

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Titre du volume : 1914. 2e semestre

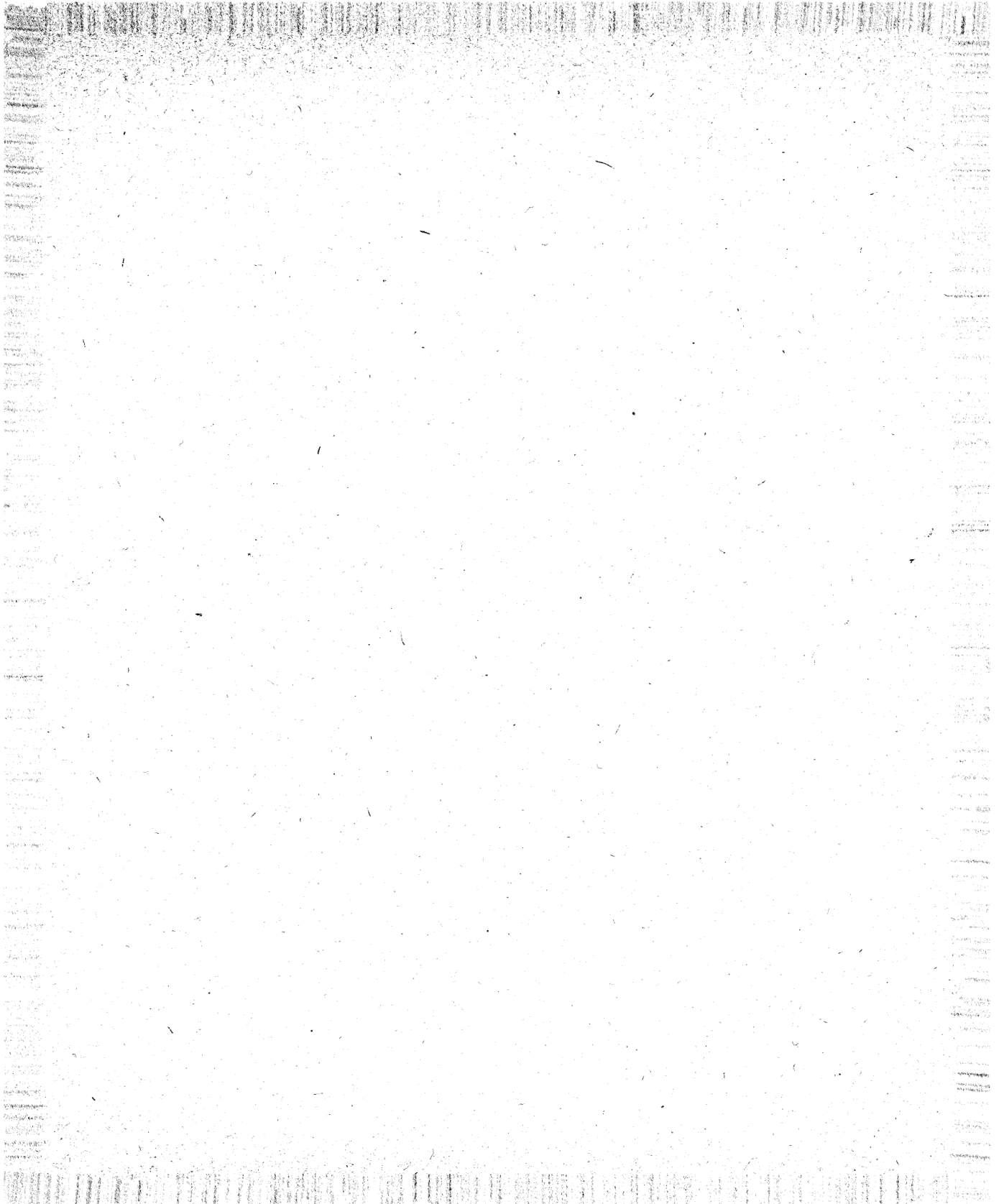
Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945

Description : 502 p. : ill, ; 26 cm

Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1914

Cote de l'exemplaire : BSPI. 123

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.123>



BS 170

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

PUBLIÉ
SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ
MM. HITIER & TOULON

1914
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.)

