciale à imposer aux boulangers, en dehors de celles qui ont pour but de prévenir les commencements d'incendie. »

Venant à examiner le sucre, M. Lecornu constate qu'il ne paraît pas douteux qu'une poussière impalpable, mise en suspension dans l'air à la dose convenable, est, tout aussi bien que la poussière de charbon ou celle de farine, susceptible de produire des explosions.

« Mais si l'on songe au caractère tout à fait exceptionnel des explosions dues aux poussières de charbon dans les mines ou aux poussières de farines de la meunerie et de la boulangerie, malgré le nombre immense de houillères et de meuneries ou de boulangeries existant à la surface du globe, on ne saurait s'étonner que les raffineries, beaucoup moins répandues, soient demeurées jusqu'ici indemnes. »

L'explosion de la raffinerie Say, d'après M. Lecornu, n'a pu survenir qu'un instant après le commencement d'une inflammation, alors que celle-ci s'était déjà éloignée de son point de départ, et le phénomène a dû se produire ultérieurement dans une aire assez étendue. La cause de l'inflammation demeura hypothétique.

M. Lecornu remarque qu'afin de prévenir ces accidents, on doit placer les dynamos en dehors des ateliers de broyage, ou tout au moins les renfermer dans des coffres. On peut encore, sinon arroser les parois, comme on le fait dans les galeries des mines, chose incompatible quand il s'agit de sucre, au moins avoir recours au nettoyage par le vide, qui permet de faire disparaître les derniers nids de poussières.

Sur le maniement des hydrocarbures. — Le rapport pour l'année 1912 de M. Paul Adam, chef du service des Établissements classés du département de la Seine, renferme, comme ses précédents, nombre d'indications intéressantes. Nous en extrairons aujourd'hui, textuellement, ce qui concerne les précautions à prendre dans le maniement des hydrocarbures.

Le rapport de M. P. Adam parle de deux questions : d'abord des dispositifs spéciaux de sécurité pour l'emménagement des hydrocarbures, et ensuite des mesures à prendre pour éviter l'écoulement des liquides inflammables à l'égout.

La première question en soulève deux autres : les réservoirs doivent-ils être ensablés ? Quel gaz inerte doit-on employer ?

A notre avis, dit M. Adam, l'ensablement ne doit jamais être imposé. Tout au plus, peut-on l'admettre, sous certaines réserves, quand l'industriel le propose. L'hésitation est d'autant plus permise que l'on a vu la Compagnie générale des Omnibus exposer d'abord dans une note très suggestive les raisons pour lesquelles elle repoussait l'ensablement, et plus tard adopter ce même ensablement dans le garage de la rue de la Tombe-Issoire.

Les rapports de M. Haller et de M. Henri Gautier au Conseil d'Hygiène exposent ces questions dans tous leurs détails (séances du 7, du 21 juin et du 19 juillet). Voici comment M. Vieille résume le pour et le contre (séance du 21 juin).

Je tiens à préciser l'opinion très nette que j'ai formulée déjà dans la séance antérieure et qui est la suivante :

1° Le Conseil est en présence de deux solutions parfaitement raisonnables et qui ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients;

2° Les récipients à l'air libre se prêtent à une surveillance plus facile et plus efficace : mais en cas d'inflammation, les incendies seront violents et dangereux pour le voisinage;

3° Les récipients enterrés sous sable sont d'une surveillance plus délicate, bien que cette surveillance soit possible au moyen de prélèvements gazeux dans le sous-sol; l'enlèvement du sable mouillé de benzine en cas de rupture n'est pas sans difficulté, mais les dangers d'incendie semblent devoir être nuls, et ce point a une haute importance. Une Commission est nommée pour étudier ce point spécial d'après les observations d'accidents antérieurs; jusqu'à ce que cette Commission ait fait connaître les résultats de son enquête, je pense qu'il n'y a pas lieu d'exclure en principe les récipients enterrés, placés d'ailleurs en citerne étanche.

L'exclusion mentionnée au procès-verbal de la dernière séance ne visait, à mon avis, que les réservoirs enterrés sans fosse étanche, et tout le monde est, en effet, d'accord sur cette exclusion. »

A la suite de ces rapports, le Conseil d'Hygiène, dans sa séance du 19 juillet, décida qu'il n'y a pas lieu d'interdire d'une manière absolue l'emploi du sable pour la protection des réservoirs, lorsque ceux-ci sont disposés dans des fosses étanches.

Quant au gaz employé pour créer une atmosphère inerte et assurer la circulation des liquides dans les appareils de sécurité, M. Adam constate qu'on abandonne de plus en plus l'anhydride carbonique, trop soluble, pour recourir à l'azote. Dans quelques établissements, on utilise le mélange riche en azote obtenu par une épuration sommaire des gaz d'échappement d'un moteur à explosion disposé d'une façon spéciale. Ce mélange contient 85 p. 100 d'azote, 13 d'acide carbonique, 1 d'oxygène et 1 p. 100 d'oxyde de carbone. Le Service d'Inspection admet donc l'emploi de ce mélange, mais en exigeant qu'il ait la double qualité de n'être ni combustible, ni carburant. En outre il demande qu'il y en ait toujours quelques bouteilles préparées d'avance, pour assurer le service en cas d'arrêt de l'appareil.

Arrivant à la seconde question, M. Adam rappelle qu'à la demande du Service des Ponts et Chaussées, redoutant pour ses ouvriers les incendies dans les égouts, le Service d'Inspection a, depuis plusieurs années, rendu plus sévères les mesures destinées à éviter l'écoulement des hydrocarbures à l'égout.

Ces prescriptions sont-elles insuffisantes, ou plutôt des industriels, souvent inconnus du service, ne prennent-ils pas les précautions nécessaires? Quoi qu'il en soit, les accidents n'ont pas cessé.

« Le 11 juin un incendie se produisit, sans blesser personne, dans l'égout de l'avenue de Paris à Asnières. Cet égout départemental vient de Gennevilliers et reçoit les eaux de l'avenue de Paris et des rues qui y aboutissent. D'après l'enquête menée par M. l'Inspecteur Cambier, aucun établissement classé ne peut être accusé d'être coupable d'écoulement d'hydrocarbures à l'égout. Mais la chute de vieux fils téléphoniques a arrêté le courant de surface, et il est

possible que le barrage qui s'est accidentellement formé dans l'égout par la chute des conducteurs téléphoniques hors d'usage, ait retenu sur place les petites quantités d'hydrocarbures qu'on trouve toujours dans toutes les eaux d'égout, et qui proviennent, on peut le dire, de chaque maison, de chaque garage, de chaque usine, et qui sont trop peu importantes pour occasionner un accident lorsque le débit de l'égout s'effectue normalement.

Le 10 août, à 16 h 30 m, une violente explosion brûla assez sérieusement 3 des 5 ouvriers qui travaillaient dans l'égout de l'avenue de Choisy à Paris. D'après M. l'Inspecteur Lafont, il faut attribuer cet accident à un déversement d'essence provenant d'une importante usine de constructions mécaniques. Le Directeur reconnut les faits. Pour le nettoyage du samedi, on passe les pièces dans deux petits bacs à pétrole. On venait de vider ceux-ci et on les avait lavés avec de l'essence. L'ouvrier, au lieu de vider l'essence sale dans un récipient spécial comme il est prescrit, la versa dans un caniveau relié à l'égout. Il est probable que cette détestable manière était habituelle, et s'il n'est pas arrivé d'accident plus tôt, c'est que naguère les liquides coulant dans ce caniveau n'arrivaient à l'égout qu'après un assez long parcours dans le ruisseau de la rue, et, pendant ce long trajet à ciel ouvert, l'essence disparaissait par évaporation. Or, à cause de travaux dans l'avenue, on venait d'établir une conduite spéciale reliée directement à l'égout. L'accident était donc, comme toujours, dû à une négligence bien caractérisée, et non à un défaut dans l'installation.

Le lundi 16 août à 9 h, de l'essence sortant de la même usine s'enflamma dans le ruisseau même de la rue. Les flammes, assez hautes, furent éteintes avec les terres meubles des travaux en cours. »

M. P. Adam conclut que ces deux accidents, successifs et rapprochés, montrent combien une surveillance sévère est indispensable.

Nous rattacherons à la question précédente les recherches récentes de F. Dolezaleck de Charlottenbourg, que *Prometheus* a relatées dans l'un de ses derniers numéros et qui ont porté sur la question de savoir si la benzine et l'éther sont susceptibles de s'enflammer spontanément dans les canalisations. Y a-t-il possibilité que ces liquides prennent, par frottement sur les parois de la canalisation, un potentiel électrique suffisant pour que, dans certaines circonstances favorables, il jaillisse entre le liquide et la paroi voisine une étincelle capable d'enflammer le liquide ou les vapeurs qui flottent au-dessus du liquide, et, s'il existe de l'air, de produire une explosion?

D'après l'auteur de ces recherches, l'électrisation se produit dès que la vitesse du liquide atteint une limite. La benzine brute à 90 p. 100 est électropositive vis-à-vis du plomb, du laiton; elle est électronégative vis-à-vis du fer, du cuivre, de l'aluminium. La différence de potentiel est maximum avec le fer, minimum avec l'aluminium, faible (aux environs de 100 volts) avec la porcelaine ou le verre. La benzine a une conductibilité moindre que l'éther, et il en résulte qu'elle est plus exposée que l'éther au danger de s'électriser par frottement dans les canalisations en fer.

Il découle de ces expériences que la vitesse de la benzine doit toujours rester inférieure à un demi-mètre par seconde, de façon que la différence de potentiel reste inférieure à 300 volts, qui est la limite dangereuse. Tout danger d'ailleurs sera évité si l'on remplace l'air de la canalisation par du gaz azote que l'on n'a actuellement aucune difficulté à se procurer.

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. HITIER

membre du Conseil.

LES COOPÉRATIVES AGRICOLES DE LA RÉGION DES ALPES et de Provence

Au IX^e Congrès national des Syndicats agricoles, qui s'est tenu à Nice, au mois d'avril dernier, comme lors des congrès précédents, toutes les grandes questions intéressant la mutualité rurale ont été étudiées et discutées par les hommes les plus compétents en ces matières ; mais à Nice, à côté des questions relatives aux syndicats, aux associations syndicales, au crédit, aux assurances mutuelles, avait été réservée une place toute spéciale à la coopération en raison, d'abord, de son importance toujours croissante, puis à cause du développement et de la variété que la coopération agricole présente dans la région provençale.

Caves coopératives, laiteries coopératives, coopératives oléicoles, coopératives de distillation de plantes à parfum, autant de créations remarquables qui mettent, comme le disait très justement M. J. Riboud, la Provence à la tête du mouvement coopératif français.

La région des Alpes et de Provence nous offre aujourd'hui des exemples particulièrement typiques de la facilité avec laquelle la coopération peut s'adapter aux situations les plus variées ; nous y voyons comment, grâce à la coopération, les agriculteurs ont pu lutter avec succès contre des obstacles qu'individuellement ils auraient été impuissants à vaincre ; nous y voyons aussi comment, à côté d'avantages matériels parfois considérables, l'application du principe coopératif a eu, au milieu des populations rurales, au point de vue moral et social, une répercussion des plus heureuses.

Enfin, les discussions et les vœux du congrès même des syndicats agricoles sont à retenir parce qu'ils témoignent de l'état d'esprit très sage qui ne cesse de régner au sein de l'Union centrale des Syndicats agricoles au sujet de la coopération : réduire au minimum le rôle d'aide et de soutien que l'État est appelé à jouer dans le domaine de la coopération, et considérer toujours le syndicat agricole comme l'œuvre mère qui doit rester à la tête de l'édifice mutualiste agricole.

I. — *Les laiteries coopératives des Alpes-Maritimes et des Basses-Alpes* (1). — Ces

(1) Les renseignements sur ces laiteries sont extraits d'un remarquable rapport de M. Belle, directeur des Services agricoles des Alpes-Maritimes, le promoteur de ces laiteries coopératives dans la région.

laiteries coopératives expédient journellement sur Nice et Monaco 6 300 l de lait; elles sont installées en pleine montagne, quelques-unes à 1 400 m d'altitude, et de Guillaumes, le village où se trouve la plus importante de ces coopératives, la distance à Nice est de 100 km. Le lait est payé aux coopérateurs 0,20 f le litre comme moyenne de l'année et les agriculteurs de la montagne arrivent ainsi à retirer de leurs vaches 440 f environ par tête et par an au lieu des 170 f qu'ils en obtenaient bien péniblement avant la création des coopératives.

Ce n'est qu'en 1903 que fut créée la première laiterie coopérative dans le canton de Guillaumes, dans la vallée du Haut Var, grâce à l'initiative de quelques personnalités très dévouées, propriétaires du pays. « Alimenter le littoral à l'aide du lait produit à la montagne semble, à présent, chose naturelle. Cependant les spécialistes en industrie laitière hésitaient encore, en 1903, à en admettre la possibilité. Il fallait aux promoteurs une confiance absolue en l'avenir pour tenter l'entreprise. »

L'usine installée à Guillaumes, au centre de la région à desservir, comprit tout d'abord seulement le matériel nécessaire pour pasteuriser et refroidir 1 500 l de lait par jour, mais il fallut bientôt agrandir les locaux, changer le matériel, etc., et les dépenses primitives de 34 000 f furent portées ainsi à 74 000 f.

Le fonctionnement de la laiterie de Guillaumes a servi de modèle aux coopératives laitières qui se sont établies depuis 1903 dans la région; voici quelques détails à son sujet.

Les adhérents s'engagent à livrer à la laiterie la totalité de leur lait, sous réserve des quantités nécessaires à l'alimentation de la famille, à entretenir leur bétail dans des conditions hygiéniques, à entourer la traite et les manipulations du lait des plus grands soins de propreté.

La laiterie de Guillaumes étend son action sur six communes. La plus distante, Entraunes, en est éloignée de 18 km. Pour réunir le lait tous les jours à l'usine avant 9 h., le matin, un service de ramassage suit la grande route qui longe le fond de la vallée. Le lait est déposé à heure fixe dans des locaux appropriés, ou parfois simplement au bord de la route. Il comprend le lait du matin et celui de la veille au soir. C'est un travail pénible pour les habitants des hameaux qui, de bon matin, sont obligés souvent de faire un long trajet dans la neige. Le lait est descendu, dans ce cas, à dos de mulet. Les adhérents s'entendent pour faire ce service à tour de rôle, pendant une semaine chacun.

Le lait de chaque adhérent, apporté dans des bidons marqués à son nom ou à son numéro d'ordre, est contrôlé à l'arrivée à l'usine; et du reste le prix moyen de 0,20 f est établi pour la richesse moyenne de 36 p. 1 000 de matière grasse. Au-dessus ou au-dessous de cette teneur, le prix varie en plus ou en moins, proportionnellement à la différence. A cet effet, le lait de tout coopérateur doit être analysé, au minimum, quatre fois par mois et à des dates indéterminées.

Les bidons, contrôlés, sont versés à la laiterie de Guillaumes dans un bac mélangeur pour obtenir un lait uniforme et, de là, ce lait est conduit dans un pasteurisateur où il est soumis à une température de 80° à 85°. Du pasteurisateur il passe au réfrigérant qui en abaisse la température à quelques degrés au-dessus de zéro. Une machine frigorifique alimente le réfrigérant. Le lait ainsi traité est expédié par bidons de 40 à 50 l à Nice, où il arrive à 16 h. Il peut être consommé le soir même. Il se conserve

en temps normal pendant 24 heures. En été, pour éviter les conséquences de la chaleur durant le trajet, on met du lait congelé dans les bidons. Au début, on faisait voyager les bidons dans des caisses garnies intérieurement de poussière de liège. Il n'y a jamais eu de pertes par avarie depuis que la laiterie fonctionne, même par les températures supérieures à 30°, bien que le trajet de Guillaumes à Nice soit d'une centaine de kilomètres dont 32 au début par la route.

Le projet des fondateurs de la coopérative de Guillaumes était de vendre directement le lait à Nice. Mais, après expérience, il fut reconnu que l'opération est trop délicate. On a cherché un concessionnaire présentant les garanties désirables et à qui on a imposé des conditions de vente. Le concessionnaire a été amené par les circonstances et avec l'approbation de la laiterie de Guillaumes, à traiter avec les autres coopératives au fur et à mesure de leur création. Il en résulte que le groupement des coopératives des Alpes méridionales pour la vente du lait est un fait pratique accompli. C'est un avantage considérable en ce sens qu'il supprime la concurrence entre coopératives et fait disparaître les aléas du lendemain.

Le concessionnaire est lié avec les coopératives par des contrats d'une durée moyenne de six ans. Le lait rendu à quai en gare de Nice est payé par lui 0,26 f le litre. Les frais de ramassage, de fonctionnement de l'usine et de l'expédition à Nice absorbent près de 0,05 f. Il reste net 0,21 f que l'on pourrait distribuer aux coopérateurs, mais les coopérateurs prélèvent généralement 0,01 f par litre pour frais d'amortissement et constitution d'une réserve.

Nous croyons que l'on ne saurait trop insister sur ce fait qu'un des succès de l'entreprise des coopératives provient de la vente à un concessionnaire au lieu de la vente directe aux clients. Il y a là en effet une organisation commerciale (pour la vente de 6 000 l journallement), qui exige non seulement des capitaux importants, mais une surveillance de tous les instants, que ne peuvent fournir de petits agriculteurs producteurs du lait. Il faut savoir demander à la coopération ce qu'elle peut donner; vouloir aller trop loin dans la suppression d'intermédiaires, nécessaires au fond, amène fatalement à un échec au lieu d'un succès.

Permettre à des agriculteurs de la montagne de tirer 0,20 f du litre de lait toute l'année est déjà un résultat direct, un profit merveilleux; nous avons dit, au début, que la vache, avec la vente du veau et la production de 2200 l de lait par an, leur rapportait dans ces conditions 440 f par an au lieu de 170 f avec l'ancien mode d'exploitation et la fabrication du fromage. Mais là ne se bornent pas les services rendus par la création d'une coopérative, et la page, dans laquelle M. Belle rappelle l'influence des coopératives laitières dans la région au point de vue social, agricole et économique, est à citer textuellement et à retenir.

« La législation actuelle sur le crédit agricole impose l'obligation aux membres des caisses du crédit agricole de faire partie d'un syndicat agricole ou d'une société d'assurances mutuelles. Les promoteurs d'une coopérative ne peuvent perdre de vue, dans les Alpes méridionales, que l'assistance du crédit agricole est indispensable au succès de l'entreprise. Ils doivent donc tout à la fois faire campagne en faveur du syndicat, du crédit et de la coopération agricoles. C'est l'enseignement mutualiste agricole qu'ils répandent à profusion et qu'ils font connaître ou mieux apprécier. Les Sociétés qu'ils créent en même temps que les coopératives n'ont souvent, au début,

qu'une existence nominale, mais peu à peu leur utilité apparaît et elles finissent par rendre les services qu'on est en droit d'en attendre.

« Le succès des coopératives laitières provoque des modifications profondes dans les antiques pratiques culturales. Le blé, dont la production est si pénible et si coûteuse en montagne, cède la place aux prairies artificielles ou naturelles. On comprend qu'il est facile avec l'argent du lait d'acheter du pain. Nous sommes loin maintenant de l'époque où la difficulté et la lenteur des communications faisaient redouter la famine en année de mauvaise récolte. C'est la production herbagère et non celle des céréales qui est l'objet de l'attention vigilante de l'agriculture. On met en œuvre tous les moyens pour augmenter les rendements et on s'ingénie pour capter les eaux et pour les utiliser. Les engrais chimiques que l'on condamnait sans les essayer commencent à être appliqués rationnellement. L'arbre fruitier, d'une si belle venue en montagne, mais si délaissé, ne tardera pas à se multiplier dans nos vallées et à y apporter, avec une nouvelle source d'aisance, un cachet de poétique beauté. Le bétail, cette machine à transformer les denrées alimentaires, subira l'évolution commune. Une race mieux appropriée aux besoins du milieu remplacera celle qui existe et, à la place des locaux actuels, s'élèveront des étables dans lesquelles les règles les plus sévères de l'hygiène seront appliquées.

« Les voies de communication elles-mêmes se développeront plus vite et s'adapteront mieux aux besoins à satisfaire. Ces améliorations de toute nature entraîneront fatalement la transformation de la plupart des habitations de la montagne. Le progrès marche à pas de géant derrière les coopératives et ne disparaît plus des milieux où il pénètre.

« Ce tableau peut paraître exagéré. Il est cependant conforme à la réalité. Guillaumes ne possède sa laiterie que depuis moins de dix ans et, cependant, le pays est en voie complète de transformation (1). Les prairies s'étalent dans le fond de la vallée et escaladent les pentes, de jeunes arbres fruitiers y profilent leur silhouette et promettent pour l'avenir une source nouvelle de profits. Les vieux canaux d'arrosage subissent une réfection complète afin de ne pas laisser se perdre une goutte de l'eau qu'ils distribuent; d'autres sont créés pour vivifier les prairies nouvelles et apporter jusque dans les maisons des hameaux et des villages l'eau ménagère qui leur faisait défaut.

« Les engrais chimiques inconnus dans la vallée avant 1900, y sont employés par wagons complets. Leur achat se fait par l'entremise du syndicat agricole, ce qui permet ainsi d'apprécier les avantages de cette institution.

« La descente du lait des hameaux qui dominent la vallée est pénible en hiver et exige assez de temps. Des câbles transporteurs vont remédier à cette situation, comme à Allos, et supprimer les difficultés de transport de nombreuses denrées.

« Les efforts dirigés vers l'augmentation de la production fourragère devaient tout naturellement s'exercer en même temps vers l'amélioration de la race bovine. On comprit que le moyen le plus rapide pour régénérer le type local consistait dans l'importation de tarentais, branche sélectionnée d'une souche commune.

(1) Les apports de lait en 1903-1904 ont été, à la laiterie de Guillaumes, de 474 613 l. En 1911-1912, ils ont été de 649 507 l. Les coopérateurs étaient 110 à la fondation; ils sont maintenant 160. Le nombre des vaches est passé de 249 à 450.

« L'Union des Syndicats agricoles des Alpes-Maritimes et la laiterie coopérative organisèrent des excursions en Savoie à l'époque des foires de septembre, pour étudier sur place les conditions de production et d'entretien de ces animaux. Les agriculteurs du Haut-Var y prirent une large part. Depuis 1904, il a été importé de Tarentaise, dans le canton de Guillaumes, près de 300 reproducteurs dont l'acquisition a coûté environ 128 000 f. L'État et le département ont accordé des subventions s'élevant à 27 000 f; les débours des éleveurs dépassent encore 100 000 f. C'est un effort qui a sa valeur. Pour le réaliser il a fallu le concours du crédit agricole.

« Pour retirer de ces animaux les profits qu'ils sont susceptibles de donner, on leur distribue une ration dans laquelle le son, les tourteaux ou les grains entrent en proportion convenable, et c'est encore par l'entremise du syndicat qu'on se procure ces aliments. Les vieilles étables, basses et obscures, sont remplacées par des locaux spacieux, largement éclairés et aménagés intelligemment. Le concours de bétail et d'entretien des étables, organisé l'automne dernier par le Conseil général, a permis de mettre en relief ces progrès d'une manière saisissante. La région de Guillaumes peut montrer aujourd'hui des étables peuplées d'un bétail de choix et entretenu dans les conditions hygiéniques les plus satisfaisantes.

« Le bétail actuel a une valeur élevée. On cherche à en garantir la possession par l'assurance contre les maladies et accidents.

« La vie agricole, on le comprendra aisément, présente maintenant dans le Haut-Var des attraits autrefois inconnus. Le mirage du littoral qui séduit tant de jeunes gens de nos campagnes n'y exerce plus d'influence. Bien mieux, la population y est en voie d'accroissement. La terre, si délaissée ailleurs, se voit recherchée comme il y a plus d'un siècle. Sa valeur a au moins doublé depuis dix ans. »

II. — *Les caves coopératives du Var.* — Les caves coopératives se sont multipliées depuis quelques années dans le Gard, l'Hérault, les Pyrénées-Orientales, en Algérie et notamment dans le Var. C'est, le disait dernièrement M. Prosper Gervais devant la Société nationale d'Agriculture, un fait économique des plus importants : leur institution est appelée à amener une amélioration sensible dans la situation des vins au lendemain de la récolte et à apporter une augmentation sérieuse sur les bénéfices des récoltants. Comment cela ? M. L. Fret, président du Syndicat agricole et Institutions annexes de Montfort-sur-Argens, devant le Congrès des Syndicats agricoles, M. Raymond Gavoty, président de l'Union des Syndicats agricoles des Alpes et de Provence devant la Société nationale d'Agriculture, l'ont expliqué très nettement.

La cave coopérative repose sur les deux institutions que nous retrouvons à la base de toutes nos mutualités agricoles : le syndicat, dont légalement tous les coopérateurs doivent être membres, et la caisse de crédit qui est la banque des coopérateurs et quelquefois celle de la coopérative en attendant l'attribution des avances de l'État.

En réalité le développement des caves coopératives date de la promulgation de la loi du 29 décembre 1906. Cette loi « bienfaisante » (1) permet aux agriculteurs groupés en société coopérative d'obtenir des caisses régionales de crédit une avance remboursable en 15 ou 20 années au taux de 1,5 à 2 p. 100 et dont le montant égale le double

(1) R. Gavoty. Communication à la Société nationale d'Agriculture, 26 février 1913.

du capital souscrit par les sociétaires sous forme de parts de 25 f portant intérêt à 3 et 4 p. 100.

Au moment où cette loi a été mise en vigueur, les viticulteurs du Midi, ceux du Var en particulier, souffraient de la mévente qui durait depuis plusieurs années, et les petits et moyens viticulteurs voyaient encore leur situation s'aggraver par l'absence de tout matériel vinaire qui les obligeait à céder à n'importe quel prix une récolte arrivée à maturité.

D'autres, plus favorisés, pouvaient loger une partie ou la totalité de leurs vendanges, mais les vins ainsi obtenus, n'ayant pu être vinifiés rationnellement, par suite d'une installation vinaire médiocre, se présentaient, dans la suite, dans de mauvaises conditions et s'écoulaient avec difficulté.

L'existence de non logés et de vins plus ou moins avariés, dont la vente se faisait à bas prix, venait encore peser lourdement sur les débuts de chaque campagne vinicole.

Pour remédier à cette situation, il fallait construire ou aménager des celliers, se procurer le matériel perfectionné devenu nécessaire et obtenir les avances indispensables pour pouvoir attendre le moment jugé opportun pour la vente.

Le problème demeurait insoluble pour les producteurs isolés, s'ils n'avaient su utiliser les associations coopératives.

Une fois le capital souscrit, la société coopérative — la cave coopérative — fait construire un cellier composé de cuves en ciment armé et pourvu d'un outillage très perfectionné, généralement mis en action par la force électrique, très abondante dans le Var.

Le raisin apporté par les sociétaires est versé dans une grande benne montée sur bascule ; il est pesé et le poids est imprimé sur un double ticket dont l'un est remis au sociétaire ; l'autre reste à la coopérative et sert à établir les droits de chacun à la répartition du prix de vente.

Après la pesée, le raisin est basculé sur un plan incliné qui le conduit au fouloir égrappoir : la grappe est rejetée et le jus mêlé à la pulpe tombe dans un conquet où il est repris par une pompe qui le distribue dans les cuves à fermentation. Quand le vin est fait, il est soutiré et le marc est versé dans des cages montées sur rails et conduit vers des presses hydrauliques puissantes qui en extraient tout le jus. Le marc pressé est distillé ou vendu.

Quand le vin est suffisamment clair, il est mis en vente. Mais auparavant chaque coopérateur a le droit de retirer la quantité de vin dont il a besoin pour la consommation de famille.

La vente est faite posément en attendant le moment le plus favorable, les sociétaires n'étant pas pressés de réaliser le produit de leurs récoltes, grâce aux avances en argent qui leur sont faites par la caisse de crédit annexée à la coopérative.

Les avantages d'une pareille organisation sont très grands : on comprend, en effet, aisément que le raisin traité industriellement et avec un outillage perfectionné donne un vin d'autant meilleur qu'il est produit par le mélange des raisins venant des divers vignobles de la commune ; les vins de la coopérative sont bien meilleurs et bien plus homogènes que les meilleurs vins qui ont été fabriqués individuellement (1) ;

(1) Évidemment il ne s'agit pas ici de régions où existent certains grands crus très localisés, dont

la vinification, du reste surveillée par un homme compétent, est faite suivant les meilleures méthodes œnologiques ; son prix de revient, grâce à la substitution des machines à la main-d'œuvre ouvrière, est réduit au minimum.

Enfin, le rendement est accru par l'emploi des presses hydrauliques : dans la coopérative de Flassans, par exemple, que dirige M. R. Gavoty, l'on a obtenu un rendement supérieur de 5 p. 100 au rendement moyen du pays (1).

Grâce à ces organismes bien compris, le producteur est déchargé du souci de la vinification et de la vente et il n'a plus qu'à s'occuper de bien cultiver sa vigne, soin auquel il se consacre d'autant mieux que la coopérative n'accepte que le raisin provenant des vignes saines et bien défendues contre les maladies cryptogamiques.

Au point de vue général, ajoutait M. R. Gavoty, l'existence de ces coopératives est un bien, car elle marque un progrès dans la fabrication du vin ; l'égrappage entre autres a permis de débarrasser les vins du Gard du goût de terroir que le commerce leur reprochait. Au point de vue de la vente, les coopératives vinicoles, en supprimant les excédents et les non logés qui pesaient sur le marché, ont permis d'obtenir des prix meilleurs. Enfin, grâce à la fédération des caves coopératives, les présidents de celles-ci, prévenus dès qu'une proposition d'achat est faite à l'un d'eux, sont en mesure de discuter avec l'acheteur et de ne pas faire des ventes de surprise parfois si désavantageuses.

Jusqu'à présent ces associations ont fonctionné admirablement et rempli leurs promesses : la plus-value du rendement permet à la Société de constituer une réserve d'argent qui lui sert à parer à toute éventualité, à améliorer son outillage et à payer exactement l'intérêt de ses emprunts.

Actuellement dans le Var, il y a 21 caves coopératives en fonctionnement et 13 en constitution. Elles logeront en 1913 plus de 200 000 hl de vin, c'est-à-dire le huitième de la récolte du département.

III. — *Coopératives oléicoles* (2). — L'olivier en Provence a fait, durant de longues années, la fortune de beaucoup de pays. C'était l'arbre d'or des coteaux et des terrains plus ou moins rocheux, mais la situation est, hélas ! aujourd'hui bien changée : l'invasion du marché par les huiles de graines exotiques, la vente, sous le nom d'huile

les raisins ne pourraient être mélangés avec d'autres. Dans le Var, la propriété est très morcelée, chaque producteur a des terrains à la fois sur le coteau et en plaine, de sorte que chacune des récoltes présente une richesse glucométrique en partie très élevée ce qui rétablit la moyenne. Les caves coopératives n'ont pas été obligées de compliquer inutilement les choses en établissant des distinctions de qualité.

(1) Dans certaines coopératives on utilise très habilement ce rendement plus élevé pour amortir le capital. Au lieu de donner le rendement intégral de la vendange aux coopérateurs, on ne donne qu'un pourcentage de 70 à 72 p. 100 de vin par 100 l de caisse correspondant au rendement moyen du pays, au lieu de 78 à 80 l de vin que procure l'outillage perfectionné de la coopérative. Le surplus reste la propriété de la coopérative et sert à amortir le capital de la cave sans, pour ainsi dire, que le viticulteur s'en aperçoive, sans qu'il soit obligé de faire de débours. Les coopérateurs, une fois leur capital amorti, deviendront propriétaires de la coopérative et de son outillage et bénéficieront alors d'une plus-value de revient de 6 à 8 p. 100 sur les propriétaires du pays qui ne font pas partie de la coopérative.

(2) Ces renseignements sont pris dans le rapport de M. le Dr Fournier sur les coopératives oléicoles.

d'olive, de ces nouveaux produits, etc., ont déterminé l'avalissement des cours ; d'autre part les oléiculteurs étaient restés dans les plus fâcheuses conditions au point de vue de la fabrication et de la vente de leurs huiles. La plupart des vieux moulins provençaux n'avaient qu'une installation rudimentaire, datant de plusieurs siècles, un matériel primitif et insuffisant, des procédés de fabrication d'où toute propreté semblait bannie, où l'inexpérience et la routine étaient souveraines, etc.

La création des coopératives oléicoles parut alors à beaucoup de bons esprits un moyen excellent, sinon de remédier à la crise, au moins de l'atténuer ; et ici encore la loi de 1906 est venue en permettre le prompt développement.

24 coopératives oléicoles se sont ainsi créées dans le Sud-Est depuis quelques années, dont 7 dans les Alpes-Maritimes, et 10 dans le Var. Sauf une seule, celle de Cuers (Var), toutes ont recouru à l'emprunt à long terme et à la subvention de l'État (1).

Constituées, les unes sous la forme de sociétés civiles, les autres sous la forme de sociétés anonymes à capital variable, elles présentent, au point de vue de leur installation, de leur matériel, de leurs procédés de fabrication, une grande variété d'aspects, depuis le moulin franchement moderne installé de toutes pièces dans un local approprié (la Travailleuse à Cotignac), jusqu'au vieux moulin provençal, acheté tel quel et plus ou moins transformé suivant les ressources dont on dispose (Cuers). Dans la grande majorité de ces coopératives, les olives sont mêlées, la fabrication et la vente de l'huile sont faites par la collectivité ; dans le Var et les Bouches-du-Rhône, il n'y a que des coopératives de fabrication et de vente en commun ; dans les Alpes-Maritimes, deux seulement revêtent ce double caractère, les autres ne sont que des coopératives de fabrication, l'huile faite étant reprise par les adhérents. Partout où une coopérative oléicole a été installée, l'élévation de prix du double décalitre d'olives et d'huile a été constatée, et, de cette amélioration du marché, non seulement les sociétaires, mais encore les oléiculteurs restés en dehors de l'association, ont profité.

IV. — *Coopératives de producteurs de plantes à parfum.* — On sait quelle importance la culture des plantes à parfum, des orangers, des rosiers, jasmins, tubéreuses, etc., a prise dans certaines régions du Var et des Alpes-Maritimes. Mais les producteurs, petits propriétaires, se trouvaient à la merci, en quelque sorte, des quelques grandes maisons de Grasse, seuls acheteurs des plantes à parfum. Les prix étaient alors tombés extrêmement bas et les producteurs restaient plongés dans le découragement.

Pour remédier autant que possible à cette triste situation, en avril 1904 fut constituée à Vallauris (Alpes-Maritimes) une coopérative des propriétaires d'orangers. A sa formation, elle groupa 1 108 adhérents avec un capital de 50 000 f, dont le dixième seulement fut versé.

(1) La coopérative de Cuers acheta en 1907 à crédit un vieux moulin à eau, muni d'une ressource, pour la somme de 16 500 f, avec intérêt à 4 p. 100 ; elle y a fait de nombreuses améliorations, pour plus de 13 000 f. Mais la vente des sous-produits seuls a permis de solder les frais d'exploitation et charges de tous genres, les dépenses supplémentaires d'achat et d'amélioration du matériel, etc. Aussi, d'après son expérience personnelle, M. le Dr Fournier croit-il pouvoir conclure que la possession d'un moulin à ressource constituée, au point de vue pécuniaire, pour une coopérative, une garantie de vie, de succès et en même temps d'indépendance vis-à-vis de l'Etat, dernier avantage qui n'est pas à dédaigner.

Elle compte aujourd'hui 1 806 coopérateurs et son rayon d'action s'étend sur 15 communes. La Société a pour but de remédier à la mévente par la vente en commun ou encore par la distillation en commun des fleurs et autres produits de l'oranger, provenant des propriétés appartenant aux sociétaires ou gérées par eux à un titre quelconque.

La Société, en principe, vend les fleurs de ses adhérents à l'industrie locale et, en cas de mévente seulement, elle transforme ses produits.

Deux usines ont été créées dans ce but; la plus importante, à Vallauris, possède 11 alambics de 1 100 kg, actionnés par la vapeur. Celle du Bas a 5 alambics de 500 kg à feu nu.

La construction et le matériel ont nécessité une dépense de 209 711 f que la Société a entièrement payés par ses propres moyens dans l'espace de neuf années.

De 1904 à 1911 la Société a reçu 9 499 760 kg de fleurs et payé 9 646 459 f aux sociétaires.

Avant la création de la Société coopérative, le prix des fleurs d'orangers était tombé à une moyenne de 0,35 f le kilog; depuis le fonctionnement de la Société coopérative, les cours se sont bien améliorés: En 1904 les prix étaient de 0,31 f; en 1905 de 1,20 f; en 1906 de 1,34 f; en 1907 de 1,025 f; en 1908 de 0,975 f; en 1909 de 1,275 f; en 1910 de 0,85; en 1911 de 0,65 f.

« Seule, l'action de la coopérative a permis cette surélévation de prix, a fait renaitre la confiance et ranimé le courage des propriétaires (1). »

L'amélioration de la vente des produits de l'oranger devait avoir une action réflexe sur les autres cultures florales: en 1908 une société coopérative de rosieristes se fonda qui prit le nom de Société coopérative des Propriétaires de Fleurs naturelles de la Colle Saint-Paul et Villeneuve-Loubet; une autre, la même année, fut créée à Grasse, etc., etc.

Ainsi, s'il n'est que trop certain que la France s'est laissée singulièrement devancer par d'autres nations dans la voie de la coopération agricole, il est juste de reconnaître qu'aujourd'hui le développement des coopératives agricoles a pris un essor des plus remarquables. Dans les Charentes et le Poitou, en Thiérache dans l'Aisne, les beurrieres coopératives se sont multipliées; en Provence à côté des laiteries coopératives, ce sont les caves coopératives, les coopératives oléicoles, etc.

Sans aucun doute, comme le constatait à Nice M. J. Riboud, le véritable développement des coopératives de production, de transformation et de vente, date des lois sur le Crédit agricole, et, plus encore, de la loi du 29 décembre 1906 réglementant les avances aux sociétés coopératives agricoles; cependant il ne faut pas oublier que les coopératives laitières des Charentes, dans la région des Alpes la coopérative de Vallauris et bien d'autres se sont constituées et prospèrent sans avoir profité de ces lois, sans avoir fait appel à l'État. C'est ce que n'ont pas manqué de faire remarquer au Congrès de Nice, MM. Riboud, Gavoty, de Fontgalland, etc.; mais tout en reconnaissant qu'il serait

(1) Dr Lisnard, président de la Coopérative des Producteurs d'Orangers de Vallauris; c'est à son rapport que nous empruntons les renseignements sur les coopératives des producteurs de plantes à parfum.

préférable qu'en matière de crédit et d'association en général, les agriculteurs s'appuient uniquement sur eux-mêmes et sur leurs propres ressources, afin de rester indépendants, ces pionniers de l'association agricole invitent les agriculteurs à profiter des avantages que la loi leur donne; seulement, ils leur recommandent de le faire toujours avec mesure, ils s'efforcent de faire comprendre aux associations agricoles qu'elles doivent faire le principal effort financier par elles-mêmes, que l'aide de l'État n'est, en tout cas, que momentanée et qu'elles doivent s'organiser pour s'en passer à l'avenir.

Du reste, le vœu suivant, adopté à l'unanimité par les congressistes de Nice, est très net sur ce point :

Le IX^e Congrès national des Syndicats agricoles,

Considérant que la valeur morale de la coopération sera d'autant plus grande que celle-ci fera un moindre appel à l'aide pécuniaire de l'État dans les conditions prévues par la loi du 29 décembre 1906,

Émet le vœu : que les coopératives agricoles de production, de transformation, de conservation ou de vente, créées conformément à la loi du 29 décembre 1906, s'efforcent de restreindre au minimum l'aide pécuniaire qu'elles demandent à l'État, pour sauvegarder ainsi leur indépendance et leur caractère d'œuvre d'initiative privée.

H. HITIER.

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN
membre du Conseil.

Travail des treuils, des câbles et des poulies de renvoi dans les appareils de culture mécanique,

par M. MAX RINGELMANN.

Dans le petit nombre d'essais effectués jusqu'à présent sur différents systèmes de culture mécanique avec treuils et câbles, lorsque les appareils étaient actionnés par un moteur à vapeur, on s'est contenté de mesurer, à l'aide de l'indicateur, la puissance développée sur le piston ; puis, à l'autre extrémité de l'ensemble des mécanismes, on notait l'ouvrage effectué par la charrue.

Pour les appareils actionnés par un moteur à explosions, on mesure le combustible consommé et les dimensions du labour effectué.

Ces données sont insuffisantes au point de vue mécanique, et ne peuvent permettre de généraliser les résultats constatés dans ces essais. En effet, l'indicateur donne bien le travail de la vapeur sur le piston du moteur, mais non celui disponible à la courroie ou au dernier engrenage ; il en est de même de la mesure du combustible employé.

Dans notre pensée, ce qu'il importe de connaître, c'est surtout l'énergie qu'il faut livrer au treuil dans des conditions déterminées, car cette énergie peut être fournie par un moteur autre qu'une locomobile à vapeur, un moteur à pétrole, une dynamo-réceptrice par exemple. D'un autre côté, dans l'ensemble du système, ce n'est pas tant la ou les raies de charrues faites dans un temps déterminé à telle profondeur et à telle largeur, qui sont intéressantes, car elles peuvent être influencées par la forme du versoir, par la nature du sol et par l'habileté du laboureur en ce qui concerne le réglage ou la conduite.

Il y a donc lieu de déterminer, d'une part, l'énergie nécessitée par le treuil dans les conditions diverses de positions et de longueur des câbles, de position et de nombre des poulies de support et de renvoi, s'il est nécessaire d'en employer ; puis, d'autre part, l'énergie reçue à l'extrémité du câble, pratiquement utilisable par une machine quelconque de culture (charrue, scarificateur, etc.), afin de pouvoir résoudre par le

calcul différents problèmes dont les coefficients pratiques seraient fournis par des expériences.

Pour appliquer un semblable programme, nous avons eu heureusement à notre disposition le temps et le personnel voulus et voici, dans ses grandes lignes, le dispositif expérimental adopté dans nos essais du Plessis (1).

Pour mesurer l'énergie fournie au treuil, notre dynamomètre de rotation fut inter-

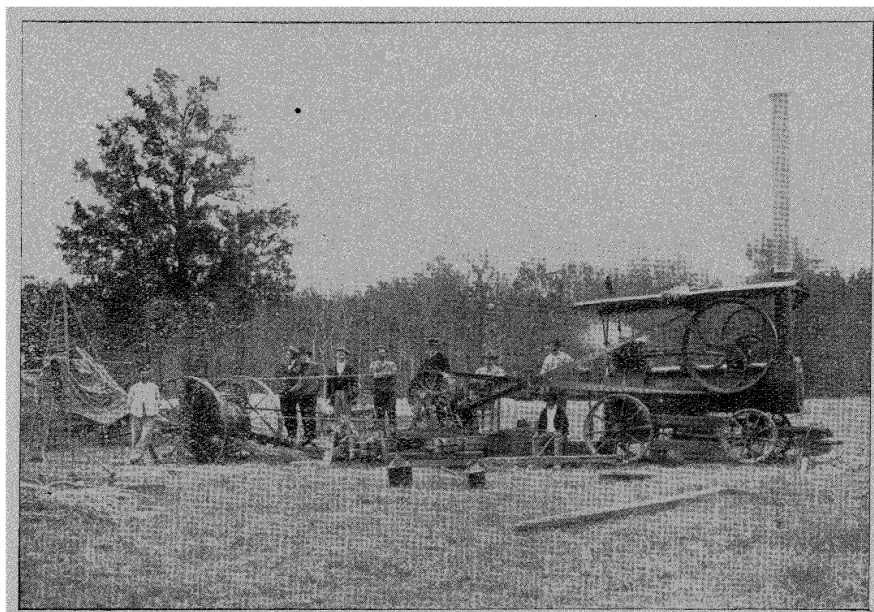


Fig. 71. — Essais dynamométriques d'un treuil de labourage.

calé entre la machine à vapeur et le treuil (fig. 71); on faisait varier les différentes conditions de fonctionnement: câble de diverses longueurs passant sous différents angles sur une ou plusieurs poulies, trainant à terre ou roulant sur des poulies-supports en nombre variable; enfin on modifia le travail utile (mesuré au dynamomètre de traction) disponible à l'extrémité du câble.

A. — DESCRIPTION SOMMAIRE DU MATÉRIEL

L'ensemble du système Howard (2), qui a servi à nos expériences, comprend une locomobile à laquelle on relie, par ses limonnières, le treuil proprement dit dont le bâti repose sur deux roues porteuses R (fig. 72). Le volant de la locomobile employée aux essais a 1^m,370 de diamètre et peut tourner à une vitesse de 100 à 160 tours par minute;

(1) Essais faits en 1901, à l'occasion du Centenaire de la Société d'Agriculture de l'Indre.

(2) Voir page 101, Bulletin de Juillet 1913.

il commande par une courroie croisée c une poulie à joues A , de $0^m,57$ de diamètre, calée sur un arbre horizontal pourvu d'un pignon a de 14 dents engrenant avec une roue B à denture intérieure de 42 dents, fixée sur l'arbre intermédiaire du treuil; cet arbre porte deux pignons b de 10 dents (engrenages à chevrons) qu'on peut mettre en prise avec une des deux roues t de 64 dents solidaires chacune d'un tambour de treuil, de $0^m,59-0^m,93$ de diamètre et de $0^m,350$ de largeur. L'axe x de chaque tambour est monté en excentrique commandé par un levier non représenté dans la fig. 72 : en abaissant l'axe, on débraye le treuil de l'arbre intermédiaire, mais on fait porter la joue t' (de $0^m,93$ de diamètre), dont la position est indiquée en pointillé, sur le frein f à levier à contrepoids n ; en remontant l'axe x , le tambour n'est plus en

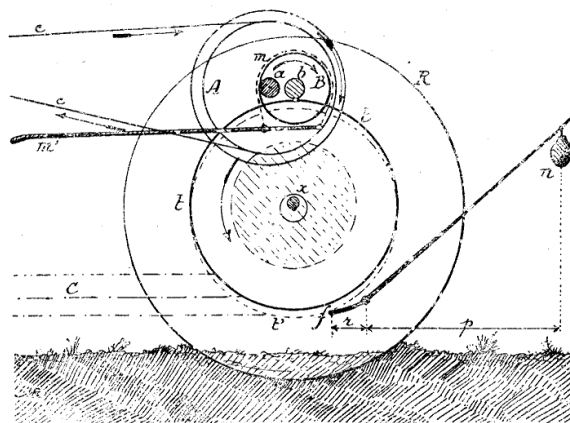


Fig. 72. — Principe du treuil.

contact avec le frein et la roue dentée t est engrenée avec le pignon b de l'arbre intermédiaire B .

Pour une manœuvre à l'extrémité d'une raie faite par la charrue, le mécanicien, au moment voulu, arrête le moteur à vapeur (car il n'y a pas de débrayage), puis le treuil en serrant par un levier m' un frein à ruban m sur la jante de la roue B ; il descend le tambour qui vient de tirer la charrue et met sa jante t' en contact du frein f chargé d'éviter le déroulement trop rapide du câble C ; en manœuvrant l'autre levier, il soulève le second treuil et l'engrène avec le pignon correspondant de l'arbre intermédiaire; il donne ensuite un signal de départ et met son moteur en marche.

Chaque treuil actionné alternativement par le moteur appelle la charrue et, pour la raie suivante, laisse dérouler le câble d'une quantité égale à la longueur du rayage. L'arrêt du moteur est signifié au mécanicien par le laboureur qui fait un signal convenu, ordinairement en hissant un drapeau quand cela est possible (lorsque la configuration du terrain permet au mécanicien de voir la charrue et lorsqu'il ne fait pas de brouillard); la mise en route du système se fait après un signal-avis du laboureur, qui prévient le mécanicien que la charrue est basculée et que l'attirail est disposé pour

repartir ; il est bon que le mécanicien prévienne à son tour le laboureur par un coup de sifflet. Comme on le voit, on utilise des signaux optiques et acoustiques qui exigent beaucoup d'attention de la part du personnel, surtout dans les conditions défavorables (brouillard, pluie, vent).

Les deux câbles (alternativement câbles moteurs et câbles de rappel) passent sous un pont en bois (placé entre le treuil et le foyer), sous la locomobile (dont le cendrier doit être suffisamment élevé au-dessus du sol), puis sur deux poulies à gorge, tournant dans le plan horizontal sur un châssis solidaire de l'avant-train de la machine et même consolidé à l'aide de piquets ou d'amarrages divers.

De la locomobile, un câble est dévié sur la droite, l'autre sur la gauche ; chacun passe à une grande poulie de renvoi, horizontale, fixée le long de la fourrière du champ ; le câble longe alors cette fourrière jusqu'à un chariot-ancre supportant une poulie, également horizontale, où il est dévié dans le sens du rayage pour s'attacher à la machine destinée à cultiver le sol (charrue, scarificateur, herse, rouleau).

Entre la locomobile et la première poulie de renvoi, et entre cette dernière et la poulie du chariot-ancre, il est bon de soutenir le câble de place en place, à l'aide de petites poulies à gorge, de 0^m,18 de diamètre, montées sur un axe horizontal maintenu de 0^m,50 à un mètre environ au-dessus du sol sur un léger chariot à trois roues : nous verrons plus loin l'économie d'énergie qui peut résulter de l'emploi de ces poulies-supports.

La poulie du chariot-ancre doit se déplacer à chaque rayage le long de la fourrière et se rapprocher de la locomobile d'une quantité égale à la largeur du train travaillé par la machine de culture. A cet effet, cette poulie est montée sur un chariot à quatre roues garnies de coutres circulaires destinés à s'enfoncer de 0^m,10 à 0^m,15 environ dans le sol, afin de s'opposer au dérapage ; un coffre rempli de matériaux divers, ou de pièces de rechange, facilite la pénétration des disques. Pour suivre les sinuosités que pourraient présenter les fourrières, un des essieux peut s'obliquer horizontalement par rapport à l'autre. Enfin le chariot-ancre est retenu en arrière par un petit câble amarré à un point fixe ; ce câble se déroule d'un tambour placé sur le chariot-ancre et ce déroulement se fait automatiquement sous la traction du câble, car à chaque rayage le laboureur a soin, par la manœuvre d'un verrou, de laisser le tambour libre de décrire un tour ou une fraction de tour (suivant le diamètre du tambour et la largeur travaillée par la machine de culture).

L'ensemble, treuil, poulies, supports, chariot-ancre, peut être d'une construction très rustique, et il nous était particulièrement intéressant de procéder à des essais sur un semblable système en état ordinaire de marche, et non spécialement préparé pour un concours. Nos expériences ont porté sur l'appareil qui était en service chez M. Balsan depuis plus de vingt ans ; après le choix du champ et la détermination de la disposition du chantier, nous avons laissé le mécanicien du domaine procéder au montage et à l'installation du matériel comme il le fait dans la pratique courante.

B. — ESSAIS RELATIFS AUX TREUILS FONCTIONNANT A VIDE

Les essais relatifs aux treuils seuls, sans déroulement du câble, ont donné les principaux résultats ci-dessous :

Essais à vide.	Numéros.	Nombre de tours par minute de la poulie du treuil.	Travail mécanique nécessaire par seconde en kilogrammètres
Arbre de la poulie de commande du treuil et arbre intermédiaire (frein à ruban enlevé complètement).	1	349	3,34
Idem (avec le frein à ruban placé comme en travail courant et frottant légèrement)	2	348	9,31
	18 (1)	295	9,53
Idem, plus le treuil de gauche seul.	3	334	9,80
Idem, plus le treuil de droite seul	4	338	10,10
Idem, avec les deux treuils sur lesquels agit le levier du frein à contrepoids	5	289	10,81
			10,72
			67,69
			66,51

Si nous calculons le travail mécanique moyen dépensé par les différentes parties du treuil par mètre d'avancement du câble (2) (compté d'après la circonférence du cercle moyen d'enroulement du câble sur les tambours des treuils), on a les résultats suivants :

	Travail mécanique moyen nécessaire par mètre d'avancement du câble en kilogrammètres.
Arbre de la poulie de commande du treuil et arbre intermédiaire.	4,7
Supplément dû au frottement du frein à ruban.	8,6
(Ce supplément ne devrait pas exister avec un frein bien ajusté.)	
Supplément dû au mouvement d'un treuil	2,3
Ensemble du mécanisme, un seul treuil	15,6

Bien que nous devions considérer, dans nos calculs ci-après, la dépense de 15,6 kilogrammètres par mètre d'avancement du câble, il est bon de faire remarquer qu'avec un frein bien ajusté et ne frottant pas inutilement, cette dépense aurait pu être réduite à 7 kilogrammètres.

Les chiffres précédents sont relatifs au travail à vide et ne tiennent pas compte de la résistance opposée par le câble à son enroulement sur le tambour du treuil.

* *

L'essai n° 5 permet de calculer l'énergie qu'il est nécessaire de demander au câble de retour pour se dérouler du treuil débrayé sur lequel appuie le frein à contrepoids (dans cet essai le frein n'est pas graissé) :

	Kilogrammètres par mètre de déroulement du câble.
Le treuil à vide nécessite	2,3
Le supplément dû au frein à contrepoids.	97,1
L'ensemble du mécanisme exige.	99,4

(1) La constatation n° 18 a été faite trois jours après, à la fin des essais, comme vérification et avec d'autres ressorts au dynamomètre de rotation.

(2) Un tour de la poulie de commande correspond à un avancement d'environ 0^m,12; varie de 0^m,10 à 0^m,15 suivant le diamètre d'enroulement du câble.

soit près de 100 kilogrammètres par mètre de déroulement du câble (1), chiffre qu'on doit diminuer par le graissage de la joue du tambour, dans le rapport des coefficients de frottement du bois sur la fonte, suivant que les pièces sont à sec (coefficient voisin de 0,5) ou graissées (coefficient variant de 0,2 à 0,3); nous pouvons d'ailleurs en tenter le calcul :

Les bras p et r (fig. 72) du frein n' (levier du premier genre) ont respectivement $1^m,90$ et $0^m,20$, soit un rapport de 9,5. La puissance est de $18^{kg},800$ (représentée par un poids n en fonte de $14^{kg},500$, et $4^{kg},300$ dus au poids même du levier, d'après une mesure faite au dynamomètre); cette puissance correspond à une pression de $178^{kg},6$ sur la joue du treuil.

Pour un mètre de déroulement du câble (supposé placé au diamètre moyen), la joue du treuil parcourt un chemin d'environ $1^m,22$; la résistance du frottement sur la joue et l'énergie nécessaire correspondante varient comme l'indiquent les chiffres suivants d'après l'état du graissage :

	à sec.	Frein	
		graissé.	
Coefficient de frottement	0,5	0,3	0,2
Effort tangentiel	89,3	53,5	35,7
Travail mécanique nécessaire par mètre de déroulement du câble	dû au frein . . .	108,9	65,2
	dû au treuil . . .	2,3	2,3
	Total	111,2	67,5
			45,8

Nous aurons l'occasion de voir plus loin (essais D), qu'avec le frein graissé, le travail mécanique nécessaire varie en moyenne de 56 à 79 kilogrammètres par mètre de déroulement du câble.

* * *

Ces premiers calculs montrent l'erreur qu'on pourrait commettre si l'on cherchait, comme cela a été fait, à estimer la valeur mécanique d'un système de culture à vapeur d'après le charbon consommé dans une expérience : en outre des variables dues à la qualité du combustible (pouvoir calorifique), à l'habileté du chauffeur, aux rendements de l'appareil évaporatoire et de la machine proprement dite utilisant plus ou moins bien la vapeur, il peut y avoir d'énormes pertes de travail occasionnées par le frein à ruban et par le frein automatique qui évite le déroulement trop rapide du câble sur le tambour de rappel; en travail pratique, cette perte, voisine de 60 kilogrammètres par mètre d'avancement du câble, correspond à 8 dixièmes de cheval-vapeur alors qu'on pourrait la réduire beaucoup.

Dans d'autres essais, effectués sur des treuils de défoncements à manège direct, sans engrenages, tournant lentement dans le plan horizontal, le rendement mécanique varie, en pratique, de 80 à 90 p. 100, suivant le graissage des axes ou des tourillons qui supportent d'énormes pressions.)

(1) Suivant le diamètre d'enroulement du câble sur le tambour, ce travail varie de 75 à 125 kgm.

C. — ESSAIS RELATIFS AU TREUIL EN CHARGE, AUX CABLES ET AUX POULIES

Nous avons cherché, dans cette série d'essais, à déterminer les résistances passives opposées par le câble passant, dans diverses conditions de travail, sur des poulies en nombre variable.

Le principe du dispositif adopté est représenté par la figure 73, dans laquelle on voit en T le treuil, en L la locomobile et en A une des poulies de renvoi fixées à l'avant-train de la machine.

Le câble a 0^m,0125 de diamètre et est formé de quatre torons de 6 fils d'acier de 0^m,0018 de diamètre, plus un fil central; son poids moyen est de 0^k,660 par mètre courant.

Pour les essais nos 6, 7 et 8 (fig. 73), le câble est appelé, sur une longueur de

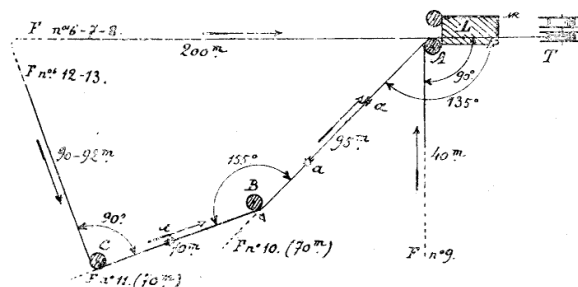


Fig. 73. — Disposition des essais relatifs aux câbles et aux poulies.

200 mètres, la traction est directe sans contact avec la poulie A. Dans l'essai n° 6, l'effort F est nul, c'est-à-dire que le câble est libre à son extrémité et, n'étant pas tendu, il se déplace par soubresauts en décrivant des courbes sur le sol. Pour l'essai n° 7, la charge F appliquée à l'extrémité du câble (constituée par un traîneau), présente une résistance de 95 kilog. Pour l'essai n° 8, la résistance est constituée par une charrue, et l'effort varie de 400 à 750 kilog, avec une moyenne de 580 kilog.

Dans l'essai n° 9 (fig. 73), le câble est retourné à angle droit sur la poulie à gorge A (diamètres 0,58 — 0,73); le chemin parcouru est de 40 mètres et l'effort F de 94 kilog.

Pour l'essai n° 10 (fig. 73), l'angle est de 135°, l'effort de 95 k. 5, et le chemin parcouru 70 mètres.

Dans l'essai n° 11 (fig. 73), le câble passe sur la poulie A sous un angle de 135° et, à 95 mètres de distance, sur la poulie à gorge B (diamètres 0^m,74 — 0^m,86) qui le dévie suivant F 11 (angle de 155°); la résistance de 95 kilog. parcourt un chemin de 70 mètres.

Pour les essais nos 12 et 13 (fig. 73), le câble, de B passe, à 70 mètres de là, sur la poulie C du chariot-ancre (diamètres 0^m,60 — 0^m,73) qui le dévie à angle droit; la résistance F, de 99 kilog., est déplacée sur une longueur de 90 mètres (essai n° 12) et 92 mètres (essai n° 13).

Le câble porte et frotte à terre dans les essais n^{os} 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12; pour l'essai n^o 13, il est soutenu par trois poulies-support (diamètres 0^m, 18 — 0^m, 26) indiquées en *a* sur la figure 73, deux de ces poulies sont placées entre A et B, une seule entre B et C.

Les mesures prises dans ces différentes expériences ont permis de dresser le tableau récapitulatif suivant :

Numéro de l'essai (figure 73).	Vitesse d'avancement du câble (mètre par seconde).	Effort moyen F utile à l'extrémité du câble (kilog.).	Kilogrammètres dépendants au treuil.	
			par seconde.	par mètre d'avancement du câble.
6	0,888	0	51,48	57,91
7	0,887	95	132,27	149,30
8	0,781	580	499,38	639,21
9	0,745	94	98,14	131,71
10	0,794	95,5	108,97	137,40
11	0,700	95,0	122,98	175,68
12	0,782	99,0	172,84	220,85
13	0,766	99,0	146,57	195,18

Ces différents résultats d'expériences nous permettent de tirer les conclusions ci-après.

1. TREUIL. — Pour le travail nécessité par le treuil enroulant le câble tendu par un effort F' (en supposant cet effort appliqué près du treuil, afin que la longueur du câble soit négligeable) on a :

Effort F' (kilog.).	Kilogrammètres demandés par le treuil (par mètre d'avancement).
0	20,5
95	22,3
580	28,2

Alors que, dans nos essais à vide, le travail n'était que de 15,6 kilogrammètres, les différences (4,9 — 6,7 — 12,6) représentent les résistances supplémentaires dues aux pressions sur les axes, ainsi qu'à l'enroulement du câble sur le tambour du treuil. Si l'on fait un tracé graphique et des calculs trop longs pour être détaillés ici, on peut dresser un tableau relatif à l'énergie consommée par le treuil seul (par mètre d'avancement du câble), correspondant aux frottements des différents axes et à la raideur du câble, c'est-à-dire à sa résistance à l'enroulement.

La résistance R due au treuil suivant la tension F du câble (en kilog.) à son arrivée sur le tambour (diamètres 0^m,59 — 0^m,93) est :

$$R = m F$$

m F est un résultat expérimental croissant avec la valeur de F; il comprend le mécanisme de transmission, arbres et engrenages droits (égal à 4,7) plus les frottements du treuil sur son axe et la résistance à l'enroulement du câble.

Effort F utilement appliqué au câble à son arrivée au treuil.	Résistance propre du treuil (kilogrammètres par mètre d'avancement du câble) — (avec un frein à ruban bien ajusté (1)).		Chiffre applicable aux essais, le frein à ruban frottant légèrement.
0	11,9		20,5
100	13,8		22,4
200	15,3		"
300	16,6		"
400	17,9		"
500	18,9		"
600	19,9		28,5
700	20,8		"
800	21,7		30,3
900	22,5		"
1 000	23,2		31,8
1 100	23,9		"
1 200	24,5		"
1 300	25,1		"
1 400	25,6		"
1 500	26,0		"

La résistance propre du treuil croît ainsi lentement avec sa charge.

2° CABLE. — La résistance opposée par le câble frottant sur le sol dépend de sa longueur et peut se reporter au mètre courant : ainsi, dans l'essai n° 6, l'effort au treuil passe successivement de 95 k. 3 (longueur 200 mètres) à 57 k. 9 (longueur 100 mètres) à 20 k. 5 (longueur 0 mètre); le diagramme du travail de l'essai n° 6 peut se représenter par la figure 74, dans laquelle les distances sont portées en abscisses et les efforts nécessités en ordonnées; la même figure représente les diagrammes des essais nos 7 et 8.

Si nous cherchons l'effort moyen exigé par le câble seul frottant à terre, c'est-à-dire les ordonnées y , y' et y'' , sans nous occuper des constantes a' ou a'' qui dépendent surtout de l'effort utile f' ou f'' appliqué à l'extrémité du câble, et en tenant compte de la longueur même de ce câble reposant à terre, ainsi que du supplément de résistance occasionné de ce fait au treuil, on voit que, par mètre de longueur, cette résistance est de 0 k. 36 pour l'essai n° 6 (le câble, étant libre, s'accroche et avance par saccades), de 0 k. 31 pour l'essai n° 7 et de 0 k. 30 pour l'essai n° 8; dans ces deux derniers essais, le câble est tendu par des efforts de 95 et de 580 kilog. et si le coefficient fourni par l'essai n° 8 est un peu plus faible que celui de l'essai n° 7, cela tient à ce que le câble a passé dans la même ligne, c'est-à-dire dans la petite rigole qu'il avait tracée par places sur la prairie lors de l'essai n° 7; cette condition se rencontrant peu dans la pratique (2), il y a lieu d'adopter le chiffre de 0,34 pour les applications.

Relativement au poids du câble (0k.660 environ par mètre courant), le coefficient de frottement est très voisin de 0,47 (0,469).

(1) Dans ces calculs on a enlevé les 8,6 kilogrammètres qui ne devraient pas être dépensés avec un frein à ruban à main bien ajusté.

2) Sauf le long des fourrières où l'on peut soutenir le câble par des poulies-supports.

La résistance r (en kilogrammes) opposée par le câble trainant à terre est indépendante de l'effort appliqué à son extrémité; elle peut se calculer suivant le poids p du câble par mètre courant, pour une longueur L par :

$$r = 0,47 p L$$

Au début d'une raie, la longueur du câble trainant à terre est L , à la fin du rayage elle est l , et la résistance moyenne r' du câble est donnée par :

$$r' = 0,47 p \frac{L + l}{2}$$

Des essais nos 12 et 13, présentant les mêmes dispositions et longueurs du câble, on voit que la différence de travail (220,8 et 195,1), soit 25,7 kilogrammètres, est due à ce que le câble, sur une longueur de 165 mètres, ne reposait plus à terre et était supporté; l'économie est ici de 0,155 kilogrammètre par mètre de longueur de câble, et la résistance r'' (en kilogrammes) opposée par le câble n'est plus que 0,15 kilogrammes par mètre, ou, en fonction du poids p du câble par mètre courant et de la longueur L (en mètres) du câble soutenu par des poulies-supports de 0^m,18 — 0^m,26 de diamètres :

$$r'' = 0,23 p L$$

Le coefficient de roulement 0,23 remplace, dans les formules précédentes, le coefficient 0,47 relatif au glissement du câble sur le sol. On voit ainsi tout l'intérêt qu'on a à employer des poulies porte-câble placées sur les fourrières et sur les lignes qui rejoignent ces fourrières

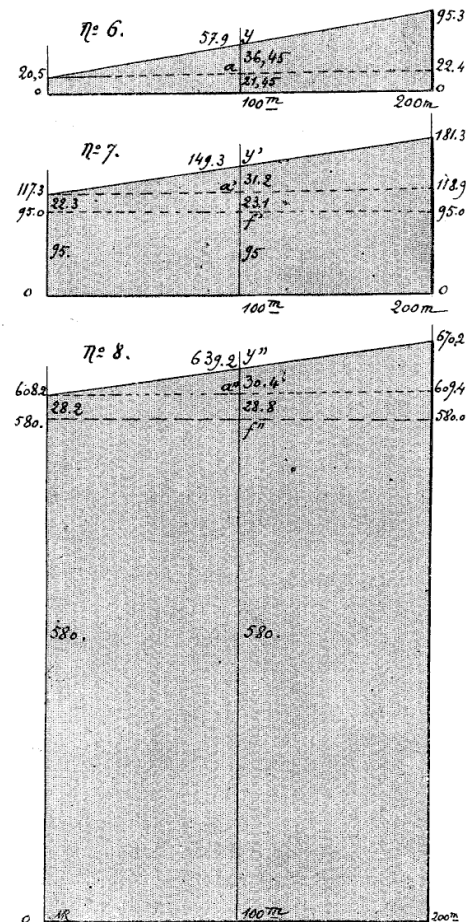


Fig. 71. — Représentation graphique des résistances opposées par un câble.

au treuil; en pratique, ces porte-câbles peuvent être distants d'une trentaine de mètres (en supposant un terrain plan). Par contre, on n'a pas intérêt économique à les utiliser sur la ligne du câble qui est parallèle au rayage de la machine de culture, car il faudrait les enlever et les remettre à chaque passage de la machine et ce travail obligerait à employer un aide pour chacune de ces poulies-supports.

*
* * *

Dans les essais qui précèdent, les poulies de renvoi étant rapprochées du sol pour être plus stables, le câble frotte à terre, alors que dans d'autres appareils de culture mécanique sans poulies de renvoi, avec un enroulement sur le treuil un peu élevé au-dessus du sol, le câble *acb* (fig. 75) ne frotte pas sur le sol *x*.

Le câble *abc* (fig. 75), présentant un poids *p* par mètre courant, prend, sous l'action de la traction *F*, une flèche *h* au milieu de la longueur *ab* de sa corde. La courbe *acb*

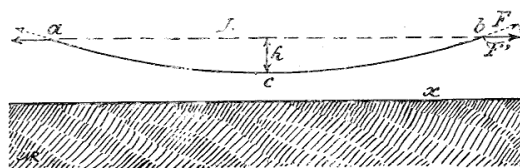


Fig. 75. — Flèche d'un câble tendu.

est une chaînette, laquelle se confond avec une parabole quand la flèche *h* est faible relativement à la portée *ab*. Dans ce cas, entre :

- p* le poids du câble, en kilogrammes, par mètre courant,
- L* la portée du câble, en mètres,
- F* la traction supportée par le câble, en kilogrammes (traction dirigée suivant la tangente en *b* et plus petite que *F'*, parallèle au sol *x*),
- h* la flèche, en mètres,

On a la relation suivante :

$$p L^2 = 8 F h$$

Si l'on effectue des calculs pour différentes valeurs de *p*, de 0 k. 500 et 0 k. 600 par mètre courant, et de *F*, de 1 000, 2 000 et 3 000 kilogrammes, en fixant à la flèche *h* un maximum de 0^m,30 pour que le câble ne frotte pas sur le sol, on a les chiffres consignés ci-dessous :

Effort de traction appliqué au câble.	Longueur de câble pour que la flèche soit égale à 0 ^m ,30, le câble pesant par mètre courant,	
	0 ^k ,500.	0 ^k ,600.
	m.	m.
1 000	69,28	63,24
2 000	97,98	89,44
3 000	120,00	109,54

Comme dans les grands appareils de culture mécanique la traction de la charrue est d'au moins 2 500 kilogrammes, on voit que sur une longueur d'environ 100 mètres le câble ne frotte pas sur le sol. Au delà de cette longueur, ce n'est qu'une partie du poids du câble par mètre courant qui intervient dans le calcul de la résistance au glissement du câble sur la terre.

3. POULIES DE RENVOI. — Les essais comparatifs n^{os} 9, 10, 11 et 12 ont été effectués en vue de déterminer la résistance supplémentaire occasionnée par le passage du câble, sous différents angles, sur les poulies A (fig. 73); — A et B; — A, B et C.

Connaissant les résistances opposées par les diverses portions du câble et par le treuil, on peut calculer les résistances passives présentées par les poulies de renvoi sur lesquelles passe le câble tendu sous un effort de 94 à 99 kil.; on obtient les résultats suivants :

Essai.	Poulie (fig. 73).	Angle du câble sur la poulie.	Kilogrammes employés par la poulie par mètre d'avancement du câble.
9	A	90°	9,2
10	A	135°	8,8
11	B	135°	9,4
12	C	90°	12,8

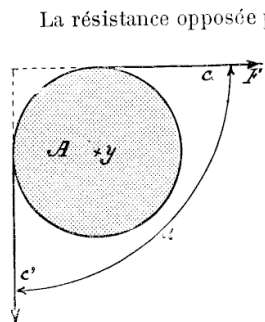


Fig. 76. — Plan d'une poulie de renvoi.

La résistance opposée par les poulies de renvoi A (fig. 76) est beaucoup influencée, en pratique, par le graissage de l'axe vertical y autour duquel elles tournent et qui se trouve placé dans des conditions très défavorables pour une lubrification uniforme. En étudiant d'une façon rationnelle la résistance d'une semblable poulie, on voit qu'elle est pour le même câble cc' en raison directe de la tension F du câble, du cosinus de la moitié de l'angle x fait par le câble, en raison inverse du rayon de la poulie A, plus une quantité constante.

Des expériences faites au Plessis et de quelques autres exécutées à la Station d'Essais de Machines avec des câbles pesant de 0^{kg},500 à 0^{kg},680 par mètre courant, nous pouvons donner la formule empirique suivante, indiquant l'énergie p dépensée en pratique par mètre d'avancement du câble passant sur une poulie de 0^m,60 à 0^m,70 de diamètre, en fonction d'une constante a' , de la tension F du câble et d'une variable b suivant l'angle x fait par le câble sur la poulie :

$$p = a' + b F$$

dans laquelle : $a' = 3,2$

et b suivrait en pratique la variation ci-dessous, d'après l'angle x (fig. 76) fait par le câble :

Angle x .	Coefficient b .
0° (les 2 brins parallèles).	0,100
45°	0,092
90°	0,075
135°	0,052
presque 180°	0,000

Faisons remarquer que ces chiffres ne sont donnés ici qu'à titre de simple indication et demandent à être vérifiés par des expériences spécialement organisées dans ce

but, avec des poulies et des câbles différents; la résistance p est beaucoup influencée en pratique par la raideur du câble et par le terme a que nous avons trouvé, comme moyenne, égal à 3,2 kilogrammètres.

D. — ESSAIS D'UN APPAREIL DU TYPE ROUNDABOUT EN TRAVAIL PRATIQUE

Dans cette dernière série d'essais en travail pratique, l'ensemble du chantier présentait la disposition indiquée par la figure 77. La locomobile est en L et on voit en

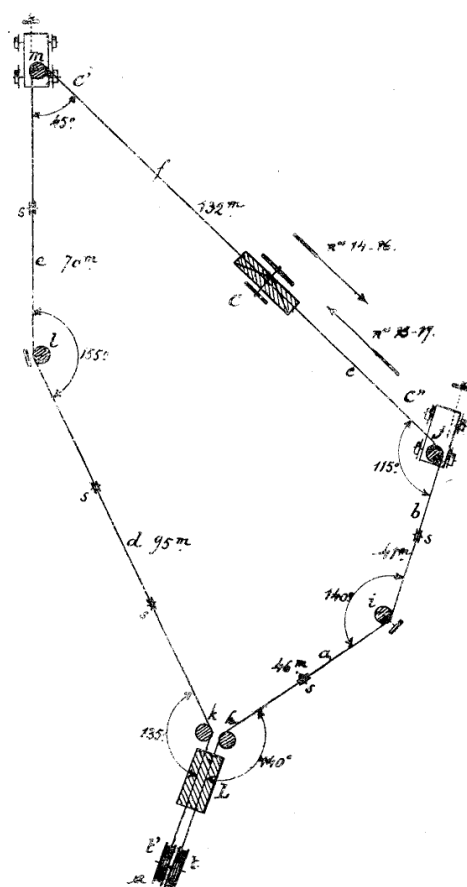


Fig. 77. — Disposition des essais de labourage.

h, k , les poulies de renvoi fixées à son avant-train; en i, l , les poulies de renvoi; en j, m , les poulies des chariots-ancres; les poulies-supports sont indiqués en s .

Essais nos 14 et 16. — La charrue étant placée primitivement en C' , le treuil t la

déplace de C' en C'' en agissant sur le câble a, b, c passant sur les poulies h, i, j . — Pendant ce travail, la charrue tire derrière elle le câble f, e, d qui se déroule du treuil t' et passe sur les poulies de renvoi m, l, k .

Essais nos 15 et 17. — Arrivée en C'', la charrue, arrêtée, est basculée; le treuil t est débrayé et appuyé sur le frein automatique; le treuil t' est embrayé, puis le système est remis en route: le treuil t' tire la charrue de C'' en C' par le câble d, e, f passant sur les poulies k, l, m ; à son tour la charrue C appelle le câble c, b, a qui se déroule du treuil t .

Par suite du niveau des poulies m et j (fig. 77), rapprochées du sol afin d'assurer la stabilité des chariots-ancres, et de la hauteur au-dessus du sol des points d'attache des câbles sur la charrue C, sauf sur de toutes petites longueurs, les câbles c et f frottent sur la terre entre les poulies m et j ; ailleurs (dans les portions a, b, d, e) il est soutenu par des poulies-supports s . — Les angles décrits par le câble sur les différentes poulies sont indiqués sur la figure 77.

**

Dans les essais, dont les résultats principaux sont consignés dans le tableau suivant, on a mesuré l'énergie appliquée au treuil, celle reçue devant la charrue et celle que la charrue emploie pour dérouler derrière elle le câble de retour (les longueurs des rayages de la charrue étaient successivement de 120 mètres, 120 mètres, 123^m, 40 et 123^m, 50);

Numéros.	Vitesse moyenne de la charrue pendant le travail (mètre par seconde.)	Traction moyenne		Énergie fournie au treuil (kilogrammètres)	
		devant la charrue. kg.	derrière la charrue. kg.	par seconde.	par mètre d'avancement de la charrue.
14	0 ^m ,53	646	134	430,8	845,2
15	0 ^m ,57	691	138	340,0	945,0
16	0 ^m ,71	724	127	664,1	935,4
17	0 ^m ,63	714	123	611,9	971,4

A l'aide des chiffres et coefficients provenant des séries d'expériences A et B, nous pouvons tenter de vérifier les résultats obtenus dans les essais de synthèse nos 14 à 17; mais nous savons d'avance que, par suite des diverses perturbations qui surviennent toujours au cours du travail, les chiffres qui seront fournis par le calcul pourront présenter de petites différences avec ceux relevés aux essais.