1914

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 présenté par M. TERRE, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur la *Machine à trier, marquer et classer par le poids, les tôles minces*, de M. JEAN BARDET.

Les opérations de triage, marque et classement par le poids des tôles minces, ont jusqu'à présent occupé dans les usines un personnel important. Elles nécessitent en effet une série de manutentions : les tôles sont prises sur un wagon pour être examinées et réparties en deux tas : les bonnes et les mauvaises ; les premières sont ensuite marquées, puis transportées à une balance pour être pesées ; enfin, elles sont portées aux casiers où elles sont classées d'après leur poids.

M. Jean Bardet a construit une machine qui fait automatiquement toutes ces opérations ; elle trie, marque et classe 10 tôles à la minute. Les dimensions des tôles sont : 1,40 m \times 0,70 m et toutes dimensions au-dessous. Cette machine est d'autant plus intéressante qu'elle constitue, à notre connaissance, la première réalisation pratique du classement par le poids en plusieurs catégories, en n'employant que des moyens mécaniques.

Fonctionnement de la machine. — Les vues schématiques en plan (fig. 1), en coupe longitudinale (fig. 2) et en coupe transversale (fig. 3), montrent les positions successives occupées par les tôles. Un premier transporteur les prend dans la position A sur un chariot pour les amener à la position de

trriage B. Le conducteur, qui les examine, dispose, en outre d'un levier de débrayage, d'un second levier qui lui permet de faire reprendre par le même transporteur les tôles défectueuses pour les pousser sur le tas de

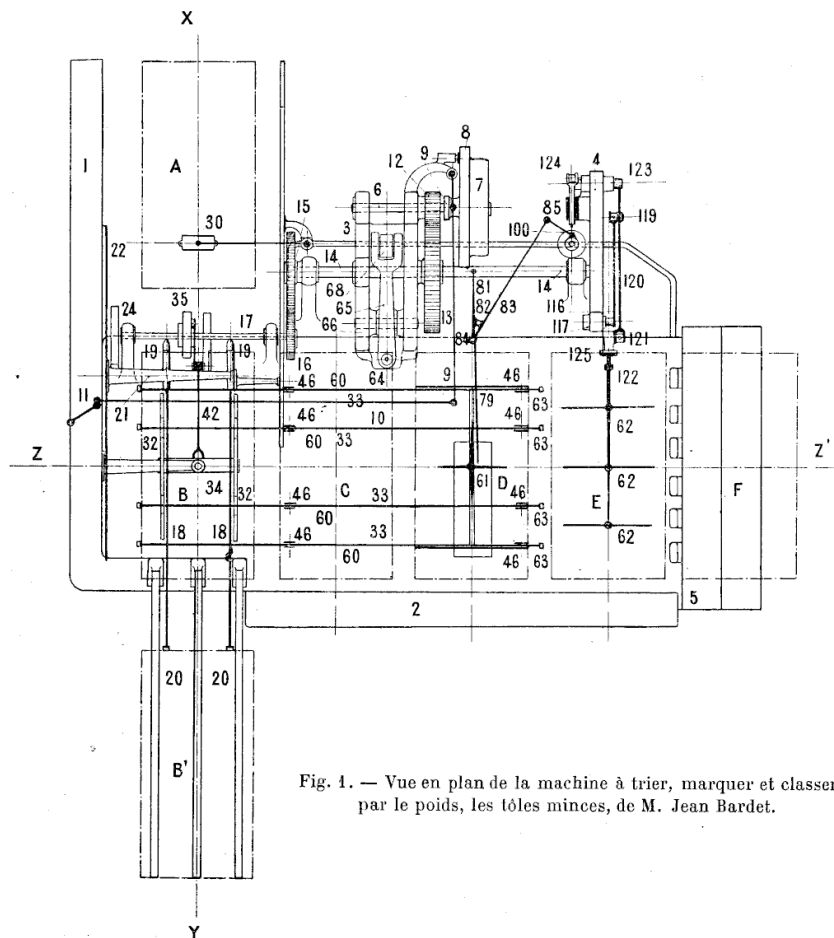


Fig. 1. — Vue en plan de la machine à trier, marquer et classer par le poids, les tôles minces, de M. Jean Bardet.

rebut en B', ou, si les tôles sont saines, de les faire enlever par un second transporteur qui les amène d'abord à la machine à marquer à froid en C, puis en D, sur une balance qui les pèse, enfin, en E sur des supports qui, suivant le poids de chaque tôle, se placent automatiquement à la hauteur d'un des sept casiers où elle est poussée par le même transporteur et vient occuper une des positions F.

porte une crémaillère 22 engrenant avec une roue 23. Un jeu de cames et de leviers disposés de façon à déterminer les mouvements nécessaires au moment opportun, actionne le secteur denté 28 qui engrène avec le pignon 29 monté sur le même axe que la roue 23 et donne à celle-ci un mouvement de rotation alternatif.

Pour prendre une tôle, les crochets 19 pénètrent sous cette tôle, déjà soulevée par un électro-aimant, porté par le bras 30 qui monte et descend

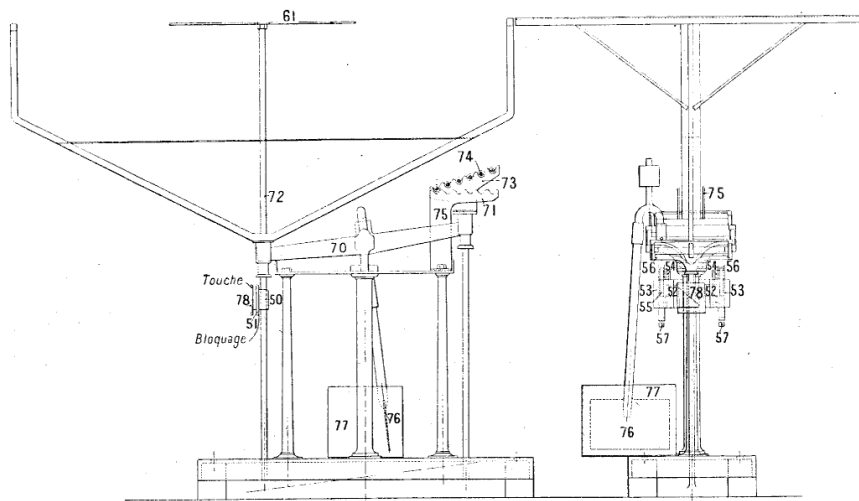


Fig. 4.

Fig. 5.

sous l'action d'un levier commandé par came. Au retour du transporteur, la tôle est amenée par les crochets 19 au-dessus de l'élévateur 32 qui comprend deux traverses montées sur des bras et dégagées pour le passage du second transporteur 33, et une tige verticale 34.

Si la tôle est reconnue bonne, l'élévateur fait toute sa course et la monte assez haut pour qu'elle soit prise par le second transporteur 33. Si elle est défectueuse, le conducteur agit sur le levier 43 qui réduit la course de l'élévateur. L'élévateur ne monte pas la tôle assez haut, elle n'est pas prise par le second transporteur, mais elle est emportée par les poussoirs 20 jusqu'au bout du bâti 1 et tombe sur le tas des tôles défectueuses en B'.

Deuxième aménagement. — Le second transporteur (fig. 1, 2 et 10) se compose de quatre paires de tiges rondes 33, celles du dessus reliées par des

traverses, celles du dessous couissant dans huit douilles 46 portées par quatre supports 47. Le transporteur a un mouvement de va-et-vient horizontal et un mouvement vertical. Ces deux mouvements sont obtenus par des jeux distincts de cames et de leviers toujours disposés de façon à déterminer les mouvements nécessaires au moment opportun.