Voici, à titre d'exemple, les calculs (1) relatifs à l'essai n° 14 (voir la figure 77).

Énergie fournie à la charrue, pratiquement disponible	kg. 646
Du câble c 66 m. $\times$ 0,31	20,4
De la poulie j (effort sur le câble 646 kg. $+ 20^{\text{kg}},4 = 666^{\text{kg}},4$) $0,052 \times 660 + 3,2 =$. .	37,5
Du câble b 41 $\times$ 0,15	6,1
De la poulie i (effort sur le câble 666,4 $+ 37,5 + 6,1 = 710$ kg.) $0,052 \times 710 + 3,2 =$. .	40,1
Du câble a 46 $\times$ 0,15 =	6,9
De la poulie h (effort sur le câble 710,0 $+ 40,1 + 6,9 = 757$ kg.) $0,052 \times 750 + 3,2 =$. .	42,2
Du treuil (effort sur le câble 757 $+ 42 = 799$ kg.)	30,3
Pertes diverses (par différence)	13,7
Énergie fournie au treuil	845,2

(1) Pour simplifier ces calculs pratiques, les angles du câble (fig. 77) ont été comptés à 43° pour la poulie m et à 135° pour les poulies k, h, i, j et l .

En appliquant la même méthode de calcul et les mêmes coefficients aux essais n^{os} 15, 16 et 17, l'erreur (désignée ici sous le nom de pertes diverses) n'atteint pas 2 p. 100 et peut très bien être due aux perturbations ordinaires provoquées tant par les freins que par le câble qui risque de s'accrocher de temps à autre dans un obstacle quelconque; cela nous montre que, jusqu'à nouvel ordre, nous sommes autorisés à tabler sur les coefficients numériques résultant des expériences faites au Plessis.

Nous pouvons également, à titre d'exemple, donner le détail des calculs relatifs au câble de retour de l'essai n^o 14.

	kg.
Énergie transmise par la charrue à l'extrémité du câble	134
Du câble $f = 66 \times 0,31$	20,4
De la poulie m (effort sur le câble $134 - 20,4 = 113,6$) $0,052 \times 110 + 3,2$	13,3
Du câble $e = 70 \times 0,15$	10,5
De la poulie l (effort sur le câble $113,6 - (13,3 + 10,5) = 89,8$) $0,052 \times 89 + 3,2$	7,8
Du câble $d = 95 \times 0,15$	14,2
De la poulie k (effort sur le câble $89,8 - (7,8 + 14,2) = 67,8$) $0,052 \times 67 + 3,2$	6,6
Reste employé par le treuil	61,2

Sans donner les détails des calculs analogues relatifs aux essais n^{os} 16, 17 et 18, que chaque intéressé pourra d'ailleurs effectuer, nous résumons les résultats principaux, tant pour le câble de traction que pour celui de retour.

ESSAIS	N ^o 14	N ^o 16
<i>Câble de traction (fig. 77).</i>		
	kg.	kg.
Énergie employée par :		
La charrue C (travail de la charrue et du câble de retour) . . .	646,0	724,0
Le câble c	20,4	20,4
La poulie j	37,5	41,6
Le câble b	6,1	6,1
La poulie i	40,1	44,2
Le câble a	6,9	6,9
La poulie h	42,2	46,8
Le treuil t	30,3	31,1
Pertes diverses	15,7	14,3
Énergie totale fournie au treuil	845,2	935,4

Câble de retour.

Énergie employée par :		
Le câble f	20,4	20,4
La poulie m	13,3	12,4
Le câble e	10,5	10,5
La poulie l	7,8	7,5
Le câble d	14,2	14,2
La poulie k	6,6	6,4
Le treuil t'	61,2	55,6
Énergie transmise par la charrue	134,0	127,0

ESSAIS.	N° 15	N° 17
<i>Câble de traction</i> (fig. 77).	kg.	kg.
Énergie employée par :		
La charrue C (travail de la charrue et du câble de retour).	691,0	714,0
Le câble <i>f</i> .	20,4	20,4
La poulie <i>m</i> .	68,5	70,3
Le câble <i>e</i> .	10,5	10,5
La poulie <i>l</i> .	44,2	43,3
Le câble <i>d</i> .	14,2	14,2
La poulie <i>k</i> .	46,8	48,4
Le treuil <i>l'</i> .	31,1	31,3
Pertes diverses.	18,3	17,0
Énergie totale fournie au treuil	945,0	971,4
<i>Câble de retour.</i>		
Énergie employée par :		
Le câble <i>c</i> .	20,4	20,4
La poulie <i>j</i> .	8,9	8,4
Le câble <i>b</i> .	6,1	6,1
La poulie <i>i</i> .	8,9	7,3
Le câble <i>a</i> .	6,9	6,9
La poulie <i>h</i> .	7,7	7,0
Le treuil <i>l</i> .	79,1	66,9
Énergie transmise par la charrue	138,0	123,0

Nous pouvons enfin tenter la récapitulation des données précédentes en réunissant les quantités d'énergie nécessaires aux diverses portions du câble, aux poulies et au treuil; enfin, en fixant à 100 l'énergie que le moteur fournit au treuil, nous obtenons les chiffres relatifs indiqués dans le bas du tableau.

Énergie à l'extrémité du câble									
employée pour dérouler le câble de rappel.									
Énergie employée pour									
le tambour du treuil.									
Pertes diverses.									
Énergie totale à fournir au treuil.									
Essais.	totale.	utilisée par la charrue.		le câble.	les poulies.				
14	646,0	512	134	33,4	119,7	30,3	15,7		845,2
15	691,0	553	138	45,1	159,5	31,1	18,3		945,0
16	724,0	597	127	33,4	132,6	31,1	14,3		935,4
17	714,0	591	123	45,1	164,0	31,3	17,0		971,4
Rapports.	Essais 14-16.	76,9	62,3	14,6	3,8	14,2	3,4	1,7	100,0
	Essais 15-17.	73,3	59,7	13,6	4,7	16,9	3,3	1,8	100,0
	Moyennes générales.	75,1	61,0	14,1	4,25	15,55	3,35	1,75	100,0

Les différences constatées entre les essais 14-16 et 15-17 tiennent surtout aux longueurs différentes du câble de traction et à l'angle qu'il fait sur la poulie du chariot-ancre.

En moyenne générale, le treuil et la transmission par câble permettent de disposer, à l'extrémité du câble, de 75 p. 100 de l'énergie fournie au treuil par la machine motrice; mais, par suite du travail nécessaire au déroulement du câble de retour, la

charrue (ou toute autre machine destinée à cultiver le sol) n'utilise pratiquement que 61 p. 100 de l'énergie fournie au treuil par le moteur.

Pour ce qui est relatif au câble de retour, nous résumons les calculs dans le tableau suivant :

Énergie employée pour					Énergie totale transmise par la charue.
Essais.	le câble.	les poulies.	le tambour du treuil.		
44	45,1	27,7	61,2	134,0	
15	33,4	25,5	79,1	138,0	
16	45,1	26,3	55,6	127,0	
17	33,4	22,7	66,9	123,0	
Rapports.	Essais 14-16.	34,6	20,7	44,7	100,0
	Essais 15-17.	25,6	18,5	55,9	100,0
	Moyenne générale.	30,1	19,6	50,3	100,0

Les observations du tableau précédent peuvent s'appliquer ici : les différences entre les essais 14-16 et 15-17 sont dues aux longueurs différentes du câble de retour et à l'angle que ce dernier décrit sur la poulie du chariot-ancree; ces quantités influent sur les rapports précédents.

**

Bien que ces essais n'aient pas eu pour but d'étudier la charrue-balance employée, cette dernière ne servant qu'à nous constituer une résistance, pouvant être remplacée par toute autre produite par une machine quelconque qui doit être étudiée à part (défonceuse, sous-soleuse, scarificateur, herse, etc.), nous croyons intéressant de donner ici les résultats constatés en faisant remarquer que la charrue, mal attelée, présentait une résistance relativement élevée, occasionnée par le frottement de la jante de la grande roue contre la muraille.

Le champ d'essais, silico-argileux, avait porté antérieurement les récoltes suivantes :

1^{re} année, avoine;

2^e année, fourrage fauché;

3^e année, fourrage pâturé (au moment des essais).

Numéros.	Dimensions du labour à 2 raies.			Traction en kilog.	
	profondeur en centimètres.	largeur en centimètres.	section en décimètres carrés.	totale (1).	par décimètre carré.
14	15	35	5,25	512	97,52
15	18	40	7,20	553	76,80
16	22	40	8,8	597	67,84
17	20	45	9,0	591	65,66

En pratique il conviendrait de tabler sur le chiffre de l'essai n° 16, alors que la raie était droite et bien ouverte à sa largeur et à sa profondeur normales pour le versoir employé.

(1) Il s'agit ici de la traction utilisée par la charrue, c'est-à-dire de la différence entre l'effort fourni en avant de la charrue par le câble moteur et l'effort transmis en arrière par la charrue au câble de retour.

**

Dans les conditions de nos essais du Plessis, nous pouvons résumer sous la forme suivante la décomposition, en centièmes, de l'énergie totale fournie au treuil par le moteur; nous avons alors les résultats ci-après :

Énergie employée par	le tambour du treuil . . .	3,4	}		24,9
	les poulies de renvoi . .	13,5			
	le câble de traction . .	4,2			
	les pertes diverses. . .	1,8			
Énergie reçue à l'extrémité du câble	73,1	{	Énergie utilisée par la charrue.	61,0	
			Énergie employée pour dérouler		
			le câble de rappel.	14,1	
Énergie totale fournie par le moteur					100,0

Voici la décomposition de l'énergie dépensée par le câble de rappel :

Energie employée par	le câble de rappel	4,2	30,1
	les poulies.	2,8	19,6
	le tambour du treuil.	7,1	50,3
Énergie transmise par la charrue.		14,1	100,0

Ces données permettent de calculer facilement les dépenses d'énergie faites par un système de culture mécanique suivant les conditions d'établissement du chantier.

L'utilisation de l'énergie disponible à l'extrémité du câble est en dehors des organes de transmission; elle est liée à la nature et à l'état du sol travaillé, ainsi qu'à la forme et aux dimensions des pièces chargées d'effectuer l'ouvrage; on pourra donc appliquer ici les résultats d'expériences faites sur les charrues, les cultivateurs, les herbes, etc., afin d'utiliser le mieux possible cette énergie disponible.

La décomposition de l'énergie fournie par le moteur indique à l'Ingénieur quels sont les organes du mécanisme qui, absorbant la plus grande partie du travail, doivent être le plus étudiés afin de réduire les pertes, se rappelant que la dépense d'énergie, évaluée en kilogrammètres dans tout ce qui précède, se traduit toujours par une dépense en argent.

Essais de Königsberg (1).

La Chambre d'Agriculture de la Prusse orientale à Königsberg a organisé, le 4 juin 1913, des essais de charrues à moteur dans un champ de Löwenhagen près de Königsberg. Y participèrent les appareils suivants :

Ihace; moteur de 45 à 60 chevaux; poids, y compris les charrues, 110 quintaux; prix 28 290 fr.

Podeus; moteur de 65 chevaux; poids, avec charrue-balance à cinq raies, 85 quintaux; prix, 27 000 fr.

(1) *Institut international d'Agriculture*, n° 10, octobre 1913, p. 1688, analyse d'un article du professeur Martiny dans *Maschinentechnische Rundschau*, n° 2, pp. 6-9, juillet 1913.

Pöhl; moteur de 70 chevaux; poids, y compris la charrue, 50 quintaux; prix, 20 910 fr.

Arator; moteur de 50 chevaux; poids, y compris la charrue, 50 quintaux; prix, 22 140 fr.

Ergomobil; moteur de 30 à 35 chevaux; poids, y compris la charrue, 95 quintaux; prix, 26 445 fr.

Stock; prix, sans marche arrière, 20 910 fr; avec marche arrière, 22 140 fr.

Wede; moteur de 56 chevaux; poids, 50 quintaux; prix, 23 370 fr.

Komnick; poids, 43 quintaux environ; prix, 24 600 fr.

Le terrain et le temps favorable permirent à ces essais de culture mécanique de se poursuivre dans d'excellentes conditions.

Pour les labours de tête d'assolement, on avait choisi une jachère de trèfle ayant servi pendant deux ans au pâturage et établie en terrain argileux de compacité moyenne. Les labours d'ensemencement furent effectués sur un terrain plutôt sec à la superficie et suffisamment humide dans la couche sous-jacente. Les labours se firent normalement, grâce aux excellentes conditions du terrain. En ce qui concerne la puissance quantitative des appareils, on ne procéda qu'à quelques épreuves pour certains appareils; le tableau ci-joint donne les résultats :

Appareils.	Terrain.	Profondeur du labour en centim.	Largeur travaillée en un passage. (mètre).	Vitesse en mètres par seconde.	Surface labourée en une heure. (ares).
lhace. . .	Compacité moyenne.	24	2,35	0,87	55
Arator. . .	— —	17,5	2	1,2	62,5
Stock. . .	— —	20	2	1,3	70
Wede. . .	— —	20	1,8	0,95	45
	— —	24	1,8	0,91	45
	Argileux lourd en bonnes conditions d'humidité.	25	1,8	1,01	52,5

La vitesse indiquée dans ce tableau est celle des machines pendant le travail, et la surface labourée par heure tient compte des arrêts et des temps employés pour les tournées.

Tracteur à vapeur Ransomes.

par M. G. MANRIN.

On a déjà décrit un certain nombre de tracteurs à vapeur (1), qui ne sont, en définitive, que des locomotives routières dont on a augmenté la largeur des jantes des roues motrices, afin d'atténuer l'enfoncement de la machine appelée à se mouvoir sur le sol meuble des champs.

La figure 78 donne la vue du tracteur Ransomes (2); la fabrication courante com-

(1) *Culture mécanique*, tome I : tracteur Case, p. 94-105; tracteur Mac Laren, p. 105; tracteur de la Société française de matériel agricole, p. 134; tracteur de la Société franco-hongroise, p. 134.

(2) R. Wallut et C^e, 168, boulevard de la Villette, Paris.

porte cinq modèles différents dont les caractéristiques sont données dans le tableau ci-après.

Puissance maximum (chevaux-vapeur)	25	30	35	40	40
Alésage du cylindre (millimètres)	190	203	216	229	165 et 254
Course du piston (millimètres)	254	254	305	305	305
Nombre de tours par minute	180	160	160	160	160
Diamètre du volant (mètres)	1,22	1,37	1,37	1,37	1,37
Roues motrices {	diamètre (mètres)	1,67	1,75	1,90	1,90
	largeur (centimètres)	35,4	40,6	40,6	45,7
Longueur totale du tracteur (mètres)	5,0	5,25	5,40	5,65	5,65
Largeur du tracteur (mètres)	1,98	1,98	2,10	2,10	2,20
Hauteur au sommet du volant (mètres)	2,51	2,60	2,75	2,75	2,75
Poids du tracteur vide (kilog.)	8 400	9 000	9 800	10 700	10 670
Poids du tracteur en ordre de marche (kilog.)	9 450	9 800	10 800	11 600	11 940

Pour ces cinq modèles, les chaudières sont timbrées à 12^k,5, et le mécanisme est à

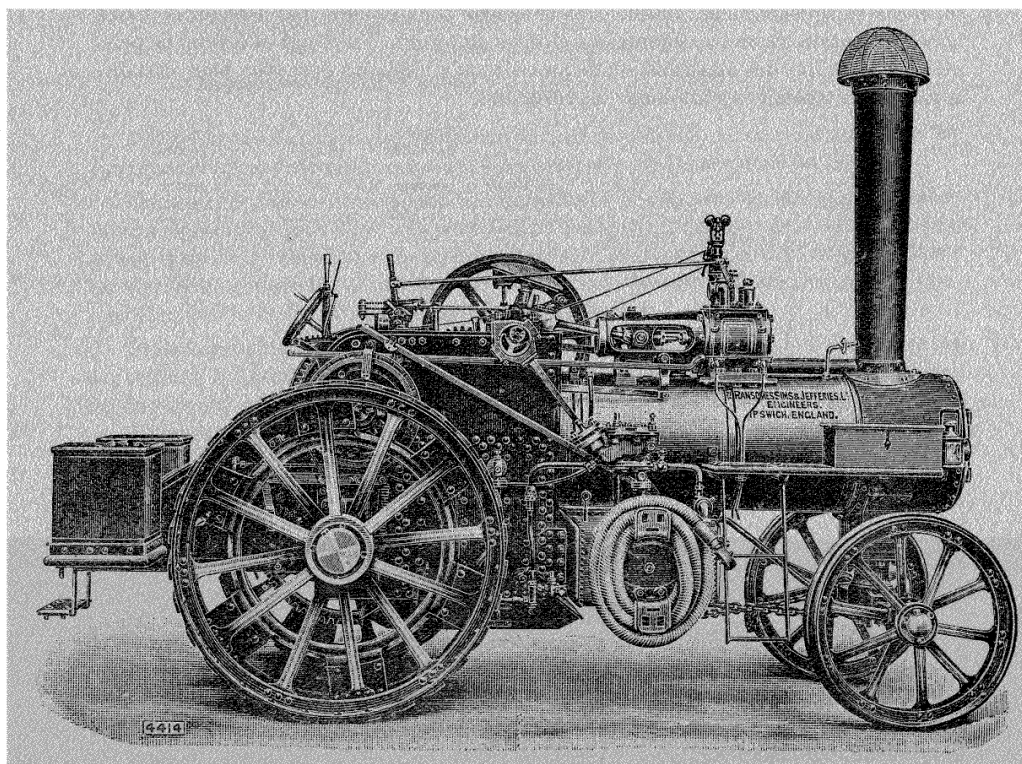


Fig. 78. — Tracteur à vapeur Ransomes.

deux vitesses donnant des déplacements de 2500 et de 5000 mètres environ à l'heure (0^m 70 et 1^m,40 par seconde) pour les vitesses normales des machines à vapeur (180 et

160 tours par minute). La machine des quatre premiers modèles est à un cylindre, celle du dernier est du type compound.

En outre de son emploi comme tracteur dans les champs, pour tirer des déchaumeuses ou des herses canadiennes, la machine est utilisée par les entrepreneurs de battage comme une locomobile ordinaire. On l'emploie aussi pour actionner diverses machines par courroie et pour tirer des remorques quand il s'agit d'effectuer des transports sur les routes ; mais, dans ce cas, il faut prévoir une augmentation de capacité du tender lorsqu'on doit parcourir une longue distance sans pouvoir se ravitailler.

Les puissances maxima indiquées ci-dessus ne peuvent être soutenues longtemps par les chaudières ; le travail normal et économique correspond respectivement à 5, 6, 7 et 8 à 10 chevaux-vapeur.

Les mêmes constructeurs établissent des modèles bien plus légers ; mais comme ces derniers ne sont destinés qu'à remplacer la locomobile ordinaire dans les travaux de battage, et à remorquer ensuite la batteuse d'une exploitation à une autre, il n'y a pas lieu d'en parler dans cette *Revue de Culture Mécanique*.

La culture mécanique au Marché de machines agricoles de Breslau,

par M. FERNAND DE CONDÉ, Ingénieur agronome.

Il se tient chaque année, à Breslau, une sorte de Concours agricole auquel on a donné le nom de *Marché de machines agricoles* ; à l'occasion du cinquantenaire de ce Marché, en mai 1913, le professeur Dr. Carl Luedecke a passé en revue le développement des machines agricoles depuis 1864, en citant les principales nouveautés qui sont apparues successivement à ces expositions. Nous tirons de cette étude les renseignements suivants relatifs à la culture mécanique.

La première charrue à moteur fut exposée en 1872 par M. Amtsrat Metscher ; puis ensuite ce fut M. de Wallenberg, de Schmoltz. A cette époque M. Christiani, de Kerstenbruch, calcula que les prix de revient étaient les suivants pour le labour d'un hectare (1) :

	fr. c.
Labour de 18 à 20 centimètres	73 40
— 26 centimètres	91 »
— 31 —	109 70

(1) Ces prix, établis en 1872, sont donnés pour la surface appelée *morgen*. Or cette mesure de superficie varie d'une région à une autre ; voici en ares les dimensions des principaux *morgen* :

	ares.
Bade	36,00
Bavière	37,07
Brunswick	25,00
Francfort	20,25
Hambourg	96,58
Hanovre	26,21
Hesse-Darmstadt	25,00
Nassau	25,00
Prusse	25,53
Wurtemberg	31,52

Le morgen forestier est dans le Brunswick de 33*,35 et à Francfort de 33*,55.

Nous avons pris, pour ramener à l'hectare, le *morgen* de Prusse de 25*,53.

En 1874 apparaît la machine de Fisken, véritable inventeur des charrues à bascule; la force motrice était fournie par une locomobile et l'organe intermédiaire était un câble de chanvre animé d'une grande vitesse.

En 1875 Fowler expose un matériel à deux locomotives-treuil développant chacune six chevaux-vapeur nominaux, ainsi qu'une charrue à quatre socs, cinq cultivateurs et un tonneau à eau; le matériel coûtait 112 500 francs.

En 1882 cette maison expose un arracheur de betteraves et une charrue à drainer; cette charrue à drainer pouvait tracer dans un sol exempt de pierres des tranchées de 1^m,40 de profondeur et de 5 à 11 centimètres de largeur. En 1885 apparaissent les moteurs compound donnant alors des machines plus puissantes permettant de réduire la consommation de charbon et d'eau. La charrue anti-balance est exposée pour la première fois en 1887. Fowler expose le premier des machines à faible surchauffe en 1896 à l'Exposition de Stuttgart. En 1908 on voit apparaître la charrue à disques et le cultivateur à dents flexibles travaillant sur 5 mètres de largeur.

Parmi les autres systèmes de charrue à vapeur qui apparaissent de 1883 à 1888, il faut citer celle de Savage, analogue à celle de Fisken, avec un câble tendu tout autour de l'espace à travailler. On en a vendu, paraît-il, environ cinquante appareils (de 33 750 fr), mais ce système a été ensuite abandonné.

En 1893 Joh. Kemna, de Breslau, construisit sa première charrue-balance.

En 1896 paraît l'appareil Mac Laeren, puis presque aussitôt celui de Heucke, de Gatersleben.

Les charrues à vapeur furent dénombrées pour la première fois en Allemagne en 1904; le nombre en atteignait alors 394, chiffre qui monte à 647 en 1911. Les chiffres par province sont les suivants :

Posen	167
Silésie	166
Saxe	131
Prusse orientale	57
Brandebourg	55
Poméranie	27
Prusse occidentale	16
Hanovre	13
Westphalie	6
Province rhénane	3
Schleswig-Holstein	2

Ce nombre n'a fait qu'augmenter, car l'avenir pour les travaux pénibles est aux moteurs inanimés.

En 1911, la succursale allemande de l'« Internationale Harvester Company » expose pour la première fois ses tracteurs de fabrication américaine connus chez nous sous le nom de C. I. M. A.; cette machine était munie d'un moteur horizontal à deux cylindres de 45 chevaux. Le tracteur de la Gas-traction C° a un moteur vertical de 50 à 60 chevaux. Ces deux appareils remorquent des charrues de Parlin et Orendorff ou bien des charrues à disques.

Dans la fabrication indigène il faut citer la charrue automobile Stock, munie d'un moteur de 40 à 50 chevaux et dont déjà 650 exemplaires auraient été vendus.

Les ateliers de J. Kemna ont entrepris l'année dernière la fabrication d'une charrue à moteur; une petite locomotive à vapeur, avec une chaudière puissante, remorque un appareil quelconque de culture (charrue-balance, cultivateur, charrue à disques, herbes). Les roues motrices sont munies de crampons amovibles facilement démontables et destinés à empêcher le glissement des roues en terrain humide.

On reconnaît que les avantages de la machine à vapeur sont sa grande robustesse et sa grande souplesse, lui permettant de supporter les variations de résistance opposée par la charrue. En présence de l'augmentation du prix des combustibles liquides durant ces dernières années, dit le Dr Luedecke, on peut se demander s'il n'y aurait pas lieu de revenir à l'emploi de la vapeur.

Nous pouvons ajouter que, d'après le dernier Congrès de Géologie, qui s'est tenu à Toronto, la réserve mondiale de houille est évaluée à 7 500 milliards de tonnes, alors que la consommation mondiale annuelle ne serait que de 1 250 millions de tonnes.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE PUBLIQUE

DU 24 OCTOBRE 1913

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

La séance est ouverte à 20 h. 30 m.

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, dépouillent la correspondance, et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

L'éducation industrielle et commerciale en Angleterre et en Écosse, par M. L. CHAMBONNAUD;

Notions sur les accumulateurs électriques, par M. PAUL GADOT;

L'électricien amateur à l'entraînement, par M. GEORGES MIS;

Canots automobiles, house-boats et tourisme nautique, par M. J. IZART, ingénieur, 2^e éd.;

Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques (chimie, physique, mathématiques, minéralogie), par M. R. CORNUBERT, Ingénieur-chimiste, E. P. C. I.;

Notice historique sur l'École centrale des Arts et Manufactures, par M. E. MOUCHELET, Ingénieur des Arts et Manufactures;

La téléphonie à grande distance et la téléphonie sans fil, par M. PAUL DRUMAU, Ingénieur civil des Mines;

Traité de physique, par M. O. D. CHWOLSON, professeur à l'Université impériale de Saint-Petersbourg. Tome IV, fasc. 2, traduit sur les éditions russe et allemande, par M. E. DAVAUX, Ingénieur de la Marine. Édition revue et augmentée par l'auteur, suivie de notes sur la physique théorique par MM. E. et F. COSSERAT;

La soudure autogène, INSTITUT SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL;

Recherches sur les propriétés électriques des alliages d'aluminium, par M. WITOLD BRONIEWSKI, Ingénieur-électricien de l'Université de Nancy (Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris);

Compte rendu du 42^e Congrès des Délégués et Ingénieurs de l'Union internationale des Associations de Surveillance des Chaudières à vapeur, tenu à Munich du 26 au 28 juin 1912. Traduction française des mémoires en langue allemande par M. L. DESCROIX, ingénieur;

Notions générales sur la radiotélégraphie et la radiotéléphonie, par M. R. DE VALBREUSE, Ingénieur-électricien, 6^e éd.;

Industrie de la construction mécanique, tome IV, fasc. A. OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. Monographies industrielles;

La chaufferie moderne. Les foyers de chaudières, par M. ANDRÉ TURIN, Ingénieur des Arts et Manufactures;

Congrès des Ingénieurs électriciens d'Angleterre et de France tenu à Paris du 21 au 24 mai 1913. SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS;

Étude des projets d'adduction d'eau présentée en vue de l'alimentation de Paris, par M. Frédéric DIENERT, chef du Service de Surveillance des Eaux d'Alimentation;

La direction des ateliers, étude suivie d'un mémoire sur les courroies et d'une note sur l'utilisation des ingénieurs diplômés, par M. F.-W. TAYLOR;

Les eaux souterraines. Recherche, captage et purification, par M. PAUL-F. CHALON, ingénieur-conseil des mines. 3^e éd.;

Essais d'aérodynamique, par M. ARMAND DE GRAMONT, DUC DE GUICHE, 3^e série;

Note sur une illusion de relativité, par M. MAURICE GANDILLOT;

Statistique des accidents du travail. Année 1906, 2 vol. OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE;

Tektonische und stratigraphische Beobachtungen am südwestrande des limburgischen Kohlenreviers, par W. C. KLEIN (Thèse);

Les projets d'impôts sur le revenu, par M. ROGER DELOMBRE, docteur en droit;

Classification normale des impôts d'État en France. Tableaux comparatifs de 1896 et 1912. COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDE ET DE DÉFENSE FISCALE ;

Les droits de succession au Sénat. Séances des 30 mai et 3 juin, discours de MM. Martinet et Touron. COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDE ET DE DÉFENSE FISCALE ;

L'apprentissage et le préapprentissage. Rapport de M. Grange. UNION DES INDUSTRIES NATIONALES ;

VICTOR DWELSHAUVERS-DERY. Nécrologie ;

Appareil Kremer appliqué à l'épuration des eaux d'égout. COMPAGNIE CLARIGITE (et 6 brochures sur l'appareil Kremer) ;

Exposition internationale urbaine de Lyon. 1^{er} mai-1^{er} novembre 1914 ;

V. Dwelshauvers-Dery. Nécrologie, par M. ARMAND DUCHESNE, ingénieur ;

L'électricité dans la région de Bordeaux. SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE BORDEAUX ET DU MIDI ;

Congrès national pour la Défense et le Développement du Commerce extérieur, Paris, juin 1912. Compte rendu des séances.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

La culture rémunératrice du blé, par M. le Dr ÉMILE REY ;

Le sous-sol de la France, Étude économique et sociale, par M. AUGUSTE PAWLOWSKI, professeur à l'École des Hautes Études sociales ;

Plantes industrielles (Plantes textiles et plantes oléagineuses), par MM. HENRI HITIER, Ingénieur-agronome, et ROGER DE SAINT-MAURICE, Ingénieur-agronome, 2^e éd. ;

Nouveau guide pratique de l'usager d'acétylène, par MM. R. GRANJON et P. ROSEMBERG, Directeurs de l'Office central de l'Acétylène. Nouv. éd. ;

Cours d'hygiène générale et industrielle, par M. le Dr BATAILLER, professeur à l'École pratique de Commerce et d'Industrie de Cette, et M. E. TRESFONT, docteur en droit ;

Les progrès de la chimie en 1912. Traduction française autorisée des *Annual Reports on the Progress of Chemistry for 1912*, vol. IX, issued by THE CHEMICAL SOCIETY, London, et publiée sur l'initiative du Service des Recherches du Laboratoire municipal de Paris ;

Production et consommation des engrais chimiques dans le monde. INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. BUREAU DES RENSEIGNEMENTS AGRICOLES ET DES MALADIES DES PLANTES ;

Over eenige factoren, die de ontwikkeling van Penicillium glaucum beïnvloeden, par M. H. I. WATERMAN (Thèse);

Snelheidsmetingen bij de reactie van Friedel en Crafts, par M. S. C. J. OLIVIER (Thèse);

Bijdrage tot de kennis der katalyse, par M. H. J. PRINS (Thèse);

Conférences données pendant l'année 1913, par M. ÉMILE SAILLARD, Ingénieur-agronome. Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne. Comité de Sucrerie et de Distillerie;

Recherches expérimentales sur le coupage des fers et des aciers par les chalumeaux à jet d'oxygène, par M. R. AMÉDEO, ingénieur de l'Union de la Soudure autogène;

Die ätherischen Oele, par MM. E. GILDEMEISTER et FR. HOFFMANN, 2 Aufl. par M. E. GILDEMEISTER, Band 2. Bearbeitet im Auftrage der Firma SCHIMMEL et C^o, à Miltitz près Leipzig;

Compte rendu officiel de la manifestation internationale en l'honneur de Charles Tellier, « père du froid ». ASSOCIATION FRANÇAISE DU FROID;

Traité de chimie minérale, par M. H. ERDMANN, directeur de l'Institut de Chimie minérale de la Technische Hochschule de Berlin. Traduit sur la 5^e éd. allemande par M. A. CORVISY. Tome I : Introduction à la chimie et métalloïdes. Tome II : Étude des métaux;

La région du Haut Tell en Tunisie (Le Kef, Téboursoûk, Mactar, Thala). Essai de monographie, par M. CH. MONCHICOURT, docteur ès lettres;

Introduction à la chimie des complexes. Théorie et systématique de la chimie des complexes minéraux, par MM. G. URBAIN et A. SÉNÉCHAL;

Méthodes américaines d'éducation générale et technique, par M. OMER BUYSE, directeur de l'Université du Travail de Charleroi, 3^e éd.;

Fabrication de l'acier, par M. H. NOBLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, 2^e éd.;

Cours élémentaire de chimie et de minéralogie, par M. le D^r C.-I. ISTRATI et M. le D^r G.-G. LONGINESCU, professeur de chimie inorganique à l'Université de Bucarest. 2^e éd. française publiée d'après la 4^e éd. roumaine par M. A. ADAM, professeur agrégé au lycée de Charleville;

Les propriétés optiques des solutions, par M. C. CHÉNEVEAU, chef de travaux pratiques de physique à la Faculté des Sciences;

The Metallography of Iron and Steel, par M. ALBERT SAUVEUR, professeur de métallurgie et de métallographie à l'Université Harvard;

Les laboratoires industriels d'essais en Allemagne. Rapport de M. ROUX, directeur d'École nationale professionnelle. CHAMBRE DE COMMERCE DE LIMOGES ;

Rapport sur les opérations du service d'inspection des établissements classés dans le département de la Seine pendant l'année 1912, présenté à M. le préfet de Police, par M. PAUL ADAM ;

Culture, production et commerce du blé dans le monde. OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES ;

Censimento degli opifici e delle imprese industriali al 10 giugno 1911. Vol. I, DIREZIONE GENERALE DELLA STATISTICA E DEL LAVORO, ROMA ;

L'étude physico-chimique des sels chromiques, par M. A. SÉNÉCHAL ;

L'additivité des propriétés diamagnétiques et son utilisation dans la recherche des constitutions, par M. PAUL PASCAL ;

Sur l'activité relative des grains de ciment selon leur degré de finesse, par M. R. FÉRET, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées, à Boulogne-sur-Mer ;

Le kaki, par M. A. CASTELLAN, expert-vérificateur du matériel de l'habillement au Ministère des Colonies ;

Fixité des races de froment, par M. PHILIPPE DE VILMORIN ;

Études sur le caractère « adhérence des grains entre eux » chez le pois « chenille », par M. PHILIPPE DE VILMORIN ;

Excursion aux cultures expérimentales de la Maison Vilmorin-Andrieux et C^{ie}, à Verrières-le-Buisson ;

La Poitevine. Société anonyme française d'abatage industriel ;

Société d'exploitation des procédés évaporatoires, système Prache et Bouillon. Catalogue ;

Les ennemis des plantes cultivées. Maladies. Insectes. Détermination rapide et pratique. Méthodes de traitement, par M. GEORGES TRUFFAUT, Ingénieur agricole.

M. LE PRÉSIDENT signale l'envoi d'un pli cacheté relatif aux torpilles sous-marines, fait à la Société par M. FÉLIX DE LALANDE, 183, boulevard Saint-Germain, Paris.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que la Société a eu la douleur de perdre son doyen, M. Charles Lavollée. Celui-ci était entré en effet dans notre Conseil d'Administration en 1864, et, si la mort n'était pas venue anéantir nos projets,

nous aurions eu la grande satisfaction de fêter l'année prochaine son cinquantième.

Membre du Comité de Commerce, vice-président honoraire de notre Société, M. Lavollée prit une grande part à nos travaux. Ses rapports, que notre Bulletin renferme, dénotent une remarquable souplesse d'assimilation et une étendue considérable de connaissances; tour à tour administrateur, législateur, économiste, et toujours écrivain impeccable, M. Lavollée trouva, dans les questions qui nous sont journellement soumises, l'occasion d'exposer ses saines et utiles idées. Nous lui devons des études sur l'organisation des transports en commun (1869, 1871, 1876); sur la protection des inventeurs et la législation des brevets (1865, 1878, 1884, 1885); sur les questions sociales que soulèvent la protection et l'instruction des apprentis, la participation des ouvriers aux bénéfices, les mesures à prendre contre les accidents du travail, l'hygiène à l'atelier, la création des maisons ouvrières, etc. (1866, 1867, 1868, 1871, 1872, 1880, 1882, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1892).

La Société était officiellement représentée à ses obsèques par le Président et les membres du Comité de Commerce. Suivant la volonté du défunt, aucun discours n'a été prononcé sur sa tombe.

Le Président adresse à son fils, M. Julien Lavollée, notre collègue, l'assurance des regrets profonds qu'il laisse au sein de la Société.

La Société a eu également à déplorer la perte de M. Henri Menier, qui, comme industriel, a su maintenir la haute réputation de labeur et de philanthropie que lui avaient léguée son père et son grand-père, et qui a eu la hardiesse d'entreprendre la colonisation française d'une grande île du Canada. Nous associons notre deuil à celui de notre collègue, M. Gaston Menier, sénateur de Seine-et-Marne.

La Société a appris avec peine la mort de M. Charles Tellier, qui a joué un si grand rôle dans la création de l'industrie frigorifique; quand la Société a appris, il y a quelques années, la détresse de cet inventeur trop longtemps méconnu, elle s'est fait un devoir de contribuer à son soulagement.

M. le Président a représenté la Société au 25^e Congrès organisé par l'Association de la Meunerie française, qui a été tenu dans l'hôtel de la Société les 20, 21 et 22 octobre.

M. Haller, membre de l'Institut, membre du Comité des Arts chimiques, a bien voulu représenter la Société au jubilé, qui a eu lieu le 24 septembre der-

nier, pour commémorer le cinquantième anniversaire de l'entrée de notre illustre collègue, M. Ernest Solvay, dans la carrière industrielle; M. Haller lui a remis, au nom de la Société, une adresse, dont voici les termes :

Mon cher et honoré Collègue,

En 1874, à la suite de l'Exposition de Vienne, où il avait admiré vos produits, notre collègue Lamy signala à notre Société la direction nouvelle que vos travaux et votre esprit d'initiative venaient de donner à la fabrication de la soude artificielle.

Depuis cette époque, nous ne nous sommes pas lassés d'admirer l'ingénieur qui a su, en créant une industrie nouvelle, abaisser le prix de revient du carbonate de soude et en diffuser l'emploi dans la production de matériaux indispensables à la vie civilisée.

Il y a des mérites, chez certains hommes, qu'aucune récompense matérielle ne saurait atteindre, parce qu'elle n'arrive jamais à la hauteur des sacrifices qu'ils se sont imposés. Mais il est du devoir d'une grande Société comme la nôtre de signaler, à la reconnaissance de l'humanité, ceux de ces hommes qui ont mérité d'elle, et c'est dans ce sentiment, spontanément ressenti par chacun de nos membres, que le 22 mai 1891, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, sur le rapport de Troost, vous a décerné la plus haute récompense dont elle dispose, la grande médaille d'or des Arts chimiques, à l'effigie de Lavoisier.

Mon cher et honoré Collègue,

Vous avez choisi, pour créer, en 1872, la seconde fabrique de soude à l'ammoniaque, notre pays, votre seconde patrie; vous avez voulu, dans cette initiative, développer notre prospérité industrielle. Depuis, votre désintéressement a soutenu nombre d'œuvres industrielles. Vous êtes entré dans les vues de nos fondateurs, et c'est à ce titre que vous méritez la reconnaissance de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Le Président,

L. LINDET.

M. LE PRÉSIDENT annonce que la Société a été consultée officiellement par M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie sur un projet de loi et un projet de règlement d'administration publique, élaborés par une commission ministérielle, présidée par notre collègue, M. Perot, et relative à l'adoption de nouvelles unités de force, d'énergie, de puissance, de pression, de lumière, etc. Il a réuni une commission, dont les membres ont été choisis dans les différents comités et qui a approuvé, dans ses grandes lignes, les projets ministériels, tout en faisant des réserves sur certains points. Cette consultation a été adressée au Ministre, sous forme de réponse, par le Président, et celui-ci peut annoncer dès maintenant qu'elle a été prise en sérieuse considération.

La Société est entrée en possession du legs de 100000 f que notre collègue, M. Osmond, a bien voulu faire en sa faveur. Les premiers revenus de ce legs seront, conformément au vœu du Comité des Arts chimiques, affectés à la publication des œuvres du regretté donateur.

M. LE PRÉSIDENT annonce que les modifications votées par la Commission spéciale et approuvées par le Conseil ont été, pendant les vacances, exécutées dans l'hôtel. Tous les bureaux de la Société ont été transférés au premier étage, et comprennent une salle où se réuniront dorénavant les Comités et les Commissions. Le Comité central des Chambres syndicales a pris l'ancien local affecté à nos bureaux, ainsi que celui où siégeait la Société de Protection des Apprentis, et celle-ci occupe aujourd'hui l'ancien bureau de l'Agent général.

Des remerciements ont été adressés à la Société par de nouveaux membres de son Conseil :

M. Ferdinand Roy (Comité de Commerce); M. Dantzer (Comité des Arts mécaniques); M. Guillaume, membre correspondant du Comité des Arts économiques; M. Arnould, membre correspondant du Comité des Arts économiques; M. Legouez, membre correspondant du Comité des Arts économiques et M. Schubert, membre correspondant du Comité des Arts mécaniques.

De même, 23 lettres de remerciements ont été envoyées par des ouvriers auxquels le Comité des Arts chimiques a accordé des secours, ou par leurs patrons; des inventeurs ont aussi exprimé leurs remerciements pour la première annuité de brevet qui leur a été accordée par la Société; ce sont : M. Vincenot, inventeur d'un pare-boue pour omnibus automobiles qui a été classé premier au dernier concours de pare-boue organisé par la Ville de Paris, et M. Griffon, soldat maître-ouvrier, qui a imaginé un carburateur applicable aux moteurs d'aéroplanes.

La Société a été invitée à prendre part :

1° Au Congrès international de Géographie coloniale et commerciale qui se tiendra à Barcelone du 10 au 15 novembre prochain ;

2° A l'Exposition internationale urbaine qui aura lieu à Lyon du 1^{er} mai au 1^{er} novembre 1914 ;

3° Au Congrès international de l'Art de l'Ingénieur qui se tiendra à San Francisco en 1915. Cette dernière invitation est envoyée par les cinq grandes sociétés techniques nord-américaines : l'American Society of Civil Engineers, l'American Institute of Mining Engineers, l'American Society of Mechanical

Engineers, l'American Institute of Electrical Engineers et la Société of Naval Architects and Marine Engineers.

Trente-deux membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. LÉAUTÉ (Henry), membre de l'Institut, administrateur délégué de la Société industrielle des Téléphones, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. CHARPENTIER (Jacques), minotier, Moulin de la Barre, à Chartres, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. COURBAIZE (Albert), Extraits tanniques, à Maurs (Cantal), présenté par MM. Petitpont et Livache ;

MM. CAPLAIN SAINT-ANDRÉ ET FILS, affineurs-apprêteurs de métaux précieux, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Lavollée ;

M. DELOMBRE (Roger), docteur en droit, vice-président du Conseil d'Administration de la Société des Anciens Établissements Druart, fonderie et ateliers de construction à Revin, présenté par MM. Carmichaël, Dupuis et Gruner ;

M. MAURY (Paul), ancien élève de l'École polytechnique, directeur commercial de la Compagnie de l'Oildag Acheson de France, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. SÉE (Jacques), directeur général des Établissements Hutchinson à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

LA COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES PÉTROLES, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

M. TERQUEM (Maurice), administrateur délégué de la Compagnie industrielle des Pétroles, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

M. PAIX ET C^{ie}, raffineurs de pétrole, à Douai, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

M. MONNIER-SILARDIÈRE (Léon), à Nantes, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. MALLET (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

LA COMPAGNIE DES PÉTROLES FANTO, raffinerie de pétrole, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

M. VISSEAU (Jacques), industriel, à Lyon, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. GUILBERT (J.), administrateur délégué de la Société de Métallisation, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

MM. DESMARAIS FRÈRES, industriels, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

LE COMPTOIR LYON-ALEMAND, affinage, laminage et tréfilage d'or, argent, platine, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

MM. FENAILLE ET DESPEAUX, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

M. EYROLLES (Léon), Ingénieur-directeur de l'École des Travaux publics, à Paris, présenté par MM. Gruner et le capitaine Nicolardot ;

M. GOUÈRE, Ingénieur-chimiste, directeur de la Compagnie française d'injection pour la Conservation des Bois et Tissus, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

LA SOCIÉTÉ ANONYME A. ANDRÉ FILS, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

M. FRANÇOIS (Lucien), industriel, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. MARIAGE (André), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur général de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, présenté par MM. Masson et le capitaine Nicolardot ;

M. PASSOT (Émile), tanneur, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Tavernier Frères ;

M. FLAHAULT (André), industriel, à Amiens, présenté par MM. le capitaine Nicolardot, Rivière et Clément ;

MM. MARCEL BASSOT ET C^{ie}, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. QUENNESSEN (Louis), affineur de platine, essayeur, à Paris, présenté par MM. le général Sebert et le capitaine Nicolardot ;

LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

LA CHAMBRE DE COMMERCE DE NANCY, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Paul Luc ;

M. GOUIN (Adolphe), fabricant de savon et raffineur de soufre, à Marseille, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

M. KEIM (Paul), ancien élève de l'École polytechnique, conseiller du Com-

merce extérieur, à Couillet (Belgique), présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

LE SYNDICAT PROFESSIONNEL DES CAOUTCHOUC, GUTTA-PERCHA, TISSUS ÉLASTIQUES, etc., à Paris, présenté par MM. Lindet et Jouanny.

M. E. LEMAIRE fait une communication sur *Le raffinage du pétrole par l'anhydride sulfureux liquéfié (procédé Edeleanu)*.

Le procédé ordinaire de raffinage du pétrole consiste dans des traitements alternés par l'acide sulfurique concentré et des lessives de soude étendues. Ils ont pour effet de combiner à l'acide sulfurique, sous forme d'un goudron presque sans valeur, les hydrocarbures riches en carbone et lourds, composés non saturés pour la plupart, qui constituent en majeure partie la fraction non lampante du distillat brut soumis au raffinage. Ce procédé est inapplicable à presque tous les nombreux pétroles, en général très visqueux, qui ont été découverts dans ces dernières années. La proportion des produits non lampants y étant très grande, il faut employer une trop grande quantité d'acide sulfurique, le prendre concentré, fumant même, et opérer à haute température, ce qui est très coûteux et diminue le rendement en produits lampants qui, dans ces conditions, subissent un commencement de décomposition pyrogénée ou de polymérisation.

Le procédé du chimiste roumain Edeleanu consiste à traiter le distillat brut par l'anhydride sulfureux liquéfié. Ce corps dissout, sans les modifier, tous les produits non lampants qui sont récupérables ensuite par simple évaporation du dissolvant. Quant à la fraction lampante, elle se sature d'anhydride sulfureux, récupérable aussi, comme celui du produit extrait. La presque totalité du dissolvant est ainsi retrouvée ; il ne s'en perd que 0,5 p. 100 : 0,2 p. 100 environ sont entraînés par le raffiné et 0,3 p. 100 par l'extrait. On le leur enlève par lavage à l'eau. L'extrait, soumis à la distillation fractionnée, fournit un succédané de l'essence de térébenthine, du pétrole lourd employé comme carburant dans les moteurs ou servant à faire du gaz d'huile et un goudron comparable à celui de la houille.

Le procédé est économique parce que les seules pertes de matière sont celles d'une fraction très faible du dissolvant, peu coûteux, et parce que la majeure partie des frigorifiques nécessaires à l'obtention de l'anhydride sulfureux liquéfié sont récupérées dans des échangeurs de froid. On opère la dissolution à -10° , c'est-à-dire au voisinage du point d'ébullition normal de l'anhydride. C'est donc une pression voisine de celle de l'atmosphère qui règne dans tout l'appareil et les chances de pertes par fuite sont par suite réduites au minimum.

Le procédé a été mis au point et rendu industriel par l'Allgemeine Gesellschaft für chemische Industrie, de Berlin, et c'est la maison A. Borsig, de Berlin-Tegel, qui construit les appareils et fait les installations.

Actuellement, il n'y a encore en Europe que deux raffineries qui emploient le procédé Edeleanu : la première, sise à Rouen, appartient à la Compagnie industrielle des Pétroles de Paris ; la deuxième, la raffinerie Vega, de Ploesti (Roumanie), n'a été mise en marche qu'en avril 1912 ; on y peut traiter 65 t de distillat brut par journée de 10 heures au prix de 0,80 f les 100 kg, amortissement compris. Le prix d'une pareille installation est de 250 000 f. Trois hommes suffisent à assurer le service.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Lemaire d'avoir, malgré ses occupations administratives, trouvé le temps d'étudier ce nouveau procédé de raffinage du pétrole, pour nous l'exposer ce soir : nous gagnons à ce que notre agent général reste toujours homme de science ; M. Lemaire maintient la tradition que le regretté Richard a créée. Il voudra bien insérer sa communication dans le Bulletin : elle intéressera surtout les nouveaux et nombreux collègues, appartenant à l'industrie des hydrocarbures, que le capitaine Nicolardot et M. Gruner nous ont présentés ce soir.

Le capitaine P. NICOLARDOT, directeur du Laboratoire de la Section technique d'Artillerie, fait ensuite une communication sur une *Bombe calorimétrique de grande capacité et à fermeture rapide* qu'il a imaginée :

Après avoir rappelé les origines de la bombe et montré de quelle importance a été, pour l'industrie, l'adaptation ingénieuse de la bombe de MM. Berthelot et Vieille réalisée par M. Mahler, sous la forme de l'obus universellement connu aujourd'hui. M. Nicolardot indique quelle évolution a subie cet instrument.

Construit au début pour mesurer les chaleurs de combustion des combustibles industriels, l'obus Mahler est devenu peu à peu un instrument des plus nécessaires pour le chimiste analyste. MM. Mahler et Goutal ont eux-mêmes modifié le type primitif, agrandi sa capacité pour doser le carbone dans les fontes, les aciers et les divers alliages. Leur nouvel appareil se rapproche du type primitif, la bombe de MM. Berthelot et Vieille; pour analyser les gaz produits dans la combustion, le couvercle est traversé par deux tubes. L'intérieur n'est pas émaillé et, au point de vue analytique, ce dispositif présente un avantage parce que le vernis à la longue s'écaille. Il est possible alors d'y adapter l'élégant dispositif de M. Féry pour la mesure du pouvoir calorifique par simple lecture. Mais, pour analyser les carburants, l'absence d'émail ou de métal protecteur entraîne l'oxydation de l'acier, d'où une grande difficulté pour obtenir des résultats précis dans le dosage du soufre. Enfin, le mode de fermeture est long et malheureusement peu sûr.

Mais un grand progrès était réalisé en employant un appareil de grande capacité. Les délégués allemands au Congrès international de Vienne (1911) avaient à juste titre refusé d'admettre le dosage du soufre des pétroles dans l'obus Mahler parce que son faible volume ne permettait pas d'opérer sur une quantité de matière suffisante.

Le volume utile de la nouvelle bombe présentée par M. Nicolardot est de 1 500 cm³; la fermeture en est très rapide et sûre. Le couvercle porte trois créneaux qui s'engagent dans les creux de même dimension d'un manchon fileté. Après un sixième de tour, l'ensemble, devenu solidaire, se visse à l'écrou maintenu par le pied. Le poids du couvercle, très faible, permet d'opérer avec précision. En moins d'un tour le serrage est parfait. Une chemise en aluminium ou en or emboutie protège l'acier. Des modifications de détail assurent la combustion dans tous les cas et l'appareil est timbré pour donner toute sécurité.

Pour brûler les carburants très volatils et éviter l'emploi soit de creusets de platine fermés par une mèche de fulmicoton, soit d'ampoules qu'il est nécessaire de briser,

M. Nicolardot emploie des ampoules traversées par un fil de platinite, scellées ou fermées par du silicate de soude qu'on laisse sécher. Une feuille de platine ou un creuset de quartz protège le métal contre le jet de flamme.

Le calorimètre très simplifié possède un thermomètre à réglage universel au $1/100$ de degré inventé par M. Ruelle et un thermomètre étalon au $1/5$ de degré.

Au cours de cette communication, M. Nicolardot indique quelques-uns des résultats qu'il a obtenus dans une étude systématique de l'action des composés du soufre sur les métaux aux diverses températures et sur un échantillon de tourbe marine.

M. LE PRÉSIDENT félicite, au nom de la Société, le capitaine Nicolardot, d'avoir mis, dans le perfectionnement de la bombe calorimétrique, une ingéniosité si personnelle, tout en faisant appel à des procédés que leurs inventeurs avaient créés pour des applications toutes différentes ; il a su les plier à sa cause et a fait preuve d'une grande étendue de connaissances en même temps que d'un sagace esprit d'invention ; les laboratoires y gagneront en économie et en sécurité. Nous serons heureux d'insérer, dans notre Bulletin, l'étude qu'il vient de nous exposer, à laquelle il nous promet d'ajouter les résultats qu'il a obtenus pour l'analyse des charbons et pour le dosage du soufre contenu dans les caoutchoucs et dans les pétroles. Le Président profite de cette occasion pour remercier le capitaine Nicolardot du zèle qu'il a apporté à faire connaître notre Société chez des industriels qui, jusqu'ici, n'étaient pas venus à nous.

La séance est levée à 22 h. 15 m.

BIBLIOGRAPHIE

Deux siècles de presse au service de la pharmacie et cinquante ans de « l'Union pharmaceutique », par M. EUGÈNE GUITARD. In-8 de v-316 p. avec XXII pl. Paris, Pharmacie centrale de France.

Notre collègue, M. Charles Buchet, directeur de la Pharmacie centrale de France, vient d'offrir à la science, en mémoire du cinquantenaire de l'Union pharmaceutique, le grand organe de la Pharmacie centrale, une histoire des journaux qui ont illustré la pharmacie depuis 1665 jusqu'à nos jours. Ce jubilé a suivi de peu celui de la Pharmacie centrale elle-même, créée par Dorvault en 1853, le premier numéro de *l'Union pharmaceutique* ayant paru le 31 janvier 1860.

« N'était-ce pas justice, dit M. Charles Buchet, de rendre hommage à toutes les gloires de notre journalisme, en consacrant une étude approfondie à leur passé de science et de dévouement? Cette étude, nous l'avons demandée à M. Eugène Guitard, ancien élève de l'École nationale des Chartes et fils d'un de nos plus anciens collaborateurs. »

Il a divisé son livre en deux parties. La première est relative aux journaux qui ont utilement servi le pharmacien de 1665 à 1860. Le IV^e chapitre est une histoire particulièrement vivante du Collège de Pharmacie de Paris et de ses premières publications. Le chapitre VI a pour sujet : Les périodiques médicaux de Paris à partir de 1779.

L'histoire détaillée de l'Union pharmaceutique forme la deuxième partie. Dans le chapitre intitulé : L'Union pharmaceutique et la science, défilent presque tous les grands noms qui ont illustré la pharmacie pendant ces cinquante dernières années, à commencer par le vénéré Bouchardat. Enfin, l'administration de l'Union pharmaceutique est résumée de Dorvault à M. Charles Buchet.

L'ouvrage, dans son ensemble, comprend donc d'abord l'histoire des périodiques intéressant la pharmacie en France et à l'étranger (pour la période 1665 à 1860), ensuite la monographie de *l'Union pharmaceutique*, organe de la Pharmacie centrale de France (pour la période de 1860 à 1912). Il est écrit dans un style alerte et distingué, qui rend sa lecture attrayante; par ailleurs, d'attachantes citations et des reproductions photographiques intéressantes soulagent l'attention.

Les nombreuses références bibliographiques qui accompagnent le texte sont ce qu'on pouvait attendre d'un savant chartiste, ancien élève de la Faculté des Lettres de Paris, familiarisé, comme le dit M. Charles Buchet, avec les arcanes les plus secrets de nos archives et de nos bibliothèques.

Le travail de M. Eugène Guitard est à classer parmi les œuvres de choix.

JULES GARÇON.

The Metallography of Iron and Steel, par M. ALBERT SAUVEUR. Grand in-8 de xvi-420 p. avec 350 fig. Cambridge, Mass., U. S. A., Sauveur and Boylston, 1912.

La métallographie a déjà inspiré de remarquables ouvrages, parmi lesquels nous avons déjà signalé ceux de Guertler, de Robin, etc. Celui que nous signalons aujourd'hui est dû au professeur de métallurgie renommé de l'Université Harvard.

L'ouvrage est remarquablement édité. Les nombreuses illustrations qui le parent et qui sont empruntées à Andrews, Arnold, Bayley, Belaiew, Brearley, Carpenter et Keeling, Sherard Cowper-Coles, Desch, Edwards, Ewing et Rosenhain, Guillet, Gørens, Gulliver, Hall, Houghton, Kroll, Law, Levy, Longmuir, Matveieff, Maurer, Mellor, Osmond, Roberts-Austen, Robin, Roland-Gosselin, Rosenhain, Saladin, Sorby, Stead, Tschermak, Tschernoff, Wüst, Zeigler, ou qui sont dues à l'auteur lui-même, sont d'une rare clarté.

M. Léon Guillet a dit de cet ouvrage : « Il est excellent. Que l'auteur, qui compte un si grand nombre d'amis en France et dont les importants travaux sont si appréciés dans notre pays, nous permette de lui adresser des félicitations bien sincères pour cet ouvrage qui trouvera certainement l'accueil chaleureux qu'il mérite. »

L'œuvre d'Osmond, dit M. Albert Sauveur dans sa préface, la vie d'Osmond ont été mes inspiratrices, comme sans doute à bien d'autres. Osmond appartenait à cette admirable phalange de savants français qui, comme Pasteur et Berthelot, ont une conception si élevée des devoirs du savant qu'ils donnent au monde le fruit de leur génie et de leurs travaux sans penser à en tirer d'avantages pécuniaires ou même honorifiques. Si Sorby a été le pionnier de la métallographie et Tschernoff le père, Osmond a été le porte-flambeau et, plus que tout autre, le guide. JULES GARÇON.

Après une présentation des appareils nécessaires à un laboratoire de métallographie, l'ouvrage comprend 26 leçons, consacrées aux sujets suivants :

Métaux purs. Fer pur. Fer forgé. Acier à faible teneur de carbone. Acier à haute teneur de carbone. Impuretés des aciers. Points critiques thermiques du fer et de l'acier; leurs causes, leurs effets. Acier fondu. Traitement mécanique de l'acier. Trempe de l'acier. Durcissement de l'acier; cémentation. Aciers spéciaux. Fonte; ses impuretés. Fonte malléable. Constitution des alliages. Diagramme d'équilibre dans les alliages fer-carbone. La loi des phases.

La production et la consommation des engrais chimiques dans le monde. Publication de l'Institut international d'Agriculture de Rome.

Les statistiques sur les produits chimiques, production et consommation, sont difficiles à établir; c'est la cause de leur rareté. On doit donc célébrer l'apparition de celles que l'Institut international d'Agriculture vient de consacrer à la production et à la consommation des engrais phosphatés (phosphates minéraux, scories Thomas, superphosphates, guano), des engrais potassiques, des engrais azotés (nitrate de soude, sulfate d'ammoniaque, engrais azotés synthétiques), comme nous avions célébré (Bulletin d'octobre 1912, p. 139) l'annuaire de MM. E. et M. Lambert consacré au nitrate de soude, au nitrate de chaux, à la cyanamide, au sulfate d'ammoniaque, au guano, aux sels potassiques, au phosphate et au superphosphate de chaux. J. G.

Recherches expérimentales sur le coupage des fers et aciers par les chalumeaux à jet d'oxygène, par M. R. AMÉDÉO, ingénieur de l'Union de la Soudure autogène. In-8 de 72 p. avec photographies de nombreuses coupes métallographiques dans le texte. Paris, *l'Union de la Soudure autogène*, 104, boulevard de Clichy. (Prix : 3 f)

Nos collègues trouveront, dans les Notes de Chimie du présent bulletin, p. 442, des extraits de ce très intéressant travail, qui résume toute une série de longues, pénibles et très coûteuses recherches.

Comme le dit avec une si grande autorité M. R. Granjon, secrétaire général de l'Union de la Soudure autogène, ce labeur considérable place définitivement M. R. Amédéo au premier rang des techniciens spécialistes. J. G.

Traité de chimie minérale, par M. H. ERDMANN. — T. I : **Introduction à la chimie et métalloïdes**, de iv-359 p., avec 243 fig., et II planches. (Prix : 12 f) T. II : **Étude des métaux**, de 330 p. avec 76 fig., et III pl. (Prix : 10 f.) Traduit sur la 5^e éd. allemande par M. A. CORVISY. Paris, A. Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne, 1914.

Le succès de l'ouvrage d'Erdmann est légitime, car on y trouve des indications précises sur les propriétés des corps, l'origine minéralogique des substances, et des notions sur leurs propriétés thérapeutiques ou toxiques, leur importance dans la vie quotidienne, leurs applications diverses, et aussi des renseignements statistiques très complets sur leur production et leur valeur commerciale. Le côté historique a aussi une étendue convenable, et 900 noms y sont cités.

Les principes exposés dans « l'introduction à la chimie », que l'auteur a développés avec une grande envergure, se rapportent aussi bien au tome second qu'au tome premier.

Nous signalerons particulièrement, dans l'ouvrage, l'étude sur les flammes colorées et les spectres des métaux, les développements étendus que l'auteur a donnés sur les terres rares et particulièrement sur le radium, sur la métallurgie des métaux les plus importants tels que l'aluminium, le fer et l'or, enfin le très important chapitre : « Généralités sur les propriétés des éléments et de leurs combinaisons ».

Les découvertes les plus récentes ont confirmé le bien fondé du tableau spiral que l'auteur a donné en appendice. La concordance est telle que si un élément s'écarte du trait de la courbe, c'est l'indice certain d'une détermination inexacte du poids atomique.

Il contient largement le développement de toutes les matières enseignées dans les facultés. C'est un excellent livre pour la préparation à la licence et à l'agrégation, et bien des chimistes y trouveront des renseignements qu'ils auraient de la peine à trouver dans des ouvrages plus étendus.

Le traité de chimie minérale de H. Erdmann n'est pas l'un de ces ouvrages secs et purement didactiques, comme la littérature chimique en renferme un trop grand nombre, qui arrivent à faire détester des étudiants l'une des plus belles sciences humaines. C'est, au contraire, une œuvre vivante; l'auteur a su, dans un exposé remarquablement appuyé sur des données précises, rattacher les applications aux propriétés dont elles dérivent et développer la technique des corps les plus importants tout en fournissant les constantes de chacun de ces corps. L'œuvre mérite son succès.

J. G.

Plantes industrielles, par M. H. HITIER, maître de conférences à l'Institut national agronomique et M. R. DE SAINT-MAURICE, Ingénieur agronome. In-18 de 403 p. avec 76 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille. (Prix : 5 f.).

Ce nouveau volume de l'*Encyclopédie agricole* comprend : Les *plantes textiles* cultivées en France : le lin et le chanvre. Les *plantes oléagineuses* : colza, willette, graine de lin. Le houblon. Le tabac. L'osier.

L'ensemble de ces cultures présente cet intérêt spécial que la plupart des produits qui en sont retirés sont loin de suffire aux besoins des différentes industries françaises dont ils sont la matière première; nous sommes obligés d'importer en France de grandes quantités de lin, de graines oléagineuses, de houblon, de tabac et d'osier : cette situation même préoccupe à juste titre les industriels français, par exemple les filateurs tributaires des lins de Russie, les brasseurs tributaires des houblons de Bavière, d'Autriche ou de Belgique.

Ces plantes exigent presque toutes une main-d'œuvre considérable pour la préparation du terrain, pour les façons aratoires au cours de leur végétation, pour leur récolte. Le houblon, par exemple, est, avec la vigne, une des plantes qui exigent le plus de main-d'œuvre.

Ces cultures ont donc ce grand intérêt de pouvoir assurer à la population ouvrière de nos campagnes des salaires très élevés, non seulement aux hommes, mais aux femmes et aux enfants dont la main-d'œuvre peut être utilisée pour les sarclages du lin, l'écimage du tabac, la cueillette du houblon, etc. La quantité énorme de main-d'œuvre nécessaire pour ces cultures est même souvent aujourd'hui un obstacle pour leur extension dans beaucoup de régions.

MM. Hitier et de Saint-Maurice ont donné dans ce volume une importance toute spéciale, à côté de la culture proprement dite du lin, du chanvre, du houblon, de l'osier, au traitement qu'on peut faire subir à la tige de lin, aux cônes du houblon, au brin d'osier pour amener ces produits à l'état de matière première où ils seront employés par les filatures, par les brasseurs, par les vanniers. Il y a là, en effet, une source de plus-value importante que ne doit pas laisser échapper le cultivateur.

L'ouvrage se termine par quelques pages sur la culture des plantes industrielles qui n'ont conservé en France une certaine importance que dans des centres nettement délimités : tels le safran, le sorgho à balais, le chardon à foulon.

MM. Hitier et de Saint-Maurice ont étudié ces diverses cultures non seulement en France, mais aussi dans les pays étrangers où elles sont spécialement répandues.

Méthodes américaines d'éducation générale et technique, par M. OMER BUYSE, directeur de l'École industrielle provinciale supérieure de Charleroi, 3^e éd. augmentée. In-8 de 848 p. avec 398 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 16,50 f.)

Le grand succès obtenu par l'ouvrage de M. Omer Buyse sur les *Méthodes américaines d'éducation générale et technique*, a assuré un rapide écoulement de deux éditions.

« Votre livre, écrit M. G. Le Bon, est de beaucoup le plus utile qui ait jamais été publié sur l'éducation et je n'en connais aucun pouvant, à ce point de vue, lui être comparé. »

Nous renvoyons à ce que M. Hitier a dit de cet excellent ouvrage dans notre Bulletin de juin 1908, p. 888.

Parmi les nouveautés de la troisième édition, signalons les suivantes.

Dans le livre I (*Enseignement élémentaire*), M. Buyse décrit ce qui a été réalisé en Europe dans le domaine des *bibliothèques pour enfants*, création charmante restée longtemps exclusivement américaine. Après avoir esquissé les premières organisations anglaises, hollandaises,

il donne un aperçu de la bibliothèque pour enfants créée sur un plan nouveau par la Société des Femmes gantoises (Gand).

Dans le livre III (*Les institutions d'enseignement industriel*), le lecteur trouvera un illustré des méthodes d'enseignement du dessin industriel introduit à l'Université du Travail à Charleroi, complétant l'exposé comparé des systèmes d'enseignement de cette branche fondamentale dans les écoles techniques américaines.

Le livre VIII de l'ouvrage, intitulé : *Comment outiller une région au point de vue de l'enseignement technique. L'Université du Travail à Charleroi*, constitue une contribution neuve. L'auteur y étudie le milieu, les principes directeurs qui l'ont guidé dans la conception et l'organisation de l'œuvre. Il décrit les diverses divisions en larges traits.

Ce livre constitue le *vade-mecum* des administrateurs publics, des directeurs, professeurs, organisateurs d'écoles, qui ont le souci de donner à l'organisation de leur enseignement technique la forme active, répondant aux exigences d'une institution qui prétend agir énergiquement sur son milieu.

Die aetherischen Oele (les huiles essentielles), par MM. E. GILDEMEISTER ET FR. HOFFMANN.

2^e édition de la maison Schimmel et C^{ie}, de Miltitz près Leipzig. 2^e tome, 1913.

J'ai présenté dans le bulletin de novembre 1910 (p. 516) le tome I de ce traité classique, connu de tous les chimistes pour l'abondance et la sûreté de sa documentation.

Les tomes II et III renferment la description détaillée des diverses huiles essentielles, d'après les familles de plantes.

J. G.

Introduction à la chimie des complexes. Théorie et systématique de la chimie des complexes minéraux, par MM. G. URBAIN et A. SÉNÉCHAL. Grand in-8 de 488 p. avec fig. Paris, A. Hermann et Fils, 6, rue de la Sorbonne, 1913. (Prix : 15 f)

Le livre que M. G. Urbain, professeur de chimie à la Sorbonne, et M. A. Sénéchal, son élève, viennent de publier, se recommande à l'attention du public scientifique par sa nouveauté. La question des complexes est en effet toute nouvelle. Un exposé de la systématique de A. Werner avait été déjà publié par le célèbre professeur de Zurich sous le titre : « Neue Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie ». A. Werner y exposait ses idées personnelles sur le groupe de corps que MM. G. Urbain et A. Sénéchal ont appelé les *complexes parfaits* et il s'efforçait de généraliser ses vues à l'ensemble des composés de la chimie minérale.

Le livre de MM. G. Urbain et A. Sénéchal a une portée plus haute. Il est impossible en quelques lignes de donner une image précise des idées exposées; elles sont légion, souvent personnelles, et ne dépassent jamais les strictes limites de la science la plus positive.

L'impression qui se dégage de la lecture du livre des complexes, c'est qu'il existe désormais une complète unité entre les trois aspects didactiques de la chimie : chimie organique, chimie minérale et chimie physique.

Entre les jeux de formules exclusifs de la première et les théories mathématiques de la dernière, le livre de MM. G. Urbain et A. Sénéchal jette un pont qui constitue pour la chimie tout entière, et plus spécialement pour la chimie minérale, un progrès considérable.

Ce livre s'adresse à tous ceux qui s'intéressent au développement de la science chimique et à la philosophie générale des sciences. C'est aussi un livre d'avant-garde indiquant non seulement aux jeunes chercheurs une voie nouvelle pleine d'avenir, mais encore explicitement de nombreux sujets de recherches expérimentales et théoriques.

Nouveau guide pratique de l'usager d'acétylène, par MM. R. GRANJON et P. ROSENBERG.
In-12 de 207 p. avec fig. Paris, Office central de l'Acétylène, 104, boulevard de Clichy, 1913.

Extrait de l'avant-propos. — La première édition du Guide pratique de l'usager d'acétylène, qui remonte à deux ans à peine, apporta à 30 000 propriétaires d'installations une foule de renseignements qui leur manquaient.

Nous avons dans nos dossiers plus de 30 000 lettres d'usagers d'acétylène qui nous ont demandé, depuis cinq ou six ans, des renseignements de toute nature, sur tout ce qui concerne la création, la conduite et l'entretien des installations; ces 30 000 lettres représentent l'universalité des questions que peuvent poser ceux qui font usage de ce gaz. Nous nous sommes inspirés de cette précieuse documentation pour établir le guide dans lequel sont ainsi condensées les réponses à toutes les demandes qui nous sont parvenues.

L'usager d'acétylène aura donc recours à ce guide, chaque fois qu'il voudra obtenir un renseignement précis sur un point déterminé ou se documenter à propos d'une question dont il recherche la parfaite solution.

Compte rendu du 42^e Congrès des Délégués et Ingénieurs de l'Union internationale des Associations de Surveillance des Chaudières à vapeur tenu à Munich, du 26 au 28 juin 1912. Traduction française des mémoires en langue allemande faite par ordre de l'Union internationale, par M. L. DESCROIX, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique. In-8 de 275 p. avec 60 fig. et XLVIII pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 8 f)

Il existe dans la plupart des pays du continent européen des associations chargées de surveiller les appareils à vapeur, chaudières, récipients et machines, de concourir avec les propriétaires de ces appareils au maintien de ces derniers en bon état de fonctionnement au moyen de visites périodiques, et à l'application des décrets et règlements de police concernant la construction, l'installation, la conduite desdits appareils, enfin, d'étudier tous les problèmes touchant à l'économie de production et d'utilisation de la vapeur. En France, en Italie, et également en Suisse, ces groupements portent le nom d'« Associations de propriétaires »; en Allemagne, en Russie, en Belgique, on les nomme « Associations de surveillance »; en Autriche, c'est une Société d'assurance mutuelle et de surveillance qui siège à Vienne.

Pour travailler de façon plus efficace et plus rapide au progrès des appareils à vapeur au double point de vue de la sécurité et de l'économie, les associations de surveillance ont, depuis longtemps, créé une union au sein de laquelle leurs ingénieurs et délégués étudient en commun les problèmes de technique ou de législation qui se posent à eux. Les rapports des ingénieurs sont soumis à la discussion de leurs collègues dans des congrès annuels qui, en raison des origines allemandes de l'Union et de la prédominance numérique des associations de langue allemande, se tiennent principalement dans cette langue. Il a paru, cependant, aux ingénieurs de l'union, que la participation importante des pays de langue française et autres pays latins méritait une édition française des Congrès et c'est pourquoi, au Congrès tenu à Munich du 26 au 28 juin 1912, on a décidé cette première publication.

Le grand intérêt qui s'attache, pour l'industrie tout entière, aux questions de sécurité et d'économie des appareils à vapeur, la haute autorité des rapporteurs et des ingénieurs qui prennent part aux discussions de ces congrès, l'actualité des questions techniques qui y sont étudiées sont autant de raisons majeures pour lesquelles les techniciens et les industriels voudront en posséder les publications annuelles dont la présente est le premier élément.

L'électricien amateur à l'entraînement, services électriques variés, inédits et pratiques, pouvant être réalisés avec la plus grande facilité sur toute installation domestique, alimentée par une batterie de piles, par M. GEORGES MIS. In-16 de 168 p. avec 63 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 2,50 f)

M. Georges Mis, poursuivant l'œuvre de vulgarisation commencée par son livre : *L'électricité domestique*, décrit, dans ce nouvel ouvrage, toute une série de nouveaux travaux d'amateur, faciles à réaliser, grâce aux explications si nettes et si précises qui caractérisent son travail.

Notice historique sur l'École centrale des Arts et Manufactures, par M. E. MOUCHELET, Ingénieur des Arts et Manufactures. In-8 de 56 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 2,50 f)

Cette notice a pour but d'exposer l'histoire de l'École centrale des Arts et Manufactures, depuis sa création en 1829 jusqu'à nos jours. Il est intéressant de rappeler les origines et les progrès de ce célèbre établissement, fondé par l'initiative privée et qui est aujourd'hui une des plus grandes institutions d'enseignement scientifique supérieur appartenant à l'État.

L'auteur de ce travail a été élève, sous la direction magistrale de Perdonnet; il a eu l'honneur de connaître particulièrement cet éminent ingénieur, qui, dans quelques entretiens, lui a donné de précieux avis et des appréciations judicieuses sur l'orientation de l'École centrale. L'auteur a eu, d'autre part, l'occasion d'entendre, de la bouche même de l'illustre J.-B. Dumas, des récits et des détails circonstanciés sur les débuts et travaux des fondateurs.

En mettant en lumière des faits et des documents oubliés ou peu connus, on se rend compte des difficultés qu'ont eu à surmonter les hardis et savants novateurs qui ont créé de toutes pièces cet organisme puissant dont le renom et l'influence s'affirment dans le monde entier. Après avoir expliqué avec précision les conditions spéciales de la cession de l'École à l'État, l'auteur montre les progrès accomplis jusqu'à la situation actuelle. Ses considérations générales sur l'instruction et le recrutement des candidats, ses observations sur le service militaire, peuvent renseigner utilement les élèves et ceux qui se préparent à l'École.

Cette notice s'adresse tout particulièrement aux ingénieurs et aux industriels qui ont passé sur les bancs de l'École centrale; elle doit intéresser aussi les ingénieurs de diverses provenances; elle sollicite enfin l'attention de tous ceux qui étudient les questions du haut enseignement scientifique et technique.

Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques. Chimie, Physique, Mathématiques, Minéralogie, par M. R. CORNUBERT. In-8 de 252 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 9 f.)

Dans la civilisation actuelle, tout homme doit connaître plusieurs langues; les scientifiques en particulier doivent posséder le français, l'anglais, l'allemand et l'italien. La langue allemande est particulièrement une langue complexe, dont la difficulté procède non seulement de ce que son origine est complètement différente de la nôtre, mais encore de sa texture, de sa souplesse et de sa malléabilité. Pénétré de cette idée, M. Cornubert a entrepris d'établir ce nouvel ouvrage qui s'adresse à tous ceux qui s'occupent de science, tant théorique qu'appliquée. Ce livre a été conçu dans un grand esprit pratique et sera certainement très apprécié.

La chaufferie moderne : Les foyers de chaudières, leur construction, leurs accessoires, leurs services annexes, par M. ANDRÉ TURIN, répétiteur à l'École Centrale. In-8 de VIII-408 p., avec 461 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 20 f.)

L'utilisation des combustibles constitue un problème à multiples aspects : on y voit intervenir, non seulement le souci de se rapprocher de la combustion parfaite, mais aussi des facteurs d'ordre économique, tels que le choix judicieux de la qualité du combustible, la recherche de la réduction des frais de main-d'œuvre et d'entretien, etc.

Chaque industriel trouvera dans cet ouvrage les éléments qui lui permettront d'établir ou d'améliorer ses installations à ces divers points de vue.

Tout en mettant de préférence en lumière les appareils français, M. Turin a signalé un assez grand nombre de dispositions adoptées à l'étranger.

La direction des ateliers. Étude suivie d'un mémoire sur l'*Emploi des courroies* et d'une note sur l'*Utilisation des ingénieurs diplômés*, par M. F.-W. TAYLOR. Préface de M. HENRY LE CHATELIER, membre de l'Institut. In-8 de VI-190 p., avec fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 6 f.)

Ce volume comprend trois publications distinctes de Frederick-Winslow Taylor : un mémoire sur la *Direction des ateliers*, une note sur les *Courroies* et une conférence sur les raisons pour lesquelles *les industriels n'apprécient pas les élèves diplômés des écoles*. Le premier tirage étant aujourd'hui épuisé, une nouvelle édition vient d'en être faite.

On a cru devoir joindre au mémoire principal la note sur les courroies et la conférence relative à l'enseignement des écoles techniques, dans le but de faire disparaître un malentendu provoqué par des critiques passionnées et trop souvent peu sincères. On a prétendu que le but de la méthode Taylor était de pressurer les ouvriers, afin d'en tirer la plus grande somme de travail possible, pour le plus grand profit des patrons. Cela est inexact. Le système Taylor consiste en réalité à organiser le travail de façon à permettre aux ouvriers d'augmenter leur production sans dépenser un effort plus considérable. On y arrive, entre autres moyens, par la suppression des temps perdus et par le perfectionnement des procédés de fabrication. Le travail supplémentaire exigé par cette méthode est demandé au patron et nullement à l'ouvrier. On demande à celui-ci de travailler autrement, mais pas plus que par le passé.

Canots automobiles, house-boats et tourisme nautique, par M. J. IZART, Ingénieur. 2^e édition revue et augmentée. In-8 de VIII-296 p., avec 96 fig. Prix : 5,50 f. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913.

Voici un petit volume écrit sans prétention, qui présente la mise au point de la technique du petit bateau mécanique.

Rien n'ayant été fait dans cette voie, l'auteur est parti de la table rase pour tenter de renseigner le lecteur sur les mille phénomènes avec lesquels il se trouve en présence dans les canots automobiles. Ceci fait, il a chanté les louanges du tourisme nautique. Nous recommandons le chapitre du house-boating, ce sport encore neuf chez nous, et pourtant si captivant.

Voici l'exposé des principaux chapitres contenus dans cet ouvrage : Un regard en arrière. Glossaire nautique. Statique du bateau. Dynamique. Comment et pourquoi les bateaux peuvent se diriger. Problème de la propulsion. Hélice et problème de l'utilisation. Force

motrice. Racers. Hydroplanes et Hydroaéroplanes. Cruisers et petits yachts. House-boats et house-boating. Aménagement mécanique. Armement et mesures de sécurité. Réglementation. Circulation et bibliographie.

La soudure autogène, par l'INSTITUT SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL. In-8 de 112 p. avec 83 fig. Paris, librairie du M. S. I. (Prix : 2,75 f)

La soudure autogène est à l'ordre du jour. La monographie que le M. S. I. lui consacre est très complète, en tant que nombre de sujets touchés, mais elle les touche parfois d'une façon un peu brève. C'est ainsi que deux pages seulement sont consacrées à la soudure aluminothermique.

Cette monographie est un intéressant résumé de la question et elle mérite des éloges, car l'exposé des principes est consciencieusement fait. J. G.

Fabrication de l'acier, par M. H. NOBLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien chef de service d'aciéries. 2^e édition revue et augmentée In-8 de viii-632 p. avec 86 fig. (Prix : 25 f) Paris, H. Dunod et E. Pinal.

Cet ouvrage est consacré à l'étude générale de l'aciérie; toutefois, pour ne pas trop l'étendre, l'auteur n'a pas empiété sur le domaine de la mécanique et de la construction; il a donné les principes généraux des machines, qui seuls intéressent le métallurgiste, sans en décrire les détails d'exécution.

Il n'a pas davantage entrepris la critique des divers types d'installations, qui dépendent surtout des circonstances spéciales à chaque usine, et présentent chacun des avantages. Il est possible de faire d'excellent métal avec un matériel suranné, tandis que les dispositions les plus perfectionnées ne sont pas la garantie d'une bonne fabrication. D'ailleurs, ceux qui sont appelés à diriger l'exploitation d'une aciérie doivent l'utiliser telle qu'elle existe et lui faire rendre ce dont elle est capable; c'est à l'usage qu'ils apprécieront la valeur d'un appareil, et ils devront le connaître à fond avant de songer à l'améliorer ou le remplacer.

Depuis quelques années, les constructeurs français sont entrés en parallèle avec leurs concurrents étrangers, qui, surtout en Allemagne, ont fait profiter de nombreux perfectionnements la mécanique des forges. Nous souhaitons enfin que nos jeunes ingénieurs se dirigent nombreux vers la sidérurgie : elle sera pour tous intéressante et fructueuse.

Cette seconde édition a été revue et augmentée d'une trentaine de pages, afin de la mettre au courant des derniers perfectionnements de la métallurgie de l'acier.

Voici les titres des chapitres : Propriétés générales des aciers. Étude théorique et pratique de la conversion. Chaux d'aciérie. Recarburation. Convertisseurs. Garnissages basiques et acides. Machines soufflantes. Affinage sur sole. Chauffage. Construction et entretien des fours Martin. Procédés mixtes. Coulée en lingotières. Lingots d'acier. Poches et appareils de coulée. Personnel et comptabilité.

Les propriétés optiques des solutions, par M. C. CHÉNEVEAU. In-8 de vii-240 p. avec 34 fig. (Prix : 10 f) Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, 1913.

Extrait de l'Introduction. — Le présent ouvrage n'est en somme qu'une mise au point de la thèse de l'auteur : *Recherches sur les propriétés optiques des solutions et des corps dissous*. Il faut entendre ici par propriétés optiques les propriétés réfractives et dispersives; ce n'est donc seulement qu'une partie, si importante qu'elle puisse être, d'un traité général de l'optique des solutions qui devrait comprendre en outre les phénomènes d'absorption, de polarisation

rotatoire, de polarisation rotatoire magnétique. D'ailleurs le cadre imposé par cet ouvrage n'aurait pas permis une telle extension.

Au point de vue pratique, les chimistes sont appelés, de préférence à tous autres techniciens, à effectuer des mesures d'indices de réfraction et de dispersion, et à utiliser les lois qui régissent ces grandeurs optiques dans leurs recherches scientifiques ou industrielles. L'auteur a ajouté à leur intention quelques indications sur les rapports entre les propriétés optiques et les propriétés chimiques des corps purs ou à l'état dissous.

Cours élémentaire de chimie et de minéralogie, par MM. C.-I. ISTRATI et G.-G. LONGINESCU. 2^e édition française, publiée d'après la 4^e édition roumaine, par M. A. ADAM. In-8 de vi-402 p. avec 291 fig. et 9 portraits. (Prix : 13 f) Paris, Gauthier-Villars, 1913.

Extrait de la préface.— La théorie dite atomique, caractérisée essentiellement par la notion de la plurivalence des atomes d'un grand nombre d'éléments, et par l'aide demandée à certaines déterminations physiques pour l'établissement des poids moléculaires des corps, est entrée d'une manière courante dans l'enseignement.

Voilà plus de quarante ans que Wurtz publiait la première édition de ses *Leçons élémentaires de chimie moderne*, afin de démontrer par l'expérience, dans un ouvrage destiné aux commençants, les avantages du nouveau mode d'exposition sur l'ancien, au point de vue de la cohérence des doctrines, du lien établi entre les faits, et par conséquent du secours prêté à la mémoire, malgré l'accumulation considérable des données expérimentales, conséquence des recherches incessantes et fructueuses des chimistes.

La notion de l'enchaînement des atomes plurivalents est des plus fécondes au point de vue de la représentation rationnelle de la constitution des composés, de l'étude de leurs analogies et de leurs transformations. Elle doit être mise en relief autant que la concordance si remarquable, dans l'immense majorité des cas, du poids de la molécule déterminée par des procédés purement chimiques, avec celui que l'on peut conclure de l'emploi de l'un ou l'autre des procédés physiques : densités de vapeur, cryoscopie, abaissement des tensions de vapeur, etc.

Le livre que j'ai l'honneur de présenter au public français offre tous ces avantages et y ajoute celui d'être très complet sous un volume restreint, et très actuel, puisqu'il comprend ce qu'il y a d'important dans les découvertes récentes.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN OCTOBRE 1913

DIREZIONE GENERALE DELLA STATISTICA E DEL LAVORO, ROMA. UFFICIO DEL CENSIMENTO. — **Censimento degli opifici e delle imprese industriali al 10 giugno 1911.** In-f° (34 × 24). Vol. I. Roma, G. Bertero e Cia, 1913. **15137**

PAWLOWSKI (AUGUSTE). — **Le sous-sol de la France**, Étude économique et sociale. In-12 (19 × 13) de XIII-133 p. Paris, Berger-Levrault, 1913. **15138**

BRONIEWSKI (WITOLD). — **Recherches sur les propriétés électriques des alliages d'aluminium** (Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Paris). In-8 (23 × 16) de 143 p. 93 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1911. **15139**

La soudure autogène (Bibliothèque pratique du Mois scientifique et industriel, n° 17), de 110 p., 83 fig. **in 13001**

REY (ÉMILE). — **La culture rémunératrice du blé.** In-12 (18 × 11) de 160 p., 44 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1914. **15140**

CHAMBONNAUD (L.). — **L'éducation industrielle et commerciale en Angleterre et en Écosse.** In-12 (18 × 11) de 240 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15141**

SABATIER (PAUL). — **La catalyse en chimie organique.** In-8 (23 × 16) de XIV-253 p. Paris, Ch. Béranger, 1913. **15142**

DAMOUR (EMILIO), CARNOT (JEAN) et RENGADE (ÉTIENNE). — **Les sources de l'énergie calorifique.** In-8 (23 × 16) de XXVI-501 p., 131 fig., Paris, Ch. Béranger, 1912. **15143**

UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS DE SURVEILLANCE DES CHAUDIÈRES A VAPEUR. — **Compte rendu du 42^e Congrès des délégués et ingénieurs**, tenu à Munich du 26 au 28 juin 1912. Traduction française des mémoires en langue allemande, par L. DESCROIX. In-8 (23 × 16) de IV-273 p., fig., XLVIII pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat. **15144**

VALBREUZE (R. DE). — **Notions générales sur la radiotélégraphie et la radiotéléphonie.** 6^e éd. In-8 (23 × 16) de VIII-473 p., 334 fig. Paris, Ch. Béranger, 1914. **15145**

DRUMAU (PAUL). — **La téléphonie à grande distance et la téléphonie sans fil** (Extrait de la *Revue universelle des mines et de la métallurgie*). In-8 (24 × 15) de 64 p., 6 fig. Bruxelles, Ramlot; Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15146**

GADOT (PAUL). — **Notions sur les accumulateurs électriques.** In-12 (18 × 11) de 71 p., 8 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15147**

AMÉDÉO (R.). — **Recherches expérimentales sur le coupage des fers et des aciers par les chalumeaux à jet d'oxygène.** In-8 (24 × 15) de 72 p., 30 fig. Paris, Union de la Soudure autogène, 1913. **15148**

Les progrès de la chimie en 1912. Traduction française autorisée des « Annual Reports of the Progress of Chemistry for 1912, vol. IX, issued by The Chemical Society », London, et Tome 120. — 2^e semestre. — Novembre 1913. **34**

publiée sur l'initiative du Service des recherches du Laboratoire municipal de Paris. In-8 (22 × 14) de xiv-411 p. Paris. A. Hermann et Fils, 1913. **15149**

ERDMANN (H.). — **Traité de chimie minérale**. Ouvrage traduit sur la 5^e éd. allemande, par A. CORVISY. In-8 (24 × 15). Tome I : **Introduction à la chimie et métalloïdes**, de 559 p., 243 fig., II pl. — Tome II : **Étude des métaux**, de 331 p., 76 fig., III pl. Paris, A. Hermann et Fils, 1914. **15150 et 15158**

URBAIN (G.) et SÉNÉCHAL (A.). — **Introduction à la chimie des complexes**. Théorie et systématiques de la chimie des complexes minéraux. In-8 (25 × 16) de iii-477 p. Paris, A. Hermann et Fils, 1913. **15151**

CHWOLSON (O. D.). — **Traité de physique**. Traduit par E. DAVAUX. Édition revue et augmentée par l'auteur. Tome IV : **L'énergie électrique**, 2^e fasc. Champ magnétique constant, p. 432-1162, 284 fig. Paris, A. Hermann et Fils, 1913. **15152**

SAILLARD (ÉMILE). — **Conférences données pendant l'année 1913** (11^e année). (Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne. Comité de sucrerie et de distillerie.) In-8 de 144 p. Saint-Quentin, imprimerie du *Guetteur*, 1913. **15153**

OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. — **Statistique des accidents du travail**. In-4 (29 × 23). Année 1906, tomes I et II. Bruxelles, J. Lebègue et C^{ie}, 1912. **15154-5**

MIS (GEORGES). — **L'électricien amateur à l'entraînement**. In-12 (19 × 12) de xvi-168 p., 63 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15156**

MONCHICOURT (CH.). — **La région du Haut Tell en Tunisie** (Le Kef, Téboursoûk, Mactar, Thala). Essai de monographie géographique. In-8 (25 × 16) de xiv-487-xvii p., 4 fig., XII pl. 14 cartes. Paris, Armand Colin, 1913. **15157**

* * *

VILMORIN (PHILIPPE DE). — **Fixité des races de froment**. (IV^e Conférence internationale de génétique, Paris, 1911, 8 p., 4 fig.) **Pièce 12057**

VILMORIN (PHILIPPE DE). — **Étude sur le caractère « Adhérence des grains entre eux » chez le pois « chenille »**. (IV^e Conférence internationale de génétique, Paris, 1911, 5 p., 2 fig.) **Pièce 12058**

Excursion aux cultures expérimentales de la maison Vilmorin-Andrieux et C^{ie}, à Verrières-le-Buisson, 21 septembre 1911. (IV^e Conférence internationale de génétique, Paris, 1911, 20 p., 8 fig.) **Pièce 12059**

COMPAGNIE PARISIENNE DE L'AIR COMPRIMÉ. — In-8 de 48 p., 9 fig. 1 plan. Paris, 1913. **Pièce 12060**

Exposition internationale urbaine de Lyon, avec exposition coloniale française. Mai à Novembre 1914. In-4 de 24 p., 4 fig. **Pièce 12061**

COMPAGNIE CLARICITE. — **L'appareil Kremer appliqué à l'épuration des eaux d'égout**. In-8 de 8 p.; et 6 brochures sur l'appareil Kremer. **Pièce 12062**

SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE BORDEAUX ET DU MIDI. — **L'électricité dans la région de Bordeaux**. (Extrait de *La lumière électrique*.) In-4 de 35 p., 28 fig. Paris, 142, rue de Rennes. **Pièce 12063**

Société d'exploitation de procédés évaporatoires système Prache et Bouillon. Catalogue. In-4 de 92 p., 84 fig., III pl. Paris, 14, rue de Rome. **Pièce 12064**

La Poitevine. Société anonyme française d'abatage industriel. In-4 de 8 p., 5 fig. Poitiers. **Pièce 12065**

* * *

- CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Compte rendu des travaux**. Année 1912. **Pér. 148**
- SOCIÉTÉ DE CHIMIE PHYSIQUE. — **Publications**. Fasc. V : **L'étude physico-chimique des sels chromiques**, par A. SÉNÉCHAL. Fasc. VI : **L'additivité des propriétés diamagnétiques et son utilisation dans la recherche des constitutions**, par PAUL PASCAL. **Pér. 46**
- ASSOCIATION PARISIENNE DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — **Bulletin annuel**, 38^e Exercice, 1912. **Pér. 33**
- DIRECTION DU TRAVAIL. — **Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1912**. Paris, Imprimerie nationale, 1913. **Pér. 205**
- Congrès des Sociétés savantes, Grenoble 1913. — Discours prononcés à la séance de clôture du Congrès par MM. PETIT-DUTAILLIS, CHRISTIAN PEISTER et LÉON BÉRARD. **Pér. 26**
- Congrès national pour la défense et le développement du commerce extérieur. Paris, juin 1912. **Compte rendu des séances**. **Pér. 409**
- IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal**. Vol. LXXXVII. N° 4, 1913. **Pér. 157**
- OBSERVATOIRE MUNICIPAL (Observatoire de Montsouris). — **Annales**. Tome XI, 1910. **Pér. 188**
- INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. — **Bulletin bibliographique hebdomadaire**. Index pour l'année 1912. **Pér. 340**
- Annales des Mines**. — Table des matières de la X^e série décennale, 1902-1911. **Pér. 109**
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — **Sommaires bibliographiques** des comptes rendus des Séances publiés par les soins du Bureau bibliographique de Paris. Tomes I-X, 1873-1882; XI-XX, 1883-1892; XXI-XXX, 1893-1902; et tables récapitulatives 1873-1902. **Pér. 36**
- ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — **Proceedings**. Vol. XX, part I (1911). **Pér. 258**
- CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — LABORATOIRE D'ESSAIS MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES. **Rapport sur le fonctionnement pendant l'année 1912**, par M. DOUANE. **Pér. 308**
- ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — **Journal and Proceedings**. Vol. XLV (1911), part IV; Vol. XLVI (1912), part II. **Pér. 29**
- AUSTRALASIAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. — **Report of the Meeting**, Vol. XIII, 1911. **Pér. 51**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. LÉON MASSON au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un Ouvrage de M. H. DE MORIN intitulé *Les Appareils d'intégration*.

Messieurs,

Il a été fait hommage, à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, d'un exemplaire du livre que M. H. de Morin, ingénieur civil des constructions navales, a publié cette année sur les *Appareils d'intégration*, et dans lequel il étudie au double point de vue théorique et descriptif un grand nombre d'appareils destinés à effectuer mécaniquement les opérations qui se rencontrent dans les applications numériques du calcul intégral.

Précédé d'une introduction indiquant la genèse des appareils de calcul pris dans leur généralité, l'ouvrage de M. de Morin se divise en cinq chapitres qui ont respectivement trait aux *Planimètres*, permettant de déterminer l'aire des contours fermés; aux *Intégramètres*, qui donnent à la fois la valeur numérique de l'aire, du moment statique, et du moment d'inertie d'une surface plane; aux *Intégraphes*, ayant pour but de tracer une courbe représentative de la variation de l'aire d'un contour donné; à l'*Analyse harmonique* et aux *Analyseurs* des courbes de superposition; aux *Intégra-*

teurs composés enfin, dont l'objet est de déterminer l'intégrale d'une équation différentielle.

Le Chapitre premier contient une théorie des divers genres de *Planimètres* donnant la valeur de l'intégrale $\int y \, dx$, ainsi que l'exposé de leurs dispositions pratiques et de leur classification, avec la description et la théorie individuelle des principalement connus d'entre ces appareils.

L'auteur indique ensuite l'application possible des planimètres au calcul des intégrales $\int y^2 \, dx$ et $\int y^3 \, dx$ moyennant la construction préalable de courbes; puis il consacre la fin du Chapitre à divers *Planimètres spéciaux*, tels que le planimètre radial, le planimètre Beuvière, le planimètre sphérique et le stéréographomètre.

Dans le deuxième Chapitre de son livre, M. de Morin expose le principe et la théorie générale des *Planimètres à moments* ou *Intégromètres* permettant de calculer en une seule opération les trois intégrales $\int y \, dx$, $\int y^2 \, dx$, $\int y^3 \, dx$, — pouvant même être disposés pour donner la valeur de l'intégrale $\int y^4 \, dx$, c'est-à-dire pour calculer, par exemple, le moment d'inertie des corps de révolution par rapport à leur axe géométrique ou par rapport à tout autre axe.

L'auteur, après ces préliminaires, donne la description, le schéma et la théorie spéciale de divers intégromètres très caractéristiques.

Le Chapitre III est consacré à l'étude des *Intégraphes*, lesquels ont pour but, comme on sait, de mesurer l'aire d'un contour fermé et de tracer une courbe représentative de la variation de cette aire, — cette dernière courbe étant la courbe intégrale du contour donné.

L'auteur y rappelle que l'emploi des courbes intégrales permet de résoudre rapidement de nombreux problèmes où l'intégration graphique peut être avantageusement substituée aux méthodes ordinaires du calcul direct; et il cite, entre autres cas multiples où la courbe intégrale et par suite les intégraphes trouvent leur application, l'étude de nombreux problèmes de résistance des matériaux, la théorie des voûtes, la résolution des équations numériques de degré quelconque, la détermination de la résistance des

trains à l'aide du pendule d'inertie, l'étude enfin des problèmes de déplacement et de stabilité en architecture navale.

M. de Morin expose ensuite une série de considérations sur les rapports qui existent entre les courbes différentielles et les courbes intégrales, sur l'interprétation géométrique de ces dernières conduisant à l'obtention des moment statique et centre de gravité ainsi que du moment d'inertie des aires planes ;

Et le Chapitre se termine par des considérations générales sur les intégrales, complétées par la description et la théorie individuelle de certains appareils particulièrement remarquables du genre.

Le Chapitre IV s'ouvre par des considérations sur l'*Analyse harmonique*, c'est-à-dire sur l'opération assez complexe qui a pour but, étant donnée une courbe, de la décomposer en ses harmoniques simples et de déterminer ainsi les courbes dont la superposition reproduit précisément la courbe donnée.

Ces considérations sont complétées à leur tour par des détails relatifs aux méthodes de calcul et aux procédés graphiques permettant de faire l'analyse spéciale en question, ainsi que par la description et la théorie d'un certain nombre d'*Analyseurs harmoniques* se prêtant à la solution mécanique du problème posé.

La fin du même Chapitre, — l'avant-dernier de l'ouvrage, — est consacrée à la mention de recherches faites par plusieurs savants pour la réalisation de *Compteurs harmoniques* et de *Dérivateurs*, respectivement appelés à effectuer les opérations inverses de celles de l'analyse harmonique et de l'intégration.

L'auteur indique enfin, dans son Chapitre V, quelques-unes des solutions proposées pour l'établissement d'*Intégrateurs composés*, dont l'objet est de déterminer l'intégrale d'une équation différentielle ; et, dans cette dernière partie de son livre comme dans les précédentes, il a soin de donner la description et d'exposer la théorie de l'emploi des appareils qu'il produit en exemple.

L'ouvrage de M. de Morin dont nous venons de présenter un aperçu sommaire fait partie de la *Bibliothèque générale des Sciences*, éditée avec un

grand soin par la Librairie Gauthier-Villars, et l'on y trouve, réunies dans un nombre limité de pages, beaucoup d'indications théoriques et descriptives que l'on doit chercher d'ordinaire dans les traités détaillés ainsi que dans une importante suite de monographies, de notices spéciales, et de comptes rendus scientifiques.

Il constitue donc, à notre avis, une étude d'ensemble, de consultation très commode, des appareils d'intégration dont l'emploi rend de si grands services dans la technique des diverses branches de l'Art de l'ingénieur, et votre Comité des Arts mécaniques, qui a bien voulu partager notre pensée, a l'honneur de vous proposer, Messieurs, de féliciter M. de Morin de son intéressant travail, tout en vous demandant de vouloir bien décider l'insertion du présent Rapport au Bulletin de la Société.

Signé : Léon MASSON, rapporteur.

Lu et approuvé en séance publique, le 18 novembre 1913.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Rapport présenté par M. DE RIBES-CHRISTOFLE, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur la *Transmission mécanique à distance*
C. A. D. de M. HERZMARK.

Messieurs,

Le système de transmission mécanique à distance de M. Herzmark qui a été présenté à la Société d'Encouragement est caractérisé par l'emploi d'un câble métallique souple, maintenu et guidé par une enveloppe rigide.

On obtient ce câble en entourant d'un fil d'acier, enroulé en spirale, une âme constituée par d'autres fils d'acier juxtaposés et d'une certaine finesse.

En exerçant une traction sur l'âme intérieure en même temps qu'une compression sur le fil extérieur en spirale, on arrive à faire toucher toutes les spires sous une pression déterminée.

Les extrémités du câble ainsi constitué étant fixées d'une façon permanente, l'allongement des fils intérieurs, obtenu par la traction opérée, tend à maintenir comprimées toutes les spires extérieures.

Le câble introduit dans un tuyau de cuivre d'un diamètre très légèrement supérieur à son diamètre suivra toutes les sinuosités de ce tube.

Si l'on exerce une traction sur le câble, l'effort se transmettra à l'autre extrémité par l'âme intérieure; si, au contraire, on exerce une pression, cette pression se transmettra également à l'autre extrémité par les spires comprimées sans jeu les unes sur les autres.

Au point de vue résistance, on perdra évidemment la quantité dépensée pour obtenir la tension, qui reste permanente; mais il suffit de calculer le câble un peu plus fort. Il peut se faire aussi que la tension permanente détermine un allongement constant; mais comme on peut rester très loin de la limite d'élasticité, cet inconvénient paraît pouvoir être évité.

L'avantage de ce système consiste dans la possibilité qu'il donne d'agir à distance, soit à la traction, soit à la compression, sans ressort antagoniste, et, grâce à sa construction spéciale, sans aucun retard dans la transmission, sur des organes de machines, de signaux, de rhéostats..., ces différents organes pouvant être situés dans des plans quelconques; la distance est cependant limitée par le frottement du câble à l'intérieur du tube et par le nombre de coudes plus ou moins grand; toutefois, on peut, paraît-il, agir pratiquement jusqu'à 25 m.

Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts a jugé que la communication faite à la Société, par M. Herzmark, est fort intéressante; il vous propose de l'en remercier et de vouloir bien insérer le présent rapport dans notre Bulletin.

Signé : C. DE RIBES-CHRISTOFLE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance publique, le 18 novembre 1913.

ARTS CHIMIQUES

Rapport de M. ACH. LIVACHE, présenté au nom du Comité des Arts chimiques, sur le *Zinox*, produit destiné à la peinture.

La loi, interdisant l'emploi de la céruse dans les travaux de peinture, doit être appliquée à partir du 1^{er} janvier 1915; il est donc intéressant d'indiquer les succédanés de la céruse qui peuvent être avantageusement utilisés.

Déjà, depuis plusieurs années, l'oxyde de zinc s'est beaucoup répandu et a donné des résultats identiques à ceux de la céruse comme application, durée et prix; on a pu, encore, employer le lithopone, susceptible de donner de bons résultats, mais à la condition qu'il n'ait pas subi d'addition de matières étrangères; enfin, le sulfure de zinc, qui n'est pas encore entré dans la pratique, pourra sans doute trouver son application.

Aujourd'hui, nous avons l'honneur de présenter un nouveau produit à base d'oxyde de zinc, le zinox, fabriqué par M. G. Petit, à Lomme-les-Lille (Nord). Ce produit, mis en exploitation en 1906, est actuellement très employé en France et à l'étranger, principalement en Angleterre et en Belgique.

Le zinox est vendu en pâte, sous deux marques : la marque M, destinée à préparer toutes les peintures courantes, et la pâte B, préparée pour n'obtenir que des peintures très brillantes rappelant les peintures laquées.

M. Petit ne donne que des renseignements assez sommaires sur la préparation du zinox : les huiles employées subiraient préalablement une épuration très soignée et un certain degré d'oxydation; des doses d'oxyde de zinc et d'huile seraient mises dans une malaxeuse où, par addition d'eau, se ferait une hydratation.

Le zinox ainsi obtenu présente la composition suivante :

Oxyde de zinc.	72,0 p. 100
Huile.	14,5 —
Eau	13,5 —

Quel que soit le mode de préparation employé, le zinox se présente sous la forme d'une pâte bien homogène et très plastique ; abandonné à l'air, l'huile ne s'en sépare pas ; il se couvre d'une peau et se conserve indéfiniment sous une couche d'eau comme la céruse.

Il était intéressant de faire un certain nombre d'essais avec ce produit, et votre rapporteur a étudié particulièrement la marque zinox M, qui est recommandée pour les peintures courantes. Si l'on détrempe le zinox M avec de l'huile et de l'essence, en employant les proportions indiquées par le fabricant, soit 35 p. 100 d'huile et 15 p. 100 d'essence, on obtient une détrempe très fluide, qui s'applique bien et qui, avec des fonds *neufs*, recouverts d'enduits *frais*, donne un travail suffisant et, en somme, assez économique, car la fluidité permet de recouvrir une grande surface.

Mais, le plus souvent, on n'a pas à recouvrir des surfaces neuves ; il faut peindre sur des fonds anciens plus ou moins colorés, et on doit rechercher quel est ce que les Américains désignent sous le nom de *pouvoir cachant* ; il faut, en effet, masquer l'ancien fond de telle sorte que sa coloration soit complètement cachée par les nouvelles couches blanches que l'on applique. Or, si on emploie le zinox, délayé dans les proportions indiquées, sur des surfaces portant des croix rouges et bleues, on ne peut cacher ces croix avec deux couches, comme on le fait avec les détrempes courantes de céruse ou d'oxyde de zinc.

Nous avons alors recherché quelles quantités de liquide il fallait ajouter au zinox pour obtenir un résultat identique. A cet effet, nous avons demandé à un entrepreneur de peinture n'employant que de l'oxyde de zinc depuis plusieurs années et, par suite, ayant précisément l'habitude d'appliquer des peintures d'une fluidité assez grande, de faire des essais comparatifs. On a laissé l'ouvrier faire une teinte à l'oxyde de zinc dans les conditions habituelles de son travail et une teinte au zinox M dans les conditions qu'il jugeait nécessaires pour avoir une application facile et un pouvoir cachant identique à celui de la teinte à l'oxyde de zinc.

La composition des deux teintes destinées à des peintures d'intérieur était :

Oxyde de zinc en pâte.	1 000 g	Zinox M	1 000 g
Huile.	30 g	Huile.	40 g
Essence.	150 g	Essence.	200 g

on a pu couvrir 11 m² avec la peinture à l'oxyde de zinc et 13 m² avec le zinox M. Dans les deux cas, les fonds étaient pareillement cachés, l'application avait été très facile et l'ouvrier déclarait pouvoir travailler au moins aussi bien avec le zinox qu'avec l'oxyde de zinc.

Il y avait alors lieu de faire le *prix de revient*. D'après les prix faits à l'entrepreneur de peinture pour chacune des substances employées on trouve :

1 000 g Oxyde de zinc	(à 84 f les 100 kg)	= 0,84 f
30 g Huile	(à 160 f —)	= 0,048 f
150 g Essence	(à 129 f —)	= 0,1935 f
		1,0815 f

1 000 g Zinox M	(à 94 f les 100 kg)	= 0,94 f
40 g Huile	(à 160 f —)	= 0,064 f
200 g Essence	(à 129 f —)	= 0,258 f
		1,262 f

Le prix de revient du mètre carré est donc de 0,0983 f avec l'oxyde de zinc et 0,097 f avec le zinox M; on peut en conclure que l'emploi du zinox, au point de vue économique, est comparable à celui de l'oxyde de zinc et de la céruse.

Enfin reste la question de *durée*. D'après M. Petit, des peintures faites il y a sept ans avec le zinox tiendraient encore parfaitement. Plusieurs entrepreneurs de peinture de Paris, qui dirigent des maisons importantes, ont bien voulu me dire qu'ils employaient exclusivement le zinox, qu'ils en étaient parfaitement satisfaits et qu'ils ne doutaient pas de la bonne durée de leurs travaux. Pour notre part, nous avons pu vérifier un résultat intéressant. Dans la Plaine Saint-Denis, 22, avenue de Paris, une maison a été ravalée sur deux étages avec du zinox et, sur les trois étages supérieurs avec de la céruse; cette maison, formant angle, a une face à l'Ouest et une au Midi. Or, après sept années, la partie au zinox est restée blanche tandis que la partie à la céruse est fortement colorée; les deux parties ont également bien résisté.

Si donc, sur le point de la durée, une certaine réserve s'impose encore, faute d'expériences d'une longueur suffisante, les résultats déjà acquis sont très encourageants.

Un point à signaler, c'est le prix du zinox qui est élevé ; c'est à faire baisser ce prix que doivent tendre les efforts du fabricant. Il est probable qu'en employant l'oxyde de zinc obtenu, dans certaines industries, comme sous-produit, on arriverait à un prix beaucoup plus bas.

En résumé, le zinox, produit à base de zinc, ne présentant aucune toxicité, donnant des détrempe et des enduits qui se travaillent très bien, pouvant, même avec son prix actuel encore un peu élevé, lutter avec la céruse et l'oxyde de zinc, nous semble devoir être signalé aux entrepreneurs de peinture, et votre Comité des Arts chimiques a l'honneur de vous proposer de féliciter M. Petit des résultats qu'il a obtenus et de voter l'insertion du présent rapport dans le Bulletin de la Société.

Signé : A. LIVACHE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance publique, le 18 novembre 1913.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Rapport présenté par M. D'ALLEMAGNE, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur un *Appareil permettant le séjour dans l'eau et les milieux irrespirables*, inventé par M. MAURICE FERNEZ.

L'appareil Fernex, que votre Comité des Constructions et Beaux-Arts m'a chargé d'aller voir expérimenter à la piscine Ledru-Rollin, est composé d'une sorte de bâillon en caoutchouc, qui se place entre les gencives et la partie interne des lèvres. Cette plaque est percée de deux trous par lesquels passent deux tubes en caoutchouc, l'un très court et muni d'un clapet permettant l'évacuation de l'air provenant de l'expiration; le second tube est relié à la terre ferme par un long tube en caoutchouc, qui sert de conduit pour l'adduction de l'air, qui est envoyé à l'aide d'une pompe à bicyclette.

A quelque distance de ladite pompe se trouve un réservoir quadrangulaire en caoutchouc, qui est destiné à servir de régulateur pour l'envoi de l'air de façon que l'air parvienne au plongeur toujours avec la même pression.

Le plongeur porte à la main une sorte de harpon en plomb, qui est destiné, par son poids, à le maintenir au fond de l'eau.

L'avantage de l'appareil Fernex consiste dans la modicité de son prix (200 f) et surtout dans la rapidité avec laquelle il peut être endossé.

Les inconvénients que nous lui avons trouvés résident dans la fragilité du mode de fixation, qui consiste en une ceinture qui vient s'attacher derrière la tête. Il nous semble également que le harpon en plomb, qui immobilise une main du plongeur, constitue une disposition fâcheuse.

Sur la demande qui lui en a été faite, l'inventeur a ajouté une pince pour obturer les narines.

Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts vous propose de remercier M. M. Fernex de son intéressante communication et de voter l'insertion du présent rapport dans notre Bulletin.

Signé : D'ALLEMAGNE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance publique, le 27 novembre 1913.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Rapport présenté, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, par M. HACHETTE, sur l'*Appareil à projections cinématographiques en couleurs naturelles* construit par les Établissements Gaumont (biochrome Gaumont).

Dans la séance du 28 février 1913, M. Gaumont a présenté à la Société d'Encouragement ses vues cinématographiques en couleurs naturelles obtenues par le procédé trichrome, c'est-à-dire par analyse et synthèse des trois couleurs fondamentales.

Le procédé employé par cette Société est le suivant :

Chaque vue est prise simultanément par trois objectifs superposés, munis d'écrans appropriés. La même vue tirée en positif est recomposée sur l'écran par la projection simultanée des trois images de la même vue, chacune des images étant colorée par l'écran qui a servi à l'impressionner sur la pellicule.

La succession des vues s'opère comme en cinématographie ordinaire, sauf qu'il fallait passer les trois images de chaque vue dans le même temps que prenait une seule image monochrome. Là se trouva la première difficulté. On dut réaliser pour cela un mécanisme à longue course en évitant de produire un trop violent effort de traction sur la pellicule qui se serait déchirée. Pour faciliter la chose, les Établissements Gaumont ont décidé de réduire la hauteur de chaque image de $\frac{1}{4}$ environ. Chaque vue aura donc ses trois images, à une hauteur égalant 2 fois $\frac{1}{4}$ la hauteur d'une vue monochrome. La vitesse de passage a donc été augmentée dans cette proportion.

La deuxième difficulté résidait dans la confection des écrans sélecteurs de façon à assurer la synthèse parfaite des couleurs surtout pour l'obtention de blancs purs.

Les vues projetées à la Société ont montré à quel point de perfection cette Société a poussé l'établissement du rapport entre les couleurs des trois écrans.

Enfin, pour prendre les vues cinématographiques il fallait obtenir sur les pellicules une émulsion suffisamment sensible pour permettre la photographie instantanée à travers les écrans sélecteurs et en même temps il fallait que cette émulsion fût panchromatique pour rester également sensible sous chacun des trois écrans, sans que l'on fût forcé de trop monter en couleur les dits écrans, ce qui aurait amené une diminution de la rapidité dans la prise des vues.

La Société Gaumont a surmonté ces difficultés, non seulement dans l'ordre technique, mais encore dans l'ordre pratique de la fabrication. C'est la première fois que l'on obtient directement la reproduction automatique des couleurs naturelles en cinématographie et la Société des Établissements Gaumont l'a obtenue avec la plus grande perfection.

Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts vous propose de remercier M. Gaumont de sa très intéressante communication et de vouloir bien insérer le présent rapport dans le Bulletin de la Société.

Signé : HACHETTE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance publique, le 27 novembre 1913.

ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par le lieutenant-colonel PAUL RENARD, au nom du Comité des Arts économiques, sur l'*Atlas météorologique pour 1911* publié par M. G. Eiffel, 1, rue Rabelais, à Paris.

Par lettre en date du 19 décembre 1912, M. G. Eiffel annonçait au Président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale qu'il lui offrait un exemplaire de son Atlas Météorologique de 1911. « C'est, disait-il, le sixième volume de cette série qui a commencé en 1906, mais que, très probablement, en raison du grand travail que cela nécessite, je vais interrompre, par suite de l'organisation nouvelle de la météorologie agricole.

« Je serais très honoré que l'ensemble de ce travail fût l'objet d'un rapport de la Société d'Encouragement, et que celle-ci voulût bien m'attribuer une de ses récompenses. »

Cette demande ayant été renvoyée à l'examen du Comité des Arts économiques, j'ai été chargé par celui-ci de rédiger en son nom un rapport sur cette question.

*
* *

Depuis plusieurs années, M. Eiffel, dont les travaux comme ingénieur-constructeur et les récentes expériences d'aéro-dynamique n'ont pas besoin d'être rappelés, s'intéresse également aux questions météorologiques. Dès l'année 1892, il a publié de fort beaux volumes présentant, sous forme de tableaux récapitulatifs, de cartes, de diagrammes, les résumés d'observations météorologiques faites dans un certain nombre de stations; le tout, accompagné d'un texte explicatif où sont développées des considérations souvent fort intéressantes.

Au début, ces publications comprenaient le résumé d'un très petit nombre de stations ; de 1892 à 1901 on n'en compte que trois : les observatoires du service officiel météorologique de Paris et de Saint-Maur, et la station privée établie par M. Eiffel, dans sa propriété de Sèvres (Seine-et-Oise). En 1903, on voyait apparaître de nouvelles stations : Beaulieu (Alpes-Maritimes), installée comme Sèvres par M. Eiffel dans une de ses propriétés, et Vacquey (Gironde). Il en était de même en 1904 et 1905. A partir de 1906, les publications commencent à prendre leur forme définitive, et le nombre des stations va en augmentant. En 1910, il s'élève à 24, et en 1911 à 25. Ces stations sont réparties à peu près sur tout le territoire de la France ; il y en a une en Corse et une à Alger ; la plus septentrionale est celle de Dunkerque (Nord), par $51^{\circ}3'$ de latitude, et la plus méridionale celle d'Alger, par $38^{\circ}4'$. La longitude la plus occidentale est celle de Brest (Finistère) ($6^{\circ}59'$), et la plus orientale celle du Cap Corse par $6^{\circ}50'$. L'altitude la plus faible de ces stations est celle de Beaulieu (Alpes-Maritimes), 6 m d'altitude, et la plus élevée est celle de Langres (Haute-Marne), 466 m. L'altitude moyenne des 25 stations est de 135 m.

Ce qui est fort intéressant dans ces ouvrages, c'est la forme claire et commode sous laquelle sont présentés les renseignements au lecteur. Tous ceux qui s'intéressent à la météorologie, et qui ont eu en main les publications volumineuses des observatoires des différents pays savent que la plupart du temps elles se présentent sous l'aspect rébarbatif de colonnes ou de tableaux interminables de chiffres dont la lecture présente le même intérêt que celle d'une table de logarithmes, et dont on ne peut tirer quelque renseignement utile que moyennant un travail long et fastidieux. Ce travail, M. Eiffel et ses collaborateurs l'ont fait, et ils présentent aux lecteurs des résumés sous forme de graphiques ou de cartes qui parlent aux yeux, tout en donnant des renseignements précis et exacts.

La forme des publications de M. Eiffel s'étant perfectionnée avec les années, je ne décrirai que le dernier volume, celui de l'année 1911 (1).

La première partie de l'Atlas comprend 25 feuilles, chacune étant relative à une des stations. En tête se trouvent toutes les indications servant à définir la position de la station ; à l'intérieur, des graphiques, établis d'une manière uniforme, ce qui les rend comparables, donnent les indications

(1) M. Gauthereau, chef de service au Bureau central météorologique, a apporté à M. Eiffel une active et intelligente collaboration dans l'exécution de ces atlas.

relatives aux phénomènes de la météorologie : pression barométrique, température, état hygrométrique, pluie, nébulosité, vitesse et direction du vent. Des quadrillages permettent de se rendre compte immédiatement des valeurs numériques des ordonnées des courbes. Cette partie de l'Atlas se termine par trois feuilles, quadrillées comme les précédentes, mais sur lesquelles aucun graphique n'a été tracé ; elles sont destinées aux observateurs qui désireraient traduire les renseignements obtenus dans différentes stations sous forme de graphiques comparables à ceux des 24 stations étudiées par M. Eiffel.

Enfin, en ce qui concerne la température, les diagrammes thermométriques des différentes stations ont été reproduits sur des feuilles de papier transparent ; il est ainsi possible de superposer ces dioptriques aux diagrammes tracés sur les différentes feuilles de l'Atlas et de comparer immédiatement l'allure de la température dans deux stations différentes. C'est ainsi que, pendant la période d'une chaleur exceptionnelle des mois de juillet et d'août 1911, il est très facile de se rendre compte instantanément que c'est à Dunkerque que la température était de beaucoup la plus basse, et que le séjour de cette station eût été, à cette époque, plus agréable que celui d'autres régions, telles que la Bretagne ou la Normandie, où l'on pouvait s'attendre à ne pas rencontrer une température très élevée.

La deuxième partie de l'Atlas est consacrée à des cartes synoptiques. Ces cartes sont toutes établies d'après les mêmes principes ; les 25 stations y sont figurées ; dans le voisinage de ces stations sont placées des lignes parallèles, dont la longueur correspond à la valeur de certains éléments météorologiques, pendant les différents mois ou les différentes saisons de l'année. Parfois, ces longueurs sont proportionnelles à l'excès des éléments envisagés sur leur valeur normale, dans une station déterminée prise comme terme de comparaison ; cette station est celle du Parc Saint-Maur.

L'examen de ces cartes permet de se rendre compte immédiatement de l'allure générale de tel ou tel phénomène en un point déterminé, et de comparer rapidement deux ou plusieurs stations entre elles. Dans l'Atlas de 1911, ces cartes synoptiques sont au nombre de 12 : 3 concernent la température ; 1 l'état hygrométrique ; 2 la pluie, 2 l'état du ciel (nébulosité), et 4 les vents.

M. Eiffel fait, dans son Atlas, commencer l'année météorologique le 1^{er} décembre, pour finir le 30 novembre de l'année suivante. L'année ainsi

délimitée est partagée en quatre saisons : l'hiver, comprenant les mois de décembre, janvier et février ; le printemps, ceux de mars, avril et mai ; l'été, ceux de juin, juillet et août ; et l'automne, ceux de septembre, octobre et novembre. Cette division des saisons ne correspond pas aux dates usuelles déterminées par des phénomènes astronomiques, mais elles concordent d'une façon beaucoup plus satisfaisante avec les phénomènes météorologiques, seuls en cause ici. L'hiver est, en effet, caractérisé par une période de températures minima ; le printemps par une température croissante ; l'été, par une température maxima, et l'automne par une température décroissante. Il en résulte que l'hiver et l'été météorologiques ne doivent pas commencer avec les jours de solstice, mais s'étendre de part et d'autre de ces dates. Si les changements de déclinaison du soleil se traduisaient immédiatement par des modifications correspondantes de la température de l'air, il serait rationnel de placer les dates des solstices et des équinoxes au milieu de chacune des quatre saisons ; mais, en réalité, il y a toujours un retard entre les variations de la déclinaison solaire et les changements de température de l'atmosphère, et l'expérience a fait constater depuis longtemps que c'est, non pas au 21 décembre, mais vers le 15 janvier qu'a lieu, en général, le minimum de température de l'année ; de même que le maximum ne se produit pas le 21 juin, mais aux environs du 15 juillet. Ce sont donc ces dates qu'il convient de prendre respectivement pour le milieu de l'hiver et de l'été : et si l'on donne des durées égales de trois mois à chaque saison météorologique, on est conduit à admettre la solution adoptée par M. Eiffel.

C'est ainsi qu'il faut entendre l'expression saisonnière, dont il a été question à propos des cartes synoptiques.

Après avoir donné une description aussi complète que possible des diagrammes et des cartes qui constituent l'Atlas, je crois inutile de faire l'analyse du volume de texte qui l'accompagne, car je serais amené à de nombreuses redites. Je me bornerai simplement à signaler quelques points qui m'ont paru intéressants, et à indiquer l'esprit dans lequel l'œuvre a été conçue.

M. Eiffel s'élève avec raison contre ce qu'on pourrait appeler la fausse précision. C'est ainsi, par exemple, que dans certains observatoires on indique la température de l'air à 0°, 1, quand les thermomètres de ces observatoires sont installés dans des conditions qui ne permettent pas d'avoir la température avec une précision supérieure à un demi-degré ; dans ces conditions,

il est absolument fallacieux d'indiquer des dixièmes de degré, et de compliquer inutilement les tableaux de décimales sans valeur.

En ce qui concerne l'état hygrométrique, M. Eiffel l'a défini non plus par les unités compliquées des physiciens, dont l'emploi peut être intéressant dans les laboratoires, mais en prenant pour unité le poids de vapeur d'eau contenue dans l'unité de volume d'air; les chiffres relatifs à l'humidité donnés dans l'Atlas indiquent par suite le nombre de grammes de vapeur d'eau contenus dans un mètre cube.

Un grand nombre de documents météorologiques indiquent le nombre de jours de pluie constatés dans un lieu donné, pendant une période déterminée; ces indications sont très souvent discordantes, et ne peuvent être comparées les unes aux autres, parce que la définition du jour de pluie n'est pas la même pour tout le monde. Certains météorologistes définissent jour de pluie le jour où il est tombé du ciel une quantité d'eau, si faible qu'elle puisse être. Pour d'autres, un jour n'est qualifié jour de pluie que si le pluviomètre accuse au moins un dixième de millimètre de hauteur d'eau, ce qui correspond à 0,1 l par mètre carré de surface du sol. M. Eiffel trouve, avec raison à mon avis, que ces quantités sont beaucoup trop faibles, et qu'ainsi des jours où il est tombé des quantités d'eau insignifiantes sont réputés jours de pluie. Il propose d'élever la limite inférieure. Évidemment, la détermination de cette limite présentera toujours un caractère arbitraire. M. Eiffel l'a fixée à 0,5 mm correspondant à 0,5 l d'eau par mètre carré. Cette manière de définir le jour de pluie est mieux en concordance avec la pratique.

Pour donner une idée du caractère plus ou moins chaud d'une année déterminée, dans un lieu donné, M. Eiffel a calculé des chiffres de températures accumulées, c'est-à-dire le total depuis le 1^{er} décembre jusqu'à une date quelconque des degrés de température moyenne journalière supérieurs à 0°. L'expérience a fait connaître que les phénomènes de la végétation apparaissent à peu près exactement au moment où le total ainsi défini atteint une valeur donnée pour chaque phénomène. Quand ce total monte rapidement, les années sont précoces; dans le cas contraire, elles sont tardives. L'examen de ces chiffres appliqué à l'année entière, du 1^{er} décembre 1910 au 30 novembre 1911 d'une part, et leur comparaison avec les chiffres analogues pris pour une moyenne de dix années, font très bien ressortir le caractère particulièrement chaud de l'année 1911. On n'avait pas besoin de se livrer à ce travail pour s'en rendre compte, car on a conservé

le souvenir de l'été exceptionnel de 1911 ; mais ce dont il était difficile de s'apercevoir sans une étude précise, c'est que ce caractère d'exceptionnelle chaleur était d'autant plus prononcé qu'on s'élevait davantage vers le Nord. Tandis qu'à Paris la somme des températures accumulées, pour l'année 1911, dépassait la normale de près de 400 degrés, à Nantes l'excédent n'était plus que de 200, à Lyon, de 170 et à Marseille de 70 degrés. Cette remarque, entre beaucoup d'autres que l'on pourrait faire, permet de se rendre compte de l'utilité des études de ce genre.

Un fait intéressant à signaler, c'est que la Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée et les syndicats d'initiative du littoral méditerranéen n'ont pas cru trouver de moyen plus suggestif de faire apprécier les charmes du climat de la Côte d'Azur que de publier, dans leurs documents de propagande, les relevés comparatifs des températures établis par M. Eiffel pour le parc Saint-Maur et pour Beaulieu (Alpes-Maritimes).

On pourrait multiplier les remarques particulières de ce genre ; je crois inutile de le faire, et je terminerai en citant quelques phrases du volume de 1911, qui feront connaître parfaitement le but que l'auteur s'est proposé :

« Le desideratum que j'exprime, dit M. Eiffel, en ce qui concerne la France, et que j'étends aux autres pays, est que chaque service central météorologique soit à même de publier tous les ans un atlas météorologique contenant, dans des planches soigneusement dessinées sur un modèle unique, la marche des principaux événements météorologiques de l'année pour une vingtaine d'observatoires disséminés sur le sol du pays. Ces planches uniformément établies et séparées les unes des autres pour faciliter les rapprochements, seraient en outre publiées en double exemplaire, l'un sur papier fort, l'autre sur papier dioptrique, de manière à permettre de procéder aux examens préliminaires par la méthode si simple et si suggestive de la superposition (p. 1). » — Et plus loin (p. 35), l'auteur revient sur sa pensée directrice, et la précise en ces termes : « Le but (de l'Atlas) est surtout de fournir aux chercheurs des matériaux facilement utilisables pour l'examen des problèmes météorologiques... Nous croyons que la méthode (par superposition) est la plus rapide et la plus suggestive pour donner des indications aux esprits perspicaces. »

Ainsi, fournir *aux esprits perspicaces des matériaux facilement utilisables*, tel est le but que s'est proposé M. Eiffel en publiant ses beaux Atlas météorologiques. Je crois que ce but a été atteint d'une manière remarquable, et

qu'il serait désirable qu'une semblable publication fût continuée et s'étendit à tous les pays possédant un service météorologique.

Le Comité des Arts économiques a partagé cette manière de voir; il pense qu'il y a lieu, pour la Société d'Encouragement, de témoigner l'intérêt que présentent les publications météorologiques de M. Eiffel en le remerciant de sa très intéressante communication et en vous demandant l'insertion du présent rapport dans son Bulletin.

Le rapporteur : Lt-colonel P. RENARD.

Lu et approuvé en séance publique, le 4 décembre 1913.

AGRONOMIE

LES MODES D'ÉPURATION DES VINASSES DE DISTILLERIE de betteraves (1)

Les eaux résiduaires de certaines industries, déversées dans les cours d'eau, sont une cause de pollution très grave qui, à juste titre, préoccupe les pouvoirs publics. Malheureusement, le législateur est souvent désarmé lorsqu'il essaie de réglementer les déversements dans les rivières, faute de connaître des procédés qui permettent aux industriels d'en supprimer les inconvénients, sans sacrifices pécuniaires trop lourds. Le problème de l'épuration de ces eaux résiduaires présente donc le plus grand intérêt, au point de vue de l'hygiène publique. Il peut en présenter un autre, au point de vue de l'économie industrielle : ces eaux résiduaires contiennent souvent, en effet, des déchets qui peuvent acquérir, s'ils sont récupérés, une valeur suffisante pour couvrir les frais de leur extraction et laisser même un bénéfice. Le traitement des eaux résiduaires aboutit alors à supprimer à la fois une cause d'insalubrité pour le voisinage et une perte de substances utiles pour l'industrie ou l'agriculture.

C'est justement sous ces deux faces que se présente la question des vinasses de distillerie de betteraves, dont nous avons entrepris d'étudier le traitement.

Composition des vinasses de distillerie de betteraves.

Les vinasses contiennent les matières solubles de la betterave, moins le sucre, qui a fermenté. Elles sont riches en matières organiques hydrocarbonées ou azotées, en sels, notamment de potasse. En outre, elles présentent une acidité assez forte (2 à 3 g par litre), par suite de l'addition d'acide sulfurique

(1) Pour sa collaboration aux recherches sur ces modes d'épuration, M. Lainé a reçu de la Société d'Encouragement les subventions suivantes :

1 000 f en 1911
1 200 f en 1912
1 200 f en 1913.

qui a eu pour but de favoriser la diffusion du sucre et l'action de la levure. Elles contiennent aussi une proportion élevée de matières en suspension, constituées par des pulpes folles entraînées accidentellement au cours de la préparation du moût, des levures qui se sont développées abondamment pendant la fermentation, des matières pectiques, albuminoïdes, etc., ces dernières d'abord solubles, mais coagulées ensuite par l'action de la chaleur pendant la distillation. Les matières en suspension se déposent très lentement, et de longs jours de repos ne parviennent pas à clarifier complètement la vinasse.

La concentration des vinasses de betteraves varie entre de larges limites selon les procédés de fabrication utilisés par la distillerie. On sait que l'extraction du sucre de la betterave se pratique soit par macération, soit par diffusion, en se servant, pour épuiser les cossettes, de vinasses plus ou moins diluées d'eau aiguisée d'acide sulfurique. Le réemploi des vinasses a pour avantage de dissoudre, en même temps que le sucre, moins de matières azotées et moins de sels, et de laisser une pulpe plus nutritive. Toutefois, le retour continu des vinasses à la diffusion finirait par les rendre trop concentrées, et rendrait par suite les fermentations irrégulières. Aussi est-on obligé d'en remplacer une partie plus ou moins importante par de l'eau pure. Il arrive d'ailleurs que certaines distilleries sont insuffisamment alimentées en eau, que l'on économise en faisant le plus possible rentrer les vinasses en circulation. On conçoit que de ce fait les usines évacuent des vinasses de concentrations très variables.

On utilise les vinasses à l'épuisement de la betterave, que l'on procède par diffusion ou par macération. Cependant les batteries de macération ne sont plus guère employées que dans des petites installations, annexées le plus souvent à des exploitations rurales, où l'eau fait défaut. Aussi les macérateurs fournissent-ils, en général, des vinasses plus concentrées que les diffuseurs, utilisées dans des usines plus grandes, mieux agencées, et bien alimentées d'eau. M. A. Ch. Girard a pu constater que la concentration des vinasses pouvait varier ainsi du simple au double d'une usine à l'autre. Pour la campagne 1907, il a obtenu les résultats suivants :

Matière sèche par mètre cube de vinasse :
Usines marchant à la macération : 20,580 kg à 31,000 kg ;
Usines marchant à la diffusion : 15,500 kg à 16,880 kg.

La teneur en azote varie d'une façon analogue de 1,725 kg par mètre cube à 0,862 kg (1).

La composition des betteraves elle-même peut être la cause de grandes

(1) Rapport sur la dessiccation des vinasses de distillerie de betteraves. *Annales de l'hydraulique et des améliorations agricoles*, fasc. 36 bis, page 405.

variations dans la composition des vinasses. En année sèche, les jus sucrés sont moins aqueux, plus chargés d'extractifs et de sels. Les vinasses sont alors plus concentrées. C'est ce que montrent nettement les chiffres que nous ont fournis nos recherches. La récolte des betteraves en 1911 a été effectuée après une période remarquablement sèche. Les 2 récoltes 1910 et 1912 ont suivi au contraire des étés très humides. Les vinasses de la distillerie de Barbéry (Oise) nous ont présenté les compositions moyennes suivantes, par litre.

	1910 grammes	1911 grammes	1912 grammes
Matière organique.	14,16	16,64	13,61
Matière minérale	4,34	4,32	3,90
Azote.	0,647	1,285	0,686

Ces variations dans la composition des vinasses sont importantes à considérer au point de vue de leur épuration ; elles sont de traitement d'autant plus difficile qu'elles sont plus chargées.

La difficulté d'épuration des vinasses résulte en effet de leur concentration, à l'encontre de ce qui se passe pour les eaux d'égout urbaines, pour lesquelles le problème se complique surtout par suite de leurs volumes énormes.

Les quantités de vinasses évacuées par les usines varient de 1,500 m³ à 2, 500 m³ par tonne de betteraves mise en œuvre. Une petite distillerie rurale ne travaillant que 30 t de betteraves, fournirait donc environ 60 m³ de vinasse. Une distillerie industrielle importante utilisant 300 t de betteraves éliminerait par jour 600 m³ de vinasse. Ces nombres sont faibles, surtout si on les compare aux volumes énormes des eaux vannes déversées par les égouts des villes. Par contre, les vinasses sont incomparablement plus chargées de matières organiques. Elles sont, en moyenne, 20 fois plus concentrées en matières organiques que les eaux d'égout. Déversées dans les cours d'eau, elles sont donc, sous des volumes réduits, des causes de pollution intense.

Il convient d'ajouter qu'outre les vinasses proprement dites, les distilleries évacuent des eaux de lavage des betteraves dont le volume est plus grand, puisqu'il atteint en moyenne 5 à 10 m³ par tonne de betteraves mise en œuvre. Ces eaux sont salées surtout par de la terre, quelques principes organiques solubles enlevés aux betteraves, des débris de racines et de feuilles. Ces souillures peuvent être en grande partie décantées dans des bassins de repos, et les eaux éclaircies sont peu chargées. Mélangées aux vinasses, elles les diluent fortement dans la proportion de 4 à 1 ou de 5 à 1, et en rendent l'épuration plus facile.

Malgré cette considération, leur grande concentration, leur forte acidité donnent aux vinasses des propriétés biologiques tout à fait différentes de celles

des eaux d'égout, très diluées et de réaction alcaline. Aussi les procédés d'épuration, qui ont été étudiés et qui ont donné des résultats satisfaisants avec les eaux d'égout, ont-ils à peu près échoué quand on a essayé de les appliquer aux vinasses.

Procédés d'épuration des vinasses.

Le plus ancien et le seul qui soit jusqu'à présent régulièrement appliqué est l'utilisation agricole par l'irrigation des terres cultivées. Ce procédé est celui qu'il faut conseiller toutes les fois qu'il est praticable. Il réalise, en effet, une épuration parfaite au point de vue de l'hygiène et récupère au profit de la culture les matières fertilisantes contenues dans la vinasse. Il exige des surfaces irriguées assez grandes ; sous peine de nuire à la fertilité du sol et de n'être plus économique, il ne faut pas, d'après des expériences du Service des améliorations agricoles, dépasser la dose de 1 000 à 1 500 m³ de vinasse par hectare et par an et même, si on le peut, s'en tenir au volume de 500 m³ par hectare et par an (1). Il est bon aussi d'employer des vinasses diluées au moyen des eaux de lavage afin de diminuer l'acidité, qui peut être nuisible à la nitrification dans les terres argileuses peu calcaires.

Le plus grand nombre des distilleries françaises pratiquent l'irrigation au moyen de leurs vinasses. Mais un certain nombre, dépourvues de champs d'épandage suffisamment proches et étendus, les évacuent dans les fossés ou les cours d'eau, au grand dommage des riverains. On ne peut faire cesser cet état de choses, à tout point de vue regrettable, qu'en recherchant des procédés d'épuration artificielle de ces eaux résiduaires.

On a proposé dans ce but différents moyens. L'épuration chimique, au moyen de réactifs coagulants, précipite une partie des matières colloïdales dissoutes ainsi que les matières en suspension, mais laisse persister une proportion beaucoup trop grande de principes solubles éminemment fermentescibles.

On a proposé de provoquer, au sein des vinasses de betteraves, des fermentations analogues à celles de la putréfaction, qui auraient dégradé les composés organiques en formant de l'ammoniaque et des acides organiques volatils, qu'on séparerait ensuite par distillation. C'est le procédé Effront qui, d'autre part, a été appliqué en grand aux vinasses de distillerie de mélasses. Il ne paraît pas devoir donner de résultats pratiques avec les vinasses de betteraves qui sont beaucoup plus diluées que les vinasses de mélasses. Nous avons cependant fait

(1) *Annales de l'hydraulique et des améliorations agricoles*, fasc. 36, p. 23 et fasc. 38, p. 274.

un essai de laboratoire de ce procédé. D'après les indications de M. Effront (1), nous avons commencé par préparer un levain de la façon suivante ; à un litre de vinasse, nous avons ajouté 150 g d'une terre de jardin calcaire et riche en matières organiques, qui a saturé l'acidité; nous avons alcalinisé avec 4 g de carbonate de soude sec. Ce mélange remplissait exactement un flacon bouché et muni d'un tube de dégagement s'ouvrant sous l'eau, qui permettait le départ des gaz, mais non l'accès de l'air; ce flacon, plongé dans un bain-marie, a d'abord été porté à la température de 76° pendant une heure, puis maintenu à la température de 40° pendant sept jours. Ce chauffage a pour but de sélectionner et de favoriser le développement de certains ferments putrides qui, d'après M. Effront, sont particulièrement propres à la formation de l'ammoniaque et des acides gras volatils. Ce levain a été incorporé à 10 l de vinasse neutralisée par le carbonate de chaux et rendue alcaline par addition de 2 g par litre de carbonate de soude. On a fait un mélange bien homogène et on l'a réparti dans des flacons plongés dans un bain-marie réglé à 40°, exactement remplis et disposés comme celui qui servit à la préparation du levain.

L'analyse des liquides résultant de ce traitement a donné les résultats suivants :

	A la mise en train de l'expérience. grammes par litre.	Au bout de 7 jours. grammes par litre.	Au bout de 12 jours. grammes par litre.
Azote ammoniacal.	0,028	0,110	0,161
Azote organique soluble	0,324	0,234	0,224
Azote organique insoluble.	0,318	0,329	0,274
Matières organiques solubles.	8,88	6,02	6,92
Matières organiques insolubles.	3,78	3,30	2,28
Acides organiques volatils en acide sulfurique. »	»	4,51	4,87

Les acides gras volatils ont été dosés par la méthode de Duclaux. Ils sont formés par un mélange d'acides acétique, propionique et butyrique. Il s'en est formé une proportion élevée relativement à la matière organique soluble, il s'en forme même à la longue aux dépens des matières organiques insolubles. La dégradation de la matière organique a donc lieu avec formation importante d'acides gras volatils, ainsi que l'a montré M. Effront. La transmutation des matières azotées en ammoniaque est, par contre, moins intense : 24 p. 100 seulement des matières azotées ont fourni de l'ammoniaque.

Ces liquides sont d'ailleurs trop dilués pour que l'extraction des sels ammoniacaux et des acides volatils par distillation soit économique. Le procédé Effront ne paraît pas applicable au traitement des vinasses de distillerie de betterave. D'autre part, ces fermentations putrides et la distillation des liquides putréfiés

(1) *Moniteur scientifique Quesneville*, 1908, p. 434.

dégagent des odeurs extrêmement désagréables. C'est un grave inconvénient, et l'on peut se demander si la substitution de ce procédé de traitement des vinasses à leur déversement pur et simple dans les cours d'eau constituerait un progrès au point de vue de l'hygiène.

On a proposé aussi de dessécher les vinasses en vue d'en extraire les principes dissous qui constitueraient un engrais de grande valeur. Cette opération se pratique en grand aux États-Unis sur des vinasses de distillerie de grains (1). Elle a été expérimentée par la Commission Royale Anglaise pour l'étude des procédés de traitement des eaux d'égout. Elle ne paraît pas devoir être applicable en France aux vinasses de distillerie de betteraves. M. A. Ch. Girard a montré, en effet, que pour obtenir 100 kg d'engrais valant environ 12 f, il fallait en moyenne évaporer 4 m³ de vinasse. L'opération ne semble pas économique, à moins d'employer des appareils évaporatoires à très grand rendement, d'un prix très élevé, inabordable par conséquent aux usines de petite importance, qui sont les plus nombreuses en France.

Épuration bactérienne des vinasses.

Pour supprimer les inconvénients de l'évacuation des vinasses dans les cours d'eau, il reste un dernier moyen : leur épuration sur lits bactériens artificiels ; malheureusement, celui-là non plus n'a pas donné tous les bons résultats qu'on en attendait.

Les procédés d'épuration bactérienne des eaux résiduaires ayant donné des résultats satisfaisants avec les eaux d'égout urbaines, on a eu la pensée de les appliquer sans modification aux vinasses de betteraves. On s'est alors heurté à des difficultés tenant à la composition chimique et aux propriétés biologiques de ces dernières.

Les eaux d'égout sont toujours alcalines. Elles sont un milieu éminemment favorable au pullulement des bactéries anaérobies qui y dégradent les matières organiques en transformant une importante proportion des composés azotés en sels ammoniacaux. Elles y épuisent rapidement leur action, souvent même avant leur arrivée à la station d'épuration, si le réseau des égouts est très développé. Dans tous les cas, on leur ménage des bassins ou fosses septiques où se termine leur travail. Au moment où l'on déverse l'eau d'égout sur les lits oxydants, elle se trouve être devenue un milieu propre au développement des ferments aérobies qui terminent l'épuration par une combustion totale des matières organiques.

Les vinasses de betteraves apparaissent très différentes. Elles sont chargées

(1) Études faites à Lynchburg (Ohio), par M. Herman Stahler.

de matières organiques, azotées et hydrocarbonées, sur lesquelles les ferments n'ont pas encore exercé leur action. Elles sont fortement acidulées par l'acide sulfurique et les acides organiques de la betterave. Elles constituent un milieu impropre à la vie des bactéries anaérobies. Elles peuvent être conservées longtemps à l'abri de l'air, sans subir d'altération notable; le séjour dans une fosse septique ne peut donc pas les modifier utilement.

Il faut donc saturer artificiellement l'acidité de ces liquides avant de les envoyer sur les lits bactériens, mais alors on obtient un milieu plus favorable aux microbes anaérobies qu'aux aérobies et l'épuration est incomplète. Dans des expériences exécutées chez M. Lesaffre à Marquette (1), M. le Dr Calmette a constaté qu'il suffisait de diluer les vinasses avec quatre parties d'eau de lavage des betteraves, dans des fosses creusées à même le sol sans bétonnage, pour voir se déclarer au sein de ces vinasses une fermentation ammoniacale, qui au bout de quelque temps devient suffisamment intense pour neutraliser les acides. Dans une autre expérience, effectuée chez M. Petit à Champagne par le Service des améliorations agricoles, avec la collaboration de M. le Dr Calmette (2), il a fallu faire passer les vinasses sur du calcaire tendre, la fermentation ammoniacale seule étant impuissante à les rendre alcalines. Dans ces deux séries d'essais, l'épuration définitive sur le lit bactérien apparaît peu satisfaisante, la teneur en ammoniacque est en effet la suivante par litre :

	Marquette 1906. milligrammes	Marquette 1907. milligrammes	Champagne. milligrammes
Dans la vinasse diluée.	23,0	50,0	100 à 165
Dans l'effluent épuré	48,0	57,4	50 à 400

L'épuration des vinasses par le double procédé de la fosse septique et du lit bactérien ne semble donc pas donner satisfaction. Il réussit avec les eaux d'égout parce qu'en réalité il copie et amplifie le procédé naturel d'épuration, mais les vinasses sont le siège de fermentations naturelles différentes.

La vinasse de betteraves brute ne convient pas au développement des bactéries anaérobies, mais, si on l'expose largement au contact de l'air, on la voit se couvrir rapidement d'une couche feutrée d'organismes qui se composent surtout de mycodermes (*Mycoderma vini*) et de moisissures (*Sterigmatocystis nigra*, *Penicillium glaucum*, etc.). Ces organismes sont des agents de combustion intense; ils brûlent les matières organiques, notamment les acides, ils transforment une partie de l'azote organique en ammoniacque. Par ces moyens, ils font disparaître l'acidité de la vinasse qui, au bout d'un certain temps, devient neutre et même légèrement alcaline.

(1) *Annales de l'hydraulique et des améliorations agricoles*, fasc. 36 bis, page 99 (1907).

(2) *Id.*, fasc. 38, p. 274 (1909).

En même temps, ils fixent dans leurs tissus une certaine proportion d'azote et de sels minéraux. Quand leur action est épuisée, la vinasse se trouve neutralisée et appauvrie. La matière organique y est non seulement moins abondante, mais déjà dégradée. En somme, ce liquide se trouve préparé à l'action des bactéries du lit oxydant et doit se prêter à une meilleure épuration. Enfin, le feutrage de mycodermes et de moisissures peut être séparé. Il représente, sous forme d'une masse solide qui peut être facilement séchée, une proportion importante des matières fertilisantes (azote et acide phosphorique de la vinasse), qui peuvent être ainsi récupérées et transformées en un engrais riche et facilement maniable.

Nous avons pensé qu'il y avait dans ces phénomènes une solution pratique du problème de l'épuration des vinasses et de la récupération, au moins partielle, des matières fertilisantes. Il suffisait de vérifier ces premières constatations par des expériences tendant à les traduire par des chiffres.

Culture des moisissures sur la vinasse de betteraves,

EXPÉRIENCES EFFECTUÉES PENDANT LA CAMPAGNE 1910-1911

Nous avons demandé à M. Roland, ingénieur agronome, agriculteur et distillateur à Barbéry (Oise), de nous adresser régulièrement, par tonneaux, de la vinasse de sa distillerie, afin que nos expériences pussent être poursuivies sans interruption avec de la vinasse toujours fraîche. Nous sommes heureux de remercier ici M. Roland du soin et de l'amabilité avec lesquels il a bien voulu nous aider dans nos recherches.

Dans une expérience préparatoire, nous nous sommes efforcés de nous rendre compte de l'intensité du pouvoir comburant des moisissures.

Nous avons disposé les unes au-dessus des autres, en cascade, 6 cuvettes à photographie en verre de 30 cm sur 40 cm. On faisait couler, de l'une dans l'autre, de la vinasse débitée par un vase de Mariotte, à raison de 10 l par jour environ. Des siphons assuraient cet écoulement, tout en maintenant dans chaque cuvette une épaisseur constante de liquide (4 à 5 cm environ). Tout cet appareil était placé dans une chambre étuve, où la température était maintenue à 24-25°.

A la mise en route de l'expérience, on aensemencé les cuvettes en y projetant la poussière riche en spores de moisissures, recueillie à la surface de vinasse qui s'était spontanément couverte de mycélium. Il s'est développé rapidement un voile blanc qui, au début, était surtout constitué par des mycodermes. Les moisissures ont ensuite gagné du terrain, et au bout de 5 jours ce voile était formé presque exclusivement de moisissures, surtout de *Penicillium glaucum*.

L'expérience a été mise en train le 6 décembre; le 14 décembre l'analyse de la vinasse donne les résultats suivants :

	A l'entrée des cuvettes. grammes par litre.	A la sortie des cuvettes. grammes par litre.
Azote ammoniacal.	0,043	0,044
Azote organique.	0,353	0,170
Matières organiques.	8,24	4,14
Matières minérales	3,80	4,22
Acidité totale (en acide sulfurique). . .	4,9	0,3

On voit que la vinasse s'est notablement appauvrie en matières organiques et en azote organique, puisqu'on n'en retrouve plus à la sortie des cuvettes que la moitié de ce qui existait à l'entrée. L'acidité a presque entièrement disparu. Ces modifications sont d'ailleurs plus profondes, en réalité, qu'elles ne le paraissent de prime abord. Elles sont, en effet, partiellement masquées par la concentration qui a résulté d'une évaporation active à la surface des cuvettes, ainsi que le montre l'enrichissement des liquides en matières minérales, malgré la fixation certaine d'une partie de celles-ci dans les tissus des moisissures.

Cette expérience ne permettant pas d'établir un bilan n'a qu'un intérêt qualitatif. Elle montre que de la matière organique azotée et hydrocarbonée a été soit brûlée, soit fixée par les moisissures. Il était nécessaire de la recommencer dans des conditions convenables pour établir le départ entre ces deux actions.

Nous nous sommes servis des mêmes cuvettes à photographie disposées en cascade comme dans l'expérience précédente. Nous avons disposé pour les alimenter une tourie, dont le contenu pouvait s'écouler par un siphon, avec un débit réglé au moyen d'un tube de Mariotte. Nous avons rempli la tourie et garni les cuvettes de vinasse, dont le volume total a été mesuré et dont on a prélevé un échantillon moyen pour servir à l'analyse. On aensemencé les cuvettes avec une culture ancienne de moisissures sur vinasse. L'expérience a été mise en train le 17 décembre 1910; le 22 décembre, les cuvettes étaient entièrement couvertes d'une couche feutrée de moisissures. On a alors commencé à faire couler la vinasse à raison de 7 à 8 l par jour. L'expérience a été arrêtée le 3 janvier. On a procédé à la récolte des moisissures qui ont été séchées, pesées et échantillonnées pour en faire l'analyse. On a recueilli, mesuré et échantillonné à part la vinasse épuisée qui s'est écoulée des cuvettes, ainsi que les liquides qui sont demeurés au fond de la tourie et dans les cuvettes à la fin de l'expérience.

La vinasse mise en œuvre représentait 64,62 l. A la fin de l'expérience il en restait 5,40 l au fond de la tourie et 11,26 l dans les cuvettes et on a recueilli

32,53 l de liquide ayant passé dans les cuvettes. Il y avait donc un déficit de 15,43 l représentant l'eau évaporée, en grande partie transpirée par les moisissures.

L'analyse des différents liquides ainsi recueillis a donné les résultats suivants exprimés en grammes par litre :

VINASSE PRIMITIVE			
	En solution.	En suspension.	Total.
Azote ammoniacal.	0,011	0	0,011
Azote organique.	0,311	0,323	0,636
Matières organiques.	8,78	5,38	14,16
Matières minérales.	4,24	0,10	4,34
Acide phosphorique.	»	»	0,52
Potasse	»	»	1,241

VINASSE RESTÉE DANS LA TOURIE			
	En solution.	En suspension.	Total.
Azote ammoniacal	0,052	0	0,052
Azote organique	0,366	4,342	4,708
Matières organiques	9,36	48,98	58,34
Matières minérales.	4,18	1,92	6,10
Acide phosphorique.	»	»	1,46
Potasse	»	»	0,767

LIQUIDE RECUEILLI DANS LES CUVETTES			
	En solution.	En suspension.	Total.
Azote ammoniacal	0,237	0	0,237
Azote organique	0,185	0,335	0,520
Matières organiques	2,54	3,28	5,82
Matières minérales.	4,82	0,28	5,10
Acide phosphorique.	»	»	0,38
Potasse	»	»	1,736

LIQUIDE AYANT PASSÉ PAR LES CUVETTES			
	En solution.	En suspension.	Total.
Azote ammoniacal	0,008	0	0,008
Azote organique	0,212	0,014	0,226
Matières organiques	4,54	0,18	4,72
Matières minérales.	4,50	0,04	4,54
Acide phosphorique	»	»	0,35
Potasse	»	»	1,512

Enfin, les moisissures recueillies sur les cuvettes pesaient après dessiccation 80.70 g, leur composition a été trouvée la suivante :

Azote.	6,44 p. 100
Matières organiques.	76,90 —
Matières minérales.	23,10 —
Acide phosphorique.	4,51 —
Potasse.	0,49

Ces chiffres permettent d'établir le bilan des éléments dosés. Pour l'azote, nous avons les chiffres suivants :

	AZOTE AMMONIACAL.		AZOTE ORGANIQUE.				AZOTE TOTAL.	
			SOLUBLE.		INSOLUBLE.			
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse	0,71	»	20,10	»	21,00	»	41,81	»
Resté dans la tourie	»	0,28	»	1,98	»	23,43	»	25,71
Recueilli après les cuvettes	»	2,67	»	2,08	»	3,77	»	8,52
Recueilli après les cuvettes	»	0,26	»	6,90	»	0,43	»	7,61
Fixé par les moisissures	»	»	»	»	»	3,20	»	3,20
	0,71	3,21	20,10	10,96	21,00	32,87	41,81	47,04
Gains + ou pertes —	+ 2,30	»	»	— 9,14	+ 11,87	»	+ 3,23	»

Nous voyons que les moisissures ont fixé 3,23 g seulement d'azote sur 20,10 g d'azote soluble contenu dans la vinasse mise en œuvre, soit une proportion de 25 p. 100 ; cela tient à la trop grande épaisseur du liquide étalé dans les cuvettes. Cette expérience doit être recommencée en ménageant à la vinasse un plus large contact avec l'air. D'autre part, le chiffre de l'azote total retrouvé à la fin de l'expérience dépasse celui de l'azote contenu dans la vinasse mise en œuvre. Cette anomalie s'explique par la grande difficulté d'échantillonner des liquides contenant des matières en suspension, notamment l'abondant dépôt demeuré dans la tourie où se sont accumulées presque toutes les substances insolubles.