Le transporteur étant dans sa position inférieure, passe sous la tôle qui repose sur l'élévateur 32 dans sa position supérieure. Tandis que celui-ci descend, le transporteur 33 monte et soulève la tôle, puis se déplace horizontalement et redescend pour déposer la tôle sur les supports 60 dans la position C, le coin de la tôle se trouvant placé sous la machine à marquer.

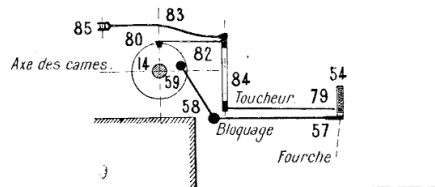


Fig. 6.

Le même mouvement amène la tôle de la position D sur la balance, ensuite de la position D à la position E sur les supports classeurs 62; enfin, la tôle est poussée des supports 62 dans les casiers en F par les bras 63 placés à l'extrémité des tiges 33.

Marque. — La machine à marquer à froid se compose du bâti 3, qui porte l'arbre premier moteur 14, la matrice 64 et le levier porte-poinçon 65, articulé sur l'axe 66. Ce levier reçoit son mouvement de la came 67 montée sur l'arbre 14 et du galet 68. Le poinçon est réglable par vis; il ne se lève que de la quantité voulue pour laisser passer la tôle et agit sans choc.

Pesage. — La balance (fig. 4 et 5), qui est l'appareil caractéristique de la machine, comprend le plateau 61 sur lequel le transporteur dépose la tôle; ce plateau est au bout d'une tige 72 portée par le fléau 70; sur l'autre bras du fléau est portée une traverse 71 avec deux plateaux sur lesquels on met des poids faisant équilibre à la tôle de la catégorie la plus légère; sur la traverse sont fixés deux râteliers inclinés 73 qui, en montant, viennent soulever successivement les six poids 74 portés par les râteliers fixes et horizontaux 75.

Quand on a déterminé la différence de poids maximum qui doit exister entre les tôles des deux casiers voisins (par exemple 100 g pour les tôles de $1,40 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ et $0,5 \text{ mm}$ d'épaisseur) on prend les poids 74 égaux à cette différence (soit 100 g). Le nombre des poids soulevés et par suite, la position dans laquelle le fléau de la balance s'arrêtera, indiquera à 100 g près le poids de la tôle et le casier où elle doit être classée.

La machine étant réglée pour faire passer 10 tôles à la minute, soit 6 secondes pour une tôle, la pesée doit être faite très vite, en 2 secondes

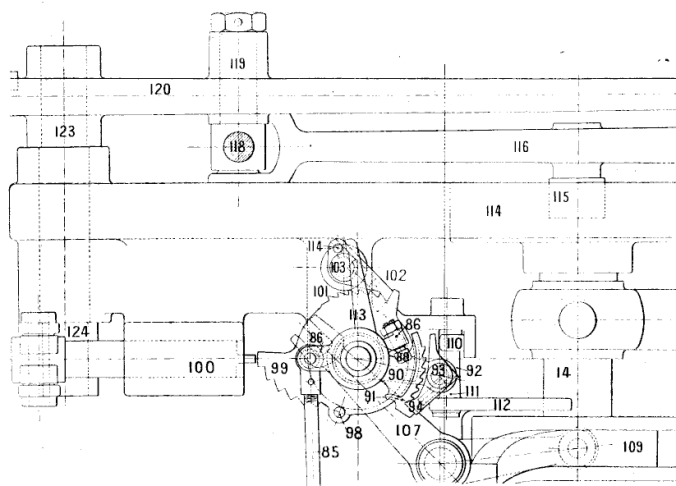


Fig. 7. — Détail du relais.