Le bilan des matières organiques peut s'établir de la façon suivante :

	SOLUBLES.		INSOLUBLES.		TOTALES.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse	567,4	»	347,6	»	915,0	»
Resté dans la tourie	»	30,5	»	261,8	»	312,3
Recueilli dans les cuvettes . .	»	28,6	»	36,9	»	65,5
Recueilli après les cuvettes . .	»	147,7	»	3,8	»	153,5
Fixé par les moisissures . . .	»	»	»	62,1	»	62,1
	567,4	226,8	347,6	366,6	915,0	593,4
Gains + ou pertes —	»	— 340,6	+ 19,0	»	»	— 321,6

Ces chiffres montrent qu'une proportion très importante de la matière organique a disparu (340,6 g sur 367,4 g, soit 60 p. 100). Une partie, peu importante (62,1 g), a été fixée dans les tissus des moisissures. Le reste a été brûlé. Quant à la matière organique insoluble, elle est restée à peu près intacte, mais elle s'est en grande partie déposée pendant son passage dans l'appareil, de sorte que la vinasse s'est dépouillée de 83 p. 100 de la matière organique totale qu'elle contenait.

Il reste enfin à établir le bilan de l'acide phosphorique et de la potasse. Il est le suivant :

	ACIDE PHOSPHORIQUE.		POTASSE.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse	33,6	»	80,2	»
Resté dans la tourie.	»	7,9	»	4,1
Recueilli dans les cuvettes.	»	4,3	»	19,5
Recueilli à la sortie des cuvettes.	»	11,4	»	49,1
Fixé par les moisissures.	»	7,3	»	0,4
	33,6	30,9	80,2	73,1
Gains + pertes —.	»	— 2,7	»	— 7,1

On voit que les moisissures n'ont fixé que des quantités très faibles de potasse. Leur culture ne peut donc constituer un moyen de récupérer des solutions de cet élément fertilisant. L'acide phosphorique a été retenu dans la proportion de 21,7 p. 100. C'est à peu près la même proportion d'azote qui a été insolubilisée en même temps. Pour l'acide phosphorique, comme pour l'azote, l'action des moisissures aurait été plus efficace si la vinasse, qui leur servait de milieu de culture, avait été étalée sous une épaisseur moins grande.

La récolte de moisissures a donc été relativement peu importante. Telle qu'elle était, elle constituait un engrais riche en azote et en acide phosphorique.

Expériences effectuées pendant la campagne 1911.

Pour cette nouvelle série d'essais, nous avons construit un appareil destiné à faire écouler les liquides sous une épaisseur beaucoup moins grande et à leur ménager par conséquent un plus large contact avec l'air. Cet appareil était formé des éléments suivants : sur les bords d'une feuille de verre à vitre de 38 cm × 57 cm, on a fixé des rebords verticaux constitués par des lames de

verre de 1,5 cm de largeur, cimentés à l'aide d'un mélange de carbonate de chaux et de silicate de soude, recouvert de paraffine après dessiccation. A l'un des coins, était réservée sur le petit rebord vertical une ouverture munie d'un seuil de 0,5 cm de hauteur. On réalisait ainsi une série de cuvettes très plates qui furent placées sur un support les unes au-dessus des autres, en chicane. On alimentait la plaque supérieure à l'aide d'un flacon de Mariotte. Le liquide s'étalait sur celle-ci, sous une épaisseur de 0,5 cm, la parcourant suivant une diagonale, s'écoulait sur la suivante, s'y étalait de nouveau en parcourant la diagonale inverse, et ainsi de suite jusqu'à la dernière, après laquelle les liquides étaient recueillis dans un grand seau en verre.

Chacune des cuvettes avait une surface égale à 0,217 m². Elles étaient au nombre de 10. La surface totale de l'appareil était donc de 2,17 m².

Le débit du flacon de Mariotte était réglé à raison de 6 à 7 l par 24 heures. On le remplissait, au fur et à mesure qu'il se vidait, de vinasse dont on mesurait le volume et dont on conservait pour l'analyse une partie aliquote. Les échantillons destinés à l'analyse étaient additionnés de 1 p. 1000 de formol pour éviter leur altération. Les liquides qui s'écoulaient étaient de même mesurés et échantillonnés.

On a commencé par ensemercer les plaques de moisissures. L'expérience a été mise en train le 17 octobre. Le 21, toutes les plaques étaient recouvertes d'un feutrage mycélien à peu près ininterrompu. On a alors commencé à faire couler régulièrement la vinasse, à raison de 6 à 7 l par jour. On récoltait les moisissures tous les 2 ou 3 jours, on les faisait égoutter et on les séchait immédiatement à l'étuve. En même temps que les moisissures, on récoltait aussi le dépôt des matières insolubles abandonnées par la vinasse. Il faut remarquer d'ailleurs que ce dépôt est singulièrement favorisé non seulement par la disposition de l'appareil qui oblige les liquides à circuler lentement sur une faible épaisseur, mais aussi par le mycélium des moisissures qui opèrent une sorte de filtration. D'autre part, au cours de cette expérience, les mycodermes avaient une tendance à envahir les cultures de moisissures et même à les supplanter complètement. Ces organismes se développaient avec une vigueur au moins aussi grande que les moisissures et ce sont également des agents comburants d'une très grande activité. Il n'y aurait pas d'inconvénients à ce qu'ils remplacent complètement les moisissures s'ils n'étaient plus difficiles à récolter. Tandis que le feutrage de moisissures s'enlève tout d'une pièce, les cultures de mycodermes n'offrent pas de cohésion et s'égouttent plus difficilement.

L'expérience a été poursuivie jusqu'au 18 novembre. On a employé en tout 193,32 l de vinasse, mais quand on a arrêté l'expérience il restait encore 13,52 l de vinasse dans le flacon de Mariotte alimentant l'appareil, en sorte qu'il n'est

passé sur les plateaux que 179,80 l de vinasse. A la sortie de l'appareil, on a recueilli en tout 148,73 l de liquide épuisé. L'évaporation de l'eau a donc eu lieu pour $179,80 \text{ l} - 148,73 \text{ l} = 31,07 \text{ l}$, soit 20,9 p. 100 de la vinasse mise en œuvre.

D'autre part, les moisissures et les dépôts recueillis sur les plateaux pesaient après dessiccation 469,5 g.

L'analyse de l'échantillon de vinasse avant tout traitement, constitué pendant l'expérience, a donné les résultats suivants, en grammes par litre :

	Soluble.	Insoluble.	Total.
Azote ammoniacal	0,136	0	0,136
Azote organique	0,844	0,305	1,149
Matières organiques	13,66	2,98	16,64
Matières minérales	4,14	0,18	4,32
Acide phosphorique	»	»	0,319
Potasse	»	»	1,320

Le liquide demeuré dans le flacon de Mariotte avait la composition suivante en grammes par litre :

	Soluble.	Insoluble.	Total.
Azote ammoniacal	0,230	0	0,230
Azote organique	0,834	2,117	2,951
Matières organiques	16,06	21,36	37,42
Matières minérales	4,28	0,70	4,98
Acide phosphorique	»	»	0,741
Potasse	»	»	1,408

Le liquide épuisé, recueilli après son passage sur les plateaux, a donné les chiffres suivants, en grammes par litre :

	Soluble.	Insoluble.	Total.
Azote ammoniacal	0,486	0	0,486
Azote organique	0,053	0,147	0,200
Matières organiques	1,90	1,00	2,90
Matières minérales	4,56	0,18	4,74
Acide phosphorique	»	»	0,153
Potasse	»	»	1,639

Enfin la récolte de moisissures avait la composition suivante, après dessiccation :

Azote	9,55 p. 100.
Acide phosphorique	4,70 —
Potasse	2,49 —
Matières organiques	89,11 —
Matières minérales	10,89

Ces chiffres confirment la grande richesse de l'engrais obtenu, surtout en azote et en acide phosphorique. Les moisissures et les mycodermes ont donc

fixé une partie des matières fertilisantes de la vinasse. Elles ont surtout joué un rôle comburant et l'ont presque complètement dépouillée des matières organiques. C'est d'ailleurs ce qui apparaîtra plus clairement si, d'après ces résultats, on calcule les bilans suivants :

Bilan de l'azote.

	AZOTE AMMONIACAL.		AZOTE ORGANIQUE				AZOTE TOTAL.	
			Soluble.		Insoluble.			
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse	26,29	»	163,16	»	58,96	»	218,11	»
Demeuré dans le flacon de Mariotte	3,41	»	11,27	»	28,62	»	43,00	»
Recueilli à la sortie des plateaux	»	72,28	»	7,88	»	21,86	»	102,02
Fixé par la moisissure	»	»	»	»	»	44,84	»	44,84
	23,18	72,28	151,89	7,88	30,34	66,70	205,11	146,86
Gains + ou pertes — . . .	+ 49,10			— 144,01	+ 36,36			— 58,55

On voit que presque tout l'azote organique soluble s'est transformé en azote ammoniacal ou s'est insolubilisé. Nous constatons de plus une perte notable de l'azote total. Il est probable que cette perte a eu lieu à l'état d'ammoniaque qui, dans la vinasse devenue alcaline, a acquis une tension. Cette perte atteint, dans l'expérience actuelle, 28,6 p. 100 de l'azote déversé sur les plateaux.

L'établissement du bilan de la matière organique conduit aux chiffres suivants :

	SOLUBLE.		INSOLUBLE.		TOTAL.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse . .	2 640,73	»	576,09	»	3 216,81	»
Demeuré dans le flacon de Mariotte	217,13	»	288,79	»	505,92	»
Recueilli à la sortie des plateaux	»	282,50	»	118,73	»	431,32
Fixé par la moisissure . .	»	»	»	118,37	»	118,37
	2 423,62	282,50	287,30	567,10	2 710,92	849,69
Gains + ou pertes — . . .		— 2 144,03	+ 279,80			— 1 861,23

Il apparaît que presque toute la matière organique soluble (plus de 88 p. 100) a disparu. La plus grande partie a été brûlée et transformée en acide carbonique et en eau. Une partie importante a été fixée dans les tissus des organismes. La récolte que nous appelons moisissure est formée de cette matière organique insolubilisée, qui est venue s'ajouter aux dépôts d'éléments en suspension, préexistants dans la vinasse.

Le bilan des matières fertilisantes minérales s'établit de la façon suivante :

	ACIDE PHOSPHORIQUE.		POTASSE.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse.	61,67	»	235,18	»
Demeuré dans le flacon de Mariotte. .	10,02	»	19,04	»
Recueilli à la sortie des plateaux. .	»	22,76	»	243,77
Fixé par la moisissure.	»	22,07	»	41,70
	51,65	44,83	236,14	255,47

La moitié environ de l'acide phosphorique s'est immobilisée. La potasse au contraire passe presque entièrement dans les liquides épuisés.

Nous avons voulu vérifier cette expérience par une autre qui a été recommencée dans les mêmes conditions. On l'a mise en train le 28 novembre. On a été obligé de l'arrêter le 15 décembre parce que la campagne de distillerie était terminée. On a fait couler pendant cet intervalle 96,66 l de vinasse sur les plateaux et on a recueilli 73,88 l de liquides épuisés. Nous constatons une évaporation de 23,5 p. 100 de l'eau. L'écoulement des liquides a été suffisamment lent pour être assuré d'avoir épuisé l'action des moisissures et des mycodermes. Les analyses ont donné les résultats suivants, en g par l.

VINASSE BRUTE

	Soluble.	Insoluble.	Total.
Azote ammoniacal	0,126	0	0,126
Azote organique	0,791	0,231	1,022
Matières organiques	12,42	2,48	14,90
Matières minérales	4,36	0,14	4,50
Acide phosphorique.	»	»	0,274

VINASSE AYANT SUBI L'ACTION DES MOISSURES

	Soluble.	Insoluble.	Total.
Azote ammoniacal	0,378	0	0,378
Azote organique	0,161	0,280	0,441
Matières organiques.	2,64	2,38	5,02
Matières minérales.	4,90	0,14	5,04
Acide phosphorique.	»	»	0,153

La récolte des moisissures pesait, après dessiccation, 355 g. Elle avait la composition suivante :

Azote.	8,89 p. 100
Matières organiques.	89,52 —
Matières minérales.	10,18 —
Acide phosphorique.	3,09 —

On peut calculer les bilans suivants :

Bilan de l'azote.

	AZOTE AMMONIACAL		AZOTE ORGANIQUE				AZOTE TOTAL	
			Soluble.		Insoluble.			
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse	12,18	»	76,46	»	22,33	»	110,97	»
Entraîné par les liquides épuisés. . .	»	27,93	»	11,89	»	20,69	»	60,51
Fixé dans les moisissures.	»	»	»	»	»	31,56	»	31,56
	12,18	27,93	76,46	11,89	22,33	52,25	110,97	92,07
Gains + ou pertes — . .	+ 13,75			— 64,57	+ 29,92			— 18,90

Bilan des matières organiques.

	SOLUBLES.		INSOLUBLES.		TOTAL.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse . .	1 200,5	»	239,7	»	1 440,2	»
Entraîné par les liquides épuisés	»	195,0	»	175,8	»	370,8
Fixé par les moisissures .	»	»	»	317,8	»	317,8
	1 200,5	195,0	239,7	493,6	1 440,2	688,6
Gains + ou pertes — . .		— 1 005,5	+ 253,9			— 751,6

Bilan de l'acide phosphorique.

	Avant. grammes	Après. grammes
Apporté par la vinasse.	26,5	»
Entraîné par les liquides épuisés . . .	»	11,3
Fixé par les moisissures	»	14,2
	26,5	25,5

En faisant couler les liquides avec une grande lenteur, on arrive à détruire

presque toute la matière azotée organique soluble. Une partie se transforme en sels ammoniacaux. Une autre, plus importante, se fixe dans les tissus des organismes et devient insoluble. Nous n'avons récolté qu'une fraction de cet azote ainsi insolubilisé. Cela tient à ce que cette opération, faite à la main, était forcément imparfaite. Des matières insolubles en suspension auraient pu être retenues dans des bacs de repos convenablement disposés et auraient augmenté d'autant le poids de l'engrais recueilli.

Nous avons recherché si l'action des moisissures provoquait au sein de la vinasse la formation d'acides organiques volatils. Nous avons effectué le dosage de ceux-ci sur la vinasse brute et sur la même vinasse après son passage sur les plateaux couverts de moisissures. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	Acidité volatile exprimée en acide sulfurique grammes par litre.
Vinasse brute.	0,042
Vinasse ayant passé sur les plateaux.	0,016

Bien loin de former des acides volatils, les moisissures en détruisent les faibles traces qui préexistaient dans la vinasse. Ce résultat n'est pas inattendu. On sait qu'en général les acides gras volatils sont formés par des bactéries anaérobies ou aérobies. Les moisissures poussent l'oxydation de la matière organique presque aux derniers termes, acide carbonique et eau.

Expériences effectuées pendant la campagne 1912.

Les vinasses que nous avions à notre disposition en 1911 étaient anormalement concentrées, par suite de la sécheresse, qui a été la cause d'une récolte de betteraves peu aqueuses. Nous avons tenu à refaire ces expériences avec des vinasses de composition plus normale. Nous les avons complétées en effectuant l'épuration complète de la vinasse, en faisant suivre à l'action des moisissures celle des bactéries aérobies d'un lit bactérien.

La culture des moisissures a été réalisée sur l'appareil qui nous a servi pour les précédents essais. La vinasse nous était adressée au laboratoire par M. Roland, de la distillerie de Barbéry (Oise). Elle nous parvenait à l'état frais en petits tonneaux d'un peu moins de 50 l de capacité, et les expéditions étaient réglées de telle sorte que l'expérience était poursuivie sans interruption et que la vinasse était toujours employée fraîche. Le contenu de chaque tonneau était transvasé dans un récipient suffisamment grand pour permettre une bonne agitation, qui rendait le liquide aussi homogène que possible. On mesurait la vinasse et on l'introduisait dans un grand flacon de Mariotte alimentant l'appareil. En même temps, on prélevait des échantillons qui étaient aussitôt soumis à l'analyse. Nous avons en effet renoncé à réunir et à totaliser ces

échantillons, pour les analyser en bloc à la fin des essais. Il est très difficile de les conserver sans altération. L'année précédente, malgré l'introduction de doses massives de formol, nous avons constaté que certains organismes, notamment des moisissures, pouvaient s'y développer. Les liquides épuisés recueillis à la sortie des plateaux étaient également mesurés, échantillonnés et analysés assez fréquemment. Avec ces nouvelles précautions, nous croyons avoir obtenu des résultats plus exacts.

Au début de l'expérience, les plateaux ont étéensemencés avec les spores d'une culture pure de *Sterigmatocystis nigra* que nous a aimablement fournie M. Kayser, directeur du Laboratoire de Fermentations de l'Institut agronomique. Les moisissures, qui se développaient sur la vinasse, étaient récoltées tous les trois ou quatre jours, alternativement dans un plateau sur 2, de sorte que 5 plateaux sur 10 étaient toujours couverts d'une culture bien développée. Aussitôt après la récolte, on procédait à un nouvel ensemencement en versant dans les plateaux un peu d'eau distillée dans laquelle on avait mis en suspension des spores provenant d'une culture pure de *Sterigmatocystis nigra*. Avec ces précautions, les cultures avaient une tendance moins grande à se laisser envahir par les mycodermes. Il va sans dire que ces récoltes de moisissures étaient immédiatement égouttées et séchées à l'étuve. Elles ont été pesées et analysées en bloc à la fin des essais. L'expérience a été mise en train le 4 novembre, elle a été poursuivie sans interruption jusqu'au 9 décembre. Les dosages de l'azote sous ses formes ammoniacale, organique soluble et insoluble ont donné les résultats suivants :

Dans la vinasse avant l'action des moisissures.

DATES.	VOLUME DE LA VINASSE.	PAR LITRE.				POUR LA TOTALITÉ DES LIQUIDES RECUEILLIS.			
		Azote ammo- niacal.	Azote orga- nique soluble.	Azote orga- nique insoluble.	Azote total.	Azote ammo- niacal.	Azote orga- nique sol. ble.	Azote orga- nique insoluble.	Azote total.
	litres	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
21 octobre . . .	44,04	0,012	0,339	0,290	0,641	0,53	14,93	12,77	28,23
31 — . . .	46,52	0,016	0,397	0,312	0,725	0,74	18,47	14,51	33,72
4 novembre . . .	47,84	0,014	0,399	0,312	0,725	0,67	19,09	14,93	34,69
11 — . . .	46,34	0,008	0,386	0,291	0,685	0,37	17,89	13,48	31,74
18 — . . .	44,24	0,010	0,381	0,244	0,635	0,44	16,85	10,79	28,08
21 — . . .	47,22	0,008	0,413	0,245	0,666	0,38	19,50	11,57	31,45
25 — . . .	45,25	0,012	0,425	0,207	0,644	0,54	19,23	9,37	29,14
28 — . . .	46,37	0,072	0,421	0,262	0,755	3,34	19,52	12,15	35,01
2 décembre . . .	47,25	0,056	0,381	0,259	0,696	2,65	18,00	12,24	32,89
TOTAUX . . .	415,07	»	»	»	»	9,66	163,48	111,84	284,95
Moyenne	»	0,023	0,394	0,269	0,686	»	»	»	»

Dans la vinasse ayant subi l'action des moisissures.

DATES.	VOLUME DE LIQUIDES recueillis.	PAR LITRE.				POUR LA VINASSE MISE EN ŒUVRE.			
		Azote ammo- niacal.	Azote orga- nique soluble.	Azote orga- nique insoluble.	Azote total.	Azote ammo- niacal.	Azote orga- nique soluble.	Azote orga- nique insoluble.	Azote total.
	litres	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
4 novembre . .	62,02	0,054	0,163	0,020	0,237	3,35	10,11	1,24	14,70
15 — . . .	68,20	0,083	0,128	0,027	0,238	5,66	8,73	1,84	16,23
21 — . . .	40,02	0,132	0,070	0,047	0,249	5,28	2,80	1,88	9,96
23 — . . .	43,09	0,068	0,096	0,048	0,212	2,93	4,14	2,07	9,14
28 — . . .	40,07	0,087	0,139	0,027	0,253	3,49	5,57	1,08	10,14
2 décembre . .	30,70	0,070	0,157	0,072	0,299	2,15	4,82	2,21	9,18
9 — . . .	44,22	0,027	0,267	0,022	0,316	1,19	11,81	0,97	13,97
TOTAUX . . .	328,32	»	»	»	»	24,05	47,98	11,29	83,32
Moyenne . . .	»	0,073	0,146	0,034	0,233	»	»	»	»

Dans le flacon de Mariotte alimentant l'appareil il restait encore, quand l'expérience fut arrêtée, un peu de vinasse où des matières en suspension s'étaient accumulées. Ce résidu avait la composition suivante :

	Par litre. grammes	Pour la totalité. litres
Volume du résidu	»	4,425
Azote ammoniacal et azote organique soluble..	0,740	3,27 g
Azote organique insoluble	9,358	41,41
Azote total	10,098	44,68

Enfin, les moisissures récoltées pendant tout le cours de l'expérience pesaient après dessiccation 144,80 g. Elles contenaient 8,27 p. 100 d'azote, soit pour la totalité 119,75 g.

Le bilan de l'azote peut s'établir de la façon suivante :

	AZOTE AMMONIACAL.		AZOTE ORGANIQUE.				AZOTE TOTAL.	
			SOLUBLE.		INSOLUBLE.			
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vi- nasse.	9,66	»	163,48	»	111,81	»	284,93	»
Demeuré dans le flacon de Mariotte.	»	»	3,27	»	41,41	»	44,68	»
Entraîné par les li- quides épuisés . .	»	24,05	»	47,98	»	11,29	»	83,32
Fixé dans les mois- sures.	»	»	»	»	»	119,75	»	119,75
	9,66	24,05	166,21	47,98	70,40	131,04	240,27	203,07
Gains + ou pertes —	+ 14,39	»	»	- 112,23	60,64	»	»	- 37,20

La vitesse d'écoulement du liquide a été en moyenne de 9 à 10 l par jour. Pendant la seconde moitié des essais, elle a été plus rapide et a dépassé 13 l par 24 heures. L'action des moisissures ne paraît pas en avoir été diminuée. Nous laissons donc la vinasse en contact avec les cultures de moisissures un temps moins prolongé que l'année précédente. Pourtant la proportion d'azote recueilli à état insoluble atteint 49,8 p. 100 de l'azote contenu dans la vinasse déversée sur les plateaux. La précaution que nous avons prise de procéder à un réensemencement après chaque récolte a évité l'envahissement total des cultures par les mycodermes. Le mycelium des moisissures a toujours fourni un feutrage, permettant l'enlèvement plus complet des récoltes et formant une sorte de filtre retenant les particules en suspension : cadavres de levures ou cellules vivantes de mycodermes. Les liquides s'écoulant des plateaux étaient, par conséquent, presque clarifiés. L'azote en combinaison soluble dans l'eau a disparu dans la proportion de 58 p. 100. Au total, 63,3 p. 100 de l'azote apporté par la vinasse se sont trouvés éliminés.

Examinons maintenant les transformations de la matière organique au cours de ces essais. Les tableaux suivants résument les opérations analytiques effectuées pour résoudre cette question :

Matières organiques dans la vinasse avant l'action des moisissures.

DATES.	VOLUMES de la VINASSE.	PAR LITRE.			POUR LA TOTALITÉ DE LA VINASSE.		
		Matières organiques.			Matières organiques.		
		Solubles.	Insolubles.	Total.	Solubles.	Insolubles.	Total.
	litres	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
21 octobre . . .	44,04	9,36	3,74	13,10	412,2	164,7	576,9
31 — . . .	46,52	9,54	4,44	13,68	443,8	192,6	636,4
4 novembre . .	47,84	8,82	3,08	11,90	421,9	147,3	569,2
11 — . . .	46,34	9,28	3,30	12,58	430,0	152,9	582,9
18 — . . .	44,24	8,58	3,04	11,62	379,6	134,5	514,1
21 — . . .	47,22	8,96	3,04	12,00	423,4	143,5	566,6
25 — . . .	45,25	9,30	2,76	12,06	420,8	124,9	545,7
28 — . . .	46,37	15,84	2,72	18,56	734,5	126,1	860,6
2 décembre . .	47,25	14,02	2,88	16,90	662,4	136,1	798,5
TOTAUX. . .	415,07	"	"	"	4 328,3	1 322,6	5 650,9
Moyennes. . .	"	10,43	3,18	13,61	"	"	"

Matières organiques dans les liquides épuisés par la culture des moisissures.

DATES.	VOLUMES des LIQUIDES recueillis.	PAR LITRE.			POUR LA TOTALITÉ DES LIQUIDES RECUEILLIS.		
		Matières organiques.			Matières organiques.		
		Solubles.	Insolubles.	Total.	Solubles.	Insolubles.	Total.
	litres	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
4 novembre . .	62,02	2,90	0,22	3,12	179,9	13,6	193,5
15 — . .	68,20	1,50	0,32	1,82	102,3	21,8	124,1
21 — . .	40,02	1,18	0,38	1,56	47,2	15,2	62,4
25 — . .	43,09	1,96	0,10	2,06	84,5	4,3	88,8
28 — . .	40,07	1,82	0,32	2,14	72,9	12,8	85,7
2 décembre . .	30,70	3,40	0,52	3,92	104,4	16,0	120,4
9 — . .	44,22	5,42	0,16	5,58	239,7	7,1	246,8
TOTAUX. . .	328,32	»	»	»	830,9	90,8	921,7
Moyennes. . .	»	2,53	0,28	2,81	»	»	»

Matières organiques contenues dans le résidu de vinasse du flacon de Mariotte :

	Par litre.	Pour la totalité.
Volume de la vinasse.	»	4,425
Matière organique soluble	19,34	85,6
— — insoluble	103,86	459,6
— — totale	123,20	545,2

Matières organiques contenues dans les moisissures :

	Pour 100.	Pour la totalité.
Poids des moisissures.	»	1 448,0
Matière organique	89,69	1 298,7

Bilan des matières organiques dans la vinasse soumise à l'action des moisissures :

	MATIÈRES ORGANIQUES					
	SOLUBLES.		INSOLUBLES.		TOTALES.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse. . .	4 328,3	»	1 322,6	»	5 650,9	»
Demeuré dans le flacon de Mariotte.	85,6	»	459,6	»	545,2	»
Entraîné par les liquides épuisés.	»	830,9	»	90,8	»	921,7
Fixé dans les moisissures .	»	»	»	1 298,7	»	1 298,7
	4 242,7	830,9	863,0	1 389,5	5 105,7	2 220,4
Gains + ou pertes — . . .		— 3 411,3	+ 526,5			+ 2 883,3

De ces chiffres, il ressort que 80,4 p. 100 de la matière organique soluble a disparu. Elle a été en grande partie brûlée et transformée en acide carbonique et en eau par les moisissures. La vinasse se trouve dépouillée, après leur action, de 84 p. 100 de la matière organique. Ces chiffres sont plus accentués encore que ceux que nous fournit le dosage de l'azote.

Les acides organiques de la vinasse n'ont pas échappé à cette destruction par combustion; aussi l'acidité totale diminue-t-elle d'une façon sensible après l'action des moisissures. Si nous prenons la moyenne des titrages de cette acidité nous obtenons les chiffres suivants :

	Vinasse non traitée.	Vinasse soumise à l'action des moisissures.
Acidité totale (en SO^{H}_2 par litre). . .	2,03	0,38

Matières fertilisantes minérales. — Chaque fois que l'on mesurait du liquide, vinasse avant ou après traitement, on en conservait des parties aliquotes qui ont formé, à la fin des essais, des échantillons moyens où nous avons dosé l'acide phosphorique, la potasse et la chaux. Les résultats de ces dosages sont les suivants :

Par litre de liquide.

	VINASSE AVANT TRAITEMENT.	VINASSE ÉPUISÉE.	LIQUIDE RÉSIDUEL DU FLACON de Mariotte.
	grammes	grammes	grammes
Acide phosphorique.	0,448	0,317	2,91
Potasse	1,313	1,548	0,285
Chaux.	0,0973	0,0792	4,15

La moisissure contenait :

	Pour 100.
Acide phosphorique.	3,51
Potasse.	2,68
Chaux	0,38

Ces chiffres permettent d'établir le tableau suivant :

Bilan des matières fertilisantes minérales.

	ACIDE PHOSPHORIQUE.		POTASSE.		CHAUX.	
	Avant	Après.	Avant.	Après.	Avant.	Après.
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Apporté par la vinasse	185,6	»	543,8	»	40,3	»
Resté dans le flacon de Mariotte. . .	42,9	»	1,3	»	5,1	»
Resté dans les liquides épuisés . . .	»	104,0	»	508,5	»	26,0
Fixé par les moisissures	»	50,8	»	38,8	»	5,5
	172,7	154,8	542,5	547,3	35,2	31,5

On voit que les moisissures ne fixent que des quantités très faibles de potasse et de chaux. Par contre, elles retiennent à l'état insoluble près de 30 p. 100 de l'acide phosphorique contenu dans la vinasse déversée sur les plateaux.

Valeur fertilisante des moisissures séchées. — Nous voyons donc qu'il s'est fixé dans les moisissures une proportion importante de l'azote et de l'acide phosphorique contenus dans la vinasse : 50 p. 100 de l'azote et 30 p. 100 de l'acide phosphorique. Ces moisissures peuvent être facilement séparées des liquides où elles se sont développées. Elles peuvent être transformées par séchage et broyage en une matière pulvérulente de manutention facile et constituer alors un engrais d'une richesse remarquable. Elles ont en effet la composition suivante :

Azote	8,27 p. 100
Acide phosphorique.	3,51 —
Potasse	2,68 —

Il n'y a pas de raison *a priori* pour que ces matières fertilisantes ne présentent pas, dans la moisissure séchée, la même valeur que les engrais organiques animaux ou végétaux, tels que le sang ou la viande desséchée et les tourteaux. Il était bon, cependant, de le vérifier par une expérience culturale directe.

Cette expérience a été effectuée à la Station de chimie végétale du Collège de France, à Meudon. Elle a porté sur du blé, dans une terre présentant la composition suivante :

Azote	1,07 p. 1000
Acide phosphorique.	0,46 —
Potasse	1,43 —
Chaux.	6,1 —
Acide sulfurique	0,12 —

Cette terre est moyennement riche en azote. Elle est cependant très sensible à l'action des engrais azotés. L'action fertilisante de la moisissure a été comparée à celle d'un sang desséché contenant 12,0 pour 100 d'azote. Sur 2 parcelles semblables, on a répandu des quantités équivalentes de ces deux engrais correspondant à 200 kg d'azote à l'hectare.

On a, en outre, appliqué une fumure minérale commune se composant de :

Plâtre	2 000 kg à l'hectare.
Calcaire.	2 000 —

Carbonate de magnésie.	200 kg à l'hectare.
Phosphate précipité	800 —
Correspondant à acide phosphorique. . . .	320 —
Sulfate de potasse	185 —
Correspondant à potasse	100 —

Le blé a été semé le 15 janvier 1913, il a été récolté le 27 juillet 1913. Il a donné les rendements suivants, rapportés à l'hectare :

	Parcelle avec	
	moisissure. kilogrammes	sang desséché. kilogrammes
Matière sèche totale	14 160	23 900
Grain sec	3 180	3 080

Il apparaît que la moisissure a eu une action fertilisante à peu près équivalente à celle du sang desséché.

Il faut donc attribuer aux matières fertilisantes de la moisissure séchée une valeur commerciale égale à celle dont elles bénéficient dans les engrais organiques très assimilables, tels que le sang desséché. Cette valeur serait, pour 100 kg de moisissure séchée :

Azote.	8,27 à 2,10 f = 17,40
Acide phosphorique.	3,51 à 0,40 f = 1,40
Potasse.	2,68 à 0,45 f = 1,20
Total.	20,00

Ces moisissures constitueraient donc un engrais de haute valeur commerciale. D'après nos essais, on pourrait en récolter 3,5 kg par mètre cube de vinasse, représentant une valeur de 0,70 f.

Ce dernier chiffre est en somme assez faible. Il n'est pas de nature à justifier le traitement industriel de la vinasse en vue de la production de cet engrais. Aussi n'est-ce pas sous cet aspect exclusif, que nous avons envisagé la question. Nous l'avons étudiée surtout au point de vue de l'épuration de ces eaux résiduaires. La production d'un engrais n'est en somme qu'accessoire. Elle présente cependant un très grand intérêt puisqu'elle permet de récupérer près de 30 p. 100 des substances utiles contenues dans la vinasse et de couvrir ainsi la plus grande partie des frais de l'épuration.

Épuration des vinasses épuisées par l'action des moisissures. — Nous avons montré que les moisissures, non seulement fixaient dans leurs tissus de la matière organique, mais en brûlaient ainsi une proportion plus importante

encore. Elles éliminent donc la plus grande partie des principes dissous, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

	Par litre de vinasse.	
	Avant. grammes	Après. grammes
Azote ammoniacal.	0,023	0,073
Azote organique soluble.	0,394	0,146
Azote organique insoluble.	0,269	0,034
Matières organiques solubles.	10,43	2,53
Matières organiques insolubles.	3,18	0,28

D'autre part, l'acidité a presque entièrement disparu. L'épuration du liquide épuisé par la moisissure doit donc être grandement facilitée.

Nous avons essayé de réaliser cette épuration sur un appareil à colonne de tourbe, semblable à celui qui nous a servi antérieurement à nos recherches sur l'épuration des eaux d'égout (1).

Nous avons disposé un tube de grès vertical de 0,22 m de diamètre et de 1,20 m de hauteur. Nous l'avons rempli de tourbe de la Somme un peu spongieuse, de surface, divisée en fragments irréguliers de la grosseur d'une noix ou d'un œuf, mélangée de craie en poudre pour saturer son acidité et d'un peu de terre de jardin pour l'ensemencer d'organismes nitrifiants actifs. Le tube de grès reposait sur une plaque de plomb, dont nous avons relevé les bords en ménageant une goulotte à l'un des coins, et destinée à recueillir les eaux épurées. Un espace de 1 à 2 cm existait entre le tube de grès et la plaque de plomb qui en constituait le fond ; on avait d'ailleurs, avant l'introduction de la tourbe, ménagé un drainage formé d'un lit de graviers.

La vinasse à épurer était placée dans un grand flacon de Mariotte. Elle s'écoulait, avec un débit constant, dans un vase de Tantale de 250 cm³ environ, dont les chasses faisaient mouvoir un tourniquet hydraulique arrosant régulièrement la surface du petit lit bactérien.

Avant d'être ainsi déversée, la vinasse était rendue alcaline par l'addition de la petite quantité de carbonate de soude nécessaire pour saturer l'acidité qui a subsisté après l'action des moisissures.

Nous avons réglé le débit de la vinasse, en nous basant sur la présence ou l'absence de l'ammoniaque, décelée au réactif de Nessler, dans les liquides épurés s'écoulant à la base du lit bactérien. À partir du moment où le lit bactérien est devenu actif par suite de la multiplication des bactéries oxydantes, nous avons rendu le débit aussi grand que possible, sans faire apparaître la réaction ammoniacale dans l'effluent. Nous avons vu ainsi que l'on pouvait, tout

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

en obtenant une épuration parfaite, arroser le lit bactérien à raison de 450 l par mètre carré et par jour.

Le 29 novembre, l'analyse des liquides, avant et après passage sur l'appareil, donnait les résultats suivants :

	Avant épuration. grammes par litre.	Après épuration. grammes par litre.
Azote ammoniacal.	0,087	0
Azote organique soluble.	0,139	0,0087
Azote organique insoluble.	0,027	0
Azote nitrique	0	0,137
Matières minérales.	4,36	4,46
Perte au rouge	2,44	0,40
Oxydabilité en milieu acide.	1,74	0,0472
Numération des bactéries	31.000 000 : cm ³	17.000 : cm ³

Le 2 décembre, on a obtenu les résultats suivants :

	Avant.	Après.
Azote ammoniacal.	0,070	0
Azote organique soluble.	0,137	0,0083
Azote organique insoluble.	0,072	0
Azote nitrique	0	0,103
Matières minérales	3,98	4,60
Perte au rouge	3,92	0,52
Oxydabilité en milieu acide	"	0,0402

On voit que, par son passage sur le lit bactérien de tourbe, la vinasse se trouve avoir subi une épuration complète. Elle ne contient plus d'ammoniaque; il n'y subsiste plus que des traces d'azote et de matières organiques. Une partie de l'azote a nitrifié; une autre partie a été déversée dans l'atmosphère à l'état élémentaire. Cette perte d'azote, que nous avons toujours observée dans l'épuration bactérienne des eaux d'égout, atteint ici 43 p. 100 le 29 novembre, 63 p. 100 le 2 décembre. Ces chiffres sont de l'ordre de ceux que nous ont fournis des essais d'épuration d'eau d'égout urbaine sur lit bactérien de tourbe.

Les liquides épurés sont d'ailleurs parfaitement limpides et inodores. Ils sont imputrescibles. Ils sont assez fortement colorés en jaune brunâtre par des matières humiques en dissolution, bien qu'ils contiennent cependant une notable proportion de sels de chaux. La présence de ces matières humiques en quantité aussi élevée paraît attribuable à la grande richesse de la vinasse épuisée en sels de potasse.

La potasse, en effet, n'est pas retenue par le lit bactérien. Les liquides

s'y appauvrissent en acide phosphorique et s'y enrichissent en sels de chaux, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

	Par litre de vinasse.	
	Avant passage. sur lit bactérien.	Après passage. sur lit bactérien.
	grammes	grammes
Acide phosphorique (P_2O_5)	0,317	0,203
Potasse (K_2O)	1,548	1,645
Chaux (CaO)	0,079	0,420

La vinasse épurée contient en solution une proportion particulièrement élevée d'acide phosphorique, bien que sa réaction soit nettement alcaline. Cette solution est d'ailleurs très stable. Ces phosphates ne précipitent pas à l'ébullition; lorsqu'on chauffe, le liquide se trouble et à l'ébullition donne un précipité blanc jaunâtre qui devient ocre par la dessiccation. On obtient un précipité analogue lorsque l'on soumet la vinasse épuisée à l'électrolyse. Un essai nous a fourni les chiffres suivants, par litre :

	Ébullition. grammes	Électrolyse. grammes
Poids du précipité sec obtenu	0,12	0,08
Poids du précipité calciné au rouge	0,10	0,06
Acide phosphorique total	0,189	0,189
Acide phosphorique restant dans le liquide traité et filtré	0,154	0,163
Acide phosphorique dans le précipité	0,036	0,030

Ce précipité est formé exclusivement de phosphate de chaux tribasique et d'humate de chaux. Le liquide dont on le sépare reste, après filtration, à peu près complètement décoloré. Presque tous les humates sont donc insolubilisés. Il n'en est pas de même de l'acide phosphorique, qui reste en grande partie dissous. A quel état se trouve cet acide phosphorique? Si l'on calcule le poids de la chaux nécessaire pour saturer l'azote nitrique qui s'est formé pendant l'épuration, et celui qui correspondrait à la présence de phosphate tribasique, nous avons :

Pour 0,140 g d'azote nitrique (Az) il faut	0,280 g	de chaux (CaO).
Pour 0,203 g d'acide phosphorique (P_2O_5) il faut	0,237 g	de chaux (CaO).
Au total	0,517 g	

Or la vinasse épurée ne contient que 0,420 g de chaux. Il paraît vraisemblable d'admettre que l'acide phosphorique ne s'y trouve pas à l'état de phosphate tricalcique, mais à l'état de phosphates doubles de potasse et de chaux. Quoi qu'il en soit, bien qu'elle soit largement pourvue de calcaire fin, sous forme de blanc de Meudon, la tourbe n'a pas exercé, ainsi qu'on aurait pu s'y attendre,

de pouvoir absorbant vis-à-vis des phosphates de la vinasse. Ceux-ci y sont restés dissous grâce à l'abondance des sels de potasse.

La vinasse épurée possède encore une valeur fertilisante élevée qui peut être mise à profit par l'irrigation. Elle peut en effet servir avec succès à l'arrosage proprement dit des plantes en cours de végétation. Elle peut, en particulier, être appliquée à l'irrigation des prairies, ce que l'on ne pourrait faire directement avec la vinasse primitive, dont l'acidité serait nocive.

La vinasse épurée peut d'ailleurs être rejetée dans les cours d'eau sans le moindre inconvénient.

Nous avons donc réalisé, au cours de ces recherches, par des procédés exclusivement biologiques, l'épuration complète de la vinasse de distillerie, sans lui faire subir aucune dilution. De plus, le procédé que nous avons étudié permet la production d'un engrais qui récupère 50 p. 100 de l'azote et 30 p. 100 de l'acide phosphorique contenus dans la vinasse. Cette méthode satisferait donc le double point de vue agricole et hygiénique.

A. MÜNTZ,

*Membre de l'Institut.
Professeur-Directeur des Laboratoires
à l'Institut national agronomique.*

E. LAINÉ,

Préparateur à l'Institut national agronomique.

MÉCANIQUE

SIMPLIFICATION DU CALCUL DES ENGRENAGES par le système du module

Le calcul des engrenages par le système du module s'est rapidement répandu à cause de sa simplicité. Le but de la présente note est de montrer comment on peut rendre ce calcul encore plus simple.

Pour abréger, ce qui suit ne se rapporte qu'aux engrenages extérieurs, on l'étendra facilement au cas des engrenages intérieurs.

1. — CONDITIONS DU CALCUL PRATIQUE DES ENGRENAGES

Un procédé pratique pour le calcul des engrenages doit fournir une détermination facile, rapide et sans décimales encombrantes des cotes nécessaires à leur fabrication. L'emploi de séries de fraises préétablies dispensant de toute épure relative aux profils, ces cotes se réduisent à quatre groupes dans le cas d'un couple d'engrenages cylindriques droits :

- 1^o les *diamètres primitifs*, au point de vue cinématique ;
- 2^o la *distance des centres*, pour l'usinage du bâti ;
- 3^o les *diamètres extérieurs*, pour le tournage ;
- 4^o la *hauteur totale des dents* ou les *diamètres intérieurs*, pour la profondeur du taillage.

(Les nombres de dents, qui doivent être des nombres entiers, sont donnés *a priori* et la largeur de la denture n'intervient pas dans la question.)

Au sujet de la profondeur du taillage nous ferons la remarque suivante :

Dans les fraises à profil constant le profil se rapproche du centre à chaque affûtage, la distance de l'axe de la roue à tailler à l'axe de la fraise varie donc

avec le degré d'usure de cette dernière. Pour assurer leur bonne position relative, on règle la fraise et la roue de manière qu'elles se touchent juste par leur circonférence extérieure, puis on les rapproche d'une quantité égale à la *hauteur totale de la dent*. C'est le procédé le plus simple lorsqu'il s'agit de tailler seulement quelques roues du même modèle, mais, pour l'exécution d'une grande série, il vaut mieux régler directement la fraise sur une rondelle spéciale tournée exactement au *diamètre intérieur* de l'engrenage. On rend ainsi le réglage plus rapide et l'on évite les erreurs pouvant résulter : d'un diamètre extérieur inexact, d'une imperfection dans le mécanisme rapprochant la roue de la fraise, d'une fausse lecture sur le vernier de ce mécanisme.

2. — SYSTÈME DU MODULE

Le *module* d'un engrenage est le quotient du pas circonférentiel par π ; c'est encore le quotient du diamètre primitif par le nombre de dents. Le calcul des engrenages par le système du module repose sur les trois conventions suivantes :

1° la hauteur des dents au-dessus du primitif est égale au module;

2° le jeu au fond des dents est $\frac{1}{6}$ du module;

3° les modules employés sont des multiples de 0,25 mm pour les petites dentures (Ex : 0,5-0,75-1-1,25... mm), de 0,5 mm pour les moyennes dentures (Ex : 3-3,5-4... mm), de 1 et même 2 mm pour les grosses dentures (Ex : 6-7-8... mm).

Nous croyons utile d'ouvrir ici une parenthèse :

Le module est ainsi appelé parce qu'il sert d'unité pour déterminer les autres dimensions de l'engrenage. Par analogie avec le pas circonférentiel (quotient du développement de la circonférence primitive par le nombre de dents) le module est appelé quelquefois pas diamétral, mais l'on peut créer ainsi une confusion avec le *diametral pitch* américain (littéralement pas diamétral), chose essentiellement différente.

En effet, les Américains, qui déterminent le pas des hélices par le nombre de filets contenus dans une longueur de vis de un pouce, appellent *diametral pitch* le quotient du nombre de dents par le diamètre primitif exprimé en pouces.

Pour concrétiser et différencier ces expressions, on peut dire que le *module* d'un engrenage est le diamètre primitif de la roue conjuguée fictive qui n'aurait

qu'une dent et que le *diametral pitch* est le nombre de dents, entier ou fractionnaire, de la roue conjuguée fictive qui aurait un pouce de diamètre primitif.

3. — LES DÉCIMALES DANS LE SYSTÈME ACTUEL DU MODULE

Dans le cas de petites dentures (voir n° 2) le nombre maximum de décimales se présentera dans les cotes d'usinage (voir n° 1) lorsque les modules seront les produits de 0,25 mm par un nombre impair. Dans ce cas, et le millimètre étant pris pour unité, on voit que :

1° le *diamètre primitif*, produit du module par le nombre de dents, a deux décimales quand ce nombre est impair ;

2° le *diamètre extérieur*, qui s'obtient en ajoutant deux fois le module au diamètre primitif, a aussi deux décimales dans le même cas ;

3° la *distance des centres*, produit du module par la demi-somme des nombres de dents des roues conjuguées, a trois décimales quand ces nombres sont de parité différente ;

4° la *hauteur des dents* ($2 + \frac{1}{6}$ fois le module) n'a un nombre fini de décimales que si le module est un multiple de 0,75 mm. Il en est de même pour le *diamètre intérieur*, obtenu en retranchant deux fois la hauteur totale de la dent du diamètre extérieur.

4. — MODIFICATIONS PROPOSÉES AU SYSTÈME DU MODULE

Si l'on modifie comme il suit les deux dernières règles énoncées au n° 2 :

2° *règle* : le jeu au fond des dents est égal à $\frac{1}{4}$ du module,

3° *règle* : les modules sont, pour les petites dentures, des multiples de 0,2 mm.

on réalise les simplifications suivantes :

1° le module n'a qu'une décimale, au lieu de deux, ce qui abrège le calcul des cotes d'usinage ;

2° les diamètres primitifs, les diamètres extérieurs et la distance des centres ont au plus une décimale ;

3° la *hauteur totale* des dents (2,25 fois le module) a, au plus, deux décimales, la deuxième étant toujours cinq : le *diamètre intérieur*, qui est égal au

diamètre extérieur diminué de 4,5 fois le module, n'a jamais plus d'une décimale.

Pour les dentures plus grosses, les modules seraient des multiples de 0,4 mm. (Ex : 2,4-2,8-3,2... mm); les résultats seraient encore plus simples que ci-dessus, car la hauteur des dents n'aurait qu'une décimale. On pourrait aussi revenir à l'ancienne échelle (2,5-3-3,5... mm), mais en prenant alors le jeu au fond des dents égal à $\frac{1}{3}$ du module; cette convention aurait les avantages de la précédente, à cela près que quelques distances des centres auraient deux décimales, la deuxième étant toujours cinq.

5. — REMARQUES

1° L'intervalle modulaire de 0,2 mm nécessite un plus grand nombre de séries de fraises que l'intervalle de 0,25 mm; mais, par contre, il offre un plus grand choix de dentures et se prête mieux aux exigences de la pratique.

2° L'augmentation proposée du jeu au fond des dents ($\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ du module au lieu de $\frac{1}{6}$) diminue la résistance de la dent en augmentant son porte à faux; mais elle permet d'augmenter le rayon de raccordement du profil au cercle intérieur et, par là, d'augmenter la hauteur de la section d'encastrement.

3° L'augmentation de ce jeu est favorable, par ailleurs, pour les petites dentures, car le jeu habituellement adopté nous paraît insuffisant (par ex : ce jeu est de 0,16 mm pour le module de 1 mm qui correspond au pas circonférentiel de 3,14 mm). En effet, ce jeu doit parer : à un diamètre extérieur trop fort, à une hauteur de dent trop faible, à une légère excentricité des engrenages toujours possible, à une distance des centres trop petite, à l'introduction de grains de poussière. Si toutes les imperfections sont défavorables dans le même sens, chacune d'elles ne doit pas dépasser 0,03 mm dans l'exemple cité pour que leur ensemble ne compense la totalité du jeu prévu.

Dans les nombreux taillages que nous avons eu à effectuer, nous avons été conduit à réduire systématiquement de 0,2 mm le diamètre extérieur des engrenages d'un module inférieur à 2 mm; le diamètre intérieur ne changeait pas, le profil était toujours correctement placé, mais le jeu au fond des dents était augmenté de 0,1 mm.

6. — CONCLUSION

En résumé, les avantages de simplicité du système du module ne tiennent pas essentiellement au module lui-même, mais aux conventions faites sur les proportions de la dent et sur l'échelle des pas employés. En modifiant ces conventions on peut encore simplifier le calcul des cotes d'usinage et, comme le montre le tableau suivant, réduire le nombre de leurs décimales.

Nota. — Le millimètre est pris pour unité.	NOMBRE MAXIMUM DE DÉCIMALES DU :				
	Diamètre primitif.	Diamètre extérieur.	Distance des centres.	Hauteur de la dent.	Diamètre intérieur.
Système actuel, Modules multiples de 0,25 mm., jeu au fond des dents : $\frac{1}{6}$ du module.	2	2	3	∞	∞
Système proposé, Modules multiples de 0,2 mm., jeu au fond des dents : $\frac{1}{4}$ du module.	1	1	1	2	1

Le système proposé nous paraît encore avoir comme avantages un plus grand jeu au fond des dents et un plus grand choix de dentures.

Ces résultats seront peut-être susceptibles de retenir l'attention de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, au point de vue de l'unification des dentures.

P. MASSOT,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

INDUSTRIE MÉTALLURGIQUE

LES PROGRÈS RÉCENTS DANS LA PRÉPARATION DES MOULAGES et des revêtements métalliques (1)

Dans l'exposé des progrès réalisés par l'industrie pour obtenir des moulages parfaits ou des revêtements adhérents, nous laisserons de côté presque complètement les questions d'ordre métallurgique; fabrication de métaux plaqués, tréfilage au trait, industries fort anciennes déjà, ou d'autres, d'origine plus récente, telle la préparation du bi-métal de M. Martin.

De tout temps, on a cherché à protéger les métaux altérables par d'autres plus résistants à l'action des agents atmosphériques. La dorure et l'argenture ont permis de donner, aux métaux les moins rares, l'éclat des métaux précieux et de diminuer ainsi la dépense. Il n'est pas jusqu'aux dépôts électrolytiques, dont l'ancienneté ne soit aussi fort reculée. Dans la vieille Égypte, auraient été trouvés des dépôts semblables aux dépôts fournis par l'électrolyse. Le hasard a peut être permis de les obtenir; les initiés se sont ensuite transmis leur secret.

Actuellement, trois procédés permettent de métalliser les objets, c'est-à-dire de former un revêtement métallique adhérent, ou au contraire de préparer des moulages irréprochables et facilement détachables, — les métaux fondus, l'électrolyse et la pulvérisation des métaux par le procédé Schoop.

Les procédés vraiment chimiques ne sont mis en œuvre que dans un cas très particulier, l'argenture des glaces.

Dans tous les procédés, pour obtenir, soit une adhérence parfaite, soit un moulage irréprochable, il est nécessaire que la pièce soit parfaitement propre. Quand un dépôt doit être adhérent, il faut décaper la pièce en la rendant rugueuse, et, de tous les procédés, le meilleur est le décapage au jet de sable. A cause du danger que présentent, pour les voies respiratoires, les fines particules de silice, agitées par le violent courant d'air, l'ouvrier porte un casque analogue à celui des scaphandriers; dans les bonnes installations, il tra-

(1) Communication faite en séance publique le 4 décembre 1913.

vaillé dans une salle séparée par une cloison de verre des objets à décaper. Pour les objets de petites dimensions, on utilise un tambour perforé de trous. Les objets roulent sur eux-mêmes pendant la rotation du tambour et, sur les objets, arrivent deux jets d'air entraînant le sable. Le tambour est naturellement enfermé dans une chambre close. Quand on ne peut pas employer le jet de sable, les objets sont découpés aux acides, bien rarement, aux alcalis. Pour le fer, on utilise généralement l'acide chlorhydrique; pour les autres métaux, l'acide nitrique chargé de vapeurs nitreuses.

Dans certains cas, il y a avantage à décaper également le fer par l'acide nitrique. Cet acide creuse plus profondément le métal et y forme de nombreux petits trous qui permettent au métal déposé de s'accrocher plus énergiquement.

D'autres fois, pour l'étamage par exemple, les objets sont soigneusement nettoyés avec une solution concentrée alcaline, frottés avec de la craie fine, lavés à fond avec de l'eau claire et transportés immédiatement dans le bain.

Dans le cas de l'aluminium, on exagérerait encore les précautions. Sur ce métal, qui se laisse difficilement recouvrir par un autre métal, qu'il n'est pas possible, par exemple, d'étamer, on déposerait le nickel ou le cuivre en le plongeant dans une solution de matières grasses; après un décapage et un dégraissage parfaits, le métal recouvert de son enduit est plongé dans le bain d'électrolyse où il est maintenu constamment à l'abri de l'air, d'abord, dans un dissolvant de la graisse, puis, dans l'électrolyte.

Quand le dépôt ne doit pas être adhérent, la surface est polie avec un soin extrême, parfois huilée, plombaginée, afin de permettre de détacher plus facilement le dépôt métallique.

Il est une règle dont on ne saurait s'affranchir. Avec un bon décapage, il est possible, même en opérant mal ou avec un outillage défectueux, de réaliser une métallisation convenable; avec un mauvais décapage, un ouvrier excellent, avec le meilleur appareil, en suivant la technique la mieux adaptée, n'arrivera pas à obtenir un dépôt adhérent, ni tenace. Le moulage, lui aussi, est irréprochable, si le polissage est parfait.

Emploi des métaux liquides. — Les métaux peuvent s'employer à l'état fondu ou en dissolution dans un autre métal, comme le mercure. Les amalgames d'or et d'étain étaient très employés autrefois pour la dorure du mercure et l'étamage des glaces. Quand le mercure était étalé sur la glace, on ajoutait l'étain et, par l'action de la chaleur, le mercure était volatilisé; l'amalgame d'or était également détruit par la chaleur. Mais les vapeurs mercurielles, qui sont un violent poison, rendaient cette industrie fort dangereuse. La dorure

au mercure a disparu, et l'étamage des glaces tend à disparaître. Les métaux utilisés pour les revêtements sont l'étain, le plomb, le zinc, et les alliages de ces métaux.

Au-dessus des bains d'étain, on met du chlorure de zinc pour décaper les pièces réoxydées pendant le séchage qui suit le décapage. L'étamage se produit dans des conditions analogues à celles que nous allons étudier en détail pour le zinc, mais il n'est pas nécessaire de chauffer autant; aussi est-il possible de réaliser l'étamage au passage, soit avec le cuivre, soit avec le fer. Les fils de cuivre à étamer traversent une solution acide, destinée à les décaper, ils plongent ensuite dans le bain, où ils sont maintenus et guidés à l'aide de godets de porcelaine — ou simplement de barres de fer — et ressortent en glissant à travers des nœuds d'amiante, qui éliminent l'étain en excès.

Les feuillards sont également entraînés à travers le bain d'étain, puis ils traversent une couche de résine en fusion.

D'autres alliages renfermant du zinc et de l'étain, sont utilisés pour revêtir les pièces métalliques d'un enduit protecteur. Leur point de fusion est moins élevé que celui du zinc.

Le plomb sert également de revêtement protecteur, mais l'adhérence est très faible et, malheureusement, souvent incertaine. Le plomb ne s'allie pas avec le fer; et par suite, la couche formée, quoique continue en apparence, peut ne présenter aucune résistance. Souvent même, après le chauffage, qui suit le décapage dans le but d'éliminer toute trace d'acide, les oxydes de fer formés empêchent le plomb de se déposer en couche continue et, dans ces conditions, l'opération est complètement manquée.

Mais de tous les métaux, le plus important dans la métallisation est le zinc. Le zingage à chaud s'effectue dans des bains de métal en fusion chauffés peu au-dessus du point de fusion du zinc, vers 500°. Les creusets contiennent de 65 à 80 t de métal fondu; ils sont formés de tôles d'acier doux de 40 mm d'épaisseur, soudées au feu et non par soudure autogène. Les tôles simplement rivées et matées laissaient fuir le métal fondu.

Lorsque la masse de métal à fondre est moins importante (au-dessous de 40 t) les parois ne sont que de 30 mm.

Les masses métalliques sont maintenues en fusion au moyen de fours et la chaleur emmagasinée est telle qu'après quarante-huit heures seulement, si l'on ne chauffe plus, le métal se solidifie et, alors, d'un seul coup.

Tous les creusets sont établis en double et quand un creuset commence à fuir ou quand, pour toute autre raison, on est obligé de transvaser le métal en fusion, l'opération a lieu rapidement.

Les bains de zinc sont recouverts de chlorhydrate d'ammoniaque ordinaire. On n'ajoute du chlorhydrate blanc pur que sur certains creusets, ceux qui renferment des rouleaux pour l'égouttage des tôles. Enfin, pour éviter l'oxydation du zinc, on met un peu d'aluminium qui reste à la surface, en formant une teinte grise.

Dans tous les bains, une séparation en tôle divise la surface du bain en deux portions : l'une, revêtue d'une couche épaisse de chlorhydrate d'ammoniaque, semblable à une écume noirâtre, l'autre, presque brillante, mais d'un blanc laiteux, dû à l'aluminium que l'on ajoute pour empêcher la formation d'oxydes, ou d'un blanc brillant, quand le métal est mis à nu. Les pièces à galvaniser, après décapage à l'acide chlorhydrique (acier ou fer) et séchage, ou au jet de sable (fonte) sont introduites dans le bain métallique en fusion, du côté couvert par l'écume de chlorhydrate d'ammoniaque. Il convient naturellement de sécher à fond après décapage pour éviter des projections dangereuses.

Il se produit parfois, au moment où les grosses pièces tombent dans le bain, sous l'action d'un choc ou pour toute autre cause, un violent dégagement de lumière. Des gaz s'enflamment et brûlent avec une flamme jaune. Enfin, il y a parfois des projections de métal en fusion. A tous les points de vue, il est nécessaire d'être prudent et les traces sur les murs des usines sont des témoins éloquents de ces projections dangereuses.

Celles-ci sont surtout à craindre, quand on zingue des corps creux. Il est nécessaire que le diamètre des ouvertures soit proportionné au volume des récipients. La racine cubique du volume intérieur doit être au moins égale à la somme des diamètres des ouvertures. Il convient de plus que les ouvertures se trouvent vis-à-vis afin de permettre au métal fondu de pénétrer rapidement.

L'immersion ne doit pas être trop longue parce que le zinc s'attacherait au métal à recouvrir, en trop grande quantité. Pour une épaisseur de 5/10 de mm. la durée d'immersion doit être de 30 secondes.

Afin d'obtenir ce résultat, — et une très grande rapidité dans la production, — des équipes traitent des objets semblables. Un ouvrier plonge l'objet à zinguer sous la couche de chlorhydrate et le pousse dans le bain de zinc de manière qu'il ressorte, presque aussitôt, par la partie où le métal est à nu. Un autre ouvrier le retire et le brosse rapidement pour enlever l'excès de métal.

Au fur et à mesure que l'épaisseur augmente, le temps d'immersion doit augmenter, environ trois fois plus que l'épaisseur. Dans ces conditions, l'épaisseur du zinc déposé varie entre 350 g et 500 g par mètre carré, alors que, par galvanisation électrolytique, le zinc déposé ne pèse pas plus de 25 à 30 g.

Pour les pièces très épaisses et, en particulier, pour les grosses chaînes de bateaux, les ancres, à cause du temps nécessaire pour échauffer la masse de fer, la durée d'immersion est incomparablement plus longue. Mais l'inconvénient est faible, parce que ces pièces sont exposées à l'action corrosive de la mer.

Cependant quand la durée d'immersion est trop grande, le zinc se détache par écailles : il n'adhère plus.

L'aspect du dépôt est très différent suivant le métal ; il est moiré avec les tôles laminées, terne et grenu avec la fonte et l'acier coulé.

Le dépôt ne doit pas être trop épais parce que le zinc est cassant à froid et se détache du métal sous-jacent. Le métal galvanisé ne peut pas supporter de pliages dans ces conditions.

Pour zinguer les tôles plates, le creuset porte un dispositif spécial et fort ingénieux. L'excès de zinc est éliminé par compression entre deux rouleaux, immergés à moitié dans le zinc fondu et qui tournent sans arrêt. L'ouvrier les racle avec une lame de fer et les saupoudre de chlorhydrate d'ammoniaque pur blanc. La lame de tôle glisse à travers l'écume de chlorhydrate ; un peigne la fait basculer et l'amène en dessous des rouleaux. Au moyen d'un levier qui soulève la gorge où s'est engagée la feuille, la tôle est soulevée et s'égoutte entre les rouleaux.

Le zinc est le dernier métal que l'on puisse employer pour revêtir à chaud les pièces métalliques. Son point de fusion élevé exige que l'on chauffe les bains au voisinage de 500°. Dans ces conditions, les pièces écouées ou trempées subissent un recuit ou un revenu qui en affaiblit la résistance. Les pièces se déforment et, dans certains cas, il est nécessaire de recourir à d'autres procédés.

Le moulage peut s'exécuter avec des alliages fusibles ou quelquefois avec certains amalgames et des métaux mous. L'art dentaire utilise peu les amalgames, mais l'or vierge.

De tous les alliages, le plus fluide fond vers 65°. Ces alliages fusibles correspondent aux eutectiques des métaux usuels les plus fusibles : étain, plomb, bismuth, cadmium. Parfois même, on y ajoute encore du mercure, mais il convient alors de prendre des précautions en chauffant ces amalgames, afin d'éviter l'intoxication mercurielle.

Électrolyse. — Le phénomène est trop connu pour que nous le rappelions ici. En général, les dépôts électrolytiques sont formés au moyen d'un courant séparé. Très rarement, l'électrolyse est obtenue par simple immersion d'un métal dans la solution d'un autre métal. Les épingles sont étamées par un

semblable procédé. Tout le monde sait qu'en plongeant une clef brillante dans un sel de cuivre, le métal se recouvre d'une couche rouge de cuivre; c'est le procédé utilisé en métallurgie pour produire le cuivre de cémentation. En général, les objets à recouvrir d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, de zinc, de fer, par électrolyse, sont placés comme cathodes sur un courant séparé. Au pôle positif sont placées des plaques du métal ou de l'alliage à déposer, ou même des métaux inattaquables. Les anodes solubles permettent de remplacer le métal déposé; mais la vitesse de dissolution n'est pas toujours aussi grande que celle de dépôt. Aussi est-il nécessaire d'ajouter goutte à goutte la solution qui sert d'électrolyte. Les crochets qui supportent les anodes sont plus vite attaqués que l'anode, s'ils sont du même métal. Il en résulte de graves inconvénients dans le nickelage, par exemple. Pour rendre les dépôts réguliers, on s'est efforcé de disposer les anodes autour des cathodes de manière à leur faire épouser leur forme, le plus souvent, on se contente d'agiter le bain.

Les dépôts ne sont pas toujours très cohérents. Pour augmenter leur adhérence, de nombreuses formules ont été proposées: dans les meilleures, on a eu recours à des sels complexes que le courant décompose plus difficilement. En général, il convient d'employer le plus faible voltage possible. De la gélatine a été ajoutée pour augmenter la viscosité; des matières organiques, du tannin, du suc de réglisse sont ajoutés dans les bains de zingage. Enfin on a utilisé les ferments. Seules, la dorure et l'argenture sont exécutées presque de la même manière qu'autrefois.

Le *bronze imitation* est obtenu en déposant du cuivre sur du zinc et en dorant ou en argentant la couche de cuivre. Suivant les cas, le dépôt d'or est brillant ou mat. Le moulage en zinc est décapé au moyen d'eaux-fortes neuve et vieille, puis placé dans de grands bacs remplis de sulfate de cuivre légèrement acide. Les objets sont simplement suspendus par des crochets au milieu du bain et sur les parois sont disposées les cathodes en cuivre. Quoiqu'il n'y ait aucune agitation, à cause de la grande distance des moules par rapport aux cathodes et surtout du faible dépôt à former, les formes sont à peu près conservées.

Pour avoir un dépôt mat, il suffit, après avoir retiré les pièces du bain de cuivre, de les laver et de les dorer. Le dépôt est brillant, quand on décape les pièces à l'acide. On utilise pour cela, en général, les pièces qui ont été retirées des bains de cuivre, dont la production est plus élevée que celle du bain à dorer. Le dépôt de cuivre galvanique s'oxyde facilement et il est nécessaire de décaper à nouveau pour dorer ou argenter.

Après décapage, les objets sont placés dans une passoire, s'ils sont de petite taille, accrochés à une tringle ou encore suspendus à des crochets de plus

grande taille et plongés dans le bain de cyanure (fig. 1 et 2). L'autre pôle, l'anode, est rarement constituée par une anode soluble, lame d'or, mais, le plus souvent, par une lame de platine. La surface de l'anode n'est que de trois à quatre centimètres carrés alors que les objets à dorer présentent une surface trois ou quatre cents fois plus grande. Au bout de peu de temps, une à deux minutes tout au plus, et, c'est à l'habileté de l'ouvrier que toute la réussite de



Fig. 1. — Bain de dorure.

l'opération est due, les objets sont dorés avec des traces d'or. La dorure du trait peut être exécutée par électrolyse.

Dans l'argenture, le dépôt est un peu plus épais et s'obtient par un procédé analogue. Mais alors que les fabricants de trait ont réussi depuis longtemps à dorer le trait au passage par électrolyse, l'argenture n'a jamais pu être réalisée dans les mêmes conditions. Le problème est encore à résoudre. Il est vrai que l'or présente sur l'argent les avantages suivants : le poids déposé par ampère est plus considérable, sa couleur est plus intense et il est généralement déposé sur des métaux ou des alliages colorés en rouge (cuivre) ou en jaune (laiton, bronze).

Il sera peut-être possible d'argenter au passage des fils étamés ou amalgamés dont le fond blanc empêchera d'apercevoir l'insuffisance de la couche.

Le cuivre peut être déposé en solution acide, en solution alcaline (cyanure

alcalin) ou en solution légèrement ammoniacale. Dans certains cas, il est absolument nécessaire d'employer les solutions alcalines. Depuis quelques années, on s'est efforcé de réserver certaines régions dans les pièces à cémenter au moyen d'un dépôt de cuivre. Ce métal ne se combine pas au carbone aux températures relativement basses ; il ne fond qu'à 1 050°. Or, la cémentation s'obtient entre 800 et 980°. Il est donc possible de protéger certaines parties. Pour cela, les pièces sont polies, vernissées, partout où le carbone doit diffuser dans le

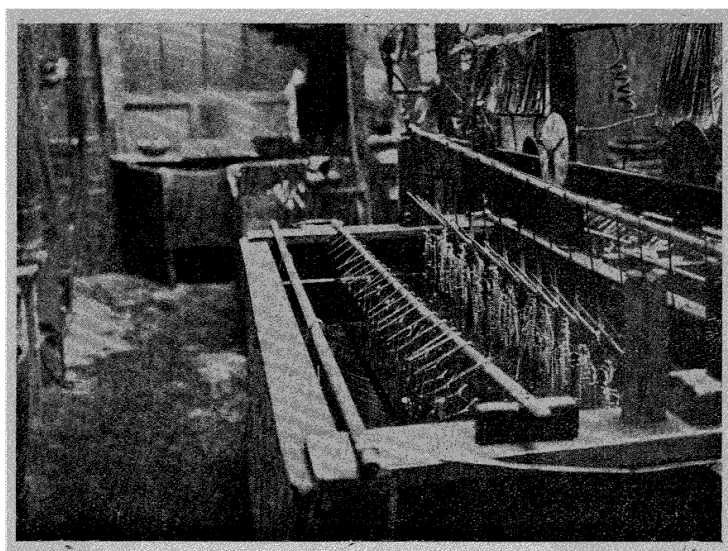


Fig. 2. — Bain d'argenteure.

fer et les parties, qui doivent rester plastiques, sont recouvertes de cuivre par électrolyse dans un bain de cyanure. En un quart d'heure ou vingt minutes, le dépôt est suffisant. En général, l'opération réussit. Il est évident qu'il ne faut pas chauffer jusqu'au point de fusion du cuivre.

Le laiton est déposé presque aussi souvent que le nickel. Il sert parfois de lubrifiant sur certains alliages trop durs pour les filières.

Le nickel est déposé en solution ammoniacale sur les grands objets dans de grands bacs (fig. 3 et 4) analogues aux bains de cuivre et, dans des tonneaux, comme celui qui est représenté par les figures 5 et 6, pour les petits objets. Les dépôts de nickel n'adhèrent bien que sur les objets bien décapés. Le nickelage exécuté sur un ancien nickelage, même dépoli, tient peu. Les dépôts de nickel doivent être polis au gratte-bosse. Les figures 7 et 8 représentent un atelier et

des tours de polissage. Le nickel est également employé pour augmenter la dureté.

Les grains de plomb de chasse sont nickelés pour augmenter leur force de pénétration. A Saint-Étienne, les plombs sont nickelés en les plaçant dans un tonneau à mailles ordinaires, parce que les mailles trop fines opposeraient une grande résistance au courant et amèneraient rapidement l'obstruction totale.

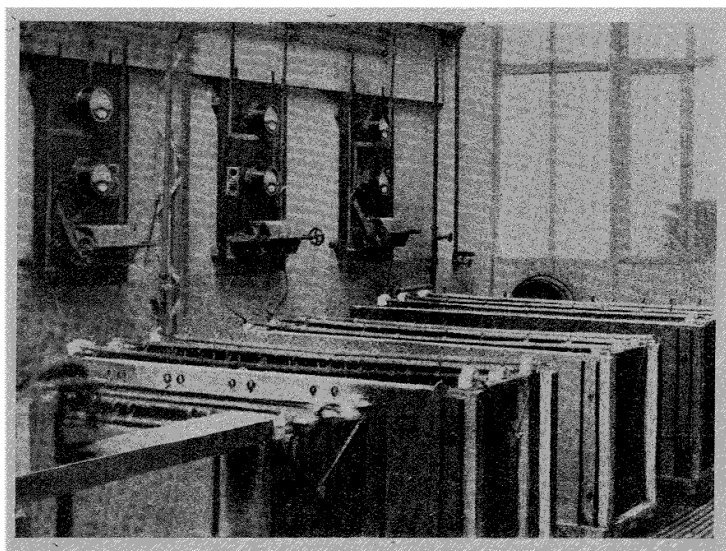


Fig. 3. — Atelier de nickelage.

Pour éviter que les plombs ne s'échappent de tous côtés, un feutre, perméable à l'électrolyte, enveloppe le tambour conducteur.

C'est également pour augmenter la dureté des planches de cuivre qu'on procède à leur *aciérage*. Ce terme désigne, improprement d'ailleurs, le dépôt de fer que l'on obtient pour éviter d'user le cuivre trop mou.

Les dépôts de zinc se font dans de grandes cuves agitées par l'air comprimé. Pour les petits objets, on emploie un tonneau ouvert par un fond et disposé comme le calice d'une fleur. L'axe de rotation est légèrement incliné pour forcer les petits objets à rouler sur eux-mêmes. Le courant arrive par le liquide et traverse les objets à zinguer qui touchent le fond du tonneau rendu conducteur, au moyen de lames de fer. La maison Pascalis, pour éviter les difficultés de nettoyage, a eu l'heureuse idée d'employer des tonneaux garnis de celluloïd.

C'est à elle que sont dues les deux applications nouvelles et fort ingénieuses de l'électrolyse dont nous allons nous occuper.

L'argenture des glaces et le cuirassement ou consolidation à l'aide d'un dépôt électrolytique de cuivre sont réalisés de la manière suivante.

La glace polie et préparée à la potée, comme d'habitude, est lavée ensuite à l'eau de source, puis à l'eau distillée. Sur la glace bien lavée est versée la solu-

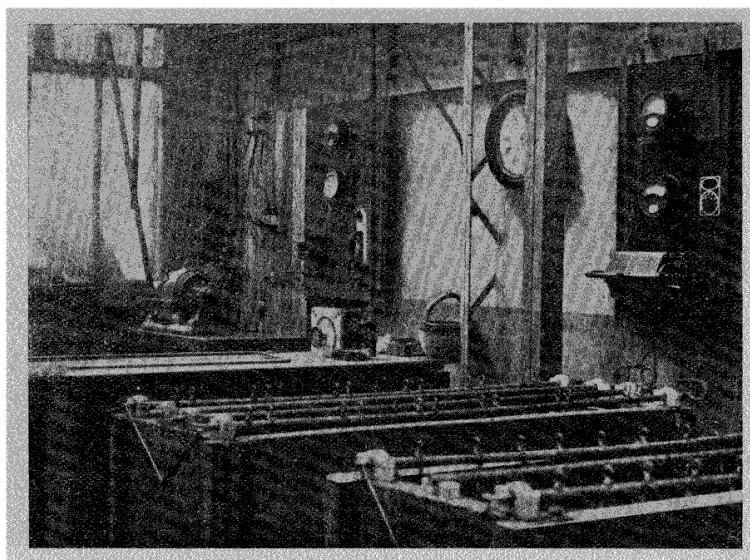


Fig. 4. — Bacs à nickelage.

tion alcaline d'argent que l'on additionne de sucre au moment de la verser. De nombreuses formules ont été indiquées.

La salle dans laquelle sont formés les dépôts d'argent doit être à une température assez régulière, de 20° environ ; la température est poussée plus haut, quand l'air est très humide. Pendant la réduction de l'argent et la formation du dépôt, l'ouvrier souffle avec un soufflet muni d'une large buse pour répartir régulièrement le liquide et, par suite, la couche d'argent.

Lorsque le dépôt de l'argent est complet, l'ouvrier, à l'aide d'une peau de chamois, enlève l'excédent de liquide, en laissant trainer sur la glace la peau tenue par ses deux extrémités. Pour obtenir une argenture solide, dans les glaces les meilleures, une seconde couche d'argent est déposée sur la première et dans les mêmes conditions.

Autrefois les glaces ainsi argentées étaient lavées, séchées puis vernies. Mais les vernis les meilleurs s'altéraient et la couche d'argent finissait par se désagréger.

Grâce à l'électrolyse, semblables inconvénients ont disparu. La glace humide encore et simplement débarrassée de l'excès de solution d'argent est placée dans un bain de sulfate de cuivre légèrement ammoniacal. En bain acide, ou avec les cyanures alcalins, le dépôt d'argent serait immédiatement

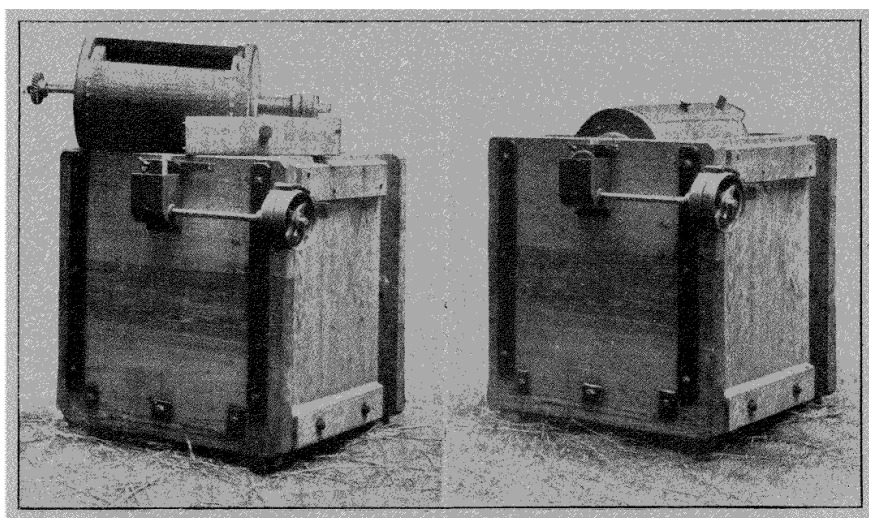


Fig. 5. — Tonneau à nickeler démonté.

Fig. 6. — Tonneau à nickeler monté.

attaqué et décollé. La formule du bain ammoniacal a été établie après quelques tâtonnements, mais les plus graves difficultés à vaincre consistaient à amener le courant à la mince pellicule d'argent sans la déchirer.

Pour apprécier la minceur d'une telle couche, il n'y a qu'à se représenter le faible poids d'argent déposé, 3 g à peine par mètre carré, dans les dépôts les plus épais, obtenus par deux réductions d'argent, soit une épaisseur de 27/1000 de millimètre.

En Allemagne, la solution du problème avait été réalisée de la manière suivante. Une série de crampons, placés tout le long des bords sur les grands côtés de la glace et serrés avec modération, servaient à amener le courant. L'opération, comme on le voit, est assez longue; elle présente en outre l'inconvénient de ne pas assurer une grande régularité dans le dépôt. Très épais sur

les bords, tout autour et le long des crampons conducteurs, le dépôt va en s'amincissant au centre, là où, précisément, il est nécessaire d'avoir une assez forte épaisseur.

Malgré cet inconvénient, le cuirassement de l'argenture au moyen d'un dépôt électrolytique de cuivre présentait une grande amélioration sur le simple vernissage. La couche d'argent était mieux protégée et le blanc de l'argent était renforcé par le dépôt métallique.

Le pouvoir réflecteur était ainsi augmenté. Mais, pour rendre le procédé

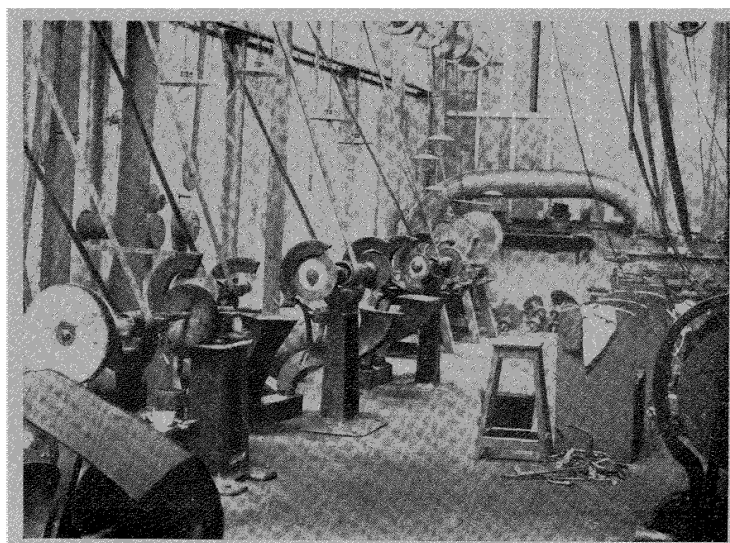


Fig. 7. — Atelier de polissage.

vraiment industriel, il fallait réaliser des conducteurs pouvant se placer rapidement et sans détériorer la couche d'argent.

MM. Declère, Grézy et Pascalis y sont arrivés à l'aide de dispositifs très ingénieux. Le courant est amené à la couche d'argent au moyen de peignes dont chaque dent est formée d'une tige de laiton à extrémité arrondie. Les tiges glissent à frottement doux dans une gouttière et chacune d'elles forme une dent du peigne. Elles se relèvent dès qu'elles arrivent au contact de l'argent déposé sur la glace et l'opérateur est ainsi averti que les contacts sont établis (fig. 9 et 10).

A travers les tiges de laiton circule l'électrolyte qu'une pompe rotative envoie avec énergie dans un système de chicanes. La nappe qui en sort est dirigée exactement sur la glace.

Pour éviter que les tiges de laiton ne se recouvrent de cuivre et n'arrivent en accroissant constamment leur diamètre, premièrement, à peser trop lourd et à érailler la mince pellicule d'argent et, deuxièmement, à gêner la circulation de l'électrolyte, elles sont trempées dans une substance isolante (cérésine) et l'extrémité arrondie est seule mise à nu.

Lorsque les peignes ont été placés sur deux bords opposés de la glace à cuirasser (fig. 11) le courant est établi au moyen de la pompe qui refoule la



Fig. 8. — Polissage.

solution de cuivre dans le bac à électrolyse jusqu'à ce que son niveau atteigne les anodes en cuivre rouge, disposées parallèlement et dans toute la longueur de la glace (fig. 12).

La densité de courant employée est de 20 à 30 ampères par mètre carré et la tension utilisée est voisine de 4 volts.

Dans ces conditions le dépôt nécessaire pour protéger la couche d'argent est obtenu en vingt minutes. Mais si les peignes étaient laissés dans leur position initiale, il arriverait que l'argent ne serait pas recouvert de cuivre partout où ont porté les pointes. Aussi change-t-on les peignes de place au bout de dix minutes, afin que le dépôt de cuivre se produise sur toute la surface.

Lorsque le dépôt est suffisamment épais, au bout de vingt minutes en général, le courant est interrompu de la même manière qu'il a été fermé, mais cette fois beaucoup plus rapidement, en vidant la cuve.

La glace est lavée par un simple jet d'eau, retirée, séchée et vernie.

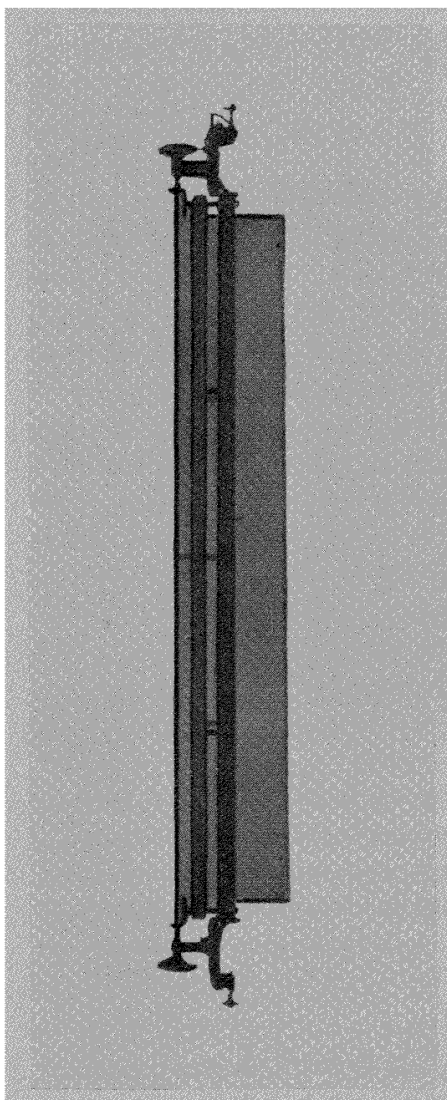


Fig. 9. — Peigne.

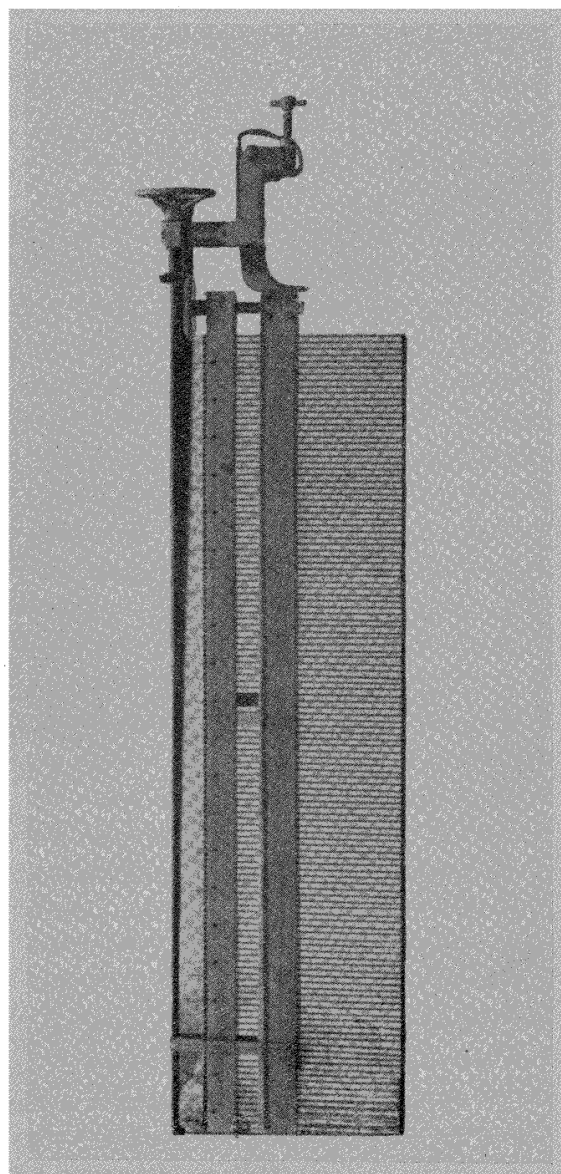


Fig. 10. — Détails du peigne.

La solution ammoniacale de cuivre est filtrée au moment où la cuve est brusquement vidée, par passage dans un grand cylindre formé d'une toile très

serrée et dont la capacité atteint un mètre cube. Pendant l'électrolyse la pompe refoule le liquide, sans passer par le filtre, à cause de la lenteur de la filtration.

Pour aviver les extrémités des tiges de laiton sur lesquelles pourraient se former des dépôts spongieux de cuivre ou même simplement du cuivre facilement oxydable et vite oxydé, on les place dans le bain et on renverse le courant

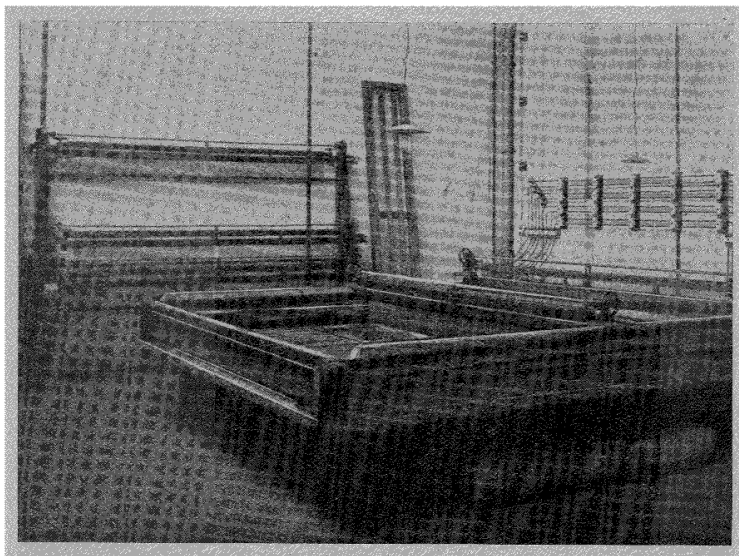


Fig. 44. — Glace avec peigne au contact.

de manière à les faire fonctionner comme anodes. Le cuivre déposé se dissout et le laiton apparaît.

Une autre application intéressante de l'électrolyse est la *sténogravure*. Le procédé appliqué, il y a quelques années, en Alsace à Wesserling, puis à Rouen, et qui consiste à graver les rouleaux de cuivre au moyen de réserves successives dans le métal, vient d'être transporté dans le domaine de la gravure. Le dessin ou l'écriture à reproduire sont imprimés avec une encre spéciale qui peut adhérer au cuivre. Le papier imprimé est placé sur le rouleau à graver; l'encre est fixée et après enlèvement du papier, le rouleau de cuivre est placé dans une solution alcaline de stannate et de pyrophosphate. L'étain se dépose. Le cuivre est dissous après élimination de l'encre et le dessin ou l'écriture sont ainsi gravée en creux ainsi qu'il est possible de le voir sur les figures ci-jointes (43 et 44).

Les procédés électrolytiques ont, comme on le voit, atteint un grand degré

de perfection ; mais, comme l'industrie des revêtements à l'aide des métaux en fusion, ils présentent eux aussi des dangers. La gale ou l'eczéma du nickel que produisent certains bains de nickelage, la morsure des liqueurs alcalines, les odeurs dégagées par les bains de cyanure ne sont pas sans causer des accidents.

En outre, les dépôts ne peuvent pas atteindre une grande épaisseur et, pour assurer leur ténacité et leur régularité, il faut recourir à des sels complexes, à l'agitation des bains ou à la rotation des cathodes. Parfois même il faut disposer

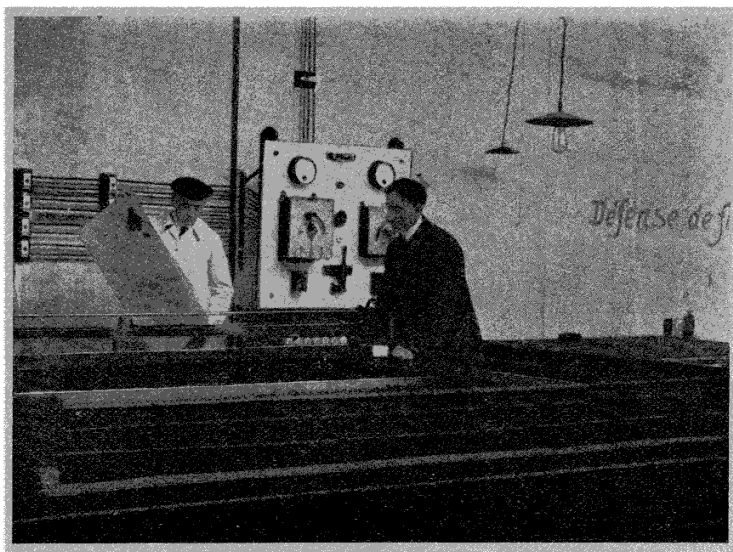


Fig. 12. — Enlèvement de la glace.

des anodes qui épousent la forme des cathodes, comme il arrive, pour galvaniser des tubes, des mouleaux à glace et, malgré ce dispositif, l'empatement se produit dans les espaces rapprochés des anodes, alors que les parties rentrantes, où devrait se produire l'accumulation de métal, sont celles qui en contiennent le moins.

Sur les parties extérieures l'inverse se produit ; les pointes et les angles reçoivent en plus grande quantité l'apport des molécules métalliques entraînées par le courant.

Voici l'image (fig. 15) d'une cathode obtenue dans un bain incomplètement agité, alors que l'épaisseur n'atteint même pas 2 mm près de la surface du bain, elle dépasse dans le bas 18 mm. Ce fait est expliqué par suite de l'accroissement de densité des solutions vers le bas ; mais il m'a paru que l'explication était insuffisante et j'ai cherché à analyser le phénomène du dépôt cathodique avec anodes insolubles et anodes solubles.

Dans tous les traités de physique à propos du magnétisme se retrouvent

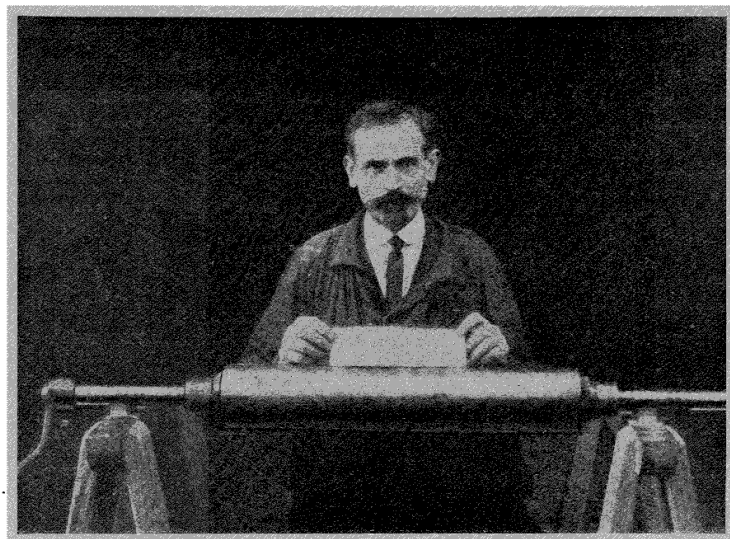


Fig. 13. — Enlèvement du papier après fixation de l'encre.

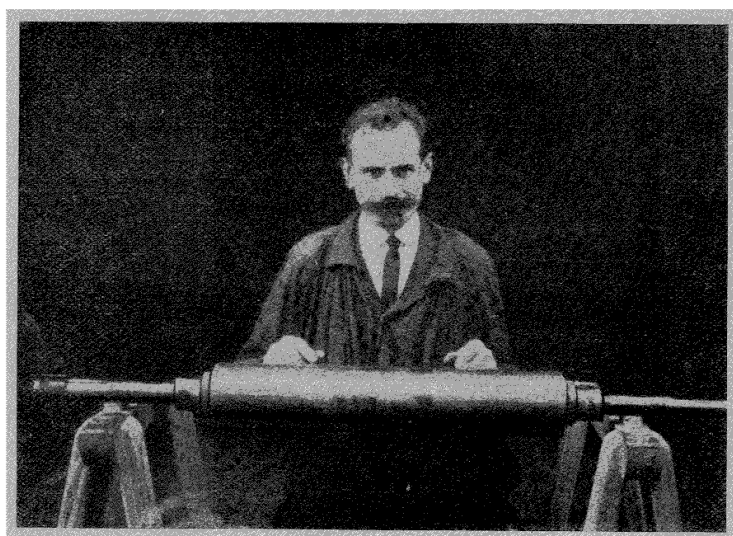


Fig. 14. — Dessin gravé sur le rouleau par électrolyse.

reproduits les dessins du docteur Gilbert, médecin de la reine Élisabeth, et du

Père Athanase Kircher, et, depuis notre prime jeunesse, nous sommes familiarisés avec les spectres magnétiques, représentant des lignes de force, idée que le grand Faraday devait si bien utiliser. J'ai cherché si un tel spectre avait été déterminé pour l'électrolyse. Les recherches d'Hittorf sur la différence de concentration en acide et en métal aux deux pôles, les vitesses de déplacement et d'autres phénomènes d'une très grande importance ont été mesurés; mais jus-

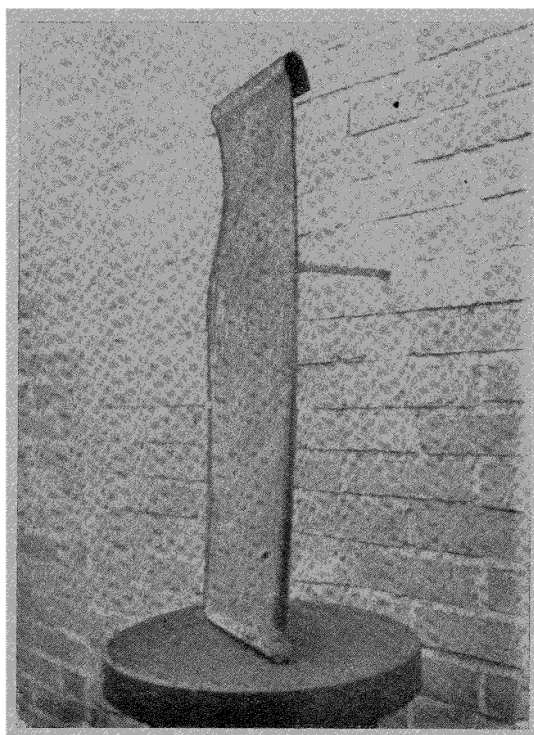


Fig. 45. — Cathode obtenue dans un bain peu agité.

qu'où s'étend l'action d'une pointe, d'une tige, d'un disque? A quel moment le dépôt commence-t-il à se produire sur chacune des deux faces? Quelle forme prend le dépôt dans un électrolyte non agité?

Ne trouvant aucune réponse à toutes ces questions, j'ai dû procéder à des essais systématiques. En réduisant le temps de l'électrolyse de 2 minutes à quelques secondes, en modifiant le voltage, la densité de courant, j'obtins des résultats un peu surprenants au début, mais qui s'expliquent aisément, en rapprochant divers phénomènes entre eux.

Les figures 16, 17, 18 et 19 représentent les clichés obtenus en photographiant les résultats de l'électrolyse.

La présence de ces couches alternées ne fut pas sans m'intriguer. Je procédais au dosage systématique du cuivre déposé dans chacune des zones, et après quelques essais, je pus établir que le phénomène correspond à celui d'ondes amorties sur une surface rigide, ainsi qu'il arrive pour des poussières projetées par un courant d'air, pour des grains de sable entraînés par une veine liquide. Ces dépôts sont dus à un bombardement moléculaire. Quand le phénomène se prolonge, les dunes se comblent et lentement le dépôt s'élève, en se rapprochant de l'anode. J'espère, en poursuivant cette étude, établir toutes les phases de ce phénomène curieux, et mettre en évidence l'influence de la force électromotrice, de la viscosité du milieu, de la composition de l'électrolyte, de l'agitation, etc., et surtout, avec l'aide de mon ami, notre collègue M. Gaumont, microcinématographier ces déplacements moléculaires.

Quoi qu'il en soit, ces premiers résultats expliquent la raison d'être de l'agitation des bains, de la forme spéciale donnée aux anodes, — en un mot de toutes les améliorations apportées aux procédés électrolytiques et que nous avons rappelées rapidement.

Procédé Schoop. — Ces résultats permettent aussi de rapprocher l'électrolyse d'un procédé en apparence fort dissemblable, la métallisation par le procédé Schoop. M. Schoop, ingénieur suisse, élevé à l'école de M. Edison, eut l'idée d'observer les marques métalliques, laissées sur les murs par les petits projectiles de plomb, lancés au moyen d'une carabine. Il se demanda s'il ne serait pas possible de projeter violemment de fines poussières métalliques pour les amener sous la violence du choc à un état pâteux, voisin de la fusion, et les forcer à adhérer à la surface bombardée. Depuis quelque temps, les Américains ont remplacé le pinceau du peintre par un jet violent de gaz qui colle les matières colorantes contre les parois à peindre. M. Schoop chercha à réaliser pour les métaux en poudre fine un appareil analogue à l'aérographe employé pour les peintures.

Il est intéressant de suivre l'évolution de cette ingénieuse invention qui, après s'être heurtée à de grandes difficultés et avoir procuré de nombreux déboires à ses premiers partisans, est enfin entrée depuis quelques mois dans la voie du succès et menace d'une concurrence redoutable les anciens procédés. Cette évolution a présenté trois stades distincts.

Au début, M. Schoop chercha à pulvériser un métal fondu en le laissant couler d'une manière continue devant une buse étroite, d'où s'échappait un violent courant d'air ou de vapeur. La détente du gaz refroidit les molécules

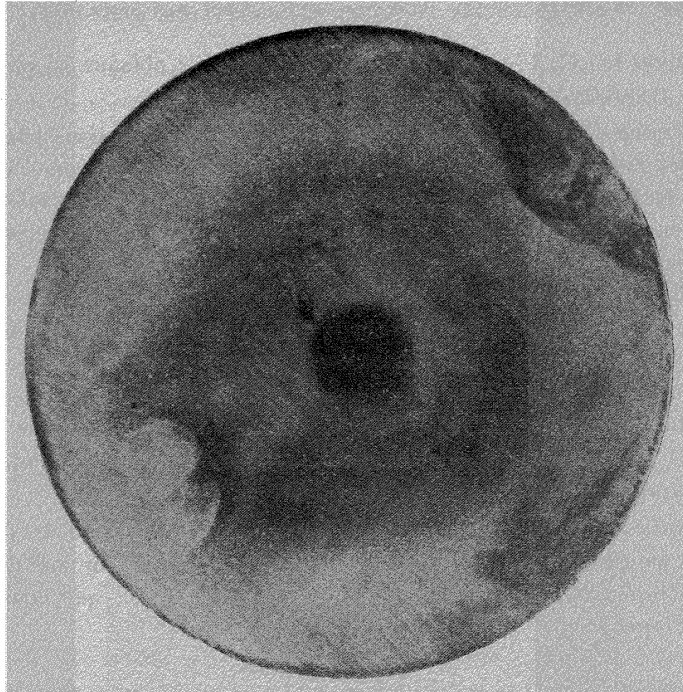


Fig. 16.

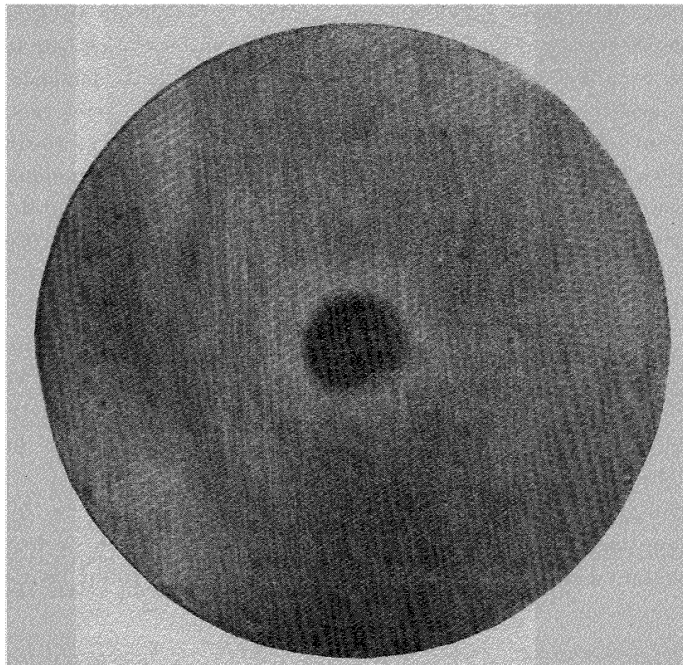


Fig. 17.

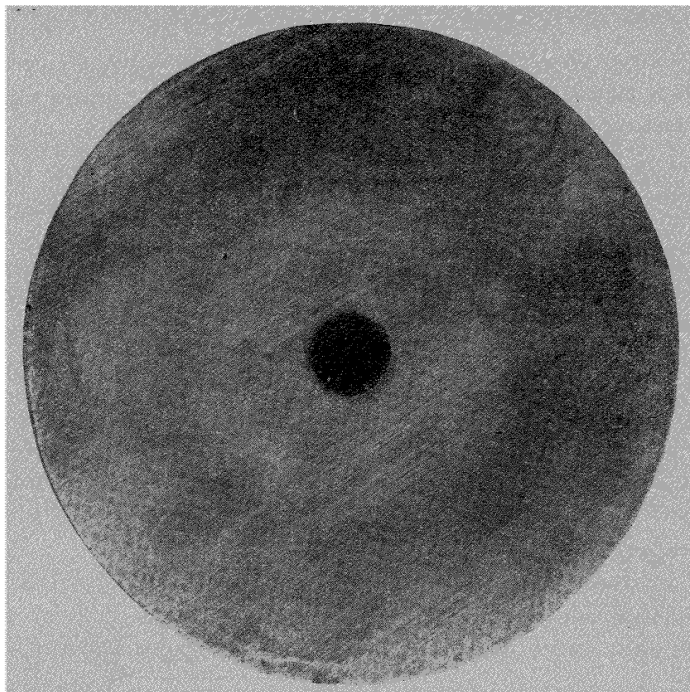


Fig. 18.

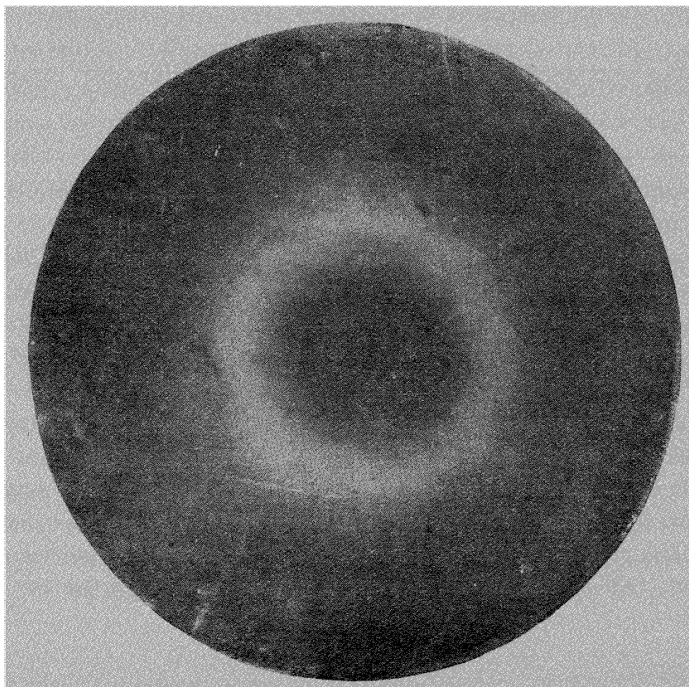


Fig. 19.

liquides et forme un brouillard métallique qui est emporté avec violence contre les objets à métalliser. La disposition schématique qu'il a tracée rappelle le principe bien connu des vaporisateurs, comme on peut le voir (fig. 20).

Les gaz en s'échappant des réservoirs et sous une pression réglée au moyen d'un manomètre *b*, sont réchauffés à l'aide du réchauffeur *c*; ils viennent, d'une part, refouler le métal fondu dans le creuset *e* et, d'autre part, pulvériser le métal qui s'écoule en un mince filet. Les fines particules, refroidies par la détente, forment un brouillard qui se dépose avec une très grande adhérence sur les objets à métalliser. A cause de la basse température de ce brouillard,

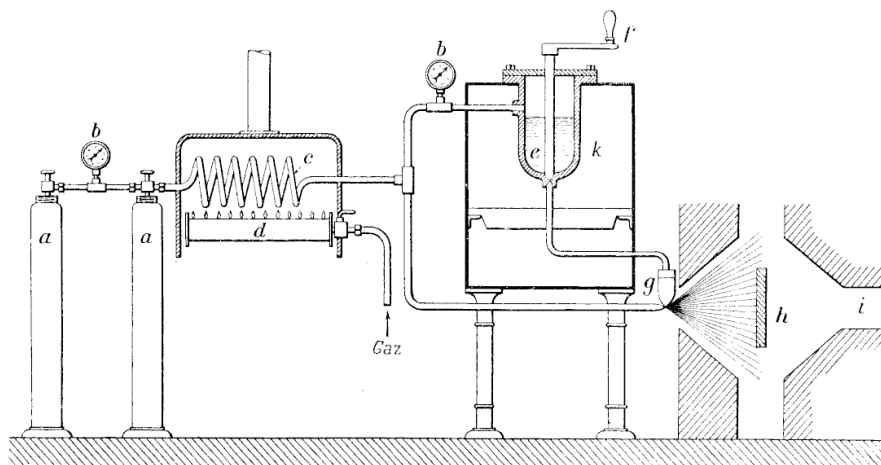


Fig. 20. — Pulvérisation des métaux fondus.

il est possible de métalliser des objets très délicats ou facilement combustibles. Tous les métaux, fusibles dans les conditions indiquées, peuvent être projetés et il est à noter que les revêtements d'aluminium, impossibles à obtenir, par fusion, à cause du haut point de fusion de ce métal, ou par électrolyse, à cause de sa grande oxydabilité, sont réalisés par le procédé Schoop avec une extrême facilité. Aussi M. d'Arsonval pouvait-il, en avril 1910, laisser entrevoir le brillant avenir réservé à la métallisation par le procédé Schoop.

Il convient de signaler au point de vue scientifique que les dépôts, fournis par les alliages eutectiques, seuls, présentent la même composition que les métaux fondus. Avec tous les autres alliages, l'hétérogénéité est d'autant plus grande que leur composition s'éloigne plus de l'eutectique. Il faut en outre utiliser des gaz purs et inertes pour éviter l'oxydation, même avec les métaux facilement fusibles. Les dépôts d'étain, pur, pulvérisés avec des gaz inertes,

forment un miroir brillant alors que par l'emploi de l'air comprimé ou même de la vapeur d'eau, les dépôts sont ternes.

Le plus grave inconvénient, présenté par une telle installation, était de n'être pas transportable. Or, l'une des principales applications semblait devoir être la métallisation sur place, de ponts, de passerelles ou de coques de bateaux. Pour remédier à cet inconvénient, M. Schoop songea à utiliser les métaux réduits en poudre fine et à les bombarder au moyen d'un violent courant d'air, comme le sont les peintures en Amérique avec l'aérographe. Les procédés d'étamage et de zingage rapides avec des poudres d'étain ou de zinc, très ténues, ne furent pas non plus sans l'influencer.

Les poudres métalliques, à un très grand état de ténuité, présentent, en effet, toutes les apparences d'un liquide. Ces particules extrêmement fines roulent les unes sur les autres, comme le feraient des gouttes de liquide, elles s'étalent avec la même facilité, et se soudent sous l'influence d'efforts très faibles.

On y arrive, par exemple, en mettant ces poudres en suspension dans du chlorure de zinc acide et en étalant cette émulsion sur la place à métalliser. En chauffant très légèrement et en frottant avec un linge, on réussit à étamer ou à zinguer.

Avec le procédé de M. Rosenberg, il n'est même plus nécessaire de chauffer. Il se produit une sorte d'électrolyse au contact de la paroi métallique et un simple frottement suffit pour produire un dépôt métallique.

M. Schoop pensa sans doute qu'il pourrait, à l'aide d'un bombardement énergique, amener presque à leur point de fusion, tout au moins à l'état pâteux, les poussières métalliques et les coller ainsi énergiquement sur la surface à métalliser. Les premiers essais réalisés avec l'appareil cyclone répondirent à ses espérances. L'appareil présente l'aspect ci-contre (fig. 21).

Les poussières, entraînées par un violent courant d'air, sont réchauffées par un passage à travers la flamme d'un chalumeau et projetées avec violence. Pour ce faire, le gaz est d'abord allumé en 2; à l'aide du pointeau 3, on règle l'entrée de l'air de manière à assurer une combustion complète du gaz. Puis, les robinets 3 et 4 et le gaz sont ouverts successivement de manière à maintenir toujours la flamme et à entraîner les poussières par le tourbillon d'air, arrivant au bas du tube 5.

Au point de vue technique, l'utilisation des poussières ne fut pas un progrès et cette tentative marqua un recul dans l'invention. Les poussières métalliques sont imprégnées de matières grasses puisqu'elles sont obtenues après laminage de feuilles très minces par superposition et battage de ces feuilles,

après addition de graisse. Cette matière grasse brûle et empêche l'adhérence.

Au point de vue commercial, l'opération était déplorable puisque l'on parlait d'un produit très coûteux; mais M. Schoop devait prendre sa revanche et, à cette période malheureuse, allait succéder une ère nouvelle, quand l'inventeur eut l'idée de fondre les métaux en fils et de projeter le liquide ainsi obtenu.

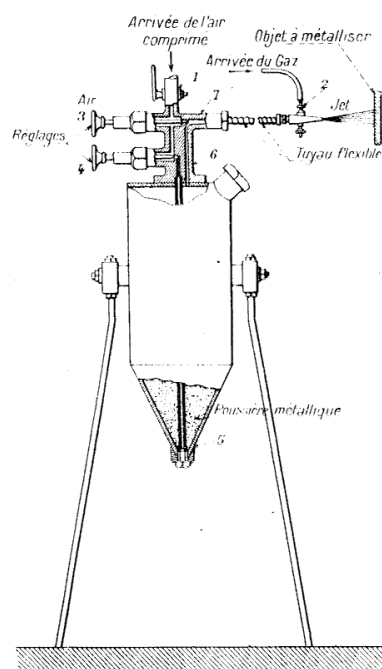


Fig. 21. — Appareil cyclone.

Les appareils qui servent à réaliser le phénomène présentent l'aspect d'un pistolet, comme on peut le voir (fig. 22 et 23). Le fil est entraîné au moyen d'une turbine 6 qui est mise en mouvement par la simple détente du gaz (fig. 24 et 25). Il passe (17) à travers l'axe central de la buse 1 d'un chalumeau. Lorsque le dard du chalumeau est convenablement réglé, l'air est envoyé par les orifices annulaires 7 sous une pression de 5 kg, si l'installation est branchée sur les canalisations de l'air comprimé de certaines villes ou, sous les pressions de 7 à 8 kg fournies par les compresseurs. Le métal fondu, sous la violence du choc, se transforme en une poussière dont la température est très basse et que le courant d'air entraîne avec force. Les figures 26 et 27 montrent l'appareil prêt à fonctionner et en fonctionnement.

Les dépôts obtenus peuvent être très adhérents, même sous une forte épaisseur ; ils peuvent également se détacher des surfaces rigoureusement polies ou huilées pour fournir des moulages irréprochables. Ce procédé, sous

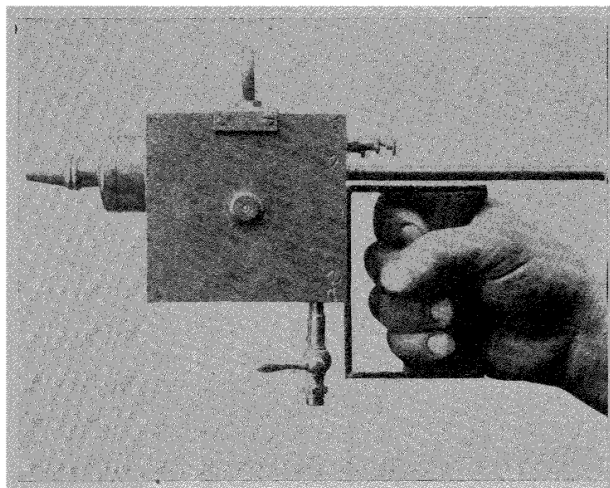


Fig. 22. — Appareil pistolet.

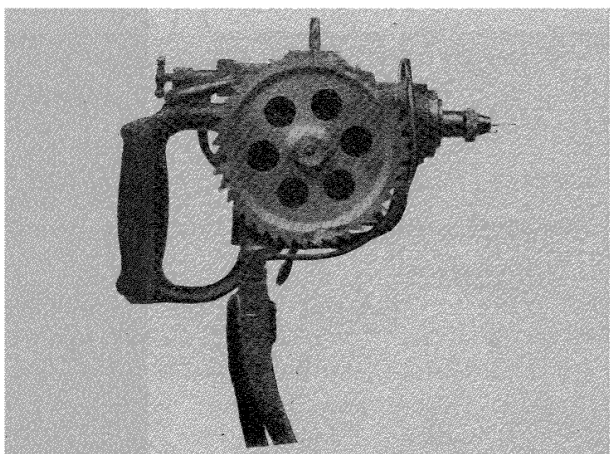


Fig. 23. — Appareil pistolet, autre forme.

cette forme élégante et pratique, est susceptible de toutes les applications si bien indiquées par M. d'Arsonval en avril 1910. Il serait trop long de les énumérer toutes en détail et je me contenterai d'en examiner quelques-unes, celles qui m'ont particulièrement intéressé.

J'ai été conduit à examiner les dépôts obtenus par le procédé Schoop en vue de l'étude de l'écrouissage qu'a bien voulu me confier la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et aussi dans le but d'obtenir un dépôt con-

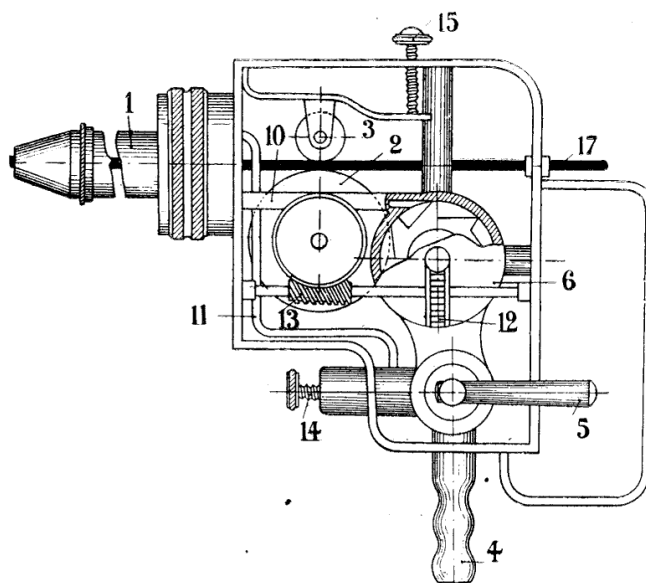


Fig. 24.

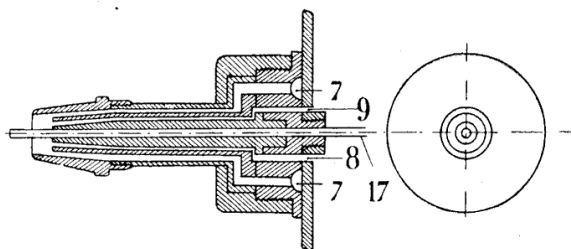


Fig. 25.

tinu à l'intérieur des bombes calorimétriques de grande capacité, destinées à doser le soufre dans les carburants.

Les dépôts Schoop sont très durs d'après les recherches du Laboratoire confédéral de Zurich. Les chiffres obtenus

Étain fondu	9,6
Étain pulvérisé.	14,2

par l'essai à la bille de Brinell montrent donc que ces dépôts sont fortement

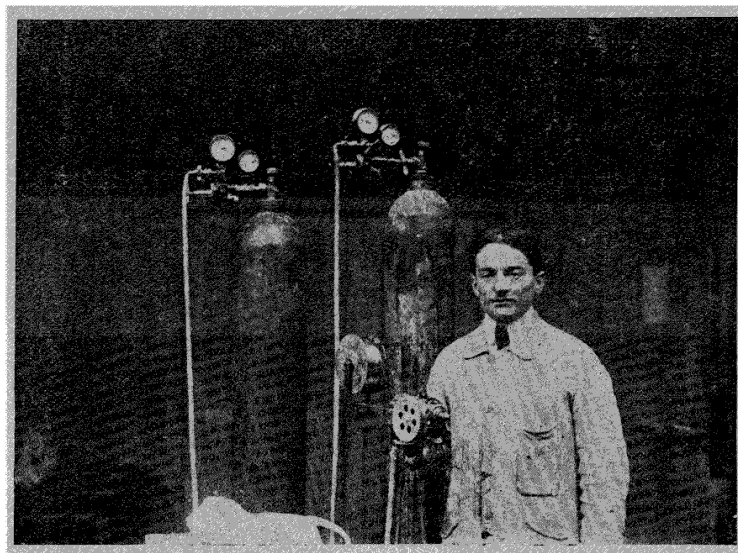


Fig. 26. — Appareil prêt à fonctionner.

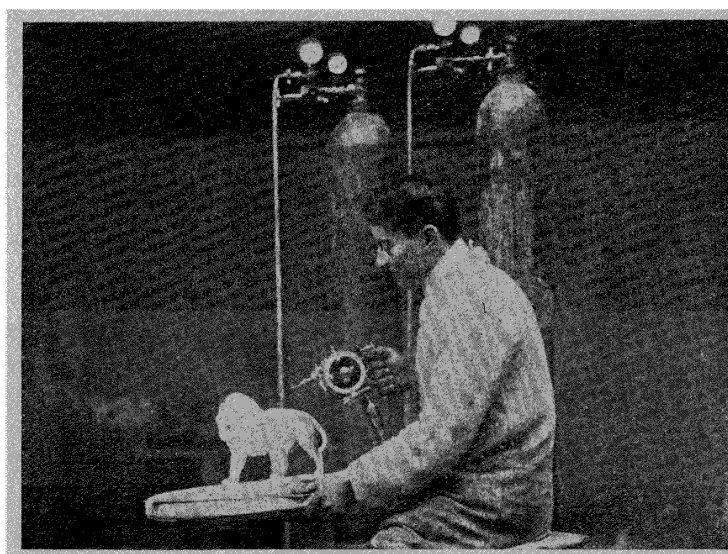


Fig. 27. — Métallisation.

écrouis. En cherchant à mesurer dans diverses directions, la dureté à l'aide d'une

Tome 120. — 2^e semestre. — Décembre 1913.

40

molette, pour rechercher si l'écrouissage se produisait d'une manière uniforme ou s'il était plus fort dans certaines directions privilégiées, en d'autres termes, si l'écrouissage est une propriété dirigée de la matière, je fus conduit à construire un appareil qui me permettait de déterminer avec précision les empreintes légères dues à des pressions très faibles. Les empreintes obtenues avec des pressions élevées sont la résultante de trop de facteurs divers pour pouvoir en dégager des conclusions fermes dans une étude délicate. Avec les fortes pressions interviennent, en effet, l'écrouissage du métal, la déformation de la bille, la vitesse de l'opération, le temps pendant lequel agit la bille. J'avais été conduit à n'examiner que les empreintes superficielles en écartant le plus possible les causes d'erreur, par exemple, l'écrouissage superficiel dû au polissage, à l'aide d'une attaque légère aux acides, la déformation de la bille, en opérant, non pas avec du verre, dont la composition est fort variable, ni avec un acier de nuance souvent indéterminée, mais avec une substance toujours identique à elle-même et ne variant presque pas en dureté ni en dimensions, sous l'influence d'écarts de température atteignant quelques centaines de degrés, le *quartz fondu*.

J'aurais pu prendre tout aussi bien de l'alumine, de la zircone, mais le choix du quartz me parut plus pratique. J'ai pu m'assurer ainsi que les dépôts étaient beaucoup plus durs que les fils utilisés. Les résultats obtenus seront indiqués dans un mémoire spécial consacré à l'écrouissage et où je me suis efforcé de déterminer si l'écrouissage est dû à un équilibre nouveau des molécules ou à une modification allotropique des métaux.

J'ai été encouragé à poursuivre ces recherches grâce aux beaux travaux de M. Hanriot, qui a montré l'influence de l'écrouissage par la bille. Je suis en tout cas heureux d'indiquer que, conformément à la définition de l'écrouissage, donnée par ce distingué savant, les dépôts obtenus par le procédé Schoop subissent l'influence du recuit, comme des métaux écrouis.

Pour éviter l'oxydation des bombes calorimétriques, quand on y brûle des carburants, j'ai utilisé les seaux en biscuit proposés par M. Mahler, mais à chaque essai le vase en biscuit était rompu; une couche d'or déposée sur du cuivre, l'étamage par fusion ne protégeaient pas non plus l'acier. J'essayai d'appliquer le procédé Schoop qui me donna toute satisfaction jusqu'à ce qu'un accident assez grave rendit inutilisable la bombe métallisée.

Etude des dépôts. — Les dépôts obtenus par le procédé Schoop sont d'autant plus résistants et plus souples qu'ils sont plus minces. Mais leur résistance n'est pas négligeable.

	Épaisseur. millimètres.	Résistance à la rupture en kilogrammes par millimètre carré.	Allongement p. 100.
Aluminium.	{ 0,4	2,74	4,2
	{ 0,7	2,12	0,6
Cuivre.	{ 0,4	3,22	0,4
	{ 0,8	2,76	»

Après recuit les éprouvettes de cuivre ont présenté les résistances et les allongements suivants :

	millimètres.	kilogrammes par millimètre carré.	
Cuivre.	{ 0,4	4,87	1,2
	{ 0,8	4,18	0,9

L'épaisseur influe, en effet, sur la résistance et sur la nature du dépôt, le

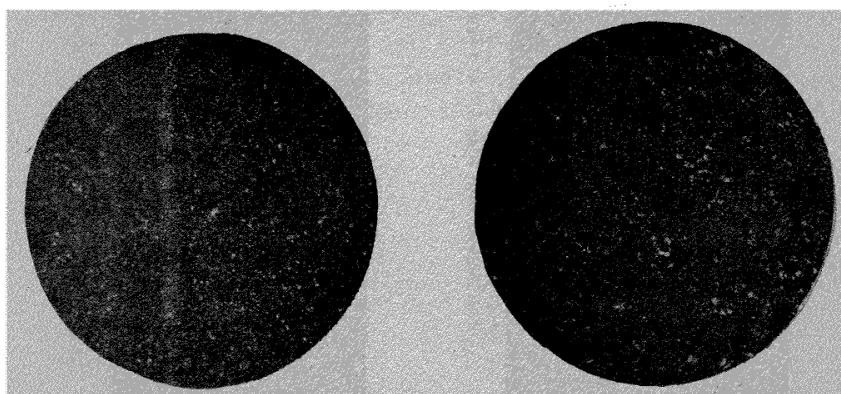


Fig. 28.

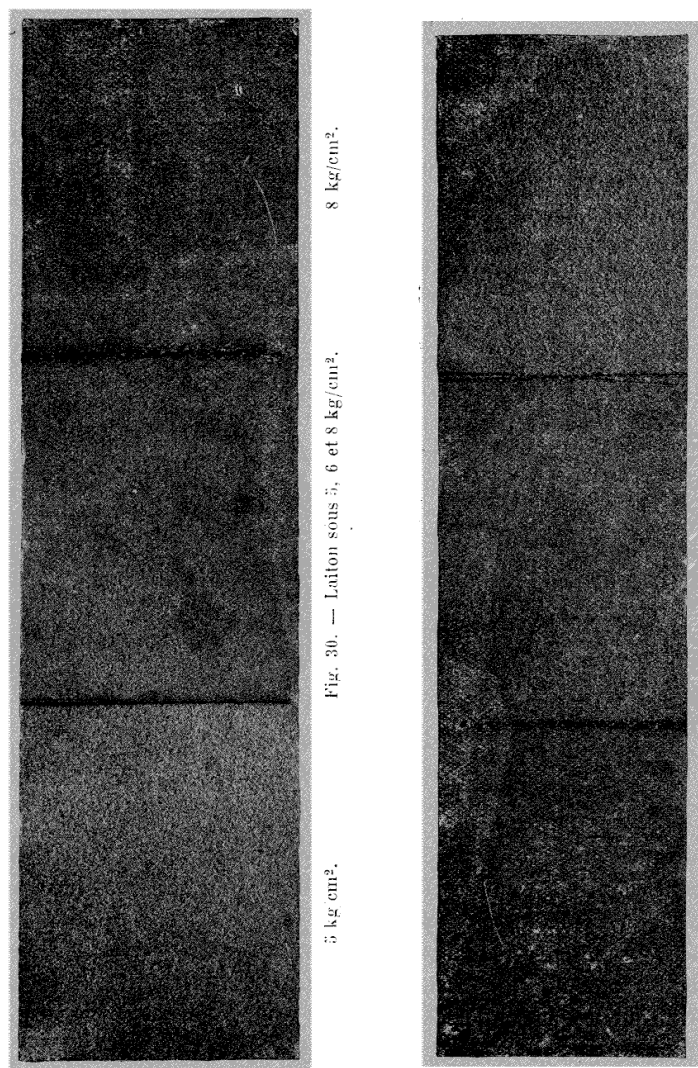
Fig. 29.

grain est d'autant plus fin que la surface choquée est plus résistante. Les deux photographies suivantes montrent l'aspect des grains de zinc au contact du verre (fig. 28) et sur la surface (fig. 29). Les premières couches sont matelassées et il serait peut-être nécessaire d'augmenter la force de projection, en élevant la pression au fur et à mesure que se forme le dépôt pour obtenir toujours le même grain, quelle que soit l'épaisseur.

Il est évident que la pression intervient et les photographies ci-jointes montrent la différence de grain, avec du laiton (fig. 30) sous 5, 6 et 8 kg/cm² de pression avec du bronze (fig. 31) sous 5, 6 et 8 kg/cm²; avec du cuivre (fig. 32) sous 5 et 8, avec de l'aluminium (fig. 33) et du zinc (fig. 34) sous les mêmes pressions.

La forme même de la buse et la position des orifices annulaires de sortie

présente une grande importance comme le montre la photographie (fig. 35)



obtenue sur deux dépôts réalisés sous la même pression, mais avec des appareils différents.

Enfin, il convient de tenir compte d'un autre facteur, la facilité d'oxydation. Les alliages peuvent aussi changer de composition si l'un des constituants est

plus oxydable que l'autre. Avec l'étain et le plomb, il n'y a aucun changement

FIL.		ZINC	
			Dépôt Schoop.
Plomb	0,68 p. 100	Plomb	0,64 p. 100
Fer	0,04 —	Fer	traces
Cadmium	traces	Cadmium	—
Soufre	néant	Soufre	néant
Cuivre	—	Cuivre	—
Étain	—	Étain	—
Antimoine	—	Antimoine	—

LAITON			
Cuivre	65,54 p. 100	Cuivre	66,10 p. 100
Plomb	0,39 —	Plomb	0,39 —
Zinc	34,03 —	Zinc	33,46 —
Nickel	néant	Nickel	néant
Fer	—	Fer	—
Étain	—	Étain	—

CUIVRE			
Cuivre	99,98 p. 100	Cuivre	99,98 p. 100
Oxygène	0,02 —	Oxygène	0,54 —
Fer	traces	Fer	traces
Soufre	néant	Soufre	néant
Arsenic	—	Arsenic	—
Antimoine	—	Antimoine	—
Étain	—	Étain	—
Plomb	—	Plomb	—
Zinc	—	Zinc	—
Nickel et cobalt	—	Nickel et cobalt	—
Bismuth	—	Bismuth	—

L'oxydation, insensible avec le laiton, apparaît avec le cuivre. Avec le fer et le nickel, les dépôts obtenus ne présentent pas toujours une adhérence suffisante : mais le dépôt de fer a peu d'applications. Avec le nickel, on a récemment réussi à former des couches très adhérentes.

Pour ces métaux ou pour les alliages réfractaires, il sera peut-être utile de recourir à l'azote que les procédés Claude permettent de préparer facilement.

L'acide carbonique ne semble pas diminuer l'oxydation, mais au contraire, la favoriser. Or, il ne se produit pas d'ozone, quand on utilise l'acide carbonique ; l'ozone produit avec l'air est refroidi par la détente du gaz ; il ne peut plus agir sur les métaux et une grande partie de l'oxygène de l'air est ainsi éliminée. Au contraire, l'acide carbonique, qui renferme plus d'oxygène que l'air, peut produire de l'oxyde de carbone et de l'oxygène très actif, au moment de sa mise en liberté.

L'emploi de l'acide carbonique sous la forme du carbomoteur imaginé par

M. Pelletier peut rendre de grands services pour les réparations ou les métallisations en plein air. Cet appareil fort simple est fondé sur le réchauffage de l'acide carbonique. Celui-ci est puisé au fond du siphon à l'aide d'un tube ; le liquide carbonique, en s'écoulant du tube, arrive dans un réchauffeur qui le transforme en gaz sous une forte pression. Le carbomoteur est déjà utilisé

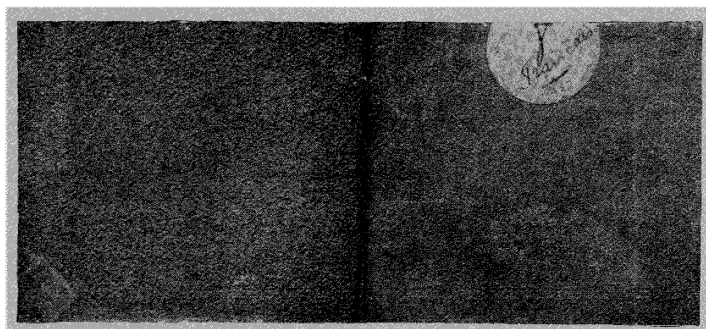
5 kg/cm².

Fig. 32. — Aluminium.

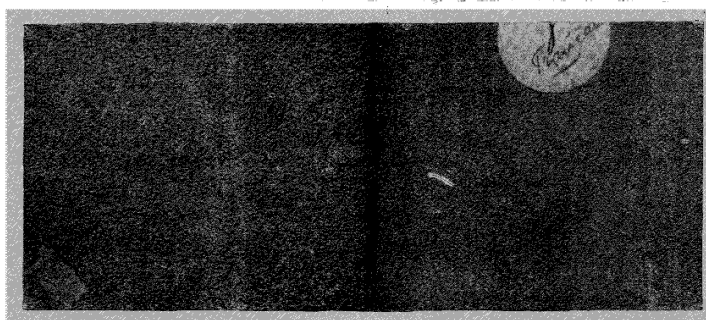
8 kg/cm².5 kg/cm².

Fig. 33. — Cuivre.

8 kg/cm².

comme servo-moteur et pour projeter les peintures. Il sera un adjuvant très utile à la métallisation par le procédé Schoop.

Quand on prend la densité des métaux déposés par le procédé Schoop, on trouve que la densité est plus faible que celle des métaux ou des alliages en fils. Cette densité augmente après avoir eu le soin de faire le vide ; la porosité de certains dépôts peut être très grande. Quand les dépôts ont été brunis ou polis à froid, et surtout à chaud, leur porosité disparaît presque ; elle est nulle, avec certains appareils, pour des pressions élevées et pour quelques métaux, notamment pour l'aluminium, qui prend un éclat remarquable.

Il est oiseux de discuter sur la porosité des dépôts métalliques, obtenus par

l'un ou l'autre des trois procédés que nous venons d'examiner, puisque les métaux eux-mêmes sont poreux. Nous rappellerons à ce propos que les anciens académiciens de Bologne ont fait suinter l'eau à travers une sphère d'argent et que le mercure, sous pression, transpire à travers une tôle de fer.

Dans certains cas, il y a même avantage à obtenir des dépôts très poreux,

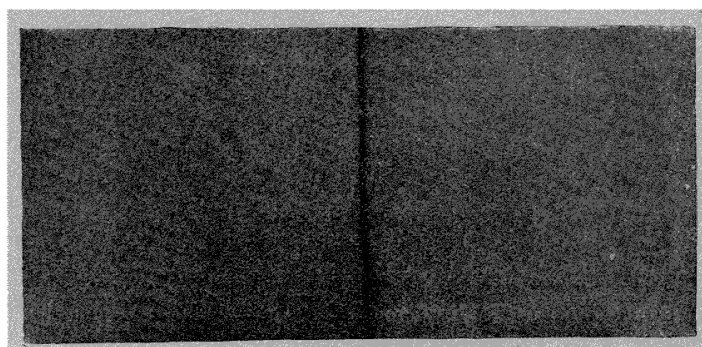


Fig. 34. — Zinc.

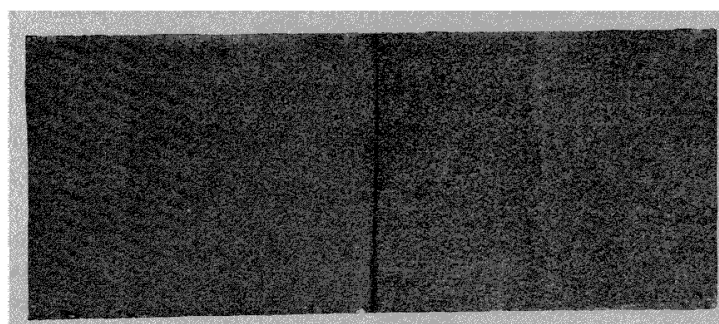


Fig. 35. — Dépôts obtenus sous la même pression 5 kg/cm², avec deux appareils différents.

par exemple, pour les plaques d'accumulateurs, et M. Hannover a montré, tout récemment l'intérêt que présenteraient les métaux vraiment poreux. Je puis d'ailleurs signaler l'action de l'eau de mer sur deux plaques de zinc métallisées par le procédé Schoop. Soumises pendant cinq mois à l'action alternée de l'eau de mer et de l'air, à la température du bain-marie, elles ne se sont pas recouvertes de rouille. Et cependant, au début, il s'est dégagé du chlore dont la formation indiquait la présence d'un couple dû au fer et au zinc. Dans la carcasse métallique s'est déposé l'oxychlorure de zinc qui a colmaté le zinc et formé une couche protectrice très efficace. L'aluminium, imprégné de paraffine à chaud,

devient un excellent protecteur pour les tanks et les bacs de brasserie. Il n'est pas jusqu'au plomb dont on ne peut utiliser la porosité plutôt que de le rendre continu, par un brunissage et un polissage énergique.

Ces quatre tubes de plomb, métallisés par le procédé Schoop ont été plongés dans de l'acide sulfurique à 66° B., dilué d'eau aux concentrations suivantes :

N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
1/2	1/3	1/10	1/10

Tous ont dégagé des bulles d'hydrogène et des traces de fer ont pu être retrouvées, résultant d'une attaque légère du métal sous-jacent. Au bout de quelques minutes, l'attaque a cessé pour les n°s 1, 3 et 4, leur teinte est devenue grise par suite de l'interposition du sulfate de plomb. Ils ont pu être plongés dans l'acide sulfurique concentré ou dilué à 1/5 sans qu'une attaque se produise, alors que le n° 2 a été assez profondément attaqué.

Étain, plomb, aluminium, et surtout zinc, sont les métaux les plus employés pour protéger le fer contre la rouille et les dépôts obtenus par le procédé Schoop sont des plus efficaces.

Mais il faut dans certains cas obtenir des dépôts d'un poli parfait, notamment en aviation. Les hélices peuvent être métallisées et, après polissage ou brunissage, elles présentent tous les avantages cherchés par les aviateurs. On sait que les métaux n'ont pas pu être employés pour la construction des hélices à cause de l'énorme effort de traction exercé sur leurs molécules, par suite et de leur densité et de leur vitesse périphérique. Seules, les fibres ligneuses moins denses et susceptibles d'une très grande résistance dans le sens de leur longueur, c'est-à-dire dans le sens précisément de l'effort exercé, sont utilisées pour la construction des hélices. Mais, pour diminuer la résistance de l'air, tout au moins du côté de l'attaque, il est nécessaire que les surfaces soient extrêmement polies. Les meilleurs vernis ont été employés; mais, si solides soient-ils, ils ne tardent pas, sous l'action de la vitesse et des intempéries, à se désagréger et le bois reprend sa rugosité; avec la métallisation par le procédé Schoop, il est possible d'obtenir des couches extrêmement minces et parfaitement polies, aussi légères, sinon plus légères que les couches nombreuses de vernis qui sont appliquées et superposées; surtout, quand le dépôt est de l'aluminium, dont le poli et l'éclat sont vraiment remarquables. Mais pour éviter que sous l'action de la force centrifuge les hélices ne se dégagent, en quelque sorte, de leur cuirasse polie, il faudra, pour augmenter l'adhérence, créer des sillons ou disposer des aspérités sur lesquelles s'accrocheront énergiquement les molécules métalliques lancées par le procédé Schoop.

Les fuselages d'aéroplanes pourraient, pour les mêmes raisons, être métal-

lisés afin de diminuer le frottement. S'il n'est pas possible d'entrevoir, aujourd'hui du moins, l'avantage résultant de la métallisation des ailes d'aéroplanes, il est certain que les toiles utilisées pour les dirigeables résistent mieux quand elles sont recouvertes d'aluminium métallique. Depuis longtemps, les établissements Hutchinson ont cherché à éviter l'altération des toiles caoutchoutées, causée par les intempéries, les impuretés de l'hydrogène et surtout les rayons ultra-violet, en les recouvrant d'aluminium en poudre. A l'aide du procédé Schoop, les dépôts obtenus sont plus adhérents et ne renferment pas de matières grasses. Ces tissus métallisés pourraient être utilisés aussi pour protéger contre les rayons X.

Par électrolyse, on avait réussi depuis quelques années à créer des réserves sur les pièces à cémenter. Je me suis demandé si, par le procédé Schoop, il ne serait pas possible d'atteindre le même but. Les premiers essais exécutés avec des dépôts de cuivre, de laiton et de cuivre recouvert de zinc m'ont montré que l'opération réussit avec le cuivre. Les réserves sont faites rapidement; et, pour enlever le cuivre, on peut utiliser les procédés employés pour le démontage des canons. Je me réserve d'étudier cette question qui, je l'espère, entrera bientôt dans la pratique quand elle sera mise au point. Comme la cémentation a lieu, suivant la nature des métaux alliés au fer, à des températures variant entre 800 et 975°, la diffusion du cuivre intervient et il est dès lors possible d'envisager non plus seulement la formation de réserves pour la cémentation, mais la diffusion de métalloïdes autres que le carbone ou de métaux capables de modifier par endroits la nature de l'acier. Le problème mérite d'être étudié complètement et c'est là ce que je me propose de faire.

Voici les micrographiques obtenues avec le cuivre (fig. 36 et 37).

Comme nous l'avons vu, l'emploi des poudres n'avait pas été heureux; mais le procédé Schoop a bien pris sa revanche, puisqu'il permet de réduire les métaux en poudre aussi fines que l'on veut; ainsi que nous l'avons signalé plus haut, le grain est d'autant plus serré, d'autant plus fin que la paroi rencontrée par les molécules est plus rigide. La partie du dépôt, située du côté du verre poli, possède un grain plus serré que la partie extérieure, comme si les premières molécules déposées formaient matelas et amortissaient le choc.

Si on essaie de métalliser des tissus en toile de lin ou de chanvre, des dentelles bien tendues, on y arrive aisément et les résultats obtenus sont des plus jolis au point de vue artistique.

Mais si on veut métalliser une étoffe de laine, du velours mollement tendu, le métal n'adhère plus et forme une poussière très fine qu'il est facile de recueillir. Il est donc possible de préparer des poudres métalliques de toutes nuances sans passer par un laminage poussé très loin, suivi d'un battage dis-

pendieux. En outre, les poudres ne sont pas grasses, ce qui, dans certains cas, est fort avantageux.

Les moulages sont réalisés, eux aussi, avec une très grande rapidité et une très grande perfection. On a pu obtenir par le procédé Schoop ce cliché trichrome et reproduire des disques de phonographes. Nos colonies elles-mêmes sont appelées à bénéficier du nouveau procédé. Les caisses métallisées ne sont plus attaquées par les insectes; ils s'en écartent, comme l'ont fait les taretts de Hollande du bois, quand des clous de métal ont été plantés dans les pilotis.

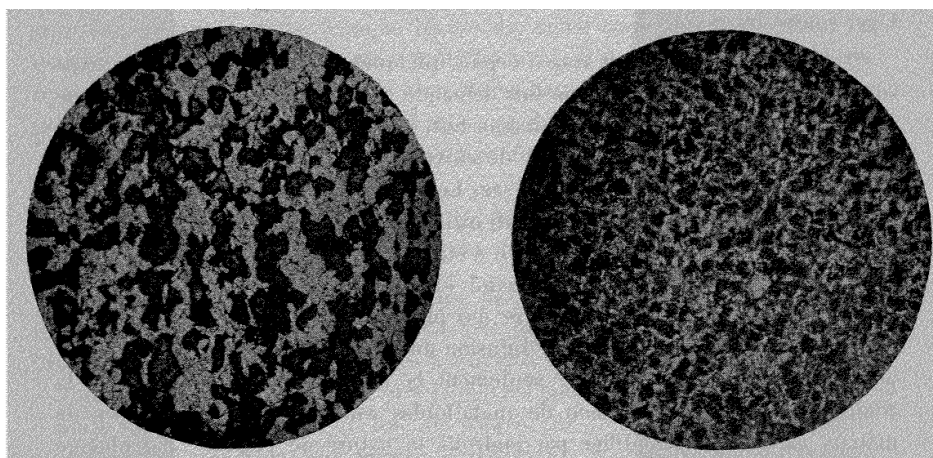


Fig. 36. — Partie protégée par une couche de cuivre.

Fig. 37. — Partie non protégée par le cuivre.

Le temps me manque pour vous parler du côté artistique et ornemental du procédé Schoop. Cette cloche aux ciselures délicates et si sonore en apparence restera toujours muette; elle est en cire métallisée; ces corniches et ces chapiteaux, aux tous si éclatants et si variés, ne sont que du plâtre, revêtu d'une légère et brillante armure.

Avant de laisser à la maison Gaumont le soin de vous délasser après cet exposé long et aride, par la projection des films qu'elle a bien voulu prendre, comme elle le fait pour instruire le grand public, permettez de vous rappeler que, d'après les idées actuelles, la formation des dépôts Schoop serait due à une fusion du métal sous l'action de la force vive au choc. Les balles de plomb arrêtées par des obstacles portent, comme on le sait, des traces très nettes de fusion. Par le calcul, on arrive à trouver que les vitesses de projections nécessaires pour amener la fusion complète des divers métaux seraient :

Métaux.	Vitesse en mètres à la seconde.	Pressions correspondantes de l'air en kilogrammes par centimètre carré.
Plomb.	355	0,80
Étain	485	1,37
Zinc.	649	2,68
Or.	740	3,50
Argent.	832	4,41
Laiton.	1 025	6,70
Bronze.	1 030	6,75
Cuivre.	1 140	8,33
Aluminium.	1 200	9,44
Nickel.	1 425	12,91
Fer	1 525	14,90

Comme les chaleurs spécifiques et les chaleurs latentes de fusion de ces métaux ne sont pas exactement connues, les chiffres ne sont pas rigoureusement exacts; d'ailleurs l'expérience a montré que l'on pouvait obtenir des dépôts très adhérents sous des pressions inférieures aux pressions calculées. La forme de la buse et la position des orifices influe aussi considérablement et il est permis de se demander si le phénomène ne se complique pas d'une surfusion des gouttelettes extrêmement fines. La métallisation Schoop serait donc bien la condensation d'un brouillard et le rapprochement avec le phénomène d'électrolyse serait encore plus exact que je ne l'avais indiqué au cours de cette conférence.

P. NICOLARDOT,

*Directeur du Laboratoire de la section
technique d'artillerie.*

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Produits minéraux. — Sur la filtration du sulfate de baryum.

Produits organiques. — Le trinitrotoluène. — L'acide formique comme dissolvant. — Applications de la fluorescéine en hydrologie.

Industries tinctoriales. — Noir grand teint.

Industries des cuirs et peaux. — Nouveau pelain.

Chimie médicale, hygiénique. — La stérilisation des eaux distillées médicamenteuses.

Sur la filtration du sulfate de baryum. — Cette opération analytique, si importante pour le dosage de l'acide sulfurique, est restée une opération très délicate. Même avec les filtres à succion, elle offre de grandes difficultés, comme Klak l'a montré récemment (*Chemist Analyst*, 1912, p. 26).

M. J.-L. OSBORNE (*J. of physical Chemistry*, tome 17, n° 7) a répété ses essais.

Klak recommande de décantier le liquide surnageant par succion. Avant que le précipité ne commence à suivre le liquide, ajouter 10 cm³ d'une solution d'acétate d'ammonium saturée et faiblement acide, et mélanger bien au précipité. Celui-ci perd aussitôt son état de finesse pour un état plus grossier, et l'on peut pousser la succion sans le voir traverser le filtre.

Il semble que le sulfate de baryum subisse une sorte de coagulation de la part de l'acétate d'ammonium. M. J. Osborne s'est efforcé de le vérifier et d'établir les limites de la méthode, en variant les conditions de l'expérimentation.

Si l'on n'emploie pas la méthode indiquée par Klak, le précipité passé par le filtre. Si l'on décante le liquide surnageant qui renferme l'acide chlorhydrique provenant du chlorure de baryum, puis qu'on traite le précipité par l'acétate d'ammonium, le précipité ne traverse plus le filtre; il semble qu'il se soit redissous, puis précipité de nouveau, mais dans un état de particules plus grandes. Si le liquide surnageant n'a pas été décanté, le précipité passe, même si l'on fait bouillir le mélange une dizaine d'heures; il semble que la présence d'acide chlorhydrique empêche les cristaux de se développer, ou les désagrége.

Si l'on a la précaution d'employer des solutions tout à fait équivalentes de chlorure de baryum et de sulfate d'ammonium, de façon à obtenir la neutralisation de l'acide chlorhydrique, et si l'on fait bouillir quelques heures, le précipité ne passe pas dans le filtre; le chlorure de baryum retarde donc, mais n'empêche pas le développement des cristaux de sulfate de baryum.

Le sulfate de baryum traité par la méthode de Klak et laissé sur le filtre est bouilli pendant plusieurs heures avec une solution de chlorure d'ammonium. Il ne traverse pas davantage le filtre après qu'avant ce traitement.

En résumé, le sulfate de baryum est soluble dans la solution d'acétate d'ammonium; les cristaux se développent dans une solution chaude. Si le sulfate de baryum a été précipité à froid, les cristaux sont petits, et il faut les chauffer pour les faire grossir; le chauffage sera d'autant plus long que la température de précipitation aura été plus basse. Le chlorure d'ammonium et l'acide chlorhydrique ne désagrègent pas les cristaux gros, mais ils retardent le développement des cristaux, et ils nuisent, en conséquence, à la solubilité du sulfate de baryum dans les solutions d'acétate d'ammonium.

Le trinitrotoluène. — C'est en 1885 que l'acide picrique a été proposé comme explosif militaire; il fut rapidement adopté par la plupart des puissances pour le chargement des obus, des mines sous-marines, etc. Il n'y a plus que certains obus suisses et russes qui sont encore chargés en coton-poudre, et les obus autrichiens qui le sont en ammonal, mélange d'azotate d'ammonium et d'aluminium; la mélinite en France, la lyddite en Angleterre, le Granatfüllung ou explosif 88 en Allemagne, la picrinite en Espagne, la poudre Shimose au Japon, sont tous à base d'acide picrique.

Mais l'acide picrique a des inconvénients. M. PELLOUX, capitaine d'artillerie, les récapitule comme il suit, dans une étude d'ensemble sur le trinitrotoluène et ses propriétés (*Revue d'artillerie* d'octobre 1913), à laquelle nous empruntons ces intéressantes données. « La manipulation de l'acide picrique est non seulement désagréable, par suite des taches jaunes très tenaces qu'il forme sur la peau, mais dangereuse en ce qu'il attaque assez fortement les muqueuses. Chauffé à haute température, il est capable de détoner à la moindre impulsion, et sa présence dans une usine peut transformer en désastre un incendie partiel. Enfin il forme avec plusieurs métaux, notamment avec le plomb, des picrates de nature extrêmement sensible, aussi dangereux que le fulminate de mercure; et on ne peut l'employer dans les obus qu'en recouvrant les parois d'une couche d'étain ou de vernis spécial. Il n'est donc pas étonnant que les spécialistes aient cherché de nouveaux explosifs plus aisément maniables et plus sûrs. Les études entreprises sur la plastoménite, mélange de di et trinitrotoluol et de nitrocellulose vers 1890, avaient attiré l'attention sur le nitro-toluol qui semblait communiquer à cet explosif une remarquable stabilité. Quelques années plus tard, la Société Allendorf Schöenbeck, et la S. Carbonit à Hambourg, livraient du trinitrotoluène, seul ou associé à des chlorates, sous le nom de trinol, triplastite, ou trotyl. Mais la vogue du trinitrotoluène date du jour où on s'avisa que son emploi rendait possible l'établissement de projectiles universels. Depuis lors, utilisé par les établissements privés constructeurs d'artillerie, mis en essai ou adopté par les différentes puissances, il a pris une importance prépondérante et semble appelé à supplanter l'acide picrique et ses dérivés. »

Des trois trinitrotoluènes isomères, c'est le méta : $C^6H^2. CH^3 (NO^2)^3_{1,3,5}$ qui est l'explosif militaire; il fond à 81° (les deux autres à 72° et 78°). En France, deux poudreries du service des poudres et salpêtres, celle d'Esquerdes et celle de Saint-Chamas, le fournissent sous le nom de tolite. L'usine de Grenade en Espagne le fournit sous celui de trillite.

C'est un corps cristallisé, de couleur jaune pâle, un peu moins lourd que l'eau, in-

dore, à peine soluble dans l'eau et nettement hygroscopique. Il est soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le toluène. On a pu le conserver immergé pendant plusieurs années dans l'eau de mer sans qu'il ait perdu de son pouvoir détonant.

Il fond à 81°, sans dégager de vapeurs nuisibles. Si on continue à chauffer, il se décompose sans détoner. Au contact d'un corps en ignition, il brûle rapidement avec une flamme fuligineuse.

La limite non dangereuse de sa compression est 3 000 kg : cm², alors que celle de l'acide picrique n'est que de 1 300 kg : cm².

Il présente une insensibilité aux chocs remarquable. Il n'est attaqué ni par les métaux, ni par les sels. Un poids de 2 kg fait détoner 1 dg de matière, s'il tombe de 20 cm pour l'acide picrique; il faut 80 cm pour la tolite.

D'après M. Chalon, sa densité à l'état solide est 0,75; fondu, 1,55; comprimé, 1,70. 1 g dégage 680 calories et 0,981 l de gaz; la température de détonation est 2 366°.

Pour remplir les obus, on l'utilise à l'état fondu ou comprimé, ou à l'état mixte. Un détonateur de 2 g de fulminate de mercure suffit à produire son explosion complète à l'état cristallisé ou fondu.

Le tableau suivant donne les résultats des essais comparatifs faits à Sevrans-Livry et en Allemagne, sur le coton-poudre sec, l'acide picrique et le trinitrotoluène.

	Vitesse de détonation mètres par seconde.	Travail (centimètres cubes par gramme):		Volume des gaz par kil.-gr.
		dans le plomb.	dans la terre.	
Coton-poudre sec	6,383			887 litres
Acide picrique	8,183	22,8	400	768 litres
Trinitrotoluène	7,618	21,6	440	850 litres

Le trinitrotoluène est donc légèrement moins puissant que l'acide picrique. Sa force peut être évaluée aux 34/37 de celle de l'acide picrique.

« En plus du chargement des obus explosifs, des mines sous-marines et des torpilles, où il remplace peu à peu l'acide picrique et le coton-poudre, le trinitrotoluène est utilisé à l'heure actuelle pour l'établissement des projectiles universels. On en fabrique des cordons détonants en le coulant dans un tube de plomb, ce qu'on ne peut faire avec la mélinite dont l'emploi exige un tube d'étain, et dans les détonateurs, on peut remplacer les trois quarts du fulminate de mercure par un poids moitié moindre de trinitrotoluène, ce qui diminue les dangers de la fabrication et le prix de revient des artifices. Le trinitrotoluène sert à constituer des pétards explosifs qu'on perce de part en part et qui, enfilés comme les grains d'un rosaire, au moment du besoin, sur le cordon détonant, n'exigent qu'un seul détonateur. Il entre enfin dans la composition de quelques explosifs, comme la triplastite. »

On peut dire, conclut M. Peloux, que son adoption a été la cause des progrès récents les plus nets dans la préparation et l'emploi des explosifs militaires.

L'acide formique comme dissolvant. — D'après M. OSSIAN ASCHAN de Helsingfors (*Chemiker-Zeitung* du 18 septembre 1913), 100 g d'acide formique à 95 p. 100 dissolvent 38 g d'iodure de potassium, 75 g d'iodure de baryum, 43 g de chlorure de calcium, 82 g de tartre stibié, 55,6 g d'acide glutarique, 131 g d'acétanilide, 66,9 g d'acide mandélique.

Application de la fluorescéine en hydrologie. — La fluorescéine est la matière colorante la plus employée pour déceler les communications possibles entre un lieu de contamination et une source ou un puits. Mais il arrive quelquefois, même en employant une forte dose de cette matière colorante, que l'expérience est négative.

M. DIENERT indique (*Ac. des Sciences*, séance du 20 octobre 1913) un moyen simple et commode de retenir la fluorescéine contenue dans un grand volume d'eau et de la remettre en liberté au moment où on le désire.

« Il consiste à faire passer l'eau contenant la fluorescéine, et additionnée de 1 g par litre d'acide sulfurique, sur du sable des alluvions de la Seine préalablement lavé à l'eau acidulée. La fluorescéine est retenue sur ce filtre spécial. Il ne faut pas employer trop d'acide, sinon une partie de la fluorescéine échappe à l'action d'adsorption du sable. Une filtration à travers l'alumine, faite dans les mêmes conditions, ne retient pas la matière colorante.

On remet facilement en dissolution la fluorescéine retenue, en traitant le sable par de l'eau chargée d'ammoniaque pour neutraliser l'acide.

Par ce moyen, on peut donc arrêter et concentrer facilement la fluorescéine contenue dans l'eau des grandes rivières, où elle est difficilement décelable à cause de sa trop grande dilution et qu'une évaporation au bain-marie détruirait complètement. »

Noir grand teint. — La *Recue des Matières colorantes* de novembre appelle l'attention sur un noir grand teint aux lessives et au chlore, sur fond de bleu hydrone remonté en noir d'aniline d'oxydation. Voici d'ailleurs cette note intéressante :

Il y a quinze ans, les seules couleurs grand teint au blanchiment pour mouchoirs, serviettes, linge de table, étaient le rouge d'alizarine, l'indigo et le noir d'aniline. Le bleu indigo et le noir d'aniline demandaient quelques précautions, le bleu diminuait de moitié d'intensité, et le noir devenait brun loutre si on forçait le traitement au chlore. Le noir à l'indanthrène est depuis deux ou trois ans assez couramment employé pour les linceuls de mouchoirs deuil, ou les rayures de l'article chemise ; il ne craint pas le chlorage même très énergique. Le prix très élevé de ce noir a fait rechercher d'autres colorants plus économiques. En remontant le bleu hydrone, colorant à la cuve, d'un prix sensiblement égal à l'indigo, avec du noir aniline bain plein ou du noir aniline d'oxydation, on obtient un noir très intense absolument grand teint aux lessives de blanchiment et à un chlorage même exagéré. Le bleu hydrone mis comme piétage corrige optiquement le ton brun loutre du noir aniline chloré. Il faut une intensité de 12 p. 100 en bleu hydrone, et de 8 p. 100 en aniline pour pouvoir donner toute garantie comme solidité. Le noir oxydation est actuellement facile à obtenir sans altération de la fibre, et ce genre se fait de plus en plus pour fil à coudre et à broder.

Nouveau pelain. — Dans une communication que le docteur O. ROEHLA faite, en juin, à la section allemande de l'A. I. C. I. C. (*Association internationale des Chimistes de l'Industrie du Cuir*), il rappelle que, pour substituer un confit en quelque sorte artificiel, il était parti de l'idée que le confit de crottes devait son action sur la peau, non pas aux bactéries qui se développent, mais à certaines substances existant dans la crotte ou y

prenant naissance. Déjà, en 1898, Wood attribuait cette action aux enzymes et aux sels ammoniacaux. Ce sont les idées qui ont conduit Röhm à son Oropon, dont le succès industriel a prouvé l'exactitude des idées originelles.

Mais l'élimination des bactéries ne peut-elle être étendue à tout le travail de rivière? Borgmann, dans son ouvrage sur la fabrication des cuirs de luxe, présente tout le travail de la peau en tripe comme une lutte continuelle contre l'action des bactéries. De plus, ne serait-il pas intéressant de faire disparaître le pelain à la chaux, cause de tant de taches? et de faire disparaître aussi les sulfures, destructeurs de poils et si nuisibles dans les résidus.

M. Röhm constata, pour la première fois, en décembre 1910, que la tryptase en solution alcaline peut épiler les peaux en quelques jours, et l'on obtient une peau épilée propre, sans bactéries, sans chaux, sans sulfure et sans confit. Des centaines d'essais ont été effectués. Ils ont montré qu'il est nécessaire de stériliser le liquide du pelain; on l'effectue au mieux en se servant d'un savon au crésol. La tryptase employée est celle du pancréas, rendue alcaline pour accélérer son action. Le traitement demande 4 à 8 jours.

Les avantages de ce procédé sont que le cuir traité par la tryptase est plus plein et a un rendement plus élevé. L'épilage est plus régulier. Les odeurs putrides n'existent plus. Il n'y a plus de taches de chaux. Les poils sont meilleurs; la colle aussi. En conséquence, les inconvénients de la dureté des eaux et des actions bactériennes sont tous évités.

La stérilisation des eaux médicamenteuses distillées. — Dans le *Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand fils*, de Grasse, qui fait le plus grand honneur à l'industrie française des huiles essentielles, M. A. JUILLET vient d'insérer un travail intéressant sur les altérations des eaux distillées médicamenteuses et les moyens de les obtenir stériles pour en assurer la conservation (Bulletin d'octobre, p. 22 à 32). Nous lui faisons quelques emprunts.

Les eaux distillées médicamenteuses sont des préparations éminemment altérables; leurs altérations sont tantôt d'ordre physico-chimique (évaporation de certains principes actifs, oxydation des essences, etc.), tantôt d'ordre organique (envahissement de l'eau par des champignons ou des algues).

Au commencement du siècle dernier, on crut d'abord (Bahoff et Deyeux) à une transformation de l'essence en mucilage, fait qui semblait être démontré par les auteurs en constatant la présence de mucilages dans les hydrolats obtenus artificiellement par dissolution d'essence dans de l'eau.

Soubeiran reconnut le premier la structure organisée de ces prétendus mucilages que Biasoletto classait peu après (1832) parmi les Algues du genre *Hygrocrocis*. Depuis, L. Marchand (1878-1883) et d'autres observateurs montrèrent que ces *Hygrocrocis* sont des Champignons dont les formes anormales sont la conséquence des conditions spéciales d'existence qu'ils rencontrent dans les hydrolats. L'étude de ces microorganismes fut l'objet de recherches faites par Tulasne, de Barry, Thuret, Bornet, Van Tieghem, et en 1896 Barnouvin, reprenant la question, les répartissait par ordre d'importance parmi les champignons, les bactéries et les algues.

Le plus abondant et le plus fréquent est le *Penicillium glaucum* (L. Planchon 1898, Beauverie 1899, Guéguen 1899 et 1900), puis viennent les *Aspergillus* et les *Sterigmatocystis*.

Les bactéries sont d'ordinaire du genre *Leptothrix*, *Micrococcus* et *Bacillus*, avec de nombreuses espèces chromogènes (*B. aurantii*, *B. fluorescens*) susceptibles de communiquer aux eaux distillées dans lesquelles elles vivent la couleur de leurs pigments.

Les algues sont unicellulaires et appartiennent aux genres *Protococcus*, *Hematococcus* et *Coccochlores*.

Ces divers organismes peuvent d'ailleurs coexister dans une même eau. Mais, qu'ils soient seuls ou associés, ils provoquent toujours, dans les eaux distillées où ils pullulent, des modifications profondes.

C'est ainsi que l'eau du Laurier-cerise peut perdre par évaporation une partie de son acide cyanhydrique, que par oxydation son essence peut se transformer en acide benzoïque, que sous la même influence l'essence dissoute dans de l'eau de fleur d'oranger se transforme en acide acétique et que la présence de l'acide cinnamique est constante dans l'eau de cannelle.

De nombreuses tentatives ont été faites pour remédier à ces inconvénients et on a tour à tour proposé la filtration, le froid, la chaleur, la stérilisation par la méthode d'Appert, la conservation en flacons pleins, bien bouchés et en lieux frais et obscurs, l'addition, malencontreuse souvent, d'alcool, etc., moyens plus ou moins palliatifs et dont les effets, souvent contradictoires, sont toujours insuffisants.

M. Juliet a limité ses essais aux quatre eaux distillées de laurier-cerise, de fleur d'oranger, de tilleul, et de rose, préparées suivant les indications du Codex. Il considère 1° la préparation de l'eau stérile dans des appareils stérilisés; 2° la stérilisation par filtration d'une eau préparée suivant les procédés ordinaires; 3° les moyens de conservation de ces eaux stériles.

La préparation d'une eau stérile dans des appareils stériles peut se faire, au laboratoire, dans un simple ballon avec bouchon de liège à trois tubulures et serpentín; il n'est utilisable que pour les distillations à feu nu ou à bain de sable.

En stérilisant le serpentín et en purgeant l'atmosphère de la cucurbite, ce dispositif peut être utilisé pour des distillations à feu nu ou des distillations à vapeur.

La stérilisation d'une eau par filtration est le procédé le plus simple et le plus pratique; le filtre est stérilisé à l'autoclave à 120° pendant 20 minutes.

Pour conserver les eaux distillées stériles, l'appareil le plus pratique est incontestablement, dit M. Juliet, le ballon réserve Gaucher. Il offre l'avantage d'assurer aux liquides obtenus une stérilité constante, même si on laisse le ballon en vidange; le maniement en est des plus simples et il est assez facile de le préparer soi-même. Il y a lieu cependant de lui adapter une troisième tubulure qui sera reliée soit au réfrigérant de l'appareil à distillation, soit à la bougie filtrante, et que l'on scellera à la fin de l'opération. Enfin le bouchon de caoutchouc étant altéré par la stérilisation et colorant plus ou moins les liquides recueillis, il est bon de le remplacer par un bouchon de liège recouvert d'une feuille d'étain, suivant la méthode indiquée par Camus, qui a toujours donné d'excellents résultats et une étanchéité parfaite.

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. HITIER

membre du Conseil.

MONOGRAPHIES AGRICOLES

La région du Haut-Tell en Tunisie, la question des forêts.

L'évolution de la propriété dans cette région tunisienne.

Depuis un certain nombre d'années il s'est formé en France, à la suite des travaux et des cours de M. Vidal de la Blache, toute une école de savants géographes qui ont entrepris de nous donner, des diverses régions naturelles de la France, des monographies très complètes. Après avoir étudié, avec le plus grand soin, les conditions du milieu naturel, c'est-à-dire le climat, le sol, la géologie et le relief d'un pays, ces auteurs recherchent quelles ont été autrefois les conditions économiques et sociales des habitants de ce pays, quelle évolution celles-ci ont subie et quelle est leur situation actuelle : l'agriculture, le commerce, l'industrie occupent dans ces monographies une place considérable. Mais, et c'est là ce qui fait l'originalité et, à notre avis, l'intérêt exceptionnel de tels travaux, ces études économiques sont toujours étroitement rattachées au milieu naturel. Ces monographies géographiques, ainsi comprises, en définitive, nous précisent « les possibilités qui émanent de l'essence même d'un pays ».

C'est dans cet ordre d'idées qu'ont été publiés ces dernières années les ouvrages de M. Demangeon, sur la plaine Picarde. Picardie, Artois, Cambrésis, Beauvaisis (1) ; M. Raoul Blanchard, sur la Flandre (2) ; M. Camille Vallaux, sur la Basse-Bretagne (3) ; M. Jules Sion, sur les paysans de la Normandie orientale. Pays de Caux, Bray, Vexin Normand, vallée de la Seine (4) ; M. le capitaine J. Levainville, sur le Morvan (5) ; M. E. Chantriot, sur la Champagne (6) ; M. Maximilien Sorre, sur les Pyrénées méditerranéennes (7), etc., etc. (8).

(1) Chez A. Colin, éditeur, boulevard Saint-Michel, Paris.

(2) Publié par la Société dunkerquoise pour l'Avancement des Sciences.

(3) Chez Ed. Cornély et C^e, éditeurs, 101, rue de Vaugirard, Paris.

(4) Chez A. Colin, éditeur, boulevard Saint-Michel, Paris.

(5) Chez A. Colin, éditeur, boulevard Saint-Michel, Paris.

(6) Chez Berger-Levrault, 9, rue des Beaux-Arts, Paris.

(7) Chez A. Colin, éditeur, boulevard Saint-Michel, Paris.

(8) En outre, ces ouvrages sont accompagnés d'une notice bibliographique en général très complète sur la région étudiée, ce qui facilite beaucoup les recherches que l'on voudrait poursuivre plus complètes sur tel ou tel point de vue particulier.

Et voici que, dans le même esprit, M. Ch. Monchicourt vient de nous donner sur une des régions de la Tunisie, celle du Haut-Tell, une monographie qui ne le cède en rien aux précédentes se rapportant à des régions françaises. Par la richesse de la documentation, la précision des observations, cette étude est de tout premier ordre ; c'est qu'elle a été écrite par un homme qui a vécu de longues années dans le pays qu'il nous décrit, qui connaît à fond non seulement les conditions d'existence, mais la mentalité même des indigènes et des colons : une culture historique et scientifique étendue lui permettait d'autre part de faire une œuvre véritablement complète.

A une époque où nos possessions du Nord de l'Afrique prennent de plus en plus d'importance, la lecture et l'étude d'un ouvrage comme celui de M. Ch. Monchicourt sont appelées à rendre de réels services ; et, ce qu'il nous faut souhaiter, c'est voir bientôt, si possible, paraître, pour d'autres régions de la Tunisie, de l'Algérie et enfin du Maroc, de semblables monographies, aussi fouillées et approfondies.

Nous voudrions pour ces notes précisément extraire de l'ouvrage de M. Ch. Monchicourt (1) quelques renseignements sur deux questions, entre autres, qui font l'objet de préoccupations et de discussions constantes dans nos possessions du Nord de l'Afrique, — la question des forêts — et celle de la propriété, de son évolution historique. Mais tout d'abord il nous faut, avec M. Ch. Monchicourt, définir les traits essentiels de la région du Haut-Tell en Tunisie.

Embrassant tout l'intérieur tunisien autour du Kef, de Téboursouk, de Mactar et de Thala, le Haut-Tell est le prolongement des districts algériens auxquels il confine à l'Ouest. Il s'arrête au Nord à la Medjerda et au couloir d'El-Aroussa-Bou-Aradu-Fahs, tandis qu'au Sud et à l'Est, il est pour ainsi dire contrebuté par une ride montagneuse à laquelle son élévation relative et sa continuité, également rares en Tunisie, ont valu le titre de « dorsale tunisienne ».

La région délimitée de la sorte, située dans le Tell au contact de la steppe, est un territoire de transition entre ces deux grandes zones géographiques. C'est un pays *tellien* et M. Ch. Monchicourt précise, pour la première fois, la signification intime du mot Tell. Pour les indigènes, le *Tell* est un genre de terrain. C'est « tout sol argileux recevant chaque année assez de pluie pour en être pénétré au point d'accumuler en lui des réserves aqueuses assurant constamment le complet développement normal des plantes annuelles, céréales et herbages ». La zone tellienne est donc « celle où, par suite de la nature du sol et de la dose des précipitations, il y a majorité ou abondance du terrain tell ».

Le Tell porte en Tunisie le nom de Friguia, lequel n'est autre que le vieux vocable d'Africa. Et, comme celle-ci s'identifiait pour les Romains avec le territoire qui environnait plus ou moins Carthage, il est infiniment probable que dès l'Antiquité l'Africa correspondait à une région agricole... Vers la Méditerranée, la limite de la Friguia, c'est-à-dire du Tell, est fixe. Vers la steppe elle varie selon que les années sont plus ou moins sèches ou humides. Aussi une partie du Haut-Tell, celle du Nord, est sans contestation en Friguia, l'autre au Sud accolée à la steppe n'est pas considérée en Friguia par ses propres habitants.

Campé au sein de la Régence, presque à la même distance des deux bassins de la

(1) Un volume in-8 de 87 pages avec 14 cartes dont une en couleur hors texte, 4 figures et 12 planches de photogravures. Paris, A. Colin.

Méditerranée, le Haut-Tell est sous la dépendance climatique des effluves émanés de tous deux. La portion friguienne reçoit presque toujours 400 mm, d'eau ce qui la rend très apte aux céréales. La portion non friguienne du Sud est moins favorisée sous le rapport des pluies, aussi les gens y préfèrent l'élevage à l'agriculture, en revanche cette dernière région est par excellence la région minière, fer et phosphate s'y rencontrent.

Marche tellienne, le Haut-Tell est le premier pays que rencontrent les steppiens lorsque de mauvaises conditions climatiques les obligent en été, eux et leur cheptel, à quitter momentanément leur patrie, en quête de travail ou d'herbages. Limitrophe de la steppe, le Haut-Tell déverse sur celle-ci pas mal de ses animaux et de ses habitants lorsque le froid ou la neige menacent la vie du bétail. Cette région est donc le théâtre de phénomènes de transhumance alternative dont l'examen est des plus instructifs et qui donnent la raison de bien des habitats actuels de tribus ou de fractions de tribus.

Sur les 14 250 km² du Haut-Tell, 2 500 sont occupés par les plaines alluviales (17,5 p. 100) et 1 200 par les sraouate (8,4 p. 100) (1). C'est le lot cultivable. Environ 5 300 km² (37,1 p. 100) appartiennent aux djebels nus ou ne correspondent à rien de précis. Piqués de romarin ou de petites plantes ligneuses, semés de champs çà et là, ils sont le *bled*, vague et indéterminé, dont le rôle est de constituer des parcours pour les troupeaux. Quant à la forêt et à la brousse, elles embrassent à elles deux 5 250 km² (36,8 p. 100), c'est-à-dire plus du tiers du Haut-Tell, proportion qui met ce dernier pays sur le pied des pays les mieux dotés comme couverture forestière.

I. — LA FORÊT DANS LE HAUT-TELL

Friche, brousse, forêt. — En parlant de forêts en Tunisie, il faut renoncer, nous dit M. Ch. Monchicourt, à l'idée de forêt à la manière de l'Europe du Nord ; sous ce nom il faut comprendre tout peuplement d'arbres, et ici la forêt alors cumule, outre ses caractères propres, ceux de la *brousse* et de la *friche*. La brousse correspondant au maquis corse, avec ses formations buissonneuses denses et dépassant la taille de l'homme, la friche n'étant composée que de végétaux frutescents assez bas.

Alors que la friche n'est installée que sur des surfaces caillouteuses ou sableuses, la brousse s'empare aussi des terres alluviales argilo-calcaires. Il y a ainsi une brousse de plaine ou de terrains profonds composée essentiellement de lentisques et une brousse de terrains rocheux avec conifères et chênes.

Brousse, brousse de plaine ou friche à lentisques, et brousse de montagne à genévriers, à taillis de chêne vert, comptent plus d'hectares que la forêt propre et leur prévalence est un des traits géographiques les plus caractéristiques du Haut-Tell, tout autant que la forêt de pins d'Alep. A la brousse de montagne il ne manque d'ailleurs pas grand'chose pour se changer en forêt et cette transformation s'effectuerait si mille contingences n'intervenaient généralement pour empêcher le processus d'avoir son couronnement normal.

Les éléments de la haute brousse montagnaise lorsqu'ils sont suffisamment « arbres » entrent à l'occasion dans la composition de la forêt, mais celle-ci est quasi

(1) Pour les indigènes les Sraouate sont les hautes terres de culture où la neige séjourne longtemps en hiver, où la pluie abondante imprègne intimement le sol argileux, où les récoltes sont plus assurées que partout ailleurs.

exclusivement constituée par le *pin d'Alep*. Sobre, rustique, et robuste, ce résineux croît sur tous les sols, à toutes les orientations et à toutes les altitudes. Toutefois sa prédilection est pour les calcaires de l'âge secondaire et principalement pour ceux du cénomanien et du sénonien. A l'énorme extension de ces étages dans le Haut-Tell correspond précisément la diffusion du pin d'Alep (1). Bien que ses exemplaires dépassent rarement 15 à 20 m, la forêt du Haut-Tell revêt pourtant une certaine grandeur sauvage, qu'elle emprunte particulièrement à la nature de son sol.

Forêt, haute brousse et friche n'ont entre elles que des différences de degrés. La friche est pareille au sous-bois de la brousse, la brousse est semblable au sous-bois de la forêt.

La brousse est la dégradation de la forêt, la friche est le reliquat de la brousse. Avec le temps la friche peut redevenir brousse et la brousse forêt, brousse et friche voisinent d'ailleurs. Pas de forêt, sans coins de brousse ou de friche.

Dans le Haut-Tell les surfaces boisées occupent une place de premier ordre, nous l'avons déjà dit, 36,8 p. 100 de la superficie, 525 000 ha, ensemble des forêts et des brousses du Haut-Tell avec les parcelles de friches enclavées.

Utilisation de la forêt. — Dans une savante étude historique M. Ch. Monchicourt recherche quelle a été dans les époques antérieures l'extension des reboisements du Haut-Tell, et il conclut ainsi :

D'une façon générale, on n'échappe pas à l'impression que le Haut-Tell tunisien de 1881 possédait un manteau de maquis et de forêt plus épais qu'en pleine période romaine. D'autre part on ne saurait se dissimuler que les phénomènes sociaux, qu'entraîne notre occupation, ne sont pas très propices aux boisements.

L'introduction d'éléments techniques nouveaux et l'augmentation des indigènes amènent à étendre les emblavements. On débroussaille encore pour se procurer du bois d'œuvre ou fabriquer du charbon. Les modes d'exploitation des peuplements par l'homme ou par son cheptel sont susceptibles également de nuire lorsque l'utilisation est trop intensive et sans scrupule. Il y a là une série de causes de variation qui agissent sous nos yeux.

M. Monchicourt les examine successivement ; il nous montre les indigènes demandant à la forêt du bois d'œuvre, faisant du charbon avec le lentisque, les genévriers, etc., tirant aussi des forêts du goudron pour enduire l'intérieur des peaux de bouc où ils mettent leur eau, etc.

« Ce seraient là, ajoute-t-il, des usages entièrement normaux si l'indigène savait s'y prendre et se montrer modéré, ce qui n'est pas le cas. Depuis que le chemin de fer sillonne le Gafour, le maquis situé entre la Siliana et le Djebel-Ech-Chehid a été très éclairci par les charbonniers. Dès 1892, la banlieue immédiate du Kef tendait à devenir chauve au gré des besoins de la garnison et de la population européenne et la dévastation s'opérait jusqu'au Pont-Romain dont l'olivette antique a été fortement amoindrie... » Toutefois la principale cause de la dévastation des surfaces boisées provient des troupeaux.

(1) Dans le Tell septentrional, le végétal caractéristique est le chêne-liège ou zen ; dans le Tell inférieur, c'est le thuya ; dans le Sahel, c'est l'olivier ; dans la steppe montagneuse, c'est l'alfa ; dans le Haut-Tell, c'est le pin d'Alep.

La forêt et le pâturage des troupeaux. — La principale utilité du maquis et de la forêt pour les gens du pays, c'est d'être de vastes surfaces où les troupeaux ont à peu près toujours de quoi brouter : herbe, buissons ou petits arbres. Durant l'été, champs moissonnés et jachères ne fournissent plus qu'une nourriture sèche, seules les étendues boisées peuvent procurer quelque fourrage vert ou présenter le supplément indispensable jusqu'à la période pluvieuse.

D'autre part, alors que la neige cache ailleurs la terre, la forêt plus chaude a son plancher libre et offre aux animaux domestiques un abri et un aliment. Des boisements ont ainsi plus d'une fois sauvé une portion du cheptel du Haut-Tell.

Malheureusement le bétail ne se borne pas à chercher sa vie dans la friche, dans les intervalles de la brousse ou dans les clairières. Ses bandes compactes écrasent bien des jeunes sujets ou bien happent les bourgeons, les brindilles terminales des branches, etc. Par ordre de nocivité se rangent la chèvre et le chameau, puis le mouton et, en dernier lieu, le bœuf. Le pâturage peut donc empêcher le repeuplement naturel de la forêt en anéantissant les recrues.

Il y a pire. Certains fourrés servent de bauge à des sangliers qui saccagent les guérêts environnants, ou bien à des lynx ou à des chacals, qui prélèvent une dime sur les troupeaux voisins. Alors l'indigène livre au feu le repaire de ses ennemis. En outre, lorsque dans une phase de sécheresse la forêt même refuse de quoi paître, le berger approche une allumette d'une touffe sèche et l'incendie éclate. Deux semaines s'écoulent et voici que les chênes verts, les lentisques, le diss et l'alfa brûlés hasardent dans l'air des feuilles et des tiges nouvelles, vertes et tendres sur lesquelles se jettent avec frénésie les troupeaux. Ceux-ci échappent au sort qu'ils menaçaient, mais les pins d'Alep que la flamme a touchés sont morts et la forêt ou la brousse sont changées en friche. Les intérêts des boisements et ceux des pasteurs sont donc diamétralement opposés. Antinomie terrible et impossible, semble-t-il, à résoudre. En septembre 1900, dans la haute vallée de l'Oued Bargou, M. Monchicourt a vu le feu mis en plus de cent points différents. Tous les propriétaires d'animaux, avaient concouru à cette œuvre. Là, du moins, faute de vent, l'incendie ne s'était par généralisé. Mais, d'autres fois, c'est tout un versant de montagne qui flambe sans qu'il soit prouvé d'ailleurs que l'incendiaire ait désiré un pareil résultat. En 1902 10 000 ha de forêt ou de brousse sont effacés ainsi aux environs de la Kessera. Quand un foyer s'allume, une véritable contagion tend à s'emparer des pâtres qui l'aperçoivent. A la fumée enveloppant le Serdj répondent d'autres fumées au Bargou, à la Kessera.

Le facies végétal du Haut-Tell se modifie donc à l'heure actuelle. « Le défrichement en vue de la culture est limité par le but même qu'il poursuit et un terrain impropre aux céréales sera respecté, mais quelle conduite tenir devant les changements entraînés par l'abus du pâturage et par l'incendie? Pour satisfaire à cette interrogation, il convient d'examiner brièvement si la forêt tunisienne et, en particulier, celle du Haut-Tell, a bien toutes les conséquences heureuses que l'on s'accorde d'ordinaire à reconnaître aux forêts de l'Europe occidentale. »

M. Monchicourt examine donc l'influence des boisements du Haut-Tell sur le climat et l'hydrologie du pays. « De nos propres remarques, écrit-il, nous avons tiré l'impression que les forêts de pin d'Alep, et à plus forte raison les autres formations buissonneuses du Haut-Tell n'ont aucune action réellement sensible sur le climat. Les conclusions admises par la plupart des auteurs pour maintes régions boisées d'Eu-

rope ne sont donc pas extensibles *de plano* aux forêts et broussailles de l'Afrique du Nord et dans celle-ci même il y a évidemment lieu de distinguer les forêts humides à chênes-lièges de pays pluvieux comme la Kroumirie et les forêts sèches à pins d'Alep de territoires comme le Haut-Tell. Si ce dernier est moins riche en précipitations, ce n'est pas parce qu'il a moins de forêts, mais parce qu'il est plus loin du foyer des vents bienfaisants. »

Quant à l'hydrologie, on va répétant que des boisements dépendent l'existence des sources et la régularité des cours d'eau. A cet égard aussi, que montre l'Afrique du Nord ? Assurément, observe M. Monchicourt, là comme en Europe, ramures et racines arrêtent les molécules liquides et retardent leur écoulement, ce qui aboutit à diminuer l'intensité des crues des rivières. Les arbres retiennent également sur les pentes la terre que le ruissellement entraînerait dans les oueds. Toutefois, et M. Monchicourt l'établit par des exemples pris dans les districts les plus couverts de forêts, de Tunisie, il semble bien que les boisements n'ont qu'une répercussion modeste à l'égard des crues lorsqu'ils ne sont pas secondés par la faculté d'absorption du sol. Or un des caractères des forêts du Haut-Tell est précisément de ne pas s'accompagner d'humus. Dans un peuplement de pins d'Alep, le plancher est à vif.

D'après ces constatations M. Monchicourt conclut qu'il n'y a pas d'inconvénient au défrichement de certaines plaines ou de bas coteaux dont le sol se prêterait à la culture ou encore aux plantations d'oliviers. La brousse qui encombre de tels terrains peut être enlevée et « ce serait dépasser la mesure qu'invoquer l'intégrité de tous les boisements contre la marche bien comprise de la colonisation. »

Mais sauf cette circonstance, les boisements devront être conservés et protégés. Suivant une belle parole qu'a dite un jour à M. Monchicourt un Ferchichi, « la forêt est comme le vêtement des indigènes ». Il faut donc éviter qu'ils ne fassent à ce burnous trop de déchirures.

Or M. Monchicourt estime que les postes forestiers sont en nombre trop restreint pour déployer une action efficace, se livrer à des travaux d'amélioration ou de défense technique, tels qu'ouverture aux troupeaux transhumants de larges voies avec ronds-points fonctionnant comme gîtes d'étapes, précautions de tout ordre contre les incendies, etc., etc., mais il ne faudrait pas que l'augmentation du chiffre des postes se traduise par des actes de sévérité trop grande vis-à-vis des usagers, « elle deviendrait un danger pour la forêt en excitant la vengeance des indigènes ». Quelque explicable que soit en théorie une implacable rigueur à l'égard de tout délinquant, il n'y a pas intérêt, pour sauver chaque année un millier d'arbres, à risquer d'en faire brûler d'un coup trente ou quarante fois plus.

Jusqu'ici les incendies qui ont éclaté dans les forêts du Haut-Tell ont eu pour cause primordiale la nécessité où sont parfois les éleveurs indigènes de se procurer à tout prix du pâturage pour leur cheptel menacé de succomber à la faim. M. Monchicourt pense qu'il serait prudent et habile de tenir compte de ce besoin et de le satisfaire soi-même dans les limites du possible plutôt que de le laisser s'assouvir en dehors de l'administration, et voici alors les mesures qu'il conseille de prendre :

Dans chaque secteur il serait opportun de reconnaître quels sont les peuplements dont la persistance s'impose absolument, notamment au point de vue hydrologique (et dans ce nombre entreront naturellement les boisements de pin d'Alep) et quels sont ceux qui pourraient être temporairement sacrifiés (kecherids, lentisques, genévriers).

Puis, lorsque le souci d'assurer l'existence du bétail des usagers l'exigerait, sur requête du cheikh et avis conforme du contrôleur civil, le garde serait autorisé à mettre le feu à telle ou telle partie de la zone considérée comme d'utilité secondaire. Cette latitude, qui n'aurait d'ailleurs pas à s'exercer chaque année et qui chaque fois affecterait un espace différent, empêcherait sans doute les incendies déréglés, capables de dévaster tout un district. On obtiendrait de cette façon un double résultat, la forêt serait garantie dans ses portions essentielles et les troupeaux seraient saufs, ce qui importe bien aussi à la prospérité du pays... En favorisant l'entrée dans la Régence des bois du Nord de l'Europe, en partageant les forêts domaniales en secteurs dont l'usage (pâturages, alfa, coupes normales, etc.) serait gratuit pour tous les habitants du canton, on diminuerait les abus de jouissance et on intéresserait les indigènes du pays à la conservation de sa couverture ligneuse. Dans la détermination du statut de ces sortes de « communaux » il faudra cependant ne pas oublier la nécessité de faire leur part aux troupeaux transhumants venus de la steppe. Quant au reboisement, étant donné le coefficient de la forêt-brousse dans la superficie du Haut-Tell, il paraît oiseux d'en parler. Au surplus, ce n'est pas en plantant des arbres, mais en plantant des pierres qu'on peut y arriver pratiquement. Vu le prix de revient des plantations proprement dites et leurs multiples chances d'échec, la seule solution est, en effet, la construction de murettes barrant les ravines des montagnes et retenant des terres où germeront d'elles-mêmes les graines locales.

II. — L'ÉVOLUTION HISTORIQUE DU RÉGIME FONCIER ET L'ÉTAT ACTUEL DE LA PROPRIÉTÉ DANS LE HAUT-TELL TUNISIEN

Pour comprendre l'état actuel de la propriété en Tunisie et notamment dans le Haut Tell, ainsi que la façon dont l'exploitent les indigènes, il est nécessaire de connaître l'évolution historique du régime foncier dans le pays, or c'est là une étude à laquelle M. Ch. Monchicourt s'est adonné depuis de longues années.

Remontons avec lui seulement au ^{xvi}^e siècle. Autonomes ou courbés sous les tribus arabes, les gens du Haut-Tell sont, à cette époque, plutôt pasteurs qu'agriculteurs. Les habitants du Kef eux-mêmes sont adonnés de préférence à l'élevage. Les divers groupes ethniques utilisent leur pays à la manière collective. On limitait les labours aux cantons les plus favorisés par les pluies d'automne, de sorte que chaque année ou presque on changeait de secteur ; semailles, moissons, etc., s'exécutaient à proximité et sous la protection de la Zmala qui réglait là-dessus ses déplacements. Sauf des cas spéciaux, aucun individu ne s'accrochait au même lopin de terre « *animo domini* ». A chaque campagne agricole, le terrain était distribué par les chefs d'une façon nouvelle entre ceux qui annonçaient l'intention de se livrer aux céréales. La tribu seule étant en jeu et non les individus, le théâtre de son action foncière se confondait avec son périmètre politique. Était-elle chassée d'un district par une rivale, non seulement elle voyait fléchir ses frontières, mais encore ses membres perdaient *ipso facto* la faculté de se servir au point de vue agricole du territoire d'où la collectivité venait d'être éliminée. La plupart des guerres entre tribus ayant pour but de s'emparer de pâturages ou de terres de labour, la défaite et l'expulsion corrélative frappaient de nullité les titres écrits que pouvaient vanter les groupements vaincus ; les mouvements s'opèrent du Sud au Nord, c'est-à-dire de la steppe vers le Tell et sans doute ils sont consécutifs à de mauvaises récoltes.

Au cours des ^{xvii}e et ^{xviii}e siècles, grâce à l'équilibre à peu près atteint entre les tribus et à la sécurité relative, insensiblement ce qui était collectif devint privé. Chaque fraction se cantonne. Puis chaque sous-fraction se choisit une sphère à elle. Ensuite, c'est entre les familles que s'opère un allotissement à l'amiable. Le pays se divisa en parcelles plus ou moins considérables, sur lesquelles des groupes d'hommes tous parents, purent dire : « Ceci est à nous. » Cette modification fut plus rapide là où le climat propice aux céréales consentait une appropriation plus intime du sol. L'évolution fut donc plus hâtive en Friguia et sur les Sraouate. Elle s'accompagna de l'établissement d'actes de propriété dont les plus vieux semblent remonter pour le contrôle de Kef aux alentours de l'année 1630.

Le présent porte la trace non équivoque de ce passé peu éloigné et le Haut-Tell nous offre encore maintenant deux types de propriété. Dans l'un, la propriété individuelle, munie de titres assez récents (achats, partages, héritages), est à peine tempérée par une indivision entre très proches parents ayant pour but de diminuer les frais généraux. Dans l'autre, des titres familiaux assez vieux embrassent aujourd'hui des dizaines de personnes cousines à un degré ignoré, tandis que certains copropriétaires n'ont aucune *hodja* pour étayer leurs droits. Dans ces conditions, il est difficile de savoir si la terre dont jouit chaque intéressé correspond à sa part telle qu'elle découlerait du jeu des règles successorales, règles d'ailleurs impossibles à déclancher faute d'arbres généalogiques remontant un peu en arrière. La première classe de biens se note là où la culture des céréales est assez intense, c'est-à-dire dans les portions suffisamment mises en valeur de la zone friguienne du Haut-Tell. Elle comprend d'ordinaire des domaines de moyenne et de faible grandeur, assez convenablement exploités au point de vue indigène. Sises en général hors de la Friguia, les propriétés de la deuxième catégorie sont surtout vouées à l'élevage et se ressentent des coutumes divagantes des pasteurs. Si chaque mâle réserve à son orge ou à son blé toujours le même lopin, il ne lui confie pas de grain chaque année, car le climat s'y oppose. La possession est donc discontinue dans le temps, car les jachères sont livrées à la vaine pâture de tout le monde ou tout au moins de tous les copropriétaires indivis.

Les limites des propriétés inscrites dans les titres sont flottantes et souvent inapplicables. Somme toute le régime de la propriété est loin d'être établi d'une façon précise, de là de grandes gênes, des obstacles parfois insurmontables dans les transactions. Et de cette incertitude, fait remarquer M. Ch. Monchicourt, on ne voit pas bien le terme, car, pour immatriculer, le tribunal mixte immobilier exige des précisions de titre et de fait matériellement impossibles souvent à fournir (1).

Parmi les indigènes du Haut-Tell, 55 p. 400 sont de petits cultivateurs à la tête d'un lopin d'une dizaine d'hectares et d'un modeste bétail. Prolétaires de tout ordre, *khammès* ou journaliers n'ayant à gouverner qu'un âne et quelques chèvres atteignent 40 p. 100. Au-dessus de cette masse, surnagent quelques personnes aisées, 5 p. 100, parmi lesquelles peu sont réellement riches. Normalement le tiers de la population demande de novembre à mai le plus clair de sa subsistance au laitage, et à des herbes ou racines (maüves, jeunes pousses de qtaf, bulbes, etc.).

(1) En Algérie même, la terre trop souvent reste dépréciée par l'impossibilité où l'on se trouve d'en connaître les légitimes détenteurs. Les colons réclament depuis longtemps l'organisation dans le pays d'un système simple et précis de constatation des droits immobiliers. — Voir, dans les *Débats* du 12 octobre 1913, l'article intitulé : *Le livre terrien de l'Algérie*.

III. — PROGRÈS RÉALISÉS DANS LE HAUT-TELL DEPUIS NOTRE PROTECTORAT

Depuis notre occupation cependant qui a garanti la tranquillité et la stabilité politique, de grands progrès économiques ont été réalisés dans le Haut Tell. Celui-ci en 1911 comptait 235 000 Tunisiens, 10 000 Algériens et quelques milliers d'Européens, soit en tout 250 000 âmes donnant une densité de 17,5 au km carré. Cette population est deux fois plus nombreuse qu'au moment de l'établissement du protectorat et elle a vu ses conditions de vie devenir plus favorables, parce qu'en Friguia les ensemencements ont doublé et presque triplé en surface depuis trente ans. En non Friguia les progrès ont été même plus accentués, la superficie a triplé, quadruplé, sextuplé même chez certaines tribus.

L'accroissement des emblavures semble devoir continuer encore quelque temps, soit grâce à des défrichements, soit grâce à des jachères moins longues. Mais cette progression ne pourra pas cependant durer indéfiniment, et il faudrait alors que les indigènes renoncent à leurs méthodes de culture tout à fait primitives pour tirer du sol plus que les six quintaux de blé par hectare qu'ils considèrent déjà comme un bon rendement. M. Ch. Monchicourt pense que l'abîme existant entre les habitudes des indigènes et celles de la culture savante n'est pas près de se combler et que, pour le présent, le progrès agricole de la région, surtout de sa moitié méridionale, peut être poursuivi plus sûrement en améliorant les conditions de l'élevage.

L'œuvre des colons français est de donner l'exemple de l'emploi des systèmes culturaux perfectionnés, ils seront ainsi les guides et les initiateurs de nos protégés. La réussite des Français en Friguia ne fait pas de doute pour M. Ch. Monchicourt. Seul le manque de terres achetables entrave actuellement leur venue en plus grand nombre (on comptait, dans le Haut-Tell en 1904, 2 160 Français contre 243 000 indigènes).

Encore sont-ce les mines qui attirent les Européens ; le Haut-Tell est la fraction de la Régence la plus riche en fer, et, comme phosphates, il vient juste après la région de Gafsa. « C'est donc au premier chef un pays minier. Fer et phosphate se rencontrent précisément dans la zone non friguienne qui rachète ainsi son infériorité agricole. Ce sont les mines qui ont motivé l'avancée du rail au sein du Haut-Tell à quelque 250 km de la mer. C'est à elles qu'est due l'arrivée d'un contingent non négligeable d'Européens (7 000 en 1901), lesquels sont pour les deux tiers étrangers et surtout italiens. »

H. HITIER.

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN

membre du Conseil.

Expériences contrôlées de Culture mécanique,

organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913.

Les expériences contrôlées de culture mécanique, organisées à l'École nationale d'Agriculture de Grignon par l'arrêté du 23 août 1913 (1), se sont poursuivies en octobre et en novembre pour se terminer sur la ferme de Trappes.

Le jury a été convoqué le 16 octobre à Grignon, sous la présidence de M. François Berthault, directeur au ministère de l'Agriculture, assisté de MM. Trouard-Riolle, directeur de Grignon, commissaire général, et Ringelmann, directeur de la Station d'Essais de Machines, commissaire général adjoint; M. Charvet, professeur de Génie rural à Grignon, a été désigné comme secrétaire.

A partir du 17 octobre, à Grignon, trois séries d'essais se sont poursuivies parallèlement.

Une première équipe de commissaires, anciens élèves de l'Institut Agronomique ou de Grignon, sous la direction de M. Coupan, chef de travaux à l'Institut Agronomique, effectuait les constatations dans les champs pour mesurer les dimensions du labour, les vitesses en travail, les temps des tournées, la consommation, etc. Une surface d'une trentaine d'hectares de terres en différents états de culture a permis d'effectuer ces opérations qu'on n'aurait jamais pu mener à bien sur des champs appartenant à des particuliers, à moins de leur allouer d'énormes indemnités. Ce n'est que dans une ferme exploitée par l'Administration de l'Agriculture que l'on pouvait labourer comme on voulait et quand on voulait; sous ce rapport le choix de Grignon était particulièrement heureux et a assuré la réussite des opérations.

Aux essais de chaque machine, M. Ponscarme, répétiteur de Chimie à Grignon, prélevait des échantillons de terre pour en déterminer la densité et la teneur en eau; il fut chargé également de l'analyse des combustibles, alors que M. Moreau, répétiteur à Grignon, assurait le service photographique.

Une deuxième équipe de commissaires, sous la direction de M. Jacques Danguy, chef de travaux à Grignon, procédait aux essais sur les moteurs et les mécanismes des appareils, mesurait les vitesses et les consommations.

(1) Pages 359 et 371, Bulletin d'octobre 1913.

Sous la direction de M. L. Brétignière, professeur d'Agriculture à Grignon, une troisième équipe de commissaires surveillait les machines fonctionnant pour les labours d'automne sur des réserves d'une dizaine d'hectares, à côté de charrues tirées par les attelages de l'École. Les champs seront ensuite ensemencés, soignés et contrôlés jusqu'à la récolte afin d'établir la comparaison entre les différents genres de travaux effectués par les charrues ordinaires, les charrues tirées par des appareils dont quelques-uns assez pesants compriment préalablement le sol, et surtout les machines à pièces rotatives ou piocheuses.

A la suite de ces essais, les appareils furent appelés à travailler dans les conditions de la pratique courante. Comme les champs disponibles à Grignon étaient insuffisants pour cette dernière partie du programme, les opérations se sont effectuées sur les terres de la ferme de M. Camille Pluchet, à Trappes, qui a mis très aimablement de grands champs à la disposition du jury, en se réservant, comme de juste, le droit de faire arrêter toute machine qui n'effectuerait pas un travail considéré par lui comme convenable.

Dans tous les essais de Grignon, qui se sont poursuivis avec un soin méticuleux, les différents chefs de service avaient pour mission de tirer le meilleur parti possible de chacune des machines concurrentes, absolument comme s'ils en étaient les propriétaires; on accordait tout le temps demandé pour les réglages préalables et l'on ne commençait les constatations qu'après s'être assuré qu'on était en bon ordre de marche.

Pour la dernière partie du programme, à Trappes, les commissaires se sont considérés comme des entrepreneurs de labourage, cherchant à faire effectuer aux machines concurrentes les labours dont la nature était imposée par l'agriculteur chez lequel on opérât; on notait surtout la qualité de l'ouvrage, la consommation, le temps et le nombre d'hommes employés.

Ce n'est qu'après ces diverses phases d'essais et la discussion des résultats constatés que le jury pourra prendre les décisions prévues par l'arrêté du 23 août.

*
* *

Entre temps les travaux ont été interrompus du 22 au 25 octobre par des *démonstrations publiques* pendant lesquelles le domaine de Grignon était ouvert à tout venant.

Ces démonstrations publiques ont commencé le 22 octobre en présence du Président de la République et du Ministre de l'Agriculture. Une journée spéciale, le 28 octobre, fut réservée aux membres du Parlement qui sont venus en grand nombre sous la conduite de M. Clémentel, Ministre de l'Agriculture. Ils ont d'abord entendu, dans la bibliothèque de l'École, une conférence de M. François Berthault; ensuite, sur le champ des démonstrations, et successivement devant chacune des machines à l'arrêt, puis en travail, M. Ringelmann a fourni les explications techniques relatives à la construction de l'appareil, son mode de travail, les essais auxquels il est soumis, etc.

*
* *

La Commission d'admission avait accepté vingt machines dont la liste a déjà été donnée (1); au dernier moment, huit ont fait défaut, n'étant pas suffisamment mises

(1) Page 371, Bulletin d'octobre 1913.

au point par leurs inventeurs pour pouvoir prendre part au concours; les douze machines suivantes étaient encore à Grignon le 28 octobre :

A. — MACHINES FRANÇAISES :

Tracteur :

M. Edmond Lefebvre (1, rue du Champ-des-Oiseaux, Rouen, Seine-Inférieure) (2).

Tracteurs-treuils :

M. A. Bajac (Liancourt, Oise) (3)

M. V. Doizy (23, rue Raphaël, Vanves, Seine)

Tracteur-toueur :

M. G. Filtz (Juvisy, Seine-et-Oise) (4).

Charrues automobiles :

M. Benedetti (Le Mesnil-Aubry, Seine-et-Oise).

M. Henri Dubois (44, rue du Mail, Blois, Loir-et-Cher).

Appareils à pièces travaillantes rotatives :

MM. Derguesse-Tourand (27, rue Corneille, Levallois-Perret, Seine)

Société « Le Motoculteur » (47, boulevard Haussmann, Paris) (5).

MM. Vermont-Quellenec (31, rue Saint-Guillaume, Paris) (6).

Bineuse :

M. Bauche (Le Chesnay, près Versailles, Seine-et-Oise).

B. — MACHINES ÉTRANGÈRES :

Tracteur :

Compagnie internationale des Machines agricoles de France (C. I. M. A.) 153, rue Michel-Bizot, Paris) (7).

Charrue automobile :

Société Stock (Berlin) (8).

Il fut décidé que les essais de la bineuse de M. Bauche seraient renvoyés à 1914, à l'époque où différentes cultures en lignes seront en état de recevoir utilement des binages et des sarclages, qu'il est impossible d'effectuer pratiquement en octobre-novembre.

(1) Page 374, Bulletin d'octobre 1913.

(2) *Culture mécanique*, t. I, p. 41.

(3) *Culture mécanique*, t. I, p. 49.

(4) *Culture mécanique*, t. I, p. 117.

(5) Page 699, Bulletin de mai 1913.

(6) Page 369, Bulletin d'octobre 1913.

(7) *Culture mécanique*, t. I, p. 79.

(8) Pages 119 et 120, Bulletin de juillet 1913.

Bien que les Commissaires généraux fussent décidés à ne pas user du pouvoir qui leur était donné par le dernier paragraphe de l'article 7 de l'arrêté du 23 août, et à ne procéder à aucune exclusion, certains constructeurs ont volontairement retiré leurs appareils, soit complètement du concours, soit pour certains essais qui étaient cependant demandés à tous les concurrents.

Après les démonstrations publiques, la machine Dubois a été retirée du concours par son constructeur qui ne voulait pas qu'on procédât à des constatations.

Après quelques essais, et pour des motifs différents, tels qu'accidents ou détériorations survenues au matériel, prétexte que l'appareil était une machine d'essais pourvue d'un moteur défectueux ayant une forte consommation, que les essais duraient trop longtemps et que, le constructeur n'ayant qu'une seule machine, il était obligé de la retirer ayant promis de la faire travailler en différents endroits, etc., les machines Doizy, Derguesse-Tourand, le Motoculteur, Vermont-Quellenec et Lefebvre ont été immobilisées ou ont quitté Grignon à des dates différentes.

Il est resté en essais, jusqu'au 8 novembre, les machines : Bajac, Filtz, Benedetti, C. I. M. A. et la Société Stock.

Les machines se sont alors transportées à Trappes le 9 novembre, et le 10 il y avait dans les champs de M. Pluchet les appareils suivants : Bajac, Doizy (après réparation), Filtz, Benedetti, C. I. M. A. et la Société Stock, que la Vermont-Quellenec est venue rejoindre le 14 novembre.

Les travaux à faire à Trappes sur de grands champs, ayant des rayages de 400 et de 800 mètres, étaient les suivants : défrichement d'une luzerne de trois ans par un labour profond en vue de préparer la terre pour un semis de betteraves au printemps; labour moyen d'un chaume d'avoine pâturé, labour d'un chaume de blé, labour léger pour blé d'hiver après betteraves, les feuilles étant restées étalées sur le sol.

Après divers essais préliminaires les appareils suivants furent autorisés à travailler :

Dans la luzerne : Bajac, Filtz et Société Stock.

Sur le chaume d'avoine : Benedetti, C. I. M. A. et Doizy.

Sur le chaume de blé : Bajac, Filtz, Benedetti, Société Stock et Vermont-Quellenec.

Sur le champ ayant porté les betteraves : Bajac, Filtz, Benedetti et Société Stock.

Les dernières constatations ont été terminées à Trappes le 20 novembre au soir.

Tels sont, dans leurs grandes lignes, les travaux effectués par les Commissaires du Concours de longue durée institué par le Ministre de l'Agriculture; les essais seront repris en différents endroits au début de 1914 pour l'exécution des labours de printemps, puis à l'automne 1914 et au printemps 1915, afin qu'à côté des constatations mécaniques il y ait des résultats d'observations culturales devant obligatoirement être répétées un certain nombre de fois avant qu'on ait le droit d'en tirer des conclusions intéressant la pratique.

Après ces premiers essais d'automne on est déjà fixé sur la valeur relative des divers appareils aux points de vue mécanique et économique. Nous analyserons en temps utile les décisions qui seront prises par la Commission.

Charrue automobile Stock,

par M. FERNAND DE CONDÉ, Ingénieur agronome.

La machine Stock (1) appartient au groupe des charrues automobiles, c'est-à-dire que le moteur et les corps de charrue forment un tout indivisible, les corps de charrue ayant pour effet de donner le poids indispensable au tracteur pour l'adhérence.

Elle se compose (fig. 79) d'un châssis monté sur deux grandes roues motrices A, A'

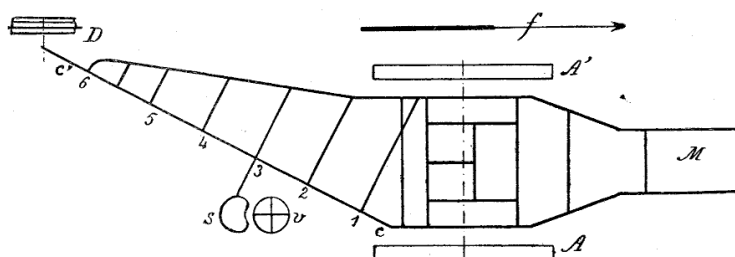


Fig. 79. — Principe de la charrue automobile Stock (plan).

de 2^m,20 de diamètre et une roue directrice D; le bâti porte à l'arrière les corps de charrue fixés sur la pièce de bâti cc'; lorsque les corps de charrue sont au nombre de six, ce qui est le cas le plus général, ils sont placés en 1, 2, ... 6, en face des traverses;

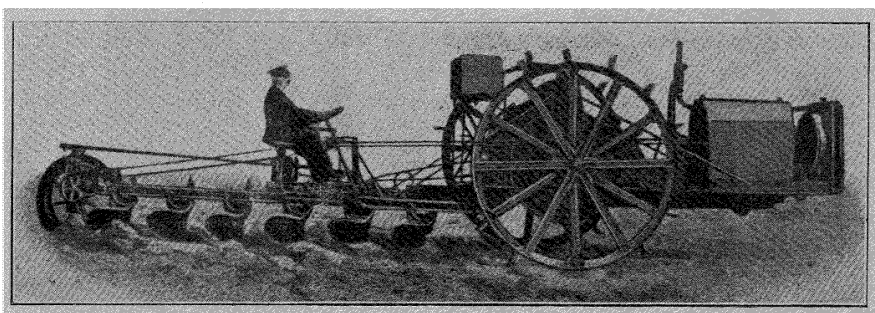


Fig. 80. — Charrue automobile Stock.

lorsqu'on ne travaille qu'avec quatre on les répartit à distance égale sur la pièce cc' entre les traverses 1 et 6. Le moteur M, placé sur le châssis, est reporté très en avant des roues motrices, ce qui donne un aspect tout particulier à la machine (fig. 80, 81), surtout avec ses roues motrices relativement grandes par rapport à la hauteur du bâti au-dessus du sol. Grâce au dispositif adopté, l'ensemble est fort bien équilibré et presque tout le poids de la machine se trouve reporté sur les roues motrices. Un siège s (fig. 79) pour le conducteur est placé latéralement; v est le volant de direction.

(1) Société de la Stock Motorpflug, Köpenickener Strasse, 48, 49 Berlin, S. O.

Les roues motrices, de 16 centimètres seulement de largeur de jante, reçoivent 15 à 25 palettes rectangulaires donnant de l'adhérence et fixées chacune au moyen de deux boulons. Les dimensions de ces palettes d'adhérence obligent à les enlever sur la route, ou bien à garnir la jante avec une chaîne de bois dont les blocs s'encastrant entre les palettes de façon à former une jante continue. Suivant les conditions du terrain les dimensions de ces palettes varient et peuvent avoir de 13 jusqu'à 36 centimètres de largeur sur 12 à 17 de hauteur.

Le moteur à explosions, à quatre cylindres, a une puissance de 42 à 50 chevaux. Le poids de la machine est de 4 000 kilogrammes environ. Un seul homme suffit pour

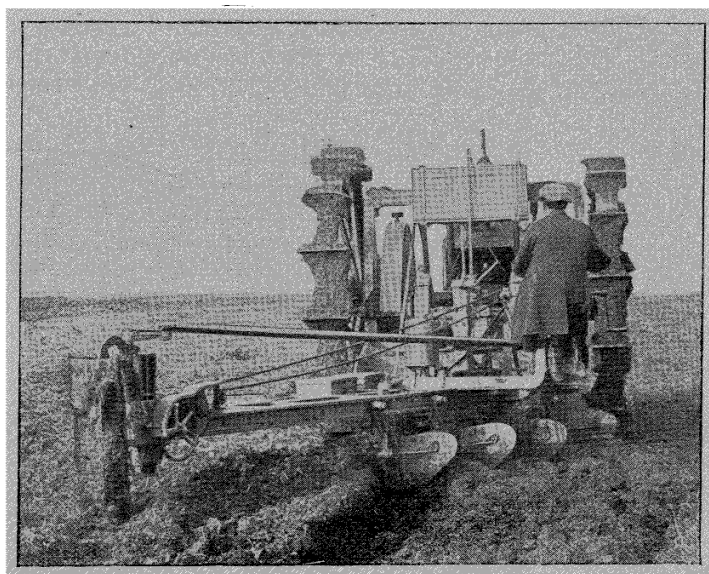


Fig. 81. — Vue arrière de la charrue automobile Stock.

la conduite. Les premiers modèles ne comportaient pas de changement de vitesse, et celui-ci se faisait en changeant un engrenage ; il n'y avait pas non plus de marche arrière. Le modèle qui a figuré aux essais d'Alger (avril 1913) organisés par l'Automobile-Club de France comportait quatre vitesses et une marche arrière ; c'est le modèle adopté aujourd'hui. Toutes les commandes peuvent être effectuées de son siège par le laboureur, même la montée et la descente des corps de charrue qui sont produites à l'aide d'une manivelle en soulevant l'arrière du bâti. Les corps de charrue, au nombre de six, donnent normalement une largeur de travail de deux mètres.

La position de la roue de direction D (fig. 79) placée à l'arrière et tout à fait latéralement, en dehors du train des deux roues motrices A, A', fait que la machine tourne facilement à gauche mais exige un grand rayon pour virer à droite.

*
* *
*

Le docteur Gustave Fischer, professeur à l'École supérieure d'Agriculture de

Berlin, a obtenu les chiffres suivants en 1911 avec une charrue Stock dans de bonnes conditions, sur une bonne terre silico-argileuse :

Longueur du rayage.	630 mètres
Profondeur du labour (centimètres)	16,6
Surface labourée en une heure (ares)	70
Consommation de benzol par heure (kilogr.)	13,8

Un autre jour, le même expérimentateur a obtenu 60 ares en une heure à une profondeur de 22^{cm}. 3; mais le sol insuffisamment ressuyé fit tomber une autre fois le rendement à 40 ares à l'heure avec une profondeur de 18^{cm}. 5. En pratique il faut compter une consommation horaire de 16 à 22 kilogrammes au lieu du chiffre de 13,8 indiqué dans l'essai du premier jour. Au frein le moteur a fourni 33^{chx}. 9. Le docteur Fischer estime que le succès de la charrue Stock est dû à sa simplicité de construction et à la facilité de la conduite.

Voici les résultats de quelques constatations qui ont été faites en Bohême :

A Mireschau, chez M. Max Maendl, on a obtenu en terrain plat 5^{ha}, 36 par jour (28 metzen), à une profondeur de 0^m,21 et 3^{ha},8 à 5 hectares à une profondeur de 0^m,29 à 0^m,31.

Au domaine de Winteritz, avec quatre socs, on a labouré en 8 heures 2^{ha},30; avec six socs on a atteint 4^{ha},20, mais on estime que par temps normal on peut facilement faire 5 ha. 3/4; malheureusement on n'indique pas les profondeurs de ces labours.

Le prix de revient du labour à la charrue Stock peut s'établir de la façon suivante (Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 22 février 1913). Nous donnons le calcul en couronnes et en francs, en rappelant qu'une couronne, qui vaut 100 heller, représente 1 fr. 05 de notre monnaie.

	couronnes.	francs.
Amortissement du moteur (prix 6 000 couronnes) 25 p. 100.	1 500	1 575,00
Amortissement de la charrue (prix 19 000 couronnes) 10 p. 100.	1 900	1 995,00
Intérêt du capital avancé (25 000 couronnes) 3 p. 100	1 250	1 312,50
Réparations, 5 p. 100 du capital	1 250	1 312,50
	<u>5 900</u>	<u>6 195,00</u>

En admettant que la machine travaille 500 hectares par an, on a une dépense fixe par hectare de 11^{fr},80, soit 12 fr. 39. Le calcul pour 1 hectare à une profondeur de 21 à 26 centimètres donne alors les chiffres suivants :

	couronnes.	francs.
Dépense fixe (amortissement, intérêt, réparations)	11,80	12,39
22 kg. d'essence.	7,20	7,56
Huile	0,60	0,63
Main-d'œuvre (2 hommes à 3 couronnes par journée de 5 hectares)	1,20	1,26
	<u>20,80</u>	<u>21,84</u>

On arrive ainsi aux prix suivants par hectare :

	couronnes.	francs.
Labour de 0 ^m ,21 à 0 ^m ,26	20,8	21,84
Labour de 0 ^m ,31 à 0 ^m ,37	27,0	28,35
Déchaumage.	13,0	3,65

Tome 120. — 2^e semestre. — Décembre 1913.

42

La dépense de 22 kilogrammes d'essence à l'hectare pour une profondeur moyenne de 23 centimètres correspond à 104^{mc},5 de terre remuée par kilogramme de combustible, et, en supposant une densité de 0,725 pour l'essence, 75^{mc},7 par litre de combustible, chiffre qui nous paraît élevé.

Un autre calcul que nous avons sous les yeux fait ressortir le labour d'un hectare à un prix comparable; le calcul en couronnes s'établit de la façon suivante, la charrue travaillant 50 jours par an sur une surface totale de 287^{ha} 25 (1 500 metzen).

<i>Dépenses fixes annuelles :</i>	
Amortissement du moteur (prix 8 000 couronnes) 25 p. 100.	2 000 ^c
— de la charrue (prix 17 000 c.) 10 p. 100.	1 700 ^c
Réparations annuelles	800 ^c
	4 500 ^c soit par hectare 15 ^c ,65
<i>Dépense par hectare :</i>	
Essence 32 ^{kg} ,24 à 32 heller	10 ^c ,32
Huile 1 ^{kg} ,56 à 50 heller	0 ^c ,78
Salaire du laboureur 3 ^c par jour.	
Salaire de l'aide 2 ^c —	
5 ^c par jour.	
A raison de 5 ^{ha} ,75 par jour soit par hectare	0 ^c ,88
	11 ^c ,98
	41 ^c ,98
Total.	27 ^c ,63

Le prix moyen du labour d'un hectare ressort donc à 27^c,63, soit 29 fr. 20.

Dans une autre exploitation on estime que le prix de revient d'un labour à 0^m,20 est de 16 c. 64, soit 17 fr. 50 environ, en consommant 32 kilogrammes d'essence; ces chiffres correspondraient à 62^{mc},5 de terre remuée par kilogramme de combustible, soit 45^{mc},3 par litre de combustible en supposant une densité de 0,725 pour l'essence.

Les prix suivants, en francs, concernant un labour avant semailles, sont donnés pour un hectare par les professeurs : (B.) Bornemann (de Berlin), (L.) Luedecke (de Breslau), (M.) Martiny (de Halle).

	B.	L.	M.
Intérêt et amortissement	7,10	6,15	7,35
Essence	7,50	8,30	6,70
Huile de graissage	1,00	0,85	1,35
Main-d'œuvre	1,25	0,85	2,10
Divers	"	0,85	1,05
Prix de revient du labour d'un hectare.	16,85	17,00	18,55

Ces prix, bien que partant de prix élémentaires très dissemblables, arrivent à concorder; il est néanmoins regrettable que, ainsi que dans la plupart des constatations faites en Bohême que nous venons de citer, la profondeur ne soit pas indiquée, ni la nature du terrain, car ce sont là surtout les deux facteurs qui donnent une idée de l'importance du travail effectué.

D'ailleurs, d'une façon générale, tous les prix et chiffres précédents, notamment ceux relatifs à la Bohême, nous semblent fort peu élevés. La charrue Stock vient de

prendre part aux essais contrôlés de Grignon et de Trappes organisés par le ministère de l'Agriculture ; nous espérons que ces essais, faits avec toute la minutie que nécessitent de semblables expériences, nous donneront des chiffres précis sur lesquels on pourra tabler.

Ce sont deux choses fort différentes en effet que l'évaluation d'un prix de revient sur une machine en service dans un domaine, où le but du propriétaire est de faire du labour en vue de l'exploitation de sa terre, et que les mesures précises que l'on peut effectuer relativement aux surfaces labourées, aux profondeurs, aux consommations, etc., lorsque le but est précisément d'avoir des données sur la machine en travail pratique, données qui grâce à leur caractère scientifique et à leur précision permettront ultérieurement de résoudre tous les problèmes que l'on peut se poser sur l'emploi de la machine expérimentée.

Aux essais d'Alger (avril 1913), organisés par l'Automobile-Club de France, on a obtenu les chiffres suivants (rapport de M. Ventou-Duclaux) :

Nombre de corps de charrue	6
Profondeur du labour (centimètres).	14 à 25
Vitesse moyenne en travail (mètres par seconde).	1 ^m .10
Largeur des fourrières (mètres).	14
Temps nécessaire pour une tournée (minute, secondes).	1 ^m 30 ^s
Surface totale labourée (hectares).	2 ^{ha} .3101
Durée totale du travail (heures, minutes).	3 ^h 50 ^m
Temps pour labourer 1 hectare (heures, minutes).	2 ^h 31 ^m
Surface labourée en 10 heures (hectares).	3 ^{ha} .96
Consommation totale de benzol (litres).	100 ^l .44
Consommation de benzol par hectare (litres).	43 ^l .4
Volume de terre ameublie par litre de combustible (mètres cubes).	46 m. c.

Le terrain était bien ameubli et le travail régulier.

Les essais faits en mai 1913 par M. Gagey aux environs de Tunis sur une charrue Stock ont été détaillés précédemment (1); nous résumons ci-dessous les principaux résultats :

Profondeur moyenne du labour (centimètres).	23,5
Largeur moyenne du travail (mètres).	1,44
Vitesse moyenne en travail (mètres par seconde).	1,19
Temps pour labourer 1 hectare (heures, minutes).	1 ^h 21 ^m
Volume de terre ameublie par litre d'essence (mètres cubes).	74

* * *

En démontant les corps de charrue, la machine Stock devient un tracteur pouvant remorquer des appareils quelconques de culture, en particulier des moissonneuses-lieuses ou autres machines de récolte.

(1) Page 120, Bulletin de juillet 1913.

Tracteurs à chaînes sans fin et à roues,

par M. G. MANRIN.

Le professeur V. Thallmayer compare, dans le *Wiener Landwirtschaftliche Zeitung*, du 22 octobre 1913, le tracteur à chaînes sans fin, dit *Caterpillar* ou *chenille*, avec le tracteur ordinaire à roues, et donne dans la figure 82 la comparaison des deux mécanismes qu'on peut considérer comme ayant communs le moteur M à quatre cylindres I, II, III et IV, le radiateur *a*, le volant *b*, l'embrayage *c*, l'arbre *m*, le châssis R, l'avant train L, le volant de direction *d*, le siège S et le toit *n*.

Dans le Caterpillar, il y a les roues A (fig. 82) de transmission à la chaîne sans fin

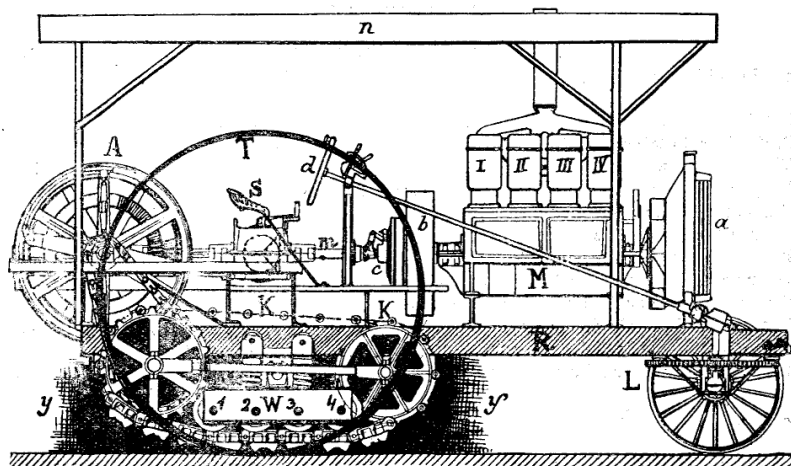


Fig. 82. — Comparaison d'un tracteur à chaînes sans fin avec un tracteur à roues.

K et le véhicule repose par des ressorts sur une boîte W portant les axes des galets 1, 2, 3 et 4, alors que le tracteur ordinaire n'a qu'une roue T à la place de chaque chaîne sans fin K.

D'ailleurs la zone de contact de la roue T (fig. 82) avec le sol n'est pas beaucoup plus petite que celle des maillons de la chaîne sur lesquels reposent les galets 1, 2, 3 et 4 ces détails ont été intentionnellement représentés sur un fond noir *yy'*.

M. Thallmayer montre, qu'à part certaines conditions exceptionnelles de terrain, comme du sable, de la tourbe ou des bourbiers, tous les avantages sont en faveur du tracteur à roues.

Il y a quelques années, au concours de Winnipeg, un Caterpillar mis en comparaison avec un tracteur à roues Aultman-Taylor a donné les résultats ci-après, sur une terre dure de prairie.

	Caterpillar.	Tracteur à roues.
Puissance du moteur (chevaux-vapeur)	45	58
Nombre de tours du moteur par minute	638	500
Profondeur du labour (centimètres)	9	9
Nombre de corps de charrue	7	9
Surface labourée par heure (ares)	88	125
Essence employée par hectare (kilog.)	17,16	14,82
Utilisation pour cent de la puissance du moteur pour le travail des charrues	80 0/0	81 0/0
Puissance employée pendant le travail (chevaux-vapeur)	36	47
Poids du tracteur (kilog.)	8 535	10 442
Pression de la chaîne ou des roues motrices sur le sol (kilog.)	7 400	7 491
Prix, à Winnipeg (francs)	24 820	20 000
Nombre de points obtenus, le maximum étant 550	380	447

Le calcul montre que ces deux machines ont consommé environ 400 grammes d'essence par cheval-vapeur et par heure.

Il y avait à Winnipeg six tracteurs à roues; celui d'Aultman-Taylor fut classé le premier et le Caterpillar n'eut que le troisième rang. Le prix du Caterpillar est élevé et la figure 82 montre bien la complication de son mécanisme d'entraînement et de la construction de sa chaîne sans fin relativement aux simples roues motrices des tracteurs ordinaires.

NOTES DE MÉCANIQUE

Nouveau four à galvaniser permettant d'éviter la formation des dépôts de zinc dur. — Les fours actuels à galvaniser fonctionnent d'une façon peu économique, car ils donnent lieu à la formation de dépôts de zinc dur et d'oxyde de zinc pouvant atteindre jusqu'à 50 p. 100 de la couche de zinc déposée.

Ces dépôts proviennent d'abord de la formation d'un alliage de fer et de zinc résultant d'un séjour trop prolongé des objets en fer à galvaniser dans le bain de zinc liquide, mais ensuite et surtout du surchauffage du bain de zinc ; en effet, ce bain se refroidit au milieu lorsqu'on y plonge les objets en fer froids, et pour le maintenir liquide on est obligé de le surchauffer au fond et sur les bords, car les fours usuels ne

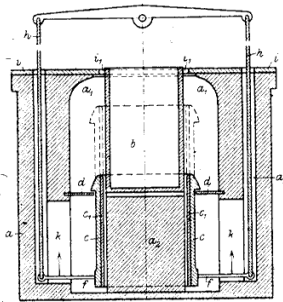


Fig. 1. — Four à galvaniser permettant d'éviter les dépôts de zinc dur.

sont généralement chauffés que par le fond du creuset et ne permettent pas de fournir une quantité de chaleur plus grande aux points convenables.

Le nouveau four breveté décrit par M. Otto WARD (*Werkstattstechnik* du 15 août 1913) permet de réduire de 3 à 8 p. 100 les pertes de zinc qui atteignent actuellement 50 p. 100, et d'éviter complètement la surchauffe du zinc.

Ce four *a* (fig. 1) comprend un foyer *a*₁ avec grille *d* et porte de foyer. Au-dessous de la grille annulaire *d* se trouve un cendrier avec porte et un socle *a*₂ en maçonnerie ou en fer placé au milieu et sur lequel repose le creuset à zinc *b*. Un cylindre creux *c* muni de plusieurs guides *c*₁ entoure le socle *a*₂ et le creuset *b* et peut être remonté dans la position figurée en pointillé, au moyen des bras *f* et des chaînes ou câbles *h* passant dans les canaux de la maçonnerie *a*₃. Le four est recouvert d'une plaque *i*, percée d'un trou central pour le creuset. Le cylindre creux dépasse un peu le fond du creuset pour éviter la surchauffe à cet endroit et par sa montée ou sa descente, l'ouvrier peut régler d'une façon parfaite la hauteur à laquelle il désire chauffer davantage le creuset refroidi par l'immersion des objets à galvaniser.

On peut également rendre le cylindre fixe et le creuset mobile, mais ce dispositif n'est pas aussi commode, car l'ouvrier ne peut atteindre le creuset aussi facilement lorsqu'il est complètement descendu.

De même, on peut supprimer le cylindre et rendre la grille mobile de bas en haut.

Enfin on peut rendre mobiles d'une part le creuset et la grille et d'autre part le cylindre.

Graissage combiné à l'huile et au graphite. — On sait depuis longtemps déjà que l'adjonction de graphite pur aux matières de graissage fluides et solides présente de grands avantages. M. UBBELOHDE en a étudié récemment les effets au point de vue théorique et pratique. (*Zeits. des Öster. Ingenieur-und Architektenvereines* du 18 juillet 1913). Les frottements que l'on rencontre dans les machines ne sont pas seulement des frottements fluides, mais encore des frottements secs, surtout dans le cas des faibles vitesses et des pressions élevées sur les coussinets; ces frottements ont pour effet non seulement d'augmenter énormément la résistance, mais encore de donner lieu à des chauffages et à des grippements; le moyen d'y remédier, connu depuis longtemps, c'est d'employer la lubrification au graphite qui, réduit à l'état de poudre très fine, remplit exactement les pores des surfaces frottantes; mais il est très difficile d'amener ce graphite pulvérulent au contact de ces surfaces; le graissage combiné à l'huile et au graphite présenterait en outre l'avantage d'éviter le frottement sec lorsque l'huile a été complètement expulsée du coussinet et que les surfaces sont en contact direct, seulement on n'a pas réussi à réaliser un mélange uniforme du graphite pulvérulent avec l'huile.

Un grand progrès a été fait par l'apparition de l'« Oildag » dans lequel le graphite artificiel d'Acheson est émulsionné avec l'huile par l'intermédiaire de tannin, de sorte que le graphite ne peut plus être séparé de l'huile même par filtrage. L'Oildag mélangé à de l'huile réduit la résistance au frottement de 60 p. 100 par rapport à celle qui résulte du graissage à l'huile pure. Le graphite d'Acheson est obtenu par chauffage de l'anthracite au four électrique, mais n'est pas en réalité du graphite: c'est une modification allotropique du carbone à aspect métallique, présentant une grande conductibilité pour la chaleur et l'électricité, très tendre et à structure cristalline lamellaire.

Le graphite naturel de Styrie et d'Italie est évidemment encore meilleur pourvu qu'il soit complètement débarrassé de matières étrangères telles que le feldspath et le quartz. MM. Putz ont réussi à l'épurer d'une façon parfaite, et ont obtenu un produit contenant 99,5 p. 100 de carbone pur; de même qu'Acheson avec le graphite artificiel, MM. Putz ont trouvé le moyen de maintenir en suspension même dans de l'huile très fluide, du graphite naturel épuré; leur solution est dénommée « Schwebegraphit » et, malgré son prix élevé, l'économie qu'elle permet de réaliser dans le graissage compense, et au delà, la dépense d'achat de la matière lubrifiante.

Accouplement automatique système Durbin des conduites de frein, de chauffage, et d'électricité des véhicules de chemins de fer (d'après *Railway Age Gazette* du 1^{er} août 1913). — Ce système d'accouplement (fig. 1 à 4) est indépendant de l'attelage automatique généralisé et unifié en Amérique; il est formé d'une tête en fer forgé pouvant osciller autour d'un axe vertical situé à 150 mm en arrière de sa face extrême de façon à pouvoir suivre les courbes de la voie; cet axe est porté par une barre horizontale

ment des deux véhicules sont appuyées l'une contre l'autre par des ressorts en acier au vanadium. Un verrou assure l'accouplement.

Les orifices d'accouplement sont disposés sur une ligne verticale sur la tête et sont reliés aux conduites par des accouplements flexibles.

Ce système présente l'avantage d'éviter l'introduction d'un agent entre les véhicules, de préserver les boyaux d'accouplement et de permettre leur remplacement en cas d'avarie sans séparer les véhicules; enfin le temps nécessaire à l'accouplement est considérablement réduit.

Locomotive Sulzer-Diesel. — La première locomotive mue par un moteur Diesel a été construite au commencement de cette année par MM. Sulzer frères, à Winterthur,

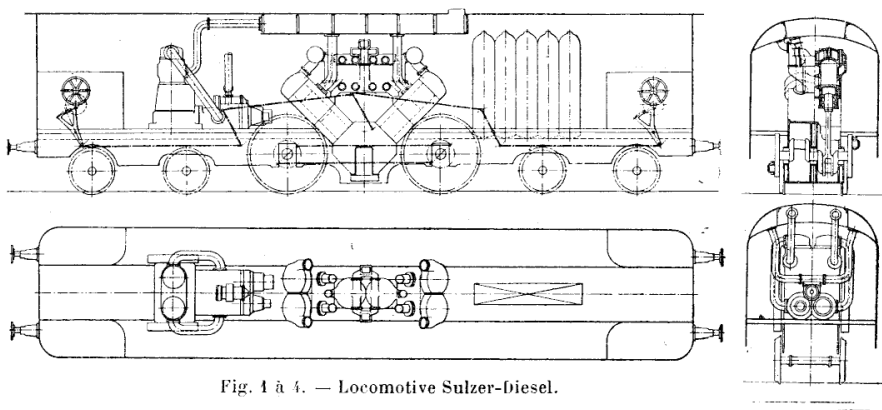


Fig. 1 à 4. — Locomotive Sulzer-Diesel.

en vertu d'une commande du Bureau central des chemins de fer de l'État prussien à Berlin à la Gesellschaft für thermo-Lokomotiven formée par MM. Sulzer, Klose et Diesel à Ludwigshafen et détentrice des brevets.

Cette locomotive (décrite dans l'*Engineering* du 3 septembre 1913) dont le châssis et les roues proviennent de chez M. Borsig à Berlin-Tegel est mue par un moteur Diesel à 4 cylindres en V attaquant un arbre coudé entraînant deux essieux reliés entre eux par des bielles d'accouplement; le compresseur d'air dont la puissance atteint un quart ou un cinquième de celle du moteur est indépendant et fournit l'air comprimé nécessaire au démarrage du moteur; le réservoir d'air est formé d'une série de cylindres. Enfin la locomotive est portée par 2 bogies (fig. 1 à 4).

Le moteur est du type à deux temps à simple effet. Les cylindres sont inclinés par paires à 90° , les manivelles de chaque paire étant calées à 180° . L'arbre coudé est supporté par 3 paliers en acier moulé. Chaque fond de cylindre porte 4 soupapes, savoir la soupape d'admission par laquelle le pétrole est injecté sous une pression de 50 à 70 atmosphères, la soupape de démarrage par laquelle l'air comprimé est fourni à la pression de 50 atmosphères et 2 soupapes pour le balayage des gaz brûlés injectant de l'air à faible pression (1,406 k.). L'échappement est placé à l'extrémité de la course de haut en bas sur un bossage de la paroi du cylindre. Les soupapes sont comman-

dées par deux excentriques fous dont le calage peut être changé pour inverser la marche. Chaque excentrique commande toutes les soupapes de deux cylindres. Sur la

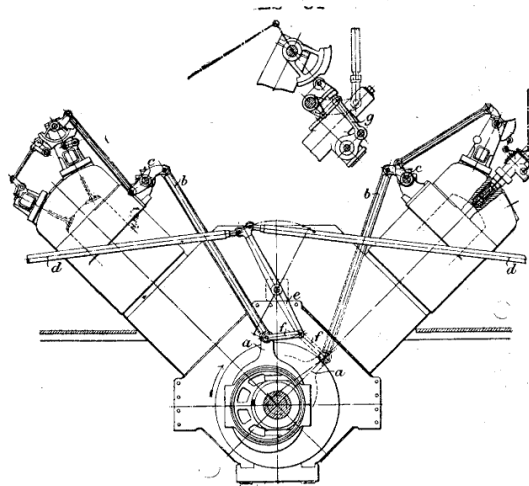


Fig. 5. — Groupe de cylindres avec commande de changement de marche.

Fig. 6. — Réglage de la soupape d'admission.

figure 5 la barre de changement de marche et les leviers *d*, *e*, *f* sont représentés en

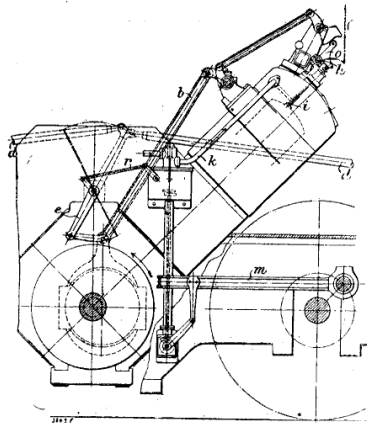


Fig. 7. — Installation de la soupape de démarrage.

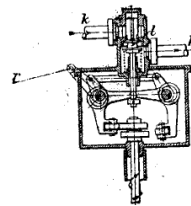


Fig. 8. — Réglage de la soupape de démarrage.

traits pleins dans la position de marche avant, la soupape est commandée par les leviers *b* et *c* ; les soupapes de balayage sont commandées par des cames ; le réglage de la levée de la soupape d'admission se fait par le levier *g* (fig. 6) au moyen duquel on fait varier la distance entre son extrémité et l'axe autour duquel oscille la came.

La soupape de démarrage qui ne sert qu'à introduire de l'air comprimé est double ; elle comprend la soupape proprement dite *i* commandée par came au moyen de l'excentrique principal et une deuxième soupape *l* amenant l'air à la soupape *i* par le tuyau *k* (fig. 7). La levée de la soupape *i* est également réglable (fig. 8). Cette double commande de la soupape de démarrage a pour effet de maintenir une avance constante quel que soit le degré d'admission. La figure 9 représente le fond d'un cylindre avec les diverses soupapes à plus grande échelle. La figure 10 représente les diagrammes de distribution : on voit que les courbes *cd* représentant la levée de la sou-

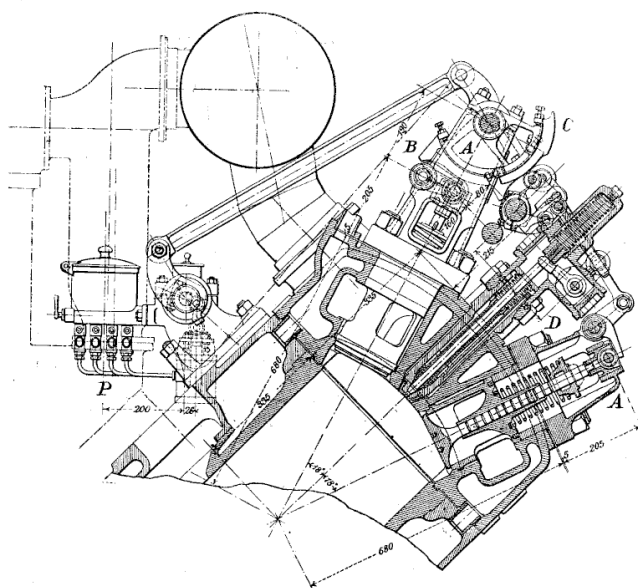


Fig. 9. — Ensemble d'un fond de cylindre à plus grande échelle.

pape sont symétriques par rapport à la ligne PP. De cette façon, quelles que soient les conditions de l'échappement, l'ouverture maxima de la soupape *i* correspond toujours au point mort et le commencement de l'admission de l'air est réglé par la soupape *l*. Pour renverser la marche il suffit de faire varier le moment où se lève la soupape *l* en agissant sur le levier *r* (fig. 8). La courbe *ab* représente l'admission de l'air réglée par la soupape *l* seule et les courbes *cd* le contrôle supplémentaire fourni par le fonctionnement de la soupape *i* pour différentes conditions d'échappement.

Entre les quatre cylindres se trouvent deux pompes à pistons à double effet et une pompe à air à triple effet. Toutes sont commandées par les bielles de deux des cylindres au moyen de leviers oscillants. La pompe à triple effet sert de réserve au compresseur auxiliaire. Ce dernier (fig. 11 et 12) est du type Diesel à double effet développant une puissance effective d'environ 250 chevaux, et possédant des cylindres de 305 mm. de diamètre et 380 mm. de course : les manivelles sont calées à 180°. La pompe à triple effet est commandée par une manivelle calée sur le même arbre. L'air

nécessaire au balayage des gaz brûlés est comprimé par la partie gauche du grand cylindre. La partie de droite de ce cylindre fournit de l'air à basse pression au petit cylindre qui comprime de l'air à haute pression pour le démarrage et l'injection de pétrole. Lorsque la locomotive est arrêtée, le compresseur alimente d'air le réservoir, formé d'une série de cylindres. L'air sortant du compresseur passe d'abord dans un refroidisseur puis se rend aux divers points d'utilisation.

Il existe en outre des pompes à huile pour graisser tous les paliers sous pression, des pompes pour faire circuler l'eau dans le refroidisseur et dans les doubles enve-

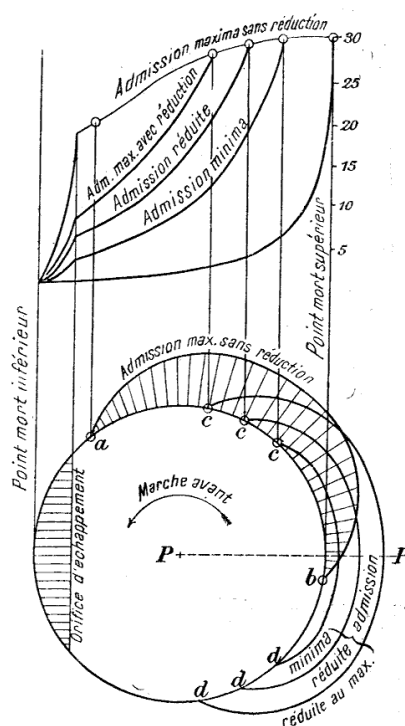


Fig. 10. — Diagramme de distribution.

loppes des cylindres et des pompes d'alimentation qui sont au nombre de deux. De plus il y a quatre pompes centrifuges à main placées dans la cabine du mécanicien pour remplir les tuyaux avant le démarrage.

La machine est supportée par deux longerons de 22,5 mm d'épaisseur réunis par des entretoises en tôles et cornières. Les bogies ont un certain jeu latéral rappelé par des ressorts à lames permettant à la locomotive de parcourir des courbes de 180 mm de rayon. La charge supportée par les bogies est transmise aux essieux par des ressorts à lames. De même les essieux accouplés sont munis de ressorts à lames placés au-dessous des boîtes avec des ressorts spirales dans les tiges de suspension.

Le frein Westinghouse agit sur tous les essieux et un frein à main sur les essieux accouplés. L'air comprimé du frein est fourni par l'un des cylindres du compresseur et comprimé dans un réservoir spécial. La sablière est à air comprimé et agit à l'avant et à l'arrière des roues motrices.

La locomotive est complètement entourée d'une enveloppe en tôle ; les approvisionnements d'eau de refroidissement et de pétrole sont contenus dans quatre réservoirs latéraux placés aux quatre coins de la machine ; on a prévu un silencieux dans

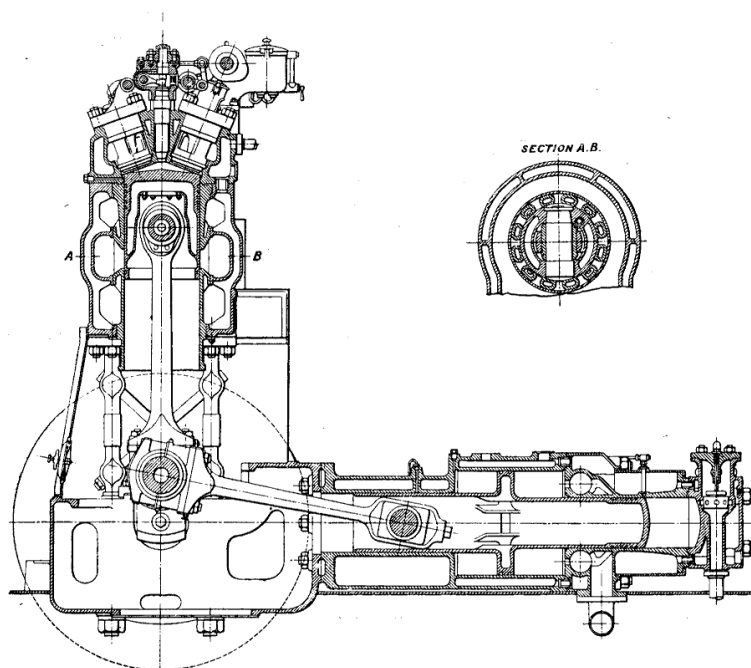


Fig. 11 et 12. — Compresseur d'air auxiliaire.

l'échappement. La locomotive peut être conduite de l'une ou l'autre extrémité où les appareils de commande sont réunis ; ceux-ci, outre le volant de changement de marche, comprennent des leviers commandant les soupapes de démarrage et d'alimentation et les pompes d'alimentation, les leviers de manœuvre du frein et de la sablière, le sifflet, les manomètres, etc. La mise en marche se fait de la façon suivante : on fait démarrer lentement la machine auxiliaire par l'admission d'air comprimé provenant du réservoir d'air ; puis on l'alimente au pétrole, la pression de l'air dans les réservoirs d'air augmente alors et on peut envoyer cet air dans la machine principale. Lorsqu'on a atteint une vitesse de 10 km/h, l'air comprimé est remplacé par le pétrole et la locomotive marche normalement. Pour arrêter, il suffit de couper l'arrivée du pétrole et de freiner.

Les premiers essais de cette locomotive ont été faits sur la ligne de Winterthur à

Romanshorn et ensuite elle a été envoyée à Berlin en mars 1913. Sa vitesse a varié de 20 à 100 km/h. D'autres essais ont été faits sur la ligne de Berlin à Mannsfeld. Les caractéristiques de cette locomotive sont les suivantes :

Longueur hors tampons	16 m
Empattement des roues motrices	3,6 m
Empattement d'un bogie	2,2 m
Distance d'axe en axe des bogies	10,5 m
Diamètre des roues motrices	1,75 m
Diamètre des roues des bogies	1 m
Diamètre des essieux moteurs	200 mm
Diamètre des fusées	210 mm
Longueur des fusées	260 mm
Diamètre des boutons d'accouplement	100 mm
Longueur des boutons d'accouplement	120 mm
Diamètre des cylindres	380 mm
Course des pistons	350 mm
304 tours de l'arbre moteur correspondent à une vitesse de la locomotive de 100 km/h.	
Poids total de la machine en ordre de marche	93 t

A. SCHUBERT,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE PUBLIQUE

DU 7 NOVEMBRE 1913

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

La séance est ouverte à 20 h. 30.

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

Calcul du béton armé. Formules, tableaux et abaques, par M. CH. AUBRY, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 2 vol. (renvoyé au Comité des Constructions et Beaux-Arts);

Les grands magasins à Paris, à Berlin et en Amérique. Leur organisation commerciale (ouvrage traduit de l'allemand).

La machine à vapeur, par M. AIMÉ WITZ, membre correspondant de l'Institut, 3^e éd.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

Notions fondamentales de chimie organique, par M. CHARLES MOUREU, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris, 4^e éd.;

Services des grandes forces hydrauliques (Région des Alpes). Annexe du Tome V : Cartes. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS;

Report of the Commissioner of Corporations of the Steel Industry. Part III;

Travail des métaux, par M. J. MICHEL, ingénieur civil;

Agenda aide-mémoire agricole pour 1914, publié par M. G. WERY;

Inauguration des monuments élevés à la mémoire de Philippe Thomas, vétérinaire principal de l'armée, à Sfax, le 26 avril, et à Tunis, le 29 mai 1913.

M. LE PRÉSIDENT exprime à M. Bertin, notre ancien et vénéré Président, la satisfaction que nous éprouvons tous de le retrouver parmi nous. Au moment où il quittait le fauteuil présidentiel, il était surpris par une grave maladie, et son état ne laissait pas beaucoup d'espoir à sa famille et à ses nombreux amis. Grâce à sa vigueur corporelle et à son énergie morale, il est aujourd'hui en pleine santé; nous lui adressons nos affectueuses félicitations.

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'il a représenté la Société d'Encouragement à l'assemblée générale de l'Association des anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers. Il rappelle, à cette occasion, que, de 1817 à 1863, la Société d'Encouragement a joui du privilège de désigner au Ministre, après concours, six jeunes gens dignes de recevoir, aux écoles de Châlons et d'Angers, l'enseignement gratuit; on trouve, chaque année, dans notre Bulletin, un rapport, fait à la suite du concours, par un de nos collègues. En 1866, ce privilège a été retiré à notre Société, « les bourses devant être dorénavant distribuées par simple décision ministérielle ». En 1867, la Société vota une somme annuelle de 500 f à distribuer comme prix à quinze élèves; cette décision n'a pas été maintenue. Le Président considère qu'il serait à souhaiter que nous pussions, après quarante-six ans d'oubli, renouveler nos relations anciennes avec les Écoles d'Arts et Métiers et avec la puissante Association de leurs anciens élèves.

M. LE PRÉSIDENT annonce que la Société d'Encouragement, sur la proposition qui a été faite par le Comité des Arts chimiques, a distribué trois nouveaux secours de 100 f à des ouvriers, en prélevant ces sommes sur le reliquat de ses fondations spéciales.

Quatre membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. MARBEAU (Édouard), président de la Société du Ferro-Nickel, à Paris, présenté par MM. le lieutenant-colonel Renard et le capitaine Nicolardot;

La SOCIÉTÉ PYRÉNÉENNE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Livache;

M. GOUTAL (Édouard), Ingénieur-chimiste, chef des travaux chimiques à l'École des Mines, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Mahler;

Le SYNDICAT DES CUIRS ET PEAUX DE LA TOURAINE ET DU CENTRE OUEST, présenté par MM. Petitpont et Livache.

Sont admis comme membres de la Société :

M. LÉAUTÉ (Henry), M. CHARPENTIER (Jacques), M. COURBAIZE (Albert), MM. CAPLAIN SAINT-ANDRÉ ET FILS, M. DELOMBRE (Roger), M. MAURY (Paul), M. SÉE (Jacques), la COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES PÉTROLES, M. TERQUEM (Maurice), MM. PAIX ET C^{ie}, M. MONNIER-SILARDIÈRE (Léon), M. MALLET (Paul), la COMPAGNIE DES PÉTROLES FANTO, M. VISSEAU (Jacques), M. GUILBERT (J.), MM. DESMARAIS FRÈRES, le COMPTOIR LYON-ALEMAND, MM. FENAILLE ET DESPEAUX, M. EYROLLES (Léon), M. GOUÈRE, la SOCIÉTÉ ANONYME A. ANDRÉ FILS, M. FRANÇOIS (Lucien), M. MARIAGE (André), M. PASSOT (Émile), M. FLAHAULT (André), MM. MARCEL BASSOT ET C^{ie}, M. QUENNESSEN (Louis), la SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, la CHAMBRE DE COMMERCE DE NANCY, M. GOUIN (Adolphe), M. KEIM (Paul), le SYNDICAT PROFESSIONNEL DES CAOUTCHOUC, GUTTA-PERCHA, TISSUS ÉLASTIQUES, ETC.,

qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. DUPUIS, au nom du Comité de Commerce, déclare qu'une place est vacante dans ce Comité par suite du décès de M. Charles Lavollée.

M. ÉDOUARD BELIN fait une communication sur *Les progrès récents de la téléphotographie*.

L'auteur rappelle d'abord les travaux de l'abbé Caselli, qui, en 1865, donna une solution parfaite mais malheureusement prématurée, du problème de la téléphotographie.

Tels qu'ils ont été présentés en 1907 et en 1908, les procédés téléphotographiques de M. Édouard Belin utilisaient, pour la transmission, le relief des photographies à la gélatine bichromatée. Les valeurs de ces reliefs étaient traduites électriquement par un rhéostat minuscule dont le curseur était à l'extrémité d'un levier appuyé sur le cylindre de transmission. Ce rhéostat, mis en série avec la ligne télégraphique, faisait constamment varier, et de quantité convenable, l'intensité du courant agissant sur le galvanomètre de réception.

Ce dernier, très rapide et de sensibilité suffisante, était, en la circonstance, un oscillographe de M. Blondel. Un faisceau lumineux constant, réfléchi par le miroir, rencontrait d'abord une lentille convergente et tous ses rayons venaient concourir sur l'axe principal en un même point, foyer conjugué du miroir par rapport à la lentille. C'est là que, sur un cylindre identique à celui de départ, se déroulait la préparation sensible. Les variations électriques étaient traduites, à leur tour, en variations lumineuses par l'intercalation, sur le parcours du faisceau lumineux, d'un écran dégradé transparent appelé *gamme de teintes*.

Le procédé qui vient d'être sommairement décrit a, dès le début, donné d'excellents

résultats; mais, pour de multiples raisons, la transmission ne pouvait qu'être assez lente; d'autre part, la traduction des reliefs par un rhéostat avait l'inconvénient de donner des épreuves formées de teintes plates étagées au lieu de garantir l'infinie variété des teintes dégradées.

C'est dans ce but qu'en 1909 M. Belin a remplacé le rhéostat et le levier par un microphone spécialement étudié pour avoir une résistance d'origine fixe. Le progrès considérable ainsi réalisé permit d'entrevoir, pour la téléphotographie, des applications beaucoup plus précises et beaucoup plus nombreuses.

Cependant, ces dispositions ne se prêtaient pas à des transmissions très lointaines et il fallut chercher un moyen de couvrir, sûrement, les plus grandes distances tout en maintenant, autant que possible, la qualité des résultats. C'est dans ce but que M. Belin a réalisé, au début de l'année 1912, un organe de transmission réunissant à la fois les qualités du rhéostat et du microphone et appelé, pour cette raison, rhéomicrophone. En même temps, tous ces perfectionnements permettaient de considérablement réduire l'encombrement du poste de transmission et c'est ainsi qu'on parvint à réaliser un appareil transmetteur portatif susceptible de devenir l'auxiliaire indispensable du reporter photographe.

Au mois d'août 1912 un premier essai de cet appareil fut effectué entre Le Havre et Paris et de bonnes photographies furent expédiées à Paris depuis une cabine publique du bureau central du Havre.

Une difficulté restait encore à surmonter : il fallait pouvoir transmettre très vite sur de très grandes distances et vaincre par suite la capacité des conducteurs.

A cet effet, M. Belin songea à substituer à l'emploi du courant continu celui du courant alternatif en maintenant la fréquence de ce dernier voisine de la fréquence téléphonique moyenne. Les modifications générales à apporter au système ne devaient pas être importantes et la disposition adoptée fut la suivante :

Au départ, un alternateur à 600 périodes se trouve relié au primaire d'un transformateur sur lequel est placé en dérivation un microphone convenable. Le secondaire du transformateur est relié à la ligne. A l'arrivée, un transformateur semblable est monté en sens inverse et c'est à son primaire qu'est relié l'équipage de l'oscillographe.

Au mois de janvier 1912, des expériences officielles ont été faites, avec le concours de l'Administration française des Télégraphes entre Bordeaux et Paris. Des photographies étaient envoyées depuis un poste d'abonné de Bordeaux avec l'appareil transmetteur portatif, et les documents étaient, d'autre part, transmis, par courant alternatif, de Paris à Bordeaux. Ces dernières expériences ont prouvé que la netteté et la valeur des documents originaux restaient garanties malgré la distance et que, malgré la fréquence du courant, aucun trouble gênant n'était constaté par induction sur les lignes voisines.

Depuis cette époque, des appareils ont été construits qui vont, incessamment, faire passer les procédés téléphotographiques de M. Édouard Belin du laboratoire à la pratique définitive.

Et le seul point qui restait à résoudre est maintenant un fait acquis, puisque, prochainement, des photographies de traits et de demi-teintes seront transmises par la télégraphie sans fil.

M. LE PRÉSIDENT s'associe aux félicitations que l'auditoire adresse à M. Édouard Belin. Il rappelle qu'en mars 1908, ce jeune savant a bien voulu communiquer à la Société d'Encouragement les premiers résultats de ses travaux, et faire fonctionner devant elle son téléstéréographe. Son ingéniosité et sa persévérance lui ont permis de perfectionner et d'adapter son appareil aux besoins modernes du reportage. En attendant que la science nous donne la vision directe des événements vécus loin de nous, M. Édouard Belin a créé un contact qui n'use, comme intermédiaire, que du téléphone et même de la télégraphie sans fil, c'est-à-dire des procédés les plus rapides dont nous disposons, pour communiquer notre pensée. Gagner quelques heures est pour un journal gagner des milliers de lecteurs; ils avaient le téléphone pour le texte, ils l'auront aujourd'hui pour l'image. Nous serons heureux d'insérer dans notre Bulletin le très intéressant mémoire de M. Édouard Belin; c'est de travaux de ce genre que notre Société a le droit de s'enorgueillir.

La séance est levée à 22 h. 40 m.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU 18 NOVEMBRE 1913

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de L'ACADÉMIE DES SCIENCES et sous les auspices de M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE. 2^e série, tome XI;

Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de L'ACADÉMIE DES SCIENCES, par MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS. Tome XIV;

La loi de trois ans. Article 13 : Le régime des grandes écoles;

Structure et solubilité des aciers en fonction de la température de forgeage, par M. FÉLIX ROBIN, Ingénieur des Arts et Manufactures;

Pour l'ouvrier moderne. Écoles, classes, cours, examens professionnels, par M. C. CAILLARD, Inspecteur général adjoint de l'Enseignement technique ;

Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics. 2^e série. Tome XX, année 1911.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

Studio microscopico e chimico pel riconoscimento delle fibre vegetali, lane, peli pellicce, sete naturali, sete artificiali. Analisi quantitativa dei tessuti ed altri manufatti tessili, par M. ALESSANDRO SOLARO, Inspecteur des douanes ;

Électricité agricole, par M. A. PETIT, Ingénieur-agronome, 2^e éd. ;

Lois, décrets, arrêtés concernant la réglementation du travail et nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes (octobre 1913).

Trois membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. SILZ (Georges-Bernard), ancien élève de l'École polytechnique, capitaine d'artillerie démissionnaire, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

LES ÉTABLISSEMENTS LEMOINE, forges, fonderies et ateliers de construction, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;

LES ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Trillat.

Sont admis comme membres de la Société :

M. MARBEAU (Édouard), la SOCIÉTÉ PYRÉNÉENNE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, M. GOUTAL (Édouard), le SYNDICAT DES CUIRS ET PEAUX DE LA TOURAINE ET DU CENTRE OUEST,

qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. LE PRÉSIDENT attire l'attention de l'Assemblée sur le système de chauffage par radiateurs électriques qui fonctionne dans la salle. Il s'agit là d'un chauffage de fortune, destiné à remplacer notre chauffage central par la vapeur pendant quelques jours seulement, c'est-à-dire pendant l'installation d'une nouvelle chaudière. Grâce à l'activité et à l'habileté déployées par la maison Boivin, 16, rue de l'Abbaye, et par son ingénieur M. Fouques, cette installation a pu être faite en moins de douze heures.

M. LE PRÉSIDENT annonce le décès de deux de nos collègues, M. Bernard, président du Conseil d'administration des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin, et de M. Victor Luc, tanneur à Nancy.

M. MASSON présente un rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un ouvrage de M. DE MORIN, intitulé : *Les appareils d'intégration*, dont l'insertion dans le Bulletin est approuvée.

M. MOREAU lit un rapport de M. DE RIBES-CHRISTOFLE, présenté au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur un *appareil de transmission à distance dit transmission Sigma*, imaginé par M. HERZMARK. Son insertion dans le Bulletin est approuvée.

Lecture est donnée d'un rapport de M. LIVACHE, présenté au nom du Comité des Arts chimiques, sur le *Zinox, produit employé en peinture*, fabriqué par M. PETIT. Son insertion dans le Bulletin est approuvée.

Lecture est donnée du rapport de M. LAFOSSE, présenté au nom de la Commission des Fonds, sur les *Comptes de l'exercice financier 1912*.

Lecture est donnée du rapport de M. V. LEGRAND, présenté au nom des Censeurs, sur les *Comptes de l'année 1912*.

Les comptes de l'exercice 1912 sont approuvés à l'unanimité.

M. LE PRÉSIDENT adresse les remerciements de la Société à notre trésorier, M. Alby, au rapporteur de la Commission des Fonds, M. Lafosse, et à M. Victor Legrand, censeur.

M. BÉRARD, au nom du Comité des Arts chimiques, déclare qu'une place est vacante dans ce Comité par suite de la démission de M. Jungfleisch, nommé membre honoraire.

M. MARCEL SCHOEN fait une communication sur *L'application des extraits de malt diastasiques (diamalt) en boulangerie*.

Après un aperçu général des principes de la fermentation, M. Schoen expose les diverses phases de la fabrication du *diamalt* dans l'usine de Ris-Orangis (Seine-et-Oise). Cette fabrication est basée sur l'extraction fractionnée du malt, la concentration des jus à une densité de 1,38, et leur mise au type par voie d'analyse. L'utilisation du *diamalt* en boulangerie repose sur l'activité de sa diastase, qui a pour effet d'exalter les propriétés naturelles de la levure, l'élément indispensable de la fermentation panaière.

M. LE PRÉSIDENT félicite M. Schoen d'avoir pris l'initiative d'introduire en France cette fabrication fort intéressante du *diamalt*; non seulement elle

fournit du travail à nos nationaux, mais elle utilise une de nos principales céréales, et s'applique à la plus importante de nos industries alimentaires, puisque nous sommes les plus gros mangeurs de pain du monde. Il prie M. Schoen de lui remettre sa note qu'il fera examiner par le Comité compétent en vue de son insertion dans le Bulletin.

M. BILLON-DAGUERRE fait ensuite une communication sur *Les procédés de fusion et de soufflage du quartz pur et transparent de la Société française du Quartz*.

M. Billon-Daguerre, neveu d'un des inventeurs de la photographie, expose les procédés de fusion de la silice pure sans addition d'aucun fondant, employés par la Société française du Quartz, d'Asnières (Seine).

Il fait d'abord la description de son four électrique spécial dont les caractéristiques sont :

L'utilisation de toutes les phases, avec ou sans neutre ;

Une consommation automatiquement équilibrée, sans rhéostat extérieur, c'est-à-dire sans perte d'énergie.

L'auteur fait ensuite la comparaison entre ses procédés et ceux des sociétés étrangères qui fondent des sables quartzueux additionnés de fondants, ce qui généralement donne des produits opalins ne laissant pas passer les rayons ultra-violet.

M. Billon-Daguerre décrit ensuite la fabrication, par fusion et soufflage, de divers appareils en quartz pur et transparent dont il présente plusieurs spécimens ; il chauffe à blanc une pièce qu'il plonge brusquement dans l'eau froide, sans qu'elle se brise, ni même se craquèle (le coefficient de dilatation moyen entre 0° et 1000°, est de $0,345 \times 10^{-6}$) soit 1/24 de celui du platine.

Il termine en faisant quelques projections lumineuses avec une nouvelle lampe spéciale à vapeur de mercure. Cette lampe est composée essentiellement d'un tube méplat ou rond en forme d'U renversé dont les branches recourbées sont terminées par des tubes recevant les électrodes. Le tube en U, qui constitue la lampe proprement dite, est placé à l'intérieur d'un flacon de forme spéciale pourvu d'un long col vertical fermé par un bouchon rodé. Le tout est en quartz fondu pur et transparent.

Un réflecteur peut être placé derrière la lampe de façon à envoyer sur l'objet à éclairer la totalité des rayons lumineux émis par la lampe.

Les avantages de cette lampe sont les suivants :

1° Elle fonctionne immergée complètement dans l'eau, et s'éteint d'elle-même si on la laisse à l'air libre ;

2° Le point lumineux est absolument fixe, ce qui dispense de tout réglage ;

3° L'absence de charbons que, dans les lampes ordinaires, il faut changer, centrer et régler ;

4° La lumière projetée est parfaitement froide ; on peut, sans aucun inconvénient, laisser un film en celluloïd arrêté indéfiniment au foyer lumineux du système optique d'un appareil à projections cinématographiques sans craindre qu'il s'enflamme.

3° On fait une économie de courant de plus de 50 p. 100 sur les lampes à charbons. L'inventeur espère pouvoir augmenter encore l'intensité lumineuse de cette lampe. Actuellement, elle est de 3 000 bougies. Cette lampe fonctionne sur courant continu; actuellement elle consomme 1 500 watts (20 ampères à 75 volts).

Les principales applications scientifiques et industrielles de cette lampe sont : l'ultramicroscopie, la photomicroscopie, la photographie sous-marine, l'éclairage intensif pour travaux sous-marins et sous-fluviaux, scaphandriers.

Cette lampe est une source intense de rayons ultra-violet et peut être employée avantageusement pour la stérilisation de l'eau avec un débit qui semble pouvoir atteindre 30 m³ par heure.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Billon-Daguerre et ses collaborateurs d'avoir fait connaître à la Société comment on peut tirer parti des propriétés fusibles du quartz, et obtenir en France les résultats que beaucoup croient être la propriété exclusive des étrangers; la construction du four électrique, de l'appareil de projection à lumière froide, et des ustensiles de laboratoire ont intéressé vivement la Société, et M. Billon-Daguerre voudra bien remettre une note descriptive qui sera renvoyée au Comité compétent, en vue de son insertion dans le Bulletin. Nos membres auront grande satisfaction à visiter, suivant l'invitation qui vient de nous être faite, les ateliers de M. Billon-Daguerre: une note ultérieure fera connaître la date de cette visite.

La séance est levée à 22 h. 40 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 27 NOVEMBRE 1913

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

Défauts du tissage, 1^{re} partie : Les opérations préparatoires de la chaîne et de la trame, par M. Adolphe HULLEBROECK, directeur de tissage (renvoyé au Comité des Arts mécaniques);

Guide-memento à l'usage des commissaires chargés de vérifier les comptes et les apports dans les sociétés par actions, par M. Gabriel FAURE, arbitre au Tribunal de Commerce;

Nouveaux dispositifs de protection et de renforcement des poteaux de lignes électriques aériennes, par M. P. LECLER, Ingénieur des Arts et Manufactures;

Les classiques de la science, publiés sous la direction de MM. H. ABRAHAM, H. GAUTIER, H. LE CHATELIER et J. LEMOINE :

N° I. *L'air, l'acide carbonique et l'eau*. Mémoires de DUMAS, STAS et BOUS-SINGAULT;

N° II. *Mesure de la vitesse de la lumière. Étude optique des surfaces*. Mémoires de LÉON FOUCAULT.

M. HITIER analyse l'ouvrage suivant :

La motoculture, ses applications pratiques, par M. TONY BALLU, Ingénieur agronome.

Cinq membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

La COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE, à Nancy, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Paul Luc ;

La SOCIÉTÉ MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE DE PEÑARROYA, à Paris (membre à vie), présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Trillat ;

M. ANGEL (Louis), Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur-électricien, à Paris (membre à vie), présenté par MM. Lemaire et Lindet ;

M. BOURDELLES (Émile-Louis), à Paris, présenté par MM. le général Sebert et le capitaine Nicolardot ;

M. DE NOLLY (Hector), Ingénieur de la Compagnie des Aciéries de la Marine et d'Homécourt, à Saint-Chamond (Loire), présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot.

Sont admis comme membres de la Société :

M. SILZ (Georges-Bernard); les ÉTABLISSEMENTS LEMOINE; les ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'Est,

qui ont été présentés dans la dernière séance.

Lecture est donnée d'un rapport de M. d'ALLEMAGNE, présenté au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur l'*Appareil à plonger* de M. FERNEZ, dont l'insertion dans le Bulletin est approuvée.

Lecture est donnée d'un rapport de M. HACHETTE, présenté au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur un appareil de M. GAUMONT, intitulé biochrome, pour *projections cinématographiques en couleurs*. Son insertion dans le Bulletin est approuvée.

M. LE PRÉSIDENT fait part du décès de l'un de ses lauréats les plus méritants, M. Claude Boucher, l'inventeur de la première machine à fabriquer les bouteilles. La machine à fabriquer les bouteilles est tellement répandue aujourd'hui que notre collègue, M. Appert, estime qu'elle produit 60 p. 100 des bouteilles employées pour les vins et les eaux minérales.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'il a représenté la Société à la séance de la Société des Ingénieurs civils, le soir où elle a reçu M. le Président de la République, et au cours de laquelle notre vice-président, M. D. Berthelot, a fait une communication des plus remarquées.

M. LOUIS ANCEL fait une communication sur *Le sélénium et ses applications en téléphonie sans fil, télévision et photométrie*.

Après avoir rappelé les principales propriétés physiques et chimiques du sélénium, M. Ancel indique dans quelles circonstances le sélénium a été utilisé, il y a seulement quarante ans, pour la première fois, dans la technique électrique. C'est à May, préparateur de Willoughby Smith, qu'on est redevable de la découverte d'une curieuse propriété du sélénium : la conductibilité de ce corps augmente ou diminue suivant l'éclairement qu'il reçoit (12 février 1873). Werner Siemens utilisa l'un des premiers cette propriété pour construire des cellules de sélénium dès 1875. Plus tard, en 1878, Bell, l'inventeur du téléphone en Amérique, construisit avec Summer Tainter un récepteur photophonique et réalisa un procédé de téléphonie sans fil par ce moyen. Ses recherches, extrêmement intéressantes et variées, l'amènèrent à faire une étude très approfondie du sélénium au point de vue de son application en radiophonie. De nombreux savants, en France et à l'étranger, ont plus tard étudié le sélénium et réussi à construire des cellules très sensibles.

M. Ancel décrit la construction de ces diverses cellules et indique les perfectionnements qu'il a réalisés lui-même dans cette voie. En combinant l'arc chantant de Simon et une cellule de sélénium, éclairée par les rayons lumineux de cet arc, le physicien allemand Ruhmer a pu, après divers essais successifs, franchir des distances de 15 km. Un poste de téléphonie sans fil comprend essentiellement au transmetteur : un projecteur à miroir parabolique, avec, au foyer de ce miroir, un arc chantant constitué par l'arc lui-même, un microphone et un transformateur ; au récepteur, un deuxième miroir parabolique, placé bien en regard du premier, et, au foyer de ce dernier miroir, une cellule de sélénium reliée à un téléphone et à une batterie de piles ; le téléphone reproduit toutes les vibrations sonores émises devant la membrane du microphone.

Ruhmer est parvenu ensuite, non seulement à fixer sur une pellicule cinématographique les variations d'éclat d'une lampe chantante, mais encore à reproduire les sons

émis par cette lampe en faisant défiler le film ainsi obtenu devant une cellule de sélénium reliée à une batterie de piles et à un téléphone et éclairée par une source lumineuse fixe à travers le film mobile. Cet intéressant appareil de Ruhmer fut appelé par lui photographophone parce qu'il permettait de photographier, puis de reproduire, la parole.

La sensibilité du sélénium à la lumière a incité nombre d'expérimentateurs à utiliser les cellules de sélénium comme photomètre; Werner Siemens fut un des premiers à en faire une application pratique. Plus tard, Ruhmer, en 1904 (éclipse de lune du 11-12 avril 1904), Wulf et Lucas (éclipse de soleil du 30 août 1905) et M. Ancel (éclipse de soleil du 17 avril 1912) utilisèrent des photomètres enregistreurs spéciaux à sélénium pour faire l'étude photométrique des éclipses. Au point de vue astronomique, le sélénium a donc une importance très réelle. Il en est de même pour l'étude photométrique des rayons X, du radium et des substances phosphorescentes; malgré la sensibilité concomitante assez accentuée du sélénium aux radiations calorifiques, on a pu, avec le sélénium, réaliser, pour ces applications très spéciales, des photomètres très sensibles.

Mais, de toutes les applications du sélénium, celle qui a le plus tenté les chercheurs, c'est la télévision, ou plutôt, pour commencer, la transmission des images à distance. Le principe de tous ces appareils consiste à influencer au poste transmetteur une cellule de sélénium par une source lumineuse fixe à travers une pellicule photographique transparente animée à la fois d'un mouvement de translation et de rotation; le courant ondulatoire, ainsi obtenu, actionne au poste récepteur des dispositifs enregistreurs photographiques appropriés qui reproduisent l'image placée au poste transmetteur. Les dispositifs Korn, Belin, Berjonneau ont donné des résultats pratiques très intéressants. D'autres expérimentateurs, notamment Belin, Ruhmer, Rignoux, ont cherché à réaliser la télévision; mais ce problème est compliqué et, jusqu'ici, les expériences faites ou annoncées ne sont guère sorties du domaine du laboratoire.

On peut espérer toutefois que le sélénium permettra d'arriver un jour à la vision à distance avec et peut-être même sans fil.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Ancel d'avoir bien voulu venir nous exposer ce soir des questions aussi troublantes que celles du transport à distance de la parole et de la vue, sans qu'un fil conducteur intervienne; nous sommes heureux de le féliciter de la part qu'il a prise dans l'étude de ces questions qui bouleverseront peut-être un jour la vie humaine, comme contribuent à le faire toutes les inventions modernes dont nous sommes continuellement témoins; nous assujettissons ces inventions à nos besoins, sans penser à leur côté mystérieux et aux efforts que les inventeurs ont faits pour nous les rendre banales. Il remercie également les collaborateurs de M. Ancel, M. Berthier et M. Blanchard, qui l'ont aidé à réaliser les belles expériences dont il vient de nous rendre témoins. Nous le prions de nous remettre une note, qui sera examinée par le Comité compétent, en vue de son insertion dans notre Bulletin.

La séance est levée à 22 h. 15 m.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

Rapport sur un programme de recherches relatives au *bilan calorifique du four Hoffmann*, par M. HENRY LE CHATELIER.

Le four Hoffmann est un appareil de chauffage théoriquement très parfait, puisque le passage du courant gazeux à travers des chambres successives inégalement chauffées permet la récupération de la chaleur emportée par les produits cuits et par les fumées chaudes sortant de la chambre en cuisson. Mais différentes circonstances réduisent considérablement dans la pratique cette récupération théorique. Il serait très intéressant de déterminer par des mesures précises l'influence des causes perturbatrices qui viennent ainsi modifier l'allure de ce four.

En premier lieu la chaleur spécifique de l'air admis est souvent, en raison de sa masse trop faible, insuffisante pour récupérer la chaleur contenue dans les briques cuites, d'autre part la circulation des fumées chaudes se faisant de préférence vers les parties hautes de chaque chambre réduit le contact entre ces fumées et les briques crues. La mauvaise conductibilité des mêmes briques ralentit les échanges de chaleur.

En second lieu la masse du four vient compliquer le phénomène en augmentant la quantité de chaleur emmagasinée. La récupération de la chaleur des parois ne peut être faite d'une manière complète. Quelle est l'importance numérique de cette cause de pertes ?

En troisième lieu, il y a à tenir compte des pertes de chaleur extérieures par rayonnement du four. On ne possède aujourd'hui que peu de mesures sur les chaleurs ainsi perdues par les appareils de chauffage. Il serait intéressant d'étendre au four Hoffmann des mesures analogues à celles qui ont déjà été faites par M. Euehène sur les fours à distiller la houille dans la fabrication du gaz d'éclairage, et par M. Bied sur les fours à ciment.

Enfin, les rentrées d'air par les fissures de maçonneries, la porosité des briques et les fuites des cloches de fermeture du courant des fumées apportent une nouvelle perturbation très importante. Il n'est pas rare de trouver dans la cheminée du four Hoffmann des volumes d'air égaux à cinq fois la quantité théoriquement nécessaire pour la combustion complète du combustible. Suivant les points où se fait cette rentrée, elle exerce son action nuisible soit en abaissant la température de combustion dans la chambre en cuisson, soit en

augmentant la masse des gaz en circulation dans le four et modifiant ainsi les conditions de la récupération.

Il serait très important également de suivre par des mesures de pression faites en des points rapprochées, les résistances diverses opposées au passage des gaz, résistance dont dépend avec la hauteur de la cheminée, la quantité de combustible brûlée dans l'unité de temps et par suite le poids de briques cuites.

Une étude semblable comporterait donc de nombreuses mesures de chaleurs spécifiques, de compositions des gaz de combustion, de températures des mêmes gaz et des pressions.

Le Comité des arts chimiques propose de confier cette étude à M. Wattebled que ses recherches antérieures et, en particulier l'important mémoire qu'il a publié récemment dans notre Bulletin, semblent particulièrement désigner pour ce travail. Une subvention de 3 000 francs serait mise à sa disposition et lui serait versée moitié au moment de la mise en train de ses recherches et moitié après leur achèvement, au moment de la remise du mémoire définitif.

Le Conseil de la Société d'Encouragement a adopté cette proposition de son Comité des arts chimiques dans la séance du comité secret du 26 juin 1913.

* * *

Rapport sur un programme de recherches relative à la *récupération de l'azote dans la gazéification des combustibles*, par M. HENRY LE CHATELIER.

La récupération de l'azote dans la fabrication pour gaz pauvre, réalisée en Angleterre par le grand fabricant de produits chimiques, Dr Ludwig Mond, s'est rapidement généralisée dans ce pays; en France au contraire, l'emploi de ce procédé est encore peu répandu, malgré la hausse du sulfate d'ammoniaque.

Une des raisons du peu de succès de ce procédé, au moins dans notre pays, tient à ce que l'on connaît encore assez mal les conditions à remplir pour obtenir le rendement maximum de l'azote en ammoniacque. Le but de ces recherches serait de préciser l'action de la vapeur d'eau à des températures croissantes de 50 en 50°, d'abord sur une houille brute, puis sur cette houille préalablement débarrassée de ses matières volatiles, à des températures assez basses pour ne pas chasser l'azote, et enfin d'examiner l'action combinée de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone.

Le Comité des Arts chimiques propose de confier cette étude à M. Emilio

Damour qui s'est fait depuis longtemps connaître par des recherches importantes sur la combustion en général et sur la distillation des gadoues. Les études qu'il a publiées à ce sujet dans notre bulletin semblent le désigner tout particulièrement pour ce travail. Une subvention de 1 000 francs serait mise à sa disposition, moitié lui étant versée immédiatement et le reste après achèvement des recherches, au moment de la remise du mémoire final.

Le Conseil de la Société d'Encouragement a adopté cette proposition de son comité des arts chimiques dans la séance du comité secret du 26 juin 1913.

* * *

Demande de subvention en faveur d'un Concours institué par la Chambre syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en poil.

Dès 1903, notre Société s'intéressait d'une manière toute particulière aux travaux pouvant rendre service à l'industrie du cuir, et je rappellerai les subventions qu'elle a accordées à MM. Boulanger, Nicolardot et Abt. La publicité de leurs travaux dans notre Bulletin a montré l'importance qu'il y avait à étudier scientifiquement cette importante industrie et les industriels n'ont pas tardé à être frappés de l'utilité de ces recherches.

La Chambre syndicale des négociants en cuirs et peaux en poils, qui se préoccupait depuis longtemps des taches ou piqûres produites par l'emploi du sel pour la conservation des cuirs verts décida, en 1909, de fonder un prix de 2 000 francs pour récompenser un procédé qui supprimerait ces inconvénients.

Les mémoires présentés à ce concours devaient traiter les deux points suivants :

1° Étudier les causes des altérations, taches ou piqûres, qui se produisent sur la fleur des cuirs et peaux conservés par le sel marin ou le sel gemme, après teinture et tannage.

2° Indiquer un procédé de conservation industrielle, pratique et économique, des cuirs (grandes et petites peaux) soit au sel, soit par toute autre substance évitant les inconvénients que l'on rencontre actuellement, et ne nuisant ni à la qualité, ni au rendement du cuir, ni aux opérations subséquentes de corroirie et de teinture.

Toutes facilités étaient données aux concurrents pour l'entrée de quelques magasins ou ateliers, et pour l'obtention des renseignements nécessaires.

Le concours, annoncé en février 1909, devait être clos dès les premiers mois de 1911.

La Commission chargée d'examiner les mémoires présentés, comprenait 4 négociants, 4 industriels et 4 chimistes; pour ces derniers, la Chambre syndicale

avait désigné, avec M. Meunier, professeur à l'École de Tannerie de Lyon, trois membres du conseil de la Société d'Encouragement, MM. Bertrand, Lindet et Livache.

En mars 1911, la Commission se réunit au laboratoire de M. Bertrand, à l'Institut Pasteur, et entendit la lecture des cinq mémoires qui avaient été présentés; elle en retint trois.

Les industriels de la Commission décidèrent de traiter des lots importants de peaux d'après les procédés indiqués et la Commission se réunit de nouveau en mars 1913 pour examiner les résultats obtenus.

Disons tout d'abord que les résultats furent incomplets et qu'aucun des procédés ne donna satisfaction complète; mais la Commission fut unanime à déclarer que ces travaux avaient fait sérieusement avancer la question et que l'on pouvait espérer qu'un nouveau concours donnerait la solution du problème. On avait, en effet, précisé les différentes taches qui se produisent sur les peaux et qui se rapportent à trois types nettement tranchés; on avait également constaté les résultats intéressants donnés par le salage en saumure indiqué par un des concurrents, ainsi que l'action de l'air sur les peaux salées.

Dans ces conditions, la Commission jugea que, s'il n'y avait pas lieu de décerner le prix, elle pouvait disposer de la moitié de ce prix pour récompenser les travaux des trois concurrents en présence, réservant la seconde moitié pour un second concours qui, profitant des résultats déjà acquis, permettrait sans doute d'arriver à une solution satisfaisante.

La Chambre syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en poils, désireuse d'augmenter la valeur du prix proposé, compte ajouter à ce reliquat des subventions d'autres chambres syndicales du cuir; en outre, elle sera certainement aidée par les salines qui ont tout intérêt à ne plus voir déprécier les sels de certaines provenances.

Le président de notre Société, M. Lindet, d'accord avec les deux autres membres de la Commission, MM. Bertrand et Livache, a pensé que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale répondrait à son but en donnant une subvention destinée à augmenter le montant du prix et à témoigner de son intérêt.

Votre Comité, en effet, a toujours pensé que la collaboration entre les industriels et les chimistes était destinée à conduire à la solution de nombreux problèmes encore mal étudiés: les industriels signalant les difficultés qu'ils rencontrent, les chimistes les étudiant au laboratoire ou à l'usine, et, finalement, les industriels constatant ce que donne l'application pratique des procédés indiqués.

Nous avons donc l'honneur de proposer au Conseil de la Société, au nom du Comité des Arts chimiques de décider qu'une somme de 500 f sera attribuée à la Chambre syndicale des négociants en cuirs et peaux en poil, comme participation au nouveau concours qu'elle se prépare à instituer.

Le rapporteur,

A. LIVACHE.

*
* *

Rapport présenté par M. Ach. LIVACHE sur la *répartition des revenus des fondations dépendant du Comité.*

Dans ses séances des mois de mars, avril et mai, le Comité des Arts chimiques a voté l'allocation de secours pris sur les diverses fondations dont les revenus lui sont attribués.

La *fondation Fauler* (Industrie des cuirs) a pour but de « secourir des ouvriers ou contremaîtres malheureux ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs ».

Le Syndicat général des Cuirs et Peaux de France consulté, avait chargé MM. Petitpont et Luc de désigner 8 ouvriers, auxquels le Comité a accordé des secours de 100 francs.

La *fondation Legrand* (Industrie de la savonnerie) est destinée à « venir en aide aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie de la savonnerie ayant rendu des services appréciés ».

Sur les propositions de M. Trillat, de MM. Weil-Mallez de Marly (Nord), Barillet d'Alfort, Guyot de Reims, Binoche et Jacotin fils de Billancourt et de MM. Rocca-Tassy, de Roux de Marseille, de la Chambre syndicale de la stéarinerie et de la savonnerie de Paris, le Comité a voté 14 secours de 100 francs.

La *fondation de Milly* (Industrie de la stéarine et des corps gras) a pour but de « venir en aide à des ouvriers et contremaîtres malheureux ou ayant contracté quelque infirmité dans l'exercice de leur profession ».

Sur les propositions de MM. F. Fournier et C^{ie} à Marseille (anciennes usines de Milly) et de M. Pellerin, le Comité a voté 8 secours de 100 francs.

La *fondation de Baccarat* (Verrerie) est destinée à « secourir des contremaîtres malheureux ou infirmes ».

Sur les propositions de MM. Appert et de la Chambre syndicale de la Céramique et de la Verrerie, le Comité a voté 4 secours de 100 francs.

La *fondation Menier* (Industrie des arts chimiques) a pour but de « venir en

aide à des ouvriers et contremaîtres appartenant à l'industrie des arts chimiques ».

Sur la proposition du Syndicat des Produits chimiques, le Comité a voté 3 secours de 100 f pour des ouvriers appartenant aux établissements : la Compagnie générale de produits chimiques de Marseille, la maison Marcheville-Daguin de Paris et la Maison Gouin et C^{ie} de Marseille.

La *fondation de la Classe 65 de l'Exposition universelle de 1900* (Petite métallurgie) a pour but de « décerner un prix aux ouvriers de l'industrie relevant de la petite métallurgie ».

Sur la proposition de M. Ghesquière, le Comité a voté deux prix de 50 francs.

Tous ces secours ou prix, représentant une somme de 3 800 francs, ont été attribués à des ouvriers ou contremaîtres qui ont rendu des services à leur industrie, qui sont malheureux, et qui ont, pour la plupart de très nombreuses familles à élever; tous remplissent les conditions fixées par les fondateurs.

Les propositions du Comité des Arts chimiques devront être ratifiées par la Commission des Fonds.

Le Rapporteur,

A. LIVACHE

SÉANCE DU 11 NOVEMBRE 1913

Méthodes américaines pour mesurer scientifiquement la perméabilité, la résistance et l'élasticité des peintures.

M. LIVACHE présente au Comité une note de M. Durand sur les méthodes employées aux États-Unis pour mesurer les propriétés caractéristiques des peintures, dont l'insertion dans le Bulletin au procès-verbal technique de la séance est approuvée par le Comité.

La durée des ouvrages métalliques dépend en grande partie de la manière plus ou moins parfaite dont ils sont protégés contre l'action des agents atmosphériques; elle est par suite intimement liée aux qualités des deux ou trois couches de peinture qui la recouvrent. — On conçoit donc l'intérêt qu'il y a à étudier ces qualités, puisque c'est d'elles que peut résulter la conservation de milliers de tonnes de fer.

Aussi, au lieu de s'en tenir à des comparaisons pratiques dont la conclusion est souvent faussée par l'influence de causes locales, passagères ou acces-

soires, les Américains ont-ils institué une méthode qui permet de mesurer scientifiquement la *perméabilité*, la *résistance* et l'*élasticité* des peintures et qui consiste dans l'essai des pellicules ou films de peinture, détachées de leur support, et étudiées comme un tissu.

H.-A. Gardner, directeur-adjoint de l'Institut Industriel de Recherches, à Washington, a consacré à la description de cette méthode un chapitre de son ouvrage « *Paint technology and tests* » auquel nous empruntons les détails suivants. Gardner y a lui-même condensé les résultats de ses travaux en collaboration avec Schaeffer et ceux de Holley et Ladd.

A. PRÉPARATION DES FILMS. — Diverses méthodes ont été proposées :

1. — On peut peindre sur zinc et détruire ensuite le zinc par immersion dans un bain acide.

Cette méthode est à rejeter à cause de l'action fâcheuse de l'acide sur la peinture à essayer.

2. — On peut peindre sur une plaque de verre enduite de paraffine que l'on fait fondre ensuite.

Le défaut de ce procédé est double : les caractères physiques de la couche de paraffine peuvent rendre défectueuse l'application de la peinture et il est très difficile de débarrasser ensuite le film de toute trace de paraffine.

3. — On peut peindre sur une mince feuille d'étain étendue sur verre, puis, après séchage, par immersion dans un bain de mercure, détruire l'étain par amalgamation.

La feuille d'étain offre à l'application un support insuffisant et le film peut être endommagé pendant les manipulations de cette feuille.

4. — *Méthode de Gardner.* — Elle consiste simplement à peindre sur du papier de belle qualité enduit préalablement d'un encollage.

Après séchage, on détache la pellicule par immersion dans un bain d'eau à 50° C. On la lave ensuite à l'eau fraîche et laisse sécher à l'abri de la poussière.

Il est bon, pour avoir des films maniables, de ne pas opérer sur des surfaces de plus de 8 pouces carrés.

B. MESURE DE LA PERMÉABILITÉ. — On adopte comme mesure de la perméabilité le *temps* nécessaire pour qu'un réactif, placé sur le film, vienne se combiner avec un autre réactif placé dessous (réaction colorimétrique) ou la *quantité* de réactif passant dans un temps déterminé.

On peut prendre des vases à dialyse contenant par exemple de l'eau distillée et placer les films par-dessus en déposant dans leurs plis une petite quantité d'une solution diluée de chlorure d'ammonium ; la teneur de l'eau distillée en chlorure est déterminée six jours après, et mesure la perméabilité.

C'est ainsi qu'une peinture au blanc de plomb et à l'amiante laisse filtrer 0,002 g de chlorure, tandis qu'une peinture au blanc de plomb et à l'oxyde de zinc n'en laisse passer que 0 0003.

On peut aussi placer les films sur l'orifice de flacons contenant de l'eau de chaux et enfermer le tout sous une cloche dans laquelle on fait arriver du gaz carbonique. La précipitation de carbonate mesure la perméabilité.

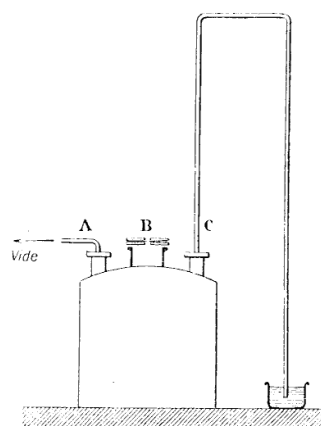


Fig. 1.

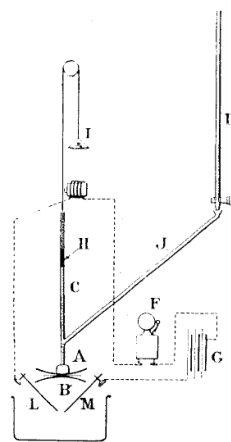


Fig. 2.

C. MESURE DE LA RÉSISTANCE. — La résistance peut être mesurée par un appareil simplifié dit « filmomètre » et dû à Gardner et Horwath (fig. 1).

Cet appareil se compose tout simplement d'un flacon à trois tubulures. La tubulure A permet de faire le vide ; sur la tubulure B on pose et on scelle au baume du Canada 2 plaques de verre planées, percées d'un trou de 1mm de diamètre et serrant entre elles un petit morceau du film à essayer.

La tubulure C porte un tube gradué, recourbé, dont l'extrémité plonge dans un récipient de mercure et sert de manomètre.

On opère de la manière suivante :

On fait le vide dans le flacon, le mercure monte dans le manomètre, jusqu'au moment où, sous l'influence de la dépression intérieure, le film crève. La hauteur de mercure au moment de la rupture mesure la résistance de la pellicule essayée.

D. MESURE DE LA RÉSISTANCE ET DE L'ÉLASTICITÉ. — L'appareil qui permet cette double mesure est le filmomètre de R. S. Perry (fig. 2).

Description. — A et B sont des plaques métalliques, exactement repérées l'une par rapport à l'autre et portant, en leur centre, un orifice circulaire de 1cm².

Entre elles est serré le film à étudier.

Sur la plaque A, au-dessus du trou qu'elle porte, est scellé un tube gradué C, dit tube de pression, sur lequel est greffé un tube incliné J servant à l'introduction du mercure contenu dans une burette graduée D.

Un léger piston suspendu par un fil métallique et exactement équilibré repose sur la surface du mercure du tube de pression.

La résistance du film est mesurée par la hauteur du mercure, lue dans le tube de pression, que peut supporter sans se rompre la surface de 1 cm² de la pellicule soumise à cette pression.

La lecture des indications fournies par l'appareil est facilitée par les dispositifs accessoires suivants :

Sous le film, deux lames métalliques, L et M, isolées sont branchées sur un circuit comprenant : un électro E, une sonnette F, une batterie de piles G.

Le procédé pour essayer un film est le suivant : on serre entre les plaques A et B un film de un pouce carré environ, puis on admet le mercure dans le tube de pression, jusqu'au moment où, sous la charge, la pellicule se rompt.

A ce moment, le mercure tombe entre les lames L et M, établit le contact entre elles ; le courant des piles G passe et actionne l'électro qui immobilise le fil supportant le piston indicateur ; la graduation où celui-ci est arrêté donne la pression de rupture ; la sonnette appelle l'attention de l'opérateur.

De plus, en comparant à chaque instant les indications du tube de pression avec celles du réservoir à mercure, on peut déterminer la flèche prise par le film sous une pression déterminée et ainsi jusqu'à rupture. *Cette flèche mesure l'élasticité aux différentes pressions.*

Notons que, pour obtenir des essais comparables, il faut opérer toujours à la même température.

RÉSULTATS. — Cette machine permet d'obtenir les très intéressants résultats suivants :

1. — *Mesure de la résistance et de l'élasticité d'un produit déterminé.*

Nous donnons le résultat des mesures effectuées sur 14 produits courants : (mesures en pouces anglais).

Produits.	Nombre de couches.	Pression de rupture.	Épaisseur.	Allongement.
1. Oxyde de zinc	Trois couches.	33,2	0028	0,30
2. Blanc de plomb et de zinc.	—	32,7	0034	0,35
3. Amiante.	—	28,0	0045	0,15
4. Blanc de plomb sublimé. .	—	17,9	0024	0,38
5. Baryte.	—	13,3	0042	0,33
6. Lithopone	—	13,1	0024	0,49
7. Carbonate de calcium . .	—	13,0	0033	0,32
8. Blanc de plomb (préparé au procédé rapide	—	11,3	0025	0,38
9. Gypse	—	10,8	0039	0,29
10. China clay.	—	10,8	0035	0,16
11. Silice	—	9,6	0032	0,32
12. Blanc fixe	—	8,5	0030	0,28
13. Blanc de plomb	—	7,3	0020	0,33
14. Carbonate de baryum. . .	—	7,2	0028	0,16

Nous complétons les indications américaines relatives aux produits essayés ;

— N° 2. — Est un mélange à parties sensiblement égales d'oxyde de zinc et de sulfate de plomb.

N° 4. — Sulfate basique de plomb. Contient approximativement :

75 p. 100 de sulfate de plomb.
20 — d'oxyde de plomb.
5 — d'oxyde de zinc.

N° 9. — Sulfate de chaux, déshydraté des 21 p. 100 d'eau de combinaison.

N° 10. — Silicate d'alumine. Densité 2,6.

Ce tableau démontre donc scientifiquement la supériorité des peintures américaines *composées*, puisqu'elles permettent de corriger par l'adjonction d'un second pigment le manque d'élasticité ou de résistance du pigment fondamental choisi.

2. — Mesure de l'influence de l'âge.

L'importance de cette mesure est grande, puisqu'elle permet de s'assurer que la constitution interne de la peinture n'est pas modifiée par le temps, qu'il n'y a pas, par conséquent, d'action chimique du pigment sur le véhicule, ou altération spontanée de ce dernier.

3. — On peut enfin construire des *courbes d'élasticité* en portant en abscisse la pression et en ordonnée la flèche correspondante, c'est-à-dire l'allongement de la peinture étudiée.

Ces couches révèlent des faits curieux : l'amiante est très résistante (pression de rupture : 28 inches) mais elle est peu élastique ; cependant l'allonge-

ment est presque exactement proportionnel à la charge ; tandis que la céruse, moins résistante mais plus souple, ne s'allonge pas proportionnellement à la charge, la courbe d'élasticité présentant un palier.

Pour conclure, la méthode d'essais exposée permet d'obtenir des indications précises ; elle permet d'introduire un peu de rigueur scientifique dans un domaine encore trop empirique.

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

SÉANCE DU 16 DÉCEMBRE 1913

Rapport présenté par M. BOURDEL sur la *répartition des revenus d'une fondation dépendant du Comité.*

Dans sa séance supplémentaire du 27 novembre et dans sa séance du 16 décembre, le Comité des Constructions et Beaux-Arts a voté l'allocation de deux secours de chacun 100 francs pris sur les revenus disponibles du don fait par la classe 21 à l'Exposition universelle de 1889 (Industrie des tapis et tissus d'ameublement), fondation dont les revenus sont attribués à ce Comité.

Les revenus de cette fondation doivent servir à secourir des ouvriers malheureux appartenant à l'industrie précitée. Les secours ont été accordés à deux ouvriers sérieux chargés de famille qui ont été désignés par MM. Braquenié et C^{ie}, fabricants de tapis à Aubusson, Felletin et Malines, qui avaient été sollicités à cet effet.

Ces propositions du Comité des Constructions et Beaux-Arts devront être ratifiées par la Commission des Fonds.

Signé : J. BOURDEL, rapporteur,

BIBLIOGRAPHIE

M. HENRY LE CHATELIER présente à la Société d'Encouragement une **Collection des classiques de la Science** dont il a entrepris la publication en collaboration avec MM. H. Abraham, H. Gautier et J. Lemoine. C'est une réimpression des mémoires fondamentaux dus aux savants français et étrangers, qui ont ouvert les grands chapitres de la science. On s'est proposé de donner dans un but d'intérêt général une édition française, à bon marché et par suite facilement accessible au grand nombre, des mémoires qui sont le plus souvent cités dans l'enseignement secondaire et supérieur. Cette publication est la réalisation d'un vœu que l'on trouve souvent formulé par de nombreux écrivains qui ont recommandé la lecture des mémoires originaux comme le moyen de développer chez les étudiants l'esprit scientifique, tout en contribuant aussi à leur culture littéraire.

M. H. Le Chatelier croit pouvoir à cette occasion rappeler les lignes suivantes qu'il écrivait en 1898 dans la *Revue générale des sciences* :

« On pourrait faire analyser les mémoires scientifiques originaux qui sont restés classiques : ceux de Lavoisier, Gay-Lussac, Dumas, Sadi Carnot, Regnault, Poincaré, en demandant de bien mettre en relief leurs points essentiels ; faire discuter les avantages comparatifs de deux méthodes expérimentales ayant un même objet : celle du calorimètre à glace et du calorimètre à eau, par exemple ; faire des programmes d'expériences pour des recherches sur un sujet donné : en un mot, imiter ce qui se fait avec beaucoup de raison dans l'enseignement littéraire. Avant tout, ce qu'il faudrait emprunter à cet enseignement est la lecture régulière des auteurs classiques. En apprenant dans un cours les résumés des expériences de Lavoisier ou de Dumas, on n'étudie pas mieux la science qu'on n'étudierait la poésie dramatique en apprenant des résumés des pièces de Corneille. À côté et autour des faits, il y a tout un cortège d'idées dans un cas, de sentiments et de mélodies dans l'autre, qui constituent bien plus que les faits matériels la science ou la poésie. Les résumés, bons pour la préparation aux examens, sont stériles pour le développement de l'esprit et de l'imagination... »

Notions générales sur la radiotélégraphie et la radiotéléphonie, par M. R. DE VALBREUZE.
6^e édition. Paris, Ch. Béranger, 1914.

Nous célébrions, dans la bibliographie d'octobre 1910, la quatrième édition de l'ouvrage de M. de Valbreuze. Une sixième édition, entièrement remaniée et remise à jour, nous est adressée sous un titre un peu modifié. C'est un traité complet de la matière, écrit dans un style qui éclaire toutes les questions.

Extraits de la Table :

RADIOTÉLÉGRAPHIE. — Historique. Détecteurs d'ondes. Antennes. Perfectionnements appor-

tés aux dispositifs transmetteurs, aux dispositifs récepteurs. Orientation des ondes. Appareils employés dans la pratique. — Description des postes radiotélégraphiques de la Guerre, de la Marine, Telefunken, Poulsen, Fessenden, Marconi.

RADIOTÉLÉPHONIE. — Historique. Dispositifs.

Appendices : — Électrotechnique. Convention radiotélégraphique internationale. Signaux horaires.

Congrès des Ingénieurs Électriciens d'Angleterre et de France, tenu à Paris du 21 au 24 mai 1913. SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS, supplément au Bulletin n° 27 de juillet 1913.

Cette très cordiale et très intéressante réunion des plus éminents ingénieurs électriciens de France et d'Angleterre, tenue sous la présidence de M. D. Berthelot, a donné lieu à plusieurs conférences du plus haut intérêt, parmi lesquelles nous citerons :

La transmission de l'énergie électrique par courant continu, système série, de M. J. S. Highfield (p. 41-73. Discussion, p. 73-89).

Sur le transport électrique de l'énergie par courants alternatifs à très haute tension de M. Maurice Leblanc (p. 90-139).

Sur la traction électrique (Discussion, p. 160-200).

L'éclairage au néon, par M. G. Claude (p. 201-209).

Système automatique de téléphones, par M. Slingo (p. 209-224. Cf. 224-225).

Traité de physique, par M. O. D. CHWOLSON. Édition revue et considérablement augmentée par l'auteur. T. IV, 2^e fasc. : **Champ magnétique constant**, Paris, Librairie scientifique A. Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne, 1913. (Prix : 22 fr.)

Comme nous le disions dans la bibliographie de décembre 1911, le Traité de physique de Chwolson est classé aujourd'hui comme ouvrage magistral. C'est l'ouvrage que toute personne intéressée aux questions si complexes et si nombreuses du domaine de la physique doit commencer par placer sur sa table de travail.

Les matières traitées dans ce fascicule de 1462 pages sont les suivantes :

Livre I. Champ électrique constant; ses propriétés; ses sources. Action sur les corps qu'il renferme. Mesures électrostatiques. Électricité atmosphérique.

Livre II. Champ magnétique constant; ses propriétés; ses sources. Aimants. Courant électrique. Phénomènes thermiques, mécaniques, chimiques, thermo-électriques à l'intérieur d'un circuit. Actions pondéromotrices. Induction de l'état magnétique. Action du champ magnétique sur les corps qu'il renferme. Mesures des résistances électriques, de l'intensité de courant, de la force électro-motrice et de l'intensité du champ magnétique.

Chacune de ces matières est accompagnée d'une ample bibliographie.

Essais d'aérodynamique (3^e série), par M. ARMAND DE GRAMONT, DUC DE GUICHE. In-4, Paris, Hachette et Cie, 1913. (Prix : 3 fr. 50.)

M. de Gramont, qui a déjà publié deux ouvrages considérables d'études topographiques des pressions, nous livre aujourd'hui le résultat de ses nouvelles expériences sur les formes et les dimensions les meilleures à donner aux surfaces portantes.

L'étude du plan proprement dit une fois terminée, M. de Gramont a commencé l'étude des interactions de plans. On trouvera dans cette nouvelle série, ce qui ne saurait manquer d'intéresser vivement les spécialistes, le premier cas étudié : les plans interrompus ou plans en tandem.

Travail des métaux, par M. J. MICHEL, Ingénieur civil. Nouvelle collection des Recueils de Recettes rationnelles. In-12 de 356 p. avec 153 fig. Paris, H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins. (Prix : 5 fr.)

Voici un livre qui rendra bien des services aux mécaniciens, aux fondeurs, aux tourneurs, aux chaudronniers, plombiers et zingueurs, aux orfèvres, bijoutiers et horlogers, en un mot à tous les artisans qui travaillent fer, acier, cuivre, plomb, zinc... et l'infinie variété des alliages métalliques.

L'auteur y a rassemblé, commodément et de telle sorte que chaque renseignement y puisse être trouvé en un clin d'œil, une très riche collection de recettes sur la composition et la préparation des alliages, sur le moulage et la fonderie, sur l'outillage, les montages sur machines-outils, la confection de dispositifs ingénieux et pratiques, l'aciérage du fer, la trempe, le recuit et le revenu des aciers, les soudures et brasures.

Électricité agricole, par M. A. PETIT, ingénieur agronome et ingénieur électricien. Deuxième édition revue et augmentée. In-18 de 486 p. avec 95 fig. Paris, J.-B. Bailière et fils, 49, rue Hautefeuille. (Prix : 5 fr.)

M. Petit présente d'abord quelques considérations générales sur l'adaptation de l'électricité à la ferme, sur l'énergie et quelques notions générales d'électricité. Il étudie ensuite la production de l'énergie électrique par tous les moyens pratiques possibles : dynamos, moteurs hydrauliques à vapeur, à gaz, à pétrole, à vent; il examine les facilités de cette production, les conditions de prix, les conditions mécaniques et électriques. L'énergie produite est conduite par des fils conducteurs jusqu'aux appareils devant l'utiliser. M. Petit étudie tous les appareils compris entre les appareils générateurs et récepteurs dans un chapitre « Transport et Distribution ».

Enfin l'énergie transportée sur les appareils récepteurs est utilisée par eux sous diverses formes. C'est le chapitre « Utilisation », dans lequel l'auteur étudie toutes les applications pratiques de l'électricité à la ferme :

1^o *Utilisation mécanique* : labourage électrique, battage électrique, commande électrique des scieries, des machines à glace, des pompes, des turbines à sucre, des écrémeuses, des broyeurs, concasseurs, coupe-racines, hache-paille, etc.

2^o *Utilisation pour l'éclairage et le chauffage* : technique des installations agricoles d'éclairage électrique.

3^o *Applications agricoles de l'électrochimie*.

Ces trois chapitres essentiels sont complétés par l'action du courant sur l'homme et le traitement des accidents dus à l'électricité. Puis l'auteur décrit un certain nombre d'installations-types et donne enfin des notions sur la conduite, l'entretien, les accidents qui surviennent aux installations électriques, sur la manière d'étudier un projet et de l'exécuter soit pour son compte, soit indirectement sous forme de coopératives d'électricité.

La deuxième édition a été considérablement augmentée.

Il a considérablement augmenté le chapitre des *Monographies d'installations* ainsi que le chapitre relatif aux *Distributions publiques*, c'est-à-dire aux grands secteurs qui étendent leurs mailles sur le territoire et à leurs concurrentes les Coopératives d'électricité.

Les nouveautés chimiques pour 1913, par M. C. POULENC, docteur ès sciences. In-8 de 329 p., avec 196 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils.

M. Poulenc conserve dans son ouvrage le même plan général que les années précédentes.

Dans le premier chapitre, sont rangés les *appareils de physique* qui s'appliquent particulièrement à la chimie.

Parmi ceux-ci, signalons les nouveaux dispositifs pratiques pour la détermination de la densité des corps solides de faibles volumes et de formes irrégulières, telles les pierres précieuses; la nouvelle bombe calorimétrique et le spectrophotomètre Féry, les interféromètres de Zeiss.

Dans le second chapitre, se trouvent réunis tous les appareils de *manipulation chimique*. On y trouvera décrits de nombreux appareils de chauffage, de nouveaux appareils à faire le vide.

Parmi les *appareils d'électricité*, nous signalerons de nouveaux appareils de mesures électriques, des enregistreurs sensibles à enregistrement discontinu.

Parmi les *appareils s'appliquant à l'analyse* sont décrits le nouveau carbonimètre à fonctionnement continu de Vaillant, l'appareil à mesurer les gaz de Nicolardot, l'appareil de Marchal qui permet de se rendre compte de la valeur d'un charbon au point de vue du gaz d'éclairage et des sous-produits qu'il peut fournir par la calcination, les alambics spéciaux pour l'extraction et le dosage de l'acidité volatile des vins.

Parmi les *appareils intéressant la bactériologie*, mentionnons le nouveau tube de Laveran modifié par Pompéani, ainsi que l'aspirateur du même auteur, appareils qui ont servi à celui-ci pour ses recherches sur les microorganismes de l'air atmosphérique.

La machine à vapeur, par M. A. WITZ, correspondant de l'Institut, 3^e éd. In-16 de 432 p. avec 143 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1913. (Prix : 5 fr.)

Le livre de M. Witz sur *la machine à vapeur* est un exposé complet de ce que doivent savoir les ingénieurs qui choisissent, installent et essaient des machines à vapeur et les industriels qui les achètent et les emploient.

M. Witz a condensé sous une forme claire, méthodique et précise la théorie et la pratique des machines à vapeur. Après avoir exposé les notions de thermodynamique nécessaires à l'établissement de la théorie des moteurs à vapeur, l'auteur expose les travaux de Hirn et de son école sur lesquels est fondée la théorie expérimentale : l'influence des enveloppes de vapeur, de la surchauffe et des détentes multiples ressort de cette étude et de l'analyse délicate des actions de paroi.

Un chapitre est consacré à la détermination expérimentale de la puissance des machines par la mesure de leur travail indiqué et effectif, à l'aide de l'indicateur et du frein : les formules par lesquelles on calcule ces puissances sont établies ensuite et appliquées aux divers cas de la pratique.

La classification des machines permet de les ranger par catégories et de faire valoir leurs avantages particuliers dans leurs différentes et nombreuses applications.

Les organes de la machine à vapeur sont décrits en détail avant d'aborder la monographie des meilleurs types, qui comprend vingt-quatre études accompagnées de figures, représentant des vues d'ensemble, des plans et des coupes.

Les machines à grande vitesse, les locomobiles et les machines demi-fixes, les machines rotatives et les turbo-moteurs font l'objet des derniers chapitres.

Les grands magasins à Paris, à Berlin et en Amérique. Leur organisation commerciale.
In-8. Paris, Berger-Levrault, édit., 5-7, rue des Beaux-Arts, 1913. (Prix : 4 fr. 50.)

Tout en admirant l'installation des énormes centres de vente que sont les grands magasins, les visiteurs restent intrigués relativement à la manière dont elle a été conçue et organisée; et ils se demandent comment les directeurs de si vastes locaux sont arrivés à faire régner l'ordre dans tout cet apparent et, par le fait, artistique désordre. Le présent volume répond à ces questions de la manière la plus intéressante. Loin d'être un aride traité, il instruit le lecteur en le guidant à travers le dédale de quelques-uns des plus grands magasins français, allemands et américains.

Mécanique et électricité industrielles. — Tome I : Mécanique rationnelle. — Tome II : Notions sur les machines, par M. P. FRICK. Paris, Berger-Levrault, 1913. 2 vol. in-8 de 352 et 314 p., avec 312 et 281 fig. (Prix : 10 fr.)

Nous mettons en vente les deux premiers volumes de la collection de *Mécanique et Électricité Industrielles* dont M. Paul Frick, ingénieur des constructions civiles, a présenté la matière sous une forme particulièrement intéressante.

Ces ouvrages, qui font partie de la « Bibliothèque d'Enseignement administratif » dirigée par M. Saillard, chef de bureau au Ministère de l'Agriculture, dénotent chez l'auteur une très réelle expérience didactique. C'est qu'en effet M. Frick s'est inspiré des cours que l'*Institut administratif* l'a chargé de faire, depuis plusieurs années, aux candidats à divers concours comportant de la mécanique, comme celui de l'Inspection du Travail. Il convient d'ailleurs d'ajouter que l'auteur ne s'est aucunement limité au cadre de tel ou tel concours, et qu'il a envisagé sa tâche de manière à écrire des ouvrages ayant une portée très générale.

La simplicité et la clarté avec lesquelles l'auteur expose les sujets les plus abstraits lui assureront le succès.

Notions fondamentales de chimie organique, par M. CH. MOUREU, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, 4^e éd. In-8 de vi-380 p. Paris, Gauthier-Villars, 1913. (Prix : 9 fr.)

Cette nouvelle édition a été très soigneusement mise au courant des derniers travaux. Une large place y est faite aux réactions catalytiques, ainsi qu'aux méthodes de synthèse basées sur l'emploi des composés organo-métalliques. Les principales réactions provoquées par la lumière et les rayons ultraviolets y sont également décrites.

Entre autres additions intéressantes, mentionnons celles qui ont trait à la stéréochimie : composés actifs sans atomes asymétriques, inversion de Walden.

Les renseignements historiques abondent, et le texte est émaillé d'un grand nombre de noms propres et de dates, avec de courts exposés à propos des principales questions.

L'ouvrage se termine par un index alphabétique très complet, qui, malgré le caractère général du livre, ne comprend pas moins de douze cents mots.

Les élèves des Facultés des Sciences, des Écoles de Médecine et de Pharmacie, du P. C. N., de l'École Polytechnique, de l'École Normale supérieure, de l'École Centrale, de l'Institut agronomique, etc., trouveront dans ces *Notions fondamentales* un guide précieux pour leurs études de Chimie. Il leur permettra de suivre avec fruit, et sans jamais perdre pied, cours et conférences, et aussi de comprendre immédiatement et sans difficultés les traités proprement dits et jusqu'aux mémoires originaux.

Pour l'ouvrier moderne : Écoles, classes, cours, examens professionnels, par

M. C. CAILLARD, inspecteur général-adjoint de l'Enseignement technique. In-8 de VIII-282 p. avec fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. (Prix : 4 fr. 50.)

La publication de ce volume a pour objet de faciliter la tâche des Départements, des Communes, des Comités départementaux et cantonaux, des Chambres de commerce, des Associations professionnelles et syndicales, des Sociétés de toute nature ou des particuliers qui veulent organiser l'enseignement professionnel.

Veut-on créer une école d'apprentissage? Ce livre dit les moyens à employer et signale plusieurs types d'écoles qui fonctionnent déjà.

Désire-t-on fonder des cours professionnels du jour, des cours de mi-temps, des cours du soir et du dimanche, en dehors de l'école ou avec la collaboration de l'école, en dehors de l'atelier ou dans l'atelier même, pour les apprentis, pour les employés, garçons ou filles, pour les ouvriers? M. Caillard met sous leurs yeux des exemples vécus de ces organisations.

Entend-on dresser un programme d'examens professionnels? Cet ouvrage procure un spécimen élaboré par des hommes de métier et, autant que possible, déjà soumis au contrôle de l'expérience.

Paraît-il nécessaire d'envisager, à côté de ces questions, celles beaucoup plus délicates et beaucoup plus importantes, du choix de professeurs, de contremaîtres, de contremaîtresses, d'instructeurs? On leur dira les précautions et les règles dont il est bon de s'entourer.

S'agit-il enfin d'organiser un concours d'apprentis ou de prendre des dispositions pour la délivrance du Certificat de capacité professionnelle? M. Caillard fera connaître les méthodes qui ont déjà prévalu et donnera quelques exemples des épreuves que les candidats de certains centres ont eues à subir.

Guide-Memento de législation et de comptabilité, à l'usage des commissaires chargés de vérifier les comptes et les apports dans les Sociétés par actions, par M. GABRIEL FAURE. In-8 de 211 p. Paris, G. et M. Ravisce, 1913. (Prix : 4 fr. 50.)

Extrait de l'avis des Éditeurs. — Les Commissaires de sociétés ont à résoudre, au cours de leur mandat, des questions nombreuses et délicates. Comment faut-il conduire pratiquement une vérification? Que doit contenir le rapport? Quelle est au juste la responsabilité du commissaire? Autant de problèmes complexes dont on ne peut guère trouver rapidement la clef.

Aussi les tribunaux sont-ils fréquemment saisis d'instances en responsabilité et même de poursuites dirigées contre des commissaires qui, mieux renseignés, auraient pu se prémunir contre une telle éventualité toujours pénible, parfois ruineuse.

L'ouvrage de M. Gabriel Faure, arbitre au Tribunal de commerce de la Seine, contient tout ce que les commissaires doivent avoir présent à l'esprit, toutes les particularités relatives à la tenue et à la vérification des comptes de sociétés. Chaque question traitée est accompagnée des principales décisions de jurisprudence s'y rapportant. Le lecteur se trouve donc à même de prévoir ce que jugeraient, dans tel ou tel cas, la Cour de Cassation et les divers tribunaux.

Enfin, tous les textes législatifs intéressant directement les Commissaires (loi sur les sociétés par actions, mandat, droit fiscal, etc.) sont reproduits intégralement; le surplus des dispositions concernant les sociétés fait l'objet de nombreuses références.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN NOVEMBRE 1913

CHALON (PAUL-F.). — **Les eaux souterraines.** Recherche, captage et purification. 3^e éd. In-12 (18×11) de 442 p., 86 fig. Paris, Ch. Béranger, 1913. **15159**

AUBRY (CH.). — **Calcul du béton armé.** Formules, tableaux et abaques établis en application des formules de la Circulaire du Ministre des Travaux publics du 20 octobre 1906. Texte et tableaux. In-8 (25 × 16) de 254-171 p., 184 fig. Album, in-4 oblong (30×48) de XV pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913. **15160-1**

Les grands magasins à Paris, à Berlin et en Amérique. Leur organisation commerciale. In-8 (22 × 14) de 168 p., 14 fig., IV pl. Paris, Berger-Levrault, 1913. **15162.**

MOUREU (CHARLES). — **Notions fondamentales de chimie organique.** 4^e éd. In-8 (23×14) de 383 p. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **15163**

WITZ (AIMÉ). — **La machine à vapeur.** 3^e éd. (*Encyclopédie industrielle*). In-12 de 432 p., 139 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1913. **15164**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS. — **Service des grandes forces hydrauliques (Région des Alpes).** Annexe au Tome V : Cartes. **15165**

ENGLER (C.) und HÖFER (H. von). — **Das Erdöl,** seine Physik, Chemie, Geologie, Technologie und sein Wirtschaftsbetrieb. In-8 (25 × 17). Band III : **Die Technologie des Erdöls und seiner Produkte,** von LEOPOLD SINGER, XVI-1244 p., 1030 fig., XX pl. Leipzig, S. Hirzel, 1914. **15166**

Report of the Commissioner of Corporations on the Steel Industry. Part III. Washington, Government printing Office, 1913. **15167**

MICHEL (JACQUES). **Travail des métaux.** (Recueil de recettes rationnelles). In-12 (19 × 12) de VIII-336 p., 153 fig. Paris, H. Desforges, 1913. **15168**

SOLARO (ALESSANDRO). — **Studio microscopico e chimico pel riconoscimento delle fibre vegetali, lane, peli, pelliccie, sete naturali, sete artificiali.** Analisi quantitativa dei tessuti ed altri manufatti tessili. In-4 (32 × 22) de 432 p., 400 fig. Milano, Ulrico Hoepli, 1914. **15169**

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'ACADÉMIE DES SCIENCES et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique. II^e série. Tome XI. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **15170**

Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS. Tome XIV et Tables générales. Paris, Gauthier-Villars, 1912. **15171**

PETIT (A.). — **Électricité agricole**. 2^e éd. (*Encyclopédie agricole*). In-12 de 489 p., 96 fig., Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1914. **15172**

Lois, décrets, arrêtés concernant la réglementation du travail et nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes (octobre 1913). In-8 (21 × 13) de 228 p. Paris, Berger-Levrault, 1913. **15173**

CAILLARD (C.). — **Pour l'ouvrier moderne. Écoles, classes, cours, examens professionnels**. In-8 (21 × 13) de viii-282 p. fig., Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15174**

BALLU (TONY). — **La motoculture**. Ses applications pratiques. (*Bibliothèque agricole*). In-12 (19 × 12) de vii-290 p., 79 fig. Paris, Librairie agricole, 1914. **15175**

HULLEBROECK (ADOLPHE). — **Défauts du tissage**. In-8 (25 × 16). 1^{re} partie : **Les opérations préparatoires de la chaîne et de la trame**. In-8 de 146 p., 74 fig., IV pl. Paris, Ch. Béranger. **15176**

FAURE (GABRIEL). — **Guide-memento à l'usage des commissaires chargés de vérifier les comptes et les apports dans les Sociétés par actions**. In-8 (21 × 13) de 211 p. Paris, G. et M. Ravisse, 1913. **15177**

* *

SOCIÉTÉ ANONYME DES TÉLÉGRAPHES ÉDOUARD BELIN. — **Émetteur de signaux horaires** (système Édouard Belin). In-4 de 7 p., 5 fig. Paris, 1913. **Pièce 12066**

Inauguration des monuments élevés à la mémoire de Philippe Thomas, vétérinaire principal de l'armée, à Sfax le 26 avril, et à Tunis le 29 mai 1913. (*La Dépêche Sfaxienne et la Revue Tunisienne*, 48 p., 2 fig.) **Pièce 12067**

La loi de trois ans. — Article 13 : Le régime des grandes écoles. In-4 de 4 p., **Pièce 12068**

ROBIN (FÉLIX). — **Structure et solubilité des aciers en fonction de la température de forgeage**. (*Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, août 1913, p. 199-228, 32 fig.) **Pièce 12069**

LECLER (P.). — **Nouveaux dispositifs de protection et de renforcement des poteaux de lignes électriques aériennes**. (*Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, septembre 1913, 47 p., 36 fig.) **Pièce 12070**

* *

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY. — **28th Annual Report, 1906-1907**. Washington 1912. **Pér. 25**

MINISTÈRE DE LA MARINE. — **Mémorial du génie maritime**, 3^e série, fasc. XV. Paris, Imprimerie nationale, 1913. **Pér. 294**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Compte rendu du cinquante-sixième exercice**. (Cinquantième séance publique annuelle tenue le 27 mai 1913 au Cercle de la librairie.) **Pér. 151**

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE ET LITTÉRAIRE D'ALAIS. — **Mémoires et comptes rendus. Revue cévenole**. Années 1911-1912. **Pér. 217**

Agenda aide-mémoire agricole pour 1914, publié par M. G. WERY. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1914. **Pér 133**

- BUREAU OF STANDARDS. — **Bulletin**. Vol. 9, nos 2 et 3 (1913). Washington. Pér. 61
- The mineral Industry**. Vol. XXI, 1912. Pér. 198
- ASSOCIATION GÉNÉRALE DES CHIMISTES DE L'INDUSTRIE TEXTILE. — **Bulletin annuel**, 1913. Pér. 352
- BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY. — **Bulletin** 54. Pér. 25
- DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général du Commerce et de la Navigation**. Année 1912, 1^{er} vol. : Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères. Paris, Imprimerie nationale, 1913. Pér. 34
- NOVA SCOTIAN INSTITUTE OF SCIENCE. — **Proceedings and Transactions**. Vol. XII. part. 4 (session 1909-1910). Pér. 334
- Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics**. 2^e série, Tome XX, année 1911. Pér. 144
- MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — **Réunion des Sociétés des Beaux-Arts des Départements du 13 au 16 mai 1913**. 37^e session. Pér. 4
- INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings**. 1912, parts 1-2. Pér. 114
- Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand Fils**, de Grasse. 3^e série, n^o 8, octobre 1913. Pér. 179
- MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR. — **Situation financière des départements en 1909**. Melun, Imprimerie administrative, 1913. Pér. 135
- INSTITUT ÉGYPTIEN. — **Bulletin**. 3^e série, tome VI (2^e fasc.), 1912, tome VII (1^{er} fasc.), 1913. Pér. 32
-

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1913.

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

- ABOUCAYA FRÈRES, industriels tanneurs, cuirs vernis, à Paris, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- ABSIRE-SEVREY FILS (Adrien), tanneur, à Rouen, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- ANCEL (Louis), Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur-électricien, à Paris (membre à vie), présenté par MM. Lindet et Lemaire ;
- ANCIENS ÉTABLISSEMENTS A. COMBE ET FILS ET C^{ie}, manufacture de peaux de chevreaux pour chaussures, à Paris, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- ARNOULD (Pierre), ingénieur-conseil, commissaire-expert du Gouvernement pour l'examen des contestations en douane, à Paris, présenté par MM. Carpentier et Toulon ;
- ASTIER (Placide), sénateur, fabricant de produits pharmaceutiques, à Paris, présenté par MM. Lindet et Trillat ;
- ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST, à Paris, présentés par M. le capitaine Nicolardot ;
- BAL (Hippolyte) ET C^{ie}, chamoiseurs, à Chambéry, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- BARBIER (Eugène), administrateur du domaine de Marchais, par Notre-Dame-de-Liesse (Aisne), présenté par M. Hitier ;
- BARTHÉLEMY (Louis), président de la Société française des Poudres de Sûreté, à Paris, présenté par MM. Lindet et Bertrand ;
- BENKER ET MILLBERG, ingénieurs-chimistes, à Clichy-la-Garenne, présentés par MM. Lindet et Hitier ;
- BERGERAULT-CRÉMER, négociants en cuirs, au Havre, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- BERNARD (André), président du Conseil de la Société de Denain et Anzin, à Paris, présenté par MM. Lindet et Linder ;
- BIGARD (Albin), fabricant de produits céramiques, à Paris, présenté par MM. Lœbnitz et Wattebled ;
- BILARD (André), ancien élève de l'École polytechnique, à Paris, présenté par M. Garçon ;

- BLOCH-PIMENTEL (Émile), à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- BLUMENTHAL (Willy), négociant en peaux, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- BOUDREAUX (L.), ingénieur civil, à Paris, présenté par MM. Bourdel et Lindet ;
- BOUILLIANT, Ingénieur-agronome, à Paris, présenté par MM. Lindet et Müntz ;
- BOURDELLES (Émile-Louis), à Paris, présenté par MM. le général Sebert et le capitaine Nicolardot ;
- DE BROGLIE (Maurice), secrétaire général de la Société française de Physique, à Paris, présenté par M. Bordet ;
- CAEN (Gustave) ET CAHEN, manufacturiers en peaux, à Paris, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- CAPLAIN SAINT-ANDRÉ ET FILS, affineurs-apprêteurs de métaux précieux, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Lavollée ;
- CASASSA (Henri), ancien élève de l'École polytechnique, fabricant de caoutchouc, à Pantin, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- CAVANAGH (William), négociant en cuirs, au Havre, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- CERF (André-Paul), commissionnaire en cuirs et peaux, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- CHAMBRE DE COMMERCE DE NANCY, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Paul Luc ;
- CHAMBRE SYNDICALE DE LA CÉRAMIQUE ET DE LA VERRERIE, à Paris, présentée par MM. Lindet et Verneuil ;
- CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE MACHINES AGRICOLES DE FRANCE, à Paris, présentée par MM. Lindet et Ringelmann ;
- CHAMBRE SYNDICALE DES CUIRS ET PEAUX DE PARIS, présentée par MM. Petitpont et Livache ;
- CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS DE CIMENT PORTLAND ARTIFICIEL DE FRANCE, à Neufchâtel (Pas-de-Calais), présentée par MM. Mesnager et Colomb ;
- CHAMBRE SYNDICALE DE LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE, à Paris, présentée par MM. Lindet et Haller ;
- CHAMBRE SYNDICALE DE LA MÉGISSERIE LAINIÈRE, à Paris, présentée par MM. Petitpont et Livache ;
- CHAMBRE SYNDICALE DES NÉGOCIANTS EN CUIRS ET PEAUX EN POIL, à Paris, présentée par MM. Lindet et Livache ;
- CHARPENTIER (Jacques), minotier, à Chartres, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- CHÉNÉREAU (Paul), ingénieur civil, à Rochefort-sur-Mer, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- CHOLLET (Paul), industriel, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;

- CLÉMENT ET RIVIÈRE, Ingénieurs-chimistes, à Paris, présentés par M. Haller et le capitaine Nicolardot ;
- COLAS (Eugène), tanneur-cortroyeur, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ, présentée par MM. Lindet et Lemaire ;
- COMPAGNIE FRANÇAISE DU DIAMANT, à Paris, présentée par MM. Lindet et Lemaire ;
- COMPAGNIE FRANÇAISE DES PROCÉDÉS CLAYTON, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Trillat ;
- COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE, à Nancy, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Paul Luc ;
- COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES PÉTROLES, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;
- COMPAGNIE DES MESSAGERIES MARITIMES, à Paris, présentée par MM. Bertin et le capitaine Nicolardot ;
- COMPAGNIE DES PÉTROLES FANTO, raffinerie de pétrole, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;
- COMPTOIR LYON-ALEMAND, affinage, laminage et tréfilage d'or, argent, platine, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- COURBAIZE (Albert), extraits tanniques, à Maurs (Cantal), présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- COUTURAUD (Pierre), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. Larivière et Moreau ;
- DANTZER (James), ingénieur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, à Neuilly-sur-Seine, présenté par MM. Lindet et Linder ;
- DARRASSE FRÈRES, fabricants de produits pharmaceutiques, à Paris, présentés par M. Lindet ;
- DEBAUGE, industriel, fabricant de câbles électriques, à Paris, présenté par MM. Lindet et Haller ;
- DELAMAIRE (Marcel), commissionnaire en cuirs, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- DELAUNAY BELLEVILLE (Robert), administrateur général de la Société des Établissements Delaunay Belleville, à Saint-Denis (Seine), présenté par MM. Lindet et Lecornu ;
- DELOMBRE (Roger), docteur en droit, vice-président du Conseil d'Administration de la Société des Anciens Établissements Druart, fonderie et ateliers de construction à Revin, présenté par MM. Carmichaël, Dupuis et Gruner ;
- DENANT ET BOUVET, fabricants de cuirs vernis, à Paris, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- DESMARAIS FRÈRES, industriels, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;
- DESSELAS (André), mégissier, à Saint-Yrieix (Haute-Vienne), présenté par MM. Petitpont et Livache ;

- DOMANGE (A.) ET FILS, manufacturiers en cuirs et courroies, à Paris, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- DUCHEMIN (René), Ingénieur-chimiste, à Paris, présenté par MM. Lindet et Bardy ;
- DUPONT (François), fabricant de sucre et raffineur, à Paris, présenté par MM. Lindet et Trillat ;
- ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES, à Paris, présentée par MM. Belin et le capitaine Nicolardot ;
- ÉTABLISSEMENTS LEMOINE, forges, fonderies et ateliers de construction, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- EYROLLES (Léon), Ingénieur-directeur de l'École des Travaux publics, à Paris, présenté par MM. Gruner et le capitaine Nicolardot ;
- FENAILLE ET DESPEAUX, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;
- FEUILLETTE (Émile), ingénieur, à Boulogne-sur-Seine, présenté par M. Ringelmann ;
- FLAHAULT (André), industriel, à Amiens, présenté par MM. le capitaine Nicolardot, Rivière et Clément ;
- FLOQUET (Edmond), industriel, à Saint-Denis, présenté par M. Petitpont ;
- FORTIER-BEAULIEU (Ed.), à Roanne (Loire), présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- FRANÇOIS (Lucien), industriel, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- GALL (Henry), administrateur-délégué de la Société d'Électrochimie, président de la Société des Carbures métalliques, vice-président de la Société des Ingénieurs civils de France, à Versailles, présenté par MM. H. Le Chatelier et Guillet ;
- GAUBERT (Jean), fabricant de produits chimiques, La Plaine-Saint-Denis, présenté par M. Bardy ;
- GIERCKENS ET GIRARDOT, peaussiers, à Paris, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- GILARDONI (Pierre), industriel céramiste, à Choisy-le-Roi, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- GIRETTE (Louis-Armand), administrateur-délégué de la Société anonyme des Fonderies et Laminoirs de Biache-Saint-Vaast, à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- GOÛÈRE, Ingénieur-chimiste, directeur de la Compagnie française d'Injection pour la Conservation des Bois et Tissus, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- GOUIN (Adolphe), fabricant de savon et raffineur de soufre, à Marseille, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- GOUTAL (Édouard), Ingénieur-chimiste, chef des travaux chimiques à l'École des Mines, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Mahler ;
- GUIBERT (J.), administrateur délégué de la Société de Métallisation, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- GUILLAIN (Florent), Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, ancien

- ministre, président du Comité des Forges de France, à Paris, présenté par MM. Lindet et Linder ;
- GUILLERY (René-Georges), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des Établissements Malicet et Blin, à Aubervilliers, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- HAFFNER (Henri), tanneur, à Épinal, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- HARMS JUNIOR (Henry), Ingénieur, Administrateur-délégué de la Société française des Maisons et Constructions moulées, à Paris, présenté par MM. Lindet et Lemaire ;
- HERRENSCHMIDT ET FILS, fabricants de cuirs teints, à Paris, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- HERVÉ (Jules), tanneur, à Château-Renault (Indre-et-Loire), présenté par M. Petitpont ;
- HOUDAILLE ET TRIQUET, cristalleries de Choisy-le-Roi, présentés par MM. Petitpont et Livache ;
- HUILLARD (Alphonse), industriel, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- JACOB (Jules), industriel, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- JOURDAIN (Henry), commissionnaire en cuirs, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Pierre), ancien officier de marine, à Paris (membre à vie), présenté par M. Bordet ;
- KEIM (Paul), ancien élève de l'École polytechnique, conseiller du Commerce extérieur, à Couillet (Belgique), présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- LÉAUTÉ (Henry), membre de l'Institut, administrateur délégué de la Société industrielle des Téléphones, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- LEGALLET (Arthur), Conseiller du Commerce extérieur, vice-président de la Fédération de l'Alliance française aux États-Unis, à San Francisco (membre à vie), présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- LEGOUÉZ (Raynald), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Paris, présenté par M. Toulon ;
- LEMAIRE (Eugène), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. Lindet et Baclé ;
- LEMOINE (Celeska), tanneur, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- LEPAGE (René), Ingénieur-agronome, licencié ès sciences, tanneur, à Segré, présenté par MM. Lindet et Petitpont ;
- LEVEN (Émile), ancien industriel, vice-président de la Fédération nationale de la Mutualité, président de section à la Commission centrale d'Assistance aux Vieillards, aux Infirmes et Incurables (Ministère de l'Intérieur), à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- LEVERD (Léon), tanneur, à Lille, présenté par MM. Livache et Petitpont ;
- LIÈVRE (Hector), négociant, à Paris, présenté par M. Moreau ;

- LINET (Pierre), président du Conseil de la Société des Établissements P. Linet, à Paris, présenté par MM. Lindet et Nottin ;
- MABIRE (Robert), tanneur, à Pont-Audemer (Eure), présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- MAIRE (François), Ingénieur-agronome, à Paris, présenté par MM. Lindet et Ringelmann ;
- MAGNIN (Jérôme), Ingénieur des Mines, à Paris, présenté par MM. Pitaval et Lemaire ;
- MALLET (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;
- MANIORT (Jean-Numa), ingénieur, études pour constructions métalliques, à Biarritz, présenté par M. Vermorel ;
- MANUFACTURE PARISIENNE DE CAOUTCHOUC, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- MARBEAU (Édouard), président de la Société du Ferro-Nickel, à Paris, présenté par MM. le lieutenant-colonel Renard et le capitaine Nicolardot ;
- MARCEL BASSOT ET C^{ie}, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- MARIAGE (André), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur général de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, présenté par MM. Masson et le capitaine Nicolardot ;
- MARTIN (André), président de la Chambre syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en Poil, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- MAURY (Paul), ancien élève de l'École polytechnique, directeur commercial de la Compagnie de l'Oildag Acheson de France, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- MÉRAN (Maurice), industriel, à Paris, présenté par MM. Hinard et Lindet ;
- MEUNIER (Louis), docteur ès sciences, maître de conférences de chimie industrielle à l'Université, directeur de l'École de Tannerie de Lyon, à Lyon, présenté par MM. Lindet et le capitaine Nicolardot ;
- MEYZONNIER (E.), président de la Chambre de Commerce d'Annonay, conseiller du Commerce extérieur de la France, tannerie et mégisserie, à Annonay (Ardèche), présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- MIENCE (Édouard), président du Syndicat général de la Boulangerie française, à Lille, présenté par MM. Lindet et Ringelmann ;
- MILLET (Jacques), conseiller-prud'homme, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- MONNIER-SILARDIÈRE (Léon), à Nantes. présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- MORIN (L.) ET DUBOIS (P.), chimistes, essayeurs de la Banque de France, à Paris, présentés par M. le capitaine Nicolardot ;
- DE NOLLY (Hector), Ingénieur de la Compagnie des Aciéries de la Marine et d'Homécourt, à Saint-Chamond (Loire), présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

- NOTTIN, licencié ès sciences, Ingénieur-agronome, préparateur à l'Institut national agronomique, à Paris, présenté par MM. Lindet et Larivière ;
- NUSBAUMER (Eugène-Antonin), ingénieur I. C. A. (Université de Paris), à Liège (Belgique), présenté par MM. Le Chatelier et Guillet ;
- OTTENHEIM ET FILS, tanneurs, à Versailles, présentés par MM. Petitpont et le capitaine Nicolardot ;
- PAIX ET C^e, raffineurs de pétrole, à Douai, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;
- PASSOT (Émile), tanneur, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Tavernier Frères ;
- PECCARD (Adolphe-Eugène), président de la Chambre syndicale des Imprimeurs en Taille-douce de Paris, présenté par MM. Lindet et Ringelmann ;
- PELLERIN (Auguste), Consul général de Norvège à Paris, industriel, à Paris, présenté par MM. Lindet et Trillat ;
- PETIT (Amédée), Ingénieur-agronome, électricien, à Paris, présenté par M. Ringelmann ;
- PILLET, président du Syndicat des Fabricants des Huiles essentielles, à Paris, présenté par MM. Lindet et Carnot ;
- PRACHE (Charles) ET BOUILLON (Charles), ingénieurs, à Paris, présentés par M. Lindet ;
- QUENNESSEN (Louis), affineur de platine, essayeur, à Paris, présenté par MM. le général Sebert et le capitaine Nicolardot ;
- RICHEMOND (Pierre), ingénieur-constructeur, administrateur délégué de la Société des Anciens Établissements Weyher et Richemond, présenté par M. Risler ;
- ROCHE (Commandant) directeur de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique, à Paris, présenté par MM. le colonel Renard et le capitaine Nicolardot ;
- RODRIGUES-ÉLY (Camille), ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique, à Paris, présenté par M. Maurice Alfassa ;
- ROUX (Ulysse), tanneur, membre de la Chambre de Commerce de la Drôme, à Romans, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- SCHUBERT (Adrien), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. Masson et Lemaire ;
- SÉAILLES (Jean), ingénieur, docteur en droit, à Paris, présenté par MM. Larivière et Moreau ;
- SÉE (Jacques), directeur général des Établissements Hutchinson, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- SILZ (Georges-Bernard), ancien élève de l'École polytechnique, capitaine d'artillerie démissionnaire, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS PANHARD ET LEVASSOR, à Paris (membre à vie), présentée par M. le baron Thénard ;
- SOCIÉTÉ ANONYME A. ANDRÉ FILS, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;

- SOCIÉTÉ ANONYME L'ASTER, ateliers de constructions mécaniques, à Paris, présentée par M. le capitaine Nicolardot ;
- SOCIÉTÉ ANONYME, « INDUSTRIE LAITIÈRE » (Directeur M. Maurice Beau, Ingénieur agronome), à Surgères (Charente-Inférieure), présentée par MM. Lindet et Tisserand ;
- SOCIÉTÉ ANONYME « LE NICKEL », à Paris, présentée par M. Garçon ;
- SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- SOCIÉTÉ LYONNAISE DES SCHISTES BITUMEUX D'AUTUN, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- SOCIÉTÉ MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE DE PEÑARROYA, à Paris (membre à vie), présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Trillat ;
- SOCIÉTÉ PYRÉNÉENNE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Livache ;
- SOLANET (François), Ingénieur des Arts et Manufactures, industriel, à Saint-Geniez-d'Olt (Aveyron), présenté par M. le capitaine Nicolardot ;
- SORDES (René), industriel, fabricant de parfums artificiels, à Suresnes, présenté par MM. Lindet et Nottin ;
- SYNDICAT DES CONFISEURS FRANÇAIS, à Paris, présenté par MM. Lindet et Livache ;
- SYNDICAT GÉNÉRAL DES CUIRS ET PEAUX DE FRANCE, à Paris, présenté par MM. Lindet et Livache ;
- SYNDICAT DE L'INDUSTRIE DES CUIRS ET PEAUX DU RHÔNE ET DE LA RÉGION, à Lyon, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- SYNDICAT DES CUIRS ET PEAUX DE LA TOURAINE ET DU CENTRE OUEST, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- SYNDICAT DE L'INDUSTRIE DU CUIR DE LA RÉGION DU NORD, à Lille, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- SYNDICAT DES MÉCANICIENS, CHAUDRONNIERS ET FONDEURS DE FRANCE, à Paris, présenté par MM. Lindet et Linder ;
- SYNDICAT PROFESSIONNEL DES CAOUTCHOUC, GUTTA-PERCHA, TISSUS ÉLASTIQUES, etc., à Paris, présenté par MM. Lindet et Jouanny ;
- SYNDICAT PROFESSIONNEL DES ENTREPRENEURS DE TRAVAUX PUBLICS DE FRANCE, à Paris, présenté par MM. Lindet et Moreau ;
- SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ, à Paris, présenté par MM. Lindet et Berthelot ;
- TAINTURIER (Gaston), négociant en cuirs, à Paris, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- TANCREDÈ (Paul), président du Conseil d'Administration de la Société française d'Industrie chimique, à Paris, présenté par MM. Lindet et Müntz ;
- TANNERIES LYONNAISES (Société anonyme), à Oullins (Rhône), présentées par M. le capitaine Nicolardot ;

- TAVERNIER FRÈRES, industriels-tanneurs, à Paris, présentés par M. le capitaine Nicolardot ;
- TENNESON (Joseph), tanneur, à Château-Renault (Indre-et-Loire), présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- TERQUEM (Maurice), administrateur délégué de la Compagnie industrielle des Pétroles, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Gruner ;
- THILLAYE (Georges), agent général de la Caisse d'Épargne et de Prévoyance de Paris, présenté par M. Risler ;
- UNION CÉRAMIQUE ET CHAUFOURNIÈRE DE FRANCE, à Paris, présentée par MM. Lindet et Verneuil ;
- VALLERY-RADOT (René), homme de lettres, à Paris, présenté par MM. le général Sebert et Liébaut ;
- VEDOVELLI-PRIESTLEY ET C^{ie}, constructions électriques, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et D. Berthelot ;
- VISSEAUX (Jacques), industriel, à Lyon, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Livache.
-

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LE 2^e SEMESTRE DE LA CENT DOUZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JUILLET-DÉCEMBRE 1913)

Tome 120

Le nombre en chiffres romains indique le numéro du cahier. Le nombre en chiffres arabes, qui le suit indique la page.

A

- ABRAHAM (Henri) et SACERDOTE (Paul). — *Recueil de constantes physiques*. . VII 487
- ART (G.). — La désinfection des peaux charbonneuses. VIII-IX-X 248
- ADAM (A.). — Voir ISTRATI.
- ADAM (Georges). — Communication sur l'emploi de l'anhydride sulfureux liquéfié pour protéger contre l'incendie les soutes et réservoirs qui contiennent des combustibles liquides (Compte rendu de la séance publique du 27 juin 1913). VII 479
- ADAM (Pierre). — Communication sur le tube « Protex », dispositif qui empêche l'explosion des récipients qui contiennent des liquides inflammables (Compte rendu de la séance publique du 27 juin 1913). VII 478
- ALAZARD (R.). — Récolte mécanique du riz en Indo-Chine (Revue de Culture mécanique). VII 432
- ALLEMAGNE (d'). — Appareil Fernex permettant le séjour dans l'eau et les milieux irrespirables. (Rapport). XII 525
- AMÉDÉO. — *Recherches expérimentales sur le coupage des fers et aciers par les chalumeaux à jet d'oxygène*. . . . XI 503
- XI 442

- ANCEL (Louis). — Le sélénium et ses applications en téléphonie sans fil, télévision et photométrie (Compte rendu de la séance publique du 27 novembre 1913). XII 651
- ANDRÉ. — *Chimie du sol*. II 482
- ARMSTRONG (H. E.) ET COLGATE (R. T.). II 84

B

- BAUER (Edmond). — *Les quantités élémentaires d'énergie et d'action*. . . VII 487
- BEAUVERIE (J.). — *Les textiles végétaux*.
- BECKERICH (Abel). — La main-d'œuvre et la culture mécanique (Revue de Culture mécanique). VII 412
- BELIN (Édouard). — Les progrès récents de la téléphotographie. (Compte rendu de la séance publique du 7 novembre 1913). . . . XII 643
- BERTHIER (A.). — *Production économique de la vapeur. L'alimentation méthodique des foyers*. VII 488
- BILLON-DAGUERRE. — Les procédés de fusion et de soufflage du quartz pur et transparent de la Société française du Quartz. (Compte rendu de l'Assemblée générale du 18 novembre 1913). XII 648

- BLANC (A.). — *L'ionisation par chocs et l'étincelle électrique*. VII 487
- BLOCH (Eugène). — *La théorie électronique des métaux*. VII 487
- BLOT-GARNIER et CHEVALIER. VII 3
- BLOMQUIST (Arvid). VIII-IX-X 342
- BOUASSE (H.). — *Cours de thermodynamique*. VIII-IX-X 393
- BOURDEL. — Rapport sur la répartition des revenus d'une fondation dépendant du Comité des Constructions et Beaux-Arts. XII 663
- BOURN (Aug. O.). VII 94
- BUYSE (Omer). — *Méthodes américaines d'éducation générale et technique*. XI 604
- CORNUBERT (L.). — *Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques*. XI 750
- COUTURAUD (P.). — Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts. VII 458
- VIII-IX-X 372
- Du rôle de la zone neutre en ventilation (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts). VII 461
- Méthodes d'assainissement des habitations, de M. Knapen. Procédés pour combattre l'humidité dans les constructions et y assurer l'aération naturelle des locaux (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts). VIII-IX-X 380
- CURIE (M^{me} P.). — *Sur les rayonnements des corps radioactifs*. VII 487

C

- CALLIARD (G.). — *Pour l'ouvrier moderne*. XII 669
- CHALON (Paul F.). — *Les explosifs modernes*. VII 485
- CHAMPLY (René). — *Comment on devient tourneur sur métaux*. VII 488
- CHAPMAN (A.). VII 98
- CHAUMONOT (H.). — La question des docks flottants. VIII-IX-X 290
- CHÉNEVEAU (C.). — *Les propriétés optiques des solutions*. XI 509
- CHÉNEVEAU et HEIM. — Élasticimètre enregistreur et son application à la valeur industrielle des caoutchoucs. VII 20
- CHEVALIER. — Voir BLOT.
- CHWOLSON (O. D.). — *Traité de physique; T. IV, 2^e fasc. : Champ magnétique constant*. XII 665
- CLÉMENT (L.) et RIVIÈRE (C.). — L'acétate de cellulose. Fabrication, propriétés, usages. VII 53
- COLGATE (R. T.). — Voir ARMSTRONG.
- CONDÉ (Fernand de). — Charrue automobile de M. Amiot (Revue de Culture mécanique). VII 444
- Charrue automobile Stock (Revue de Culture mécanique). XII 625
- Laboureuse Vermont-Quellenec (Revue de Culture mécanique). VIII-IX-X 369
- La culture mécanique au Marché des machines agricoles de Breslau (Revue de Culture mécanique). XI 485

D

- DAMOUR. XII 654
- DAVIS (H. G.). VIII-IX-X 344
- DEBIERNE (A.). — *Sur les transformations radioactives*. VII 487
- DELOMBRE (Roger). — Les projets d'impôt personnel sur le revenu (Notes du Comité de Commerce). VII 438
- DESCROIX (L.). — *Compte rendu du 42^e Congrès des délégués et ingénieurs de l'Union internationale des Associations de Surveillance des Chaudières à vapeur*. XI 506
- DESSAISIAUX (R.). — Matériel Ventzki pour labourage à vapeur (Revue de Culture mécanique). VII 122
- DIENERT. XII 609
- DIESEL. Voir SULZER.
- DORÉE (C.). VIII-IX-X 342
- DUNOYER (L.). — *Les gaz ultra-raréfiés*. VII 487
- DURAND. — Rapport sur les méthodes américaines pour mesurer scientifiquement la perméabilité, la résistance et l'élasticité des peintures. XII 658

E

- EHRMAM (R.). — *Fabrication des huiles minérales et pyrogénées. Fabrication moderne des savons industriels, huiles solubles et matières d'ensilage*. VII 489

EIFFEL (G.).	XII	328
ERDMANN (H.). — <i>Traité de chimie minérale : T. I : Introduction à la chimie et métalloïdes. — T. II : Etude des métaux.</i>	XI	503
EVANS (U. R.). — Voir RIDEAL.		

F

FÉRET (René). — Voir VALETTE.		
FERNEZ (Maurice).	XII	525
FORCRAND (R. de). — <i>Chimie légale. Guide de l'expert chimiste.</i>	VII	489
FRICK (P.). — <i>Mécanique et électricité industrielles. — T. I : Mécanique rationnelle. — T. II : Notions sur les machines.</i> XII		668

G

GABRIEL-FAURE. — <i>Guide-memento de législation et de comptabilité.</i> . . .	XII	669
GAGEY (R.). — Résultats d'essais de la moto-charrue Stock (Revue de Culture mécanique).	VII	420
GARÇON (Jules). — Notes de Chimie	VII	83
— — — — —	VIII-IX-X	329
— — — — —	XI	444
— — — — —	XII	606
GARÇON (Jules). — Bibliographie. .	VII	486
— — — — —	VII	489
— — — — —	VII	490
— — — — —	XI	501
— — — — —	XI	502
— — — — —	XI	503
— — — — —	XII	606
GARNIER. — Voir BLOT.		
GAUMONT	XII	526
GILDEMEISTER (E.) et HOFFMANN (Fr.). — Les huiles essentielles (<i>Die aetherischen Öle.</i>	XI	505
GIRARD.	VII	86
GRAF (Otto).	VIII-IX-X	372
GRAMONT (Armand de). — <i>Essais d'aérodynamique</i>	XII	665
GRANGER (Albert). — La porcelaine tendre artificielle ou à fritte, ou porcelaine tendre française . .	VIII-IX-X	495

GRANJON (R.) et ROSENBERG (P.). — <i>Nouveau guide pratique de l'usage d'acétyle.</i>	XI	506
GRASSER (G.).	VIII-IX-X	339
GRIMSHAW (G. R.).	VII	90
GUIGNARD (Jules). — Sur les appareils de culture mécanique pour la Tunisie (Revue de Culture mécanique). VIII-IX-X		368
GUITARD (Eugène). — <i>Deux siècles de presse au service de la pharmacie et cinquante ans de « l'Union pharmaceutique ».</i>	XI	501

H

HACHETTE (André).	VII	483
— Rapport sur l'appareil à projections cinématographiques en couleurs naturelles, construit par les Établissements Gaumont.	XII	526
HEIM. — Voir CHÉNEVEAU.		
HERCAY. — <i>Nettoyage, détachage, dégraisage, blanchiment (Recueil des recettes rationnelles).</i>	VII	488
HERZMARK.	XII	519
HITIER (H.). — Notes d'Agriculture	VII	76
— — — — —	VIII-IX-X	346
— — — — —	XI	455
— — — — —	XII	642
— La culture de la betterave à sucre aux États-Unis (Notes d'Agriculture). VII		76
— Enquête sur les salaires agricoles, (Notes d'Agriculture). . . .	VIII-IX-X	346
— Les coopératives agricoles de la région des Alpes et de Provence (Notes d'Agriculture).	XI	355
— La région du Haut-Tell en Tunisie, la question des forêts. L'évolution de la propriété dans cette région tunisienne (Notes d'Agriculture). XII		612
HITIER (H.) et SAINT-MAURICE (R. de). — <i>Plantes industrielles.</i>	XI	504
HODGKINSON (W.).	VII	89
HOFFMANN (Fr.). — Voir GILDEMEISTER.		
HUNEKE. — Voir MARTINI.		

I

INGLE (H.).	VIII-IX-X	337
INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE DE ROME. — <i>La production et la consom- mation des engrais chimiques dans le monde.</i>	XI	502
INSTITUT SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL. — <i>La soudure autogène.</i>	XI	509
ISTRATI (C. I.) et LONGINESCU (G. G.). — <i>Cours élémentaire de chimie et de miné- ralogie</i> , publié d'après la 4 ^e édition roumaine par A. ADAM.	XI	510
IZART (J.). — <i>Les appareils de contrôle et de mesure.</i>	VII	489
— <i>Canots automobiles, house-boats et tourisme nautique.</i>	XI	508

J

JUILLET (A.).	XII	610
-----------------------	-----	-----

K

KENNEDY.	VII	83
KERN (Edw. F.).	VIII-IX-X	330
KNAPEN.	VIII-IX-X	380
KNUDSON.	VII	96
KRAUSE (Joh.). — Prix de revient du labourage à vapeur (Revue de Culture mécanique).	VII	430
— Résultats d'essais d'un appareil de culture à vapeur surchauffée de la maison Ventzki (Revue de Culture mécanique).	VII	427

L

LAFOSSE. — Rapport fait au nom de la Commission des Fonds sur les comptes de l'exercice 1912.	XI	399
LAINÉ (E.). — Voir MÜNTZ.		
LAMB.	VII	96
LANGEVIN (Paul). — <i>Les grains d'électri- cité dynamique électromagnétique</i>	VII	187
LE CHATELIER (H.). — Rapport sur un programme de recherches relatives au bilan calorifique du four Hoffmann.	XII	653

— Rapport sur un programme de re- cherches relatives à la récupération de l'azote dans la gazéification des combustibles.	XII	654
— <i>Collection des classiques de la Science.</i>	XII	664
LEGRAND (Victor). — Rapport présenté au nom des censeurs sur les comptes de l'année 1912.	XI	420
LEMAIRE (E.). — Communication sur le raffinage du pétrole par l'anhydride sulfureux liquéfié (procédé Edeleanu) (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1913).	XI	498
LINET (L.). — Adresse à M. Ernest SOLVAY (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1913).	XI	494
LIVACHE (Ach.). — Rapport sur le « Zinox », produit destiné à la pein- ture.	XII	521
— (Rapport sur une demande de subvention en faveur d'un Concours institué par la Chambre Syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en poil	XII	655
— Rapport sur la répartition des re- venus des fondations dépendant du Comité des Arts chimiques.	XII	657
LONGINESCU (G. G.). — Voir ISTRATI.		

M

MARIE (Ch.).	VIII-IX-X	394
MANRIN (G.). — Tracteur à vapeur Ran- somes (Revue de Culture méca- nique).	XI	483
— Tracteurs à chaînes sans fin et à roues (Revue de Culture méca- nique).	XII	630
MARCHIS (L.). — <i>Cours d'aéronautique.</i>	VIII-IX-X	392
MARTINI et HUNEKE.	VII	471
MASSON (Léon). — Rapport sur le dispo- sitif « Martin-Mayeur » de remontage automatique des horloges.	VII	3
— Rapport sur l'élasticimètre de MM. CHÉNEVEAU et HEIM.	VII	43
— Rapport sur les <i>Appareils d'inté- gration</i> de M. H. DE MORIN.	XII	515
MASSOT (P.). — Simplification du calcul des engrenages par le système du module.	XII	564

MAUGLÈRE. — Voir ROLLAND.

- MESNAGER (A.). — Changements de dimension du béton, armé ou non, avec le temps (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts).. . VIII-IX-X 372
- MICHEL (J.). — *Travail des métaux*. XII 666
- MIS (Georges). — *L'électricien amateur à l'entraînement*. XI 507
- MORIN (H. de). — *Les appareils d'intégration*. XII 515
- MOUCHELET (E.). — *Notice historique sur l'Ecole centrale des Arts et Manufactures*. XI 507
- MOUREU (Ch.). — *Notions fondamentales de chimie organique*. XII 668
- MUNÉ. — Communication sur les procédés de sécurité Martini et Huneke d'emmagasinage et de manutention des liquides inflammables et leurs récentes applications dans les grands garages de Paris (Compte rendu de la séance publique du 13 juin 1913). VII 171
- MÜNTZ. VII 182
- MÜNTZ (A.) et LAINÉ (E.). — *Les modes d'épuration des vinasses de distillerie de betteraves*. XII 535

N

- NAIR (T. K.) et TURNER (T.). XI 445
- NEEF (Alb.). VII 93
- NICOLARDOT (le capitaine P.). — *Bombe calorimétrique de grande capacité et à fermeture rapide* (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1913). XI 499
- *Les progrès récents dans la préparation des moulages et des revêtements métalliques*. XII 569
- NOBLE (H.). — *Fabrication de l'acier*. XI 509

O

- OFFICE DU TRAVAIL. — *Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la fleur artificielle*. VIII-IX-X 392
- OSBORNE (J. L.). XII 606
- OSSIAN-ASCHAN. XII 608

P

- PERRIN (Jean). — *Les preuves de la réalité moléculaire*. VII 187
- PETIT (G.). XII 521
- PELOUX. XII 607
- PETIT (A.). — *Électricité agricole*. . XII 666
- PICET (A.). VIII-IX-X 336
- PILKINGTON (B.). — Voir TARTAR.
- POINCARÉ (Henri). — *Les rapports de la matière et de l'éther*. VII 187
- POINTET (G.). — *Rapport sur la chimie scientifique à l'Exposition internationale de Turin 1911; la grande industrie chimique; industries chimiques diverses*. VII 185
- PORTEVIN. — *L'influence du temps de chauffage avant trempe sur les propriétés des aciers* (Compte rendu de la séance publique du 13 juin 1913). VII 170
- POULENC (C.). — *Les nouveautés chimiques pour 1913*. XII 667
- POWER (F.), TITIN (Fr.) et ROGERSON (H.). VII 98

R

- REDMAN (L. V.) et RHODES (E. O.). . VII 100
- RENARD (Lieut.-colonel Paul). — *Rapport sur l'Atlas météorologique pour 1911*, par G. Eiffel. XII 528
- RHODES (E. O.). — Voir REDMAN.
- RIBES-CHRISTOFLE (de). — *Rapport sur la transmission mécanique à distance* C. A. D., de M. HERZMARK. . . XII 519
- RIDEAL (E. K.) et EVANS (U. R.) VIII-IX-X 337
- RINGELMANN (Max). — *Revue de Culture mécanique*. VII 101
- VIII-IX-X 359
- XI 165
- XII 621
- *Appareils de culture mécanique du type roundabout* (Revue de Culture mécanique). VII 101
- *Travail des treuils, des câbles et des poulies de renvoi dans les appa-*

reils de culture mécanique (Revue de Culture mécanique).	XI 465
— Expériences contrôlées de culture mécanique, organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913 (Revue de Culture mécanique).	XII 621
RIVIÈRE (C.). — Voir CLÉMENT.	
ROEHM (O.).	XII 609
ROGERSON (H.). — Voir POWER.	
ROLLAND et MAUCLÈRE. — Manipulations et emmagasinage des liquides inflammables hors du contact de l'air.	XI 421
ROSEMBERG (P.). — Voir GRANJON.	
ROSENSTIEHL (A.). — <i>Traité de la couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique.</i>	VII 183
ROUSSELET (Louis). — <i>Les ponts roulants à treillis et les grues à portiques actuels.</i>	VII 181

S

SACERDOTE (Paul). — Voir ABRAHAM.	
SAGNIER (Henry). — Concours et Congrès de Soissons (Revue de Culture mécanique).	VIII-IX-X 363
SAINT-MAURICE (R. de). — Voir HITIER.	
SAUVAGE (Ed.).	VII 182
— <i>Manuel de la machine à vapeur.</i>	VIII-IX-X 394
SAUVEUR (Albert). — <i>La métallographie du fer et de l'acier (The Metallography of Iron and Steel).</i>	XI 502
SCHMITZ (Edmond).	VIII-IX-X 334
SCHOEN (Marcel). — L'application des extraits de malt diastasiques (<i>diamalt</i>) en boulangerie (Compte rendu de l'assemblée générale du 18 novembre 1913).	XII 617
SCHUBERT (A.). — Notes de Mécanique. XII	632
SÉNÉCHAL (A.). — Voir URBAIN.	
SOLVAY (Ernest).	XI 494
SPELLER (F. N.).	VII 90
SPRINGER (L.).	XI 441
STADDON (D. R.).	VII 99
SULZER-DIESEL	XII 635

T

TARTAR (H.) et PILKINGTON (B.).	VII 98
TAYLOR (F. W.). — <i>La direction des ateliers. L'emploi des courroies. L'utilisation des ingénieurs diplômés</i>	XI 508
TITIN (Fr.). — Voir POWER.	
TOFANI (G.).	VIII-IX-X 329
TRILLAT (A.). — Rapport sur l'élasticité de MM. CHÉNEVEAU et HEIM. VII	47
—	VII 185
TURIN (André). <i>La chaufferie moderne : les foyers de chaudières.</i>	XI 508
TURNER (T.). — Voir NAIR.	

U

URBAIN (G.) et SÉNÉCHAL (A.). — <i>Introduction à la chimie des complexes. Théorie et systématique de la chimie des complexes minéraux.</i>	XI 505
---	--------

V

VALETTE (Th.). — Les garanties offertes actuellement à l'acheteur en ce qui concerne la solidité de couleur des étoffes teintes (mémoire de l'auteur).	VIII-IX-X 322
VALETTE (Th.) et FÉRET (René). — <i>La photographie en couleurs sur tissus (Compte rendu de la séance publique du 27 juin 1913).</i>	VII 177
VALBREUZE (R. de). — <i>Notions générales sur la radiotélégraphie et la radiotéléphonie</i>	XII 664
VAN DE VELDE (D ^r A. J.).	VIII-IX-X 343

W

WARD (Otto)	XII 632
WATTEBLÉD.	XII 653
WEISS (Pierre). — <i>Les moments magnétiques des atomes et le magnéton.</i>	VII 187
WITZ (A.). — <i>La machine à vapeur.</i>	XII 667

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 2^e SEMESTRE DE LA CENT DOUZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JUILLET-DÉCEMBRE 1913)

Tome 120

Le nombre en chiffres romains indique le numéro du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui le suit indique la page.

A

<i>Aciers.</i> (Voir Coupage.) L'influence du temps de chauffage avant la trempe sur les propriétés des —. (Communication de M. PORTEVIN, Séance publique du 13 juin 1913).	VII	170
<i>Acide formique.</i> L'— comme dissolvant (Notes de Chimie), par J. GARÇON. XII		608
<i>Acide méthanal-sulfureux.</i> L' — — — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII		97
<i>Acides naphthéniques.</i> Les — — et leurs applications (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X		334
<i>Acide nitrique.</i> Sur la synthèse de l' — — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII		85
<i>Acide tannique.</i> Sur la fermentation de l' — — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII		96

ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, ETC., DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

COMPTES RENDUS DES SÉANCES :		
<i>Assemblée générale</i> du 18 novembre 1913.	XII	645
<i>Comité des Arts chimiques.</i> Séance du 11 novembre 1913. XII		658
<i>Comité des Constructions et Beaux-Arts.</i> XII		663

<i>Fondations.</i> Répartition des revenus des — dépendant du Comité des Arts chimiques (Rapport de A. LIVACHE). XII		657
— Répartition des revenus d'une — dépendant du Comité des Constructions et Beaux-Arts (Rapport de M. BOURDEL). XII		663
<i>Liste des nouveaux membres</i> admis pendant l'année 1913. XII		673
<i>Séances publiques.</i> 13 juin 1913. . VII		166
— — — 27 — 1913. . VII		172
— — — 24 octobre 1913. . XI		488
— — — 7 novembre 1913. XII		641
— — — 27 — 1913. XII		649
<i>Subvention.</i> Demande de — en faveur d'un Concours institué par la Chambre Syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en poil (Rapport de A. LIVACHE). XII		655

<i>Aération.</i> Procédé Knapen d' — naturelle des constructions (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. COUTURAUD. VIII-IX-X		387
<i>Aérodynamique.</i> Essais d' —, par ARMAND DE GRAMONT, DUC DE GUICHE. XII		665

AGRICULTURE ET CULTURE MÉCANIQUE

<i>Betterwe.</i> La culture de la — à sucre

aux États-Unis (Notes d'Agriculture), par H. HIRIER.	VII 76	— Récotte mécanique du riz en Indo-Chine (Revue de Culture mécanique), par A. ALAZARD.	VII 132
— Les modes d'épuration des vinasses de distillerie de —, par A. MÜNTZ et L. LAINÉ.	XII 535	— Débouchés qu'offre la Tunisie aux constructeurs d'appareils de —	VII 133
<i>Charrue automobile</i> Stock (Revue de Culture mécanique), par Fernand DE CONDÉ.	XII	— Expériences contrôlées de — organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913 (Revue de Culture mécanique)	VIII-IX-X 359
<i>Coopératives</i> . Les — agricoles de la région des Alpes et de Provence (Notes d'Agriculture), par H. HIRIER.	XI 455	— Sur les appareils de — pour la Tunisie (Revue de Culture mécanique), par Jules GUIGNARD. VIII-IX-X	368
<i>Monographies agricoles</i> . La région du Haut-Tell en Tunisie, la question des forêts. L'évolution de la propriété dans cette région tunisienne (Notes d'Agriculture), par H. HIRIER.	XII 612	— La — au Marché de Machines agricoles de Breslau (Revue de Culture mécanique), par Fernand DE CONDÉ.	XI 485
<i>Salaires</i> . Enquête sur les — agricoles (Notes d'Agriculture), par H. HIRIER.	VIII-IX-X 346	Labourage. Laboureuses et charrues :	
CONCOURS, CONGRÈS, EXPÉRIENCES, EXPOSITIONS, DÉMONSTRATIONS, ETC. :		<i>Labourage</i> , Matériel Ventzki pour — à vapeur (Revue de Culture mécanique), par R. DESSAISAIN.	VII 121
<i>Concours international d'appareils de labourage à moteurs</i> , Tunis 15-22 avril 1914 (Revue de Culture mécanique).	VII 135	Prix de revient du — à vapeur (Revue de Culture mécanique), par Joh. KRAUSE.	VII 130
— et Congrès de Soissons (Revue de Culture mécanique), par Henry SAGNIER.	VIII-IX-X 363	<i>Laboureuse</i> Vermont-Quellennec (Revue de Culture mécanique), par Fernand DE CONDÉ.	VIII-IX-X 369
— (Revue de Culture mécanique) VIII-IX-X	371	<i>Charrue automobile</i> de M. Amiot (Revue de Culture mécanique), par Fernand DE CONDÉ.	VII 114
<i>Essais</i> . Résultats des — d'Alger (Revue de Culture mécanique), par Joh. KRAUSE.	VII 127	Résultats d'essais de la moto — Stock (Revue de Culture mécanique), par R. GAGEY.	VII 120
— de Königsberg (Revue de Culture mécanique).	XI 482	Tracteurs et treuils :	
<i>Expériences contrôlées de culture mécanique</i> , organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913 (Revue de Culture mécanique), par M. RINGELMANN.	XII 621	<i>Tracteurs</i> à chaînes sans fin et à roues (Revue de Culture mécanique), par G. MANRIN.	XII 630
Culture mécanique :		Emploi du — aux ensemencements (Revue de Culture mécanique). VII	116
<i>Culture mécanique</i> . Appareils de — du type roundabout (Revue de Culture mécanique), par Max RINGELMANN.	VII 101	— Résultats des essais d'Alger (Revue de Culture mécanique). — à vapeur Ransomes (Revue de Culture mécanique), par G. MANRIN.	XI 483
— La main-d'œuvre et la — (Revue de Culture mécanique), par Abel BECKERICE.	VII 112	<i>Treuils</i> . Travail des —, des câbles et des poulies de renvoi dans les appareils de culture mécanique (Revue de Culture mécanique), par Max RINGELMANN.	XI 465

<i>Alcaloïdes.</i> Les — de l'ipécacuanha (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII	97
<i>Alliages.</i> — non corrodables (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII	90
<i>Anhydride sulfureux.</i> (Voir Incendie.) — — (Voir pétrole). XI	498
<i>Arsenic.</i> Dosage de l' — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII	99
<i>Assainissement.</i> Méthode d' — des habitations de M. Knapen (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. COUTURAUD. VIII-IX-X	380
<i>Associations.</i> — d'industriels et d'étudiants (Notes de Chimie). par J. GARÇON. VII	83
<i>Azote.</i> Récupération de l' — dans la gazéification des combustibles (Rapport de H. LE CHATELIER). XII	634
— (Voir aussi Silicium).	

B

<i>Béton.</i> Changements de dimensions du — armé ou non, avec le temps (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par A. MESSAGER. VIII-IX-X	372
---	-----

BIBLIOGRAPHIE.

<i>Acétylène.</i> Nouveau guide pratique de l'usage d' —, par R. GRANJON et P. ROSEMBERG. XI	506
<i>Acier.</i> Fabrication de l' —, par H. NOBLE. XI	509
<i>Aéronautique.</i> Cours d' —, par L. MARCHIS. VIII-IX-X	392
<i>Ateliers.</i> La direction des —, par F. W. TAYLOR. XI	508
<i>Canots automobiles, house-boats et tourisme nautique,</i> par J. IZART. XI	508
<i>Chaufferie.</i> La — moderne : les foyers de chaudières, par André TURIN. XI	508
<i>Chimie du sol,</i> par André. VII	182
— La — scientifique à l'Exposition de Turin 1911; grande industrie chimique; industries chimiques diverses. Rapport de G. POINTET. VII	485
— légale. Guide de l'expert chimiste, par R. de FORCRAND. VII	489
— Tables annuelles de constantes et	

Tome 120. — 2^e semestre. — Décembre 1913.

<i>données numériques de —, de physique et de technologie,</i> publiées par le COMITÉ INTERNATIONAL DU VII ^e CONGRÈS DE CHIMIE APPLIQUÉE 1913. Londres, 2 juin 1909. VIII-IX-X	394
— <i>Traité de — minérale :</i> T. I : Introduction à la — et métalloïdes. — T. II : Étude des métaux, par H. ERDMANN. XI	503
— <i>Introduction à la — des complexes. Théorie et systématique de la — des complexes minéraux,</i> par G. URBAIN et A. SÉNÉCHAL. XI	503
— <i>Cours élémentaire de — et de minéralogie,</i> par C. I. ISTRATI et G. G. LONGINESCU, publié d'après la 1 ^{re} édition roumaine par A. ADAM. XI	510
— <i>Les nouveautés chimiques pour 1913,</i> par C. POULENC. XII	667
— <i>Notions fondamentales de — organique,</i> par Ch. MOUREU. XII	668
<i>Classiques. Collection des — de la science.</i> XII	664
<i>Congrès des Ingénieurs électriciens d'Angleterre et de France,</i> Paris 21-24 mai 1913. XII	665
<i>Couleur. Traité de la — au point de vue physique, physiologique et esthétique,</i> par A. ROSENSTIEHL. VII	183
<i>Coupage. Recherches expérimentales sur le — des fers et aciers, par les chalumeaux à jet d'oxygène,</i> par R. AMÉDÉO. XI	503
<i>Courroies, L'emploi des —.</i> Note de F. W. TAYLOR. XI	508
<i>Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques,</i> par R. CORNUBERT. XI	507
<i>École centrale des Arts et Manufactures. Notice sur l' — — — —</i> — —, par E. MOUCHELET. XI	507
<i>Éducation. Méthodes américaines d' — générale et technique,</i> par Omer BUYSE. XI	504
<i>Électricien. L' — amateur à l'entraînement,</i> par Georges MIS. XI	507
<i>Électricité agricole,</i> par A. PETIT. XII	666
<i>Engrais, La production et la consommation des — chimiques dans le monde,</i> publié par l'INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE DE ROME. XI	502

- Explosifs. Les — modernes*, par Paul F. CHALON, 3^e édition VII 485
- Fleur artificielle. Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la —* —. OFFICE DU TRAVAIL. . VIII-IX-X 392
- Huiles. Fabrication des — minérales et pyrogénées. Fabrication moderne et applications des savons industriels. — solubles et matières d'ensimage*, par R. EHRSAM VII 489
- *Les — essentielles (Die aetherischen Oele)*, par MM. E. GILDEMEISTER et Fr. HOFFMANN. XI 505
- Ingénieurs. L'utilisation des — diplômés*, note de F. W. TAYLOR . XI 508
- Législation. Guide-memento de — et de comptabilité*, par Gabriel FAURE. . XII 669
- Magasins. Les grands — à Paris, à Berlin et en Amérique* XII 668
- Matière. Les idées modernes sur la constitution de la —. Conférences faites en 1912* par MM. E. BAUER, A. BLANC, E. BLOCH, M^{me} CURIE, MM. A. DEBIERNE, L. DUNOYER, P. LANGEVIN, J. PERRIN, H. POINCARÉ, P. WEISS. VII 487
- Mécanique et électricité industrielles. T. I : Mécanique rationnelle. — T. II : Notions sur les machines*, par P. FRICK. XII 668
- Métallographie. La — du fer et de l'acier (The Metallography of Iron and Steel)*, par Albert SAUVEUR . XI 502
- Métaux. Travail des —*, par J. MICHEL . XII 666
- Nettoyage, détachage, dégraissage, blanchiment. (Recueil de recettes rationnelles)*, par HERÇAY . . VII 488
- Ouvrier. Pour l' — moderne*, par C. CAILLARD. XII 669
- Pharmacie. Deux siècles de presse au service de la — et cinquante ans de « l'Union pharmaceutique »*, par Eugène GUITARD. XI 500
- Physique. Collection de mémoires relatifs à la —. Deuxième série : Les idées modernes sur la constitution de la matière. Conférences faites en 1912* par MM. E. BAUER, A. BLANC, E. BLOCH, M^{me} P. CURIE, MM. A. DEBIERNE, L. DUNOYER, P. LANGEVIN, J. PERRIN, H. POINCARÉ, P. WEISS. VII 487
- *Recueil de constantes —*, par Henri ABRAHAM et PAUL SACERDOTE. . VII 487
- *Traité de —*, T. IV, 2^e fasc. : Champ magnétique constant, par O. D. CHWOLSON. XII 665
- Plantes industrielles*, par H. HITIER et R. DE SAINT-MAURICE. . . . XI 504
- Ponts roulants. Les — à treillis et les grues à portiques actuels*, par LOUIS ROUSSELET. . . . VII 481
- Radiotélégraphie. Notions générales sur la — et la radiotéléphonie*, par R. DE VALBREUZE XII 664
- Savons. Fabrication moderne et application des — industriels, huiles solubles et matières d'ensimage*, par R. EHRSAM VII 489
- Solutions. Les propriétés optiques des —*, par C. CHÉNEVEAU XI 509
- Soudure. La — autogène*, par l'INSTITUT SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL. . . XI 509
- Textiles. Les — végétaux*, par J. BEAUVÉRIE. VII 487
- Thermodynamique. Cours de —*, par H. BOUASSE VIII-IX-X 393
- Tourneur. Comment on devient — sur métaux*, par René CHAMPLY . . VII 488
- Vapeur. La machine à —*, par A. WITZ XII 667
- Vapeur. Production économique de la —. L'alimentation méthodique des foyers*, par A. BERTHIER . . VII 488
- *Les appareils de contrôle et de mesure*, par J. IZART. VII 489
- *Manuel de la machine à —*, par Édouard SAUVAGE . . . VIII-IX-X 394
- *Compte rendu du 42^e Congrès des Délégués et Ingénieurs de l'Union internationale des Associations de Surveillance des Chaudières à —*, par L. DESCROIX. XI 506
- Bière. La valeur alimentaire de la — (Notes de Chimie)*, par J. GARÇON VIII-IX-X 343
- C**
- Caoutchouc. Etat actuel de la question du — synthétique (Notes de Chimie)*, par J. GARÇON. VII 95

— (Voir Élasticimètre.)	
— (Voir Vulcanisation.)	
— synthétique (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII-IX-X 336
<i>Chemin de fer.</i> Accouplement automatique système Durbin des conduites de frein, de chauffage et d'électricité des véhicules de — — (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. . XII	633
<i>Cellulose.</i> L'acétate de —. Fabrication, propriétés et usages, par MM. L. CLÉMENT et C. RIVIÈRE (Mémoire des auteurs)	VII 53
<i>Cinématographie.</i> Appareil à projections cinématographiques en couleurs naturelles, construit par les Établissements GAUMONT (Rapport de M. HACHETTE).	XII 526
<i>Coupage.</i> Le — des fers et aciers par le jet d'oxygène (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XI 442
<i>Cuir.</i> Nouveau pelain (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XII 609
— (Voir aussi Teinture.)	
<i>Cuivre.</i> Dissolvants du — et du nickel sans action sur le fer (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VII 89

D

<i>Désinfection.</i> La — des peaux charbonneuses, par G. ABT	VIII-IX-X 248
<i>Diamalt.</i> L'application des extraits de malt diastasiques (—) en boulangerie, par Marcel SCHÖEN (Compte rendu de l'Assemblée générale du 18 novembre 1913)	XII 647
<i>Docks flottants.</i> La question des —, par H. CHAUMONOT (Mémoire de l'auteur)	VIII-IX-X 290

E

<i>Eau.</i> Appareil Fernex permettant le séjour dans l' — et les milieux irrespirables (Rapport de M. d'ALLEMAGNE). XII	525
--	-----

<i>Élasticimètre.</i> L' — enregistreur de MM. CHÉNEVEAU et HEIM et son application à l'étude de la valeur industrielle des caoutchoucs.	VII 13
— (Rapport de M. MASSON)	VII 17
— (Rapport de M. TRILLAT)	VII 20
— (Mémoire des auteurs)	VII 20
<i>Engrenages.</i> Simplification du calcul des — par le système du module, par P. MASSOT	XII 564
<i>Épuration.</i> (Voir Betterave.)	
<i>Étain.</i> Dépôt électrolytique de l' — (Notes de Chimie), par J. GARÇON . VIII-IX-X	330
<i>Explosifs.</i> Bombe calorimétrique de grande capacité et à fermeture rapide du capitaine P. NICOLARDOT (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1913)	XI 499
<i>Explosions.</i> Sur les — de poussières combustibles (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XI 448
— Le tube « Protex », dispositif qui empêche l' — des récipients qui contiennent des liquides inflammables, Communication de Pierre ADAM (Compte rendu de la séance publique du 27 juin 1913).	VII 478

F

<i>Fers.</i> (Voir Coupage.)	
<i>Fluorescéine.</i> Application de la — en hydrologie (Notes de Chimie), par J. GARÇON	XII 609
<i>Four.</i> Bilan calorifique du — Hoffmann (Rapport de H. LE CHATELIER) . . XII	653

G

<i>Galvanisation.</i> Nouveau four à galvaniser, permettant d'éviter la formation des dépôts de zinc dur (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. . . XII	632
<i>Graissage</i> combiné à l'huile et au graphite (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT	XII 633

H

- Horloges.* Dispositif « Martin-Mayeur » de remontage automatique des —, construit par la Maison d'Horlogerie Paul Garnier (Rapport de M. Masson). VII 3
- Houblon.* Sur les constituants du — (Notes de Chimie), par J. Garçon. VII 98
- Huiles.* — essentielles (Notes de Chimie), par J. Garçon. VII 94
(Voir aussi Oxydation.)
- Humidité.* Procédé Knapen pour combattre l' — dans les constructions (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. Couturaud. VIII-IX-X 380
- Hydrocarbures.* Sur le maniement des — (Notes de Chimie), par J. Garçon. XI 452

I

- Impôt.* Les projets d' — personnel sur le revenu (Notes du Comité de Commerce), par Roger Delombre. . . VII 438
- Incendie.* Les procédés Martini et Huneke d'emmagasinage et de manutention des liquides inflammables et leurs récentes applications dans les grands garages de Paris. Communication de M. Muné (Compte rendu de la séance publique du 13 juin 1913). . . . VII 474
- L'emploi de l'anhydride sulfureux liquéfié pour protéger contre l' — les soutes et réservoirs qui contiennent des combustibles liquides. Communication de Georges Adam (Compte rendu de la séance publique du 27 juin 1913). VII 479
- Manipulations et emmagasinage des liquides inflammables hors du contact de l'air, par Rolland et Maucière. XI 424
- (Voir aussi Explosions.)

- Intégration.* Les appareils d' —, de M. H. de Morin. (Rapport de M. Léon Masson) XII 343

L

- Liants hydrauliques* (Notes de Chimie), par J. Garçon. VII 86
- Locomotive* Sulzer-Diesel (Notes de Mécanique), par A. Schubert . . . XII 633

M

- Météorologie.* *Atlas météorologique pour 1914*, par G. Eiffel. Rapport du lieutenant P. Renard. XII 328
- Mercure.* Accidents dus au — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . VIII-IX-X 342
- Miroir.* — diaphane Argus (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. Couturaud. . . . VII 460
- Monte-charge.* Le — Exe (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts) par P. Couturaud. . . VIII-IX-X 377
- Moulages.* Les progrès récents dans la préparation des — et des revêtements métalliques, par P. Nicolardot XII 369

N

- Nickel.* Dissolvants du cuivre et du — sans action sur le fer (Notes de Chimie), par J. Garçon. VII 89
- Notes d'Agriculture*, par H. Hittier. . VII 76
- — — VIII-IX-X 346
- — — XI 455
- — — XII 612
- Notes de Chimie*, par J. Garçon. . . VII 83
- — — VIII-IX-X 329
- — — XI 444
- — — XII 606
- Notes du Comité de Commerce*, par Roger Delombre. VII 438
- Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts*, par P. Couturaud. . . VII 458
- — — VIII-IX-X 372

O

- Oxydes.* (Voir Verrerie.)
Oxydation. Études sur l' — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 84
 —. L' — des huiles (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 337
Ozone. Action de l' — sur les fibres textiles (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 342

P

- Papiers.* Examen des — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 344
Pavage. Bois pour — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 344
Peintures. Méthodes américaines pour mesurer scientifiquement la perméabilité, la résistance et l'élasticité des — (Rapport de A. LIVACHE). XII 638
 — au coaltar et à la chaux vive (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 93
 — Le « Zinox », produit destiné à la — (Rapport de M. Ach. LIVACHE). . . XII 524
Pétrole. Un nouveau procédé de raffinage du — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 90
 —. Le raffinage du — par l'anhydride sulfureux liquéfié (Procédé Edeleanu), Communication de E. LEMAIRE (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1913). XI 498
Phénol. Méthode rapide pour déterminer le — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 100
Photographie. La — en couleurs sur tissus (Compte rendu de la séance publique du 27 juin 1913). VII 177
Porcelaine. La — tendre artificielle ou à fritte, ou porcelaine tendre française, par ALBERT GRANGER. VIII-IX-X 495

Q

- Quartz.* Les procédés de fusion et de soufflage du — pur et transparent de la Société française du Quartz, par BILLON-DAGUERRE (Compte rendu de l'assemblée générale du 18 novembre 1913). XII 648

R

- Rouille* des tuyaux de chauffage en fer (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 90

S

- Sélénium.* XII 651
Silicium. Azoture de — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 329
Stérilisation. La — des eaux médicamenteuses distillées (Notes de Chimie), par J. GARÇON. XII 640
Sulfate de baryum. Sur la filtration du — — — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. XII 606

T

- Tannage.* Sur le — à l'électricité (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 337
 —. Enlevage des écorces tannantes (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 338
 —. Purification des extraits tannants et tinctoriaux (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 339
 —. Nouvelles matières tannantes (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII-IX-X 340
Teinture. Noir grand teint (Notes de Chimie), par J. GARÇON. XII 609
Teinture. Sur la — des cuirs (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 96
 —. (Voir Tannage.)

— Les garanties offertes actuellement à l'acheteur en ce qui concerne la solidité de couleur des étoffes teintes, par Th. VALETTE	VIII-IX-X	322
<i>Téléphonie.</i> Le sélénium et ses applications en — sans fil, télévision et photométrie, par Louis ANCEL (Compte rendu de la séance publique du 27 novembre 1913).	XII	651
<i>Téléphotographie.</i> Les progrès récents de la —, par Édouard BELIN (Compte rendu de la séance publique du 7 octobre 1913).	XII	643
<i>Transmission mécanique à distance, système C. A. D. de M. Herzmark</i> (Rapport de M. DE RIBES-CHRISTOFLE) . XII		519
<i>Trinitrotoluène</i> (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XII	607

V

<i>Ventilation.</i> Du rôle de la zone neutre en — (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. COUTAUD.	VII	461
<i>Verrerie.</i> Les oxydes rarement employés en — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XI	444
<i>Vulcanisation.</i> Une généralité du procédé de — des caoutchoucs (Notes de Chimie), par J. GARÇON	VII	94

Z

<i>Zinc.</i> La volatilisation du — (Notes de Chimie), par J. GARÇON	XI	445
--	----	-----

L'agent général gérant,

E. LEMAIRE.