environ, c'est pourquoi le fléau de la balance porte une palette 76 qui forme amortisseur dans la cuve 77. En outre, un système de coins vient arrêter tout mouvement de la tige 72, dès que la pesée est terminée; le mouvement de coins que nous allons décrire ci-après est déterminé par une came montée sur l'arbre premier moteur 14; il est réglé de façon que le blocage se produisant toutes les six secondes, la balance reste libre pendant deux secondes environ; et c'est le point délicat de l'appareil, car, si l'arbre premier moteur 14 prenait une vitesse trop grande par suite d'un emballement quelconque, la pesée n'aurait plus le temps de se faire convenablement, et l'appareil pourrait être dérégulé.

Le mécanisme de blocage comporte un collier 50 monté sur la tige 72 et muni de deux oreilles 51. Sur ces oreilles viennent buter les deux

pièces 52 en forme d'équerre, dont une aile coulisse horizontalement dans les guides 53, tandis que l'autre aile, qui est oblique, pénètre dans la rainure des coins 54. Ces coins tendent à descendre sous l'action des capsules à ressort 55, logées à l'intérieur et qui prennent appui sur les talons 56 des pièces guides 53. Les coins en descendant appuient les pièces 52, sur les oreilles 51 du collier 50, et bloquent la tige 72. Pour la débloquent, les coins 54 sont levés par les branches 57 du levier à fourche 58 (fig. 6), lequel porte un galet 59 actionné par une came montée sur l'arbre 14.

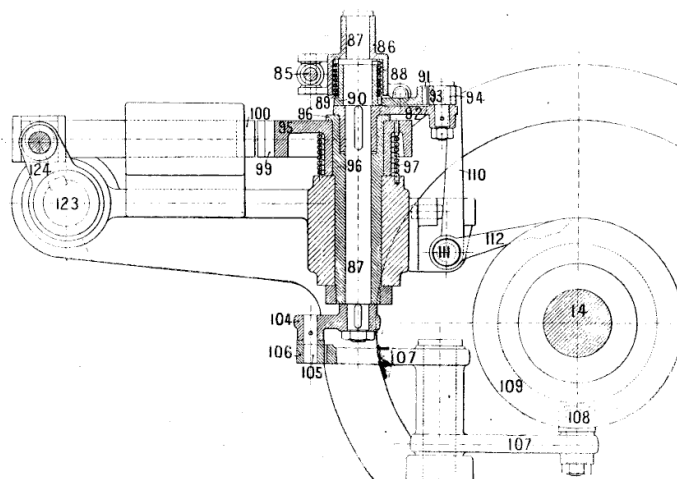


Fig. 8. — Détail du relais.

Dès que la pesée est faite et la balance bloquée, le transporteur, par ses tiges 33, reprend la tôle et la porte, comme nous l'avons dit plus haut, sur les supports classeurs 62; puis le mouvement des supports classeurs se produit; il est limité par la position où s'est arrêtée la tôle sur la balance, position conséquence directe du poids. Mais comme le mouvement vertical des supports classeurs ne se produit qu'avec un certain retard par rapport au moment où le blocage de la balance la maintient dans la position qui lui permet de commander la limitation de ce mouvement, retard inévitable puisqu'il faut transporter la tôle du plateau de la balance sur les supports classeurs avant que ceux-ci ne prennent leur mouvement vertical, il est indispensable de ménager entre les deux mécanismes un relais que la balance arme au moment où elle est en position pour le faire, et qui est désarmé quand le classement est terminé. C'est le mécanisme

de ce mouvement de relais et de classement qu'il nous reste à décrire.

Relais entre les mécanismes de pesage et de classement. — Sur le collier 50 de la tige 72 se trouve, avec les oreilles 51, un plan incliné 78. Le levier 79 (fig. 4 et 6), dit « toucheur », vient, dans son mouvement horizontal, toucher la pièce 78 et s'arrête dans une position horizontale, qui est déterminée par la position verticale du plan incliné 78 et par conséquent par le poids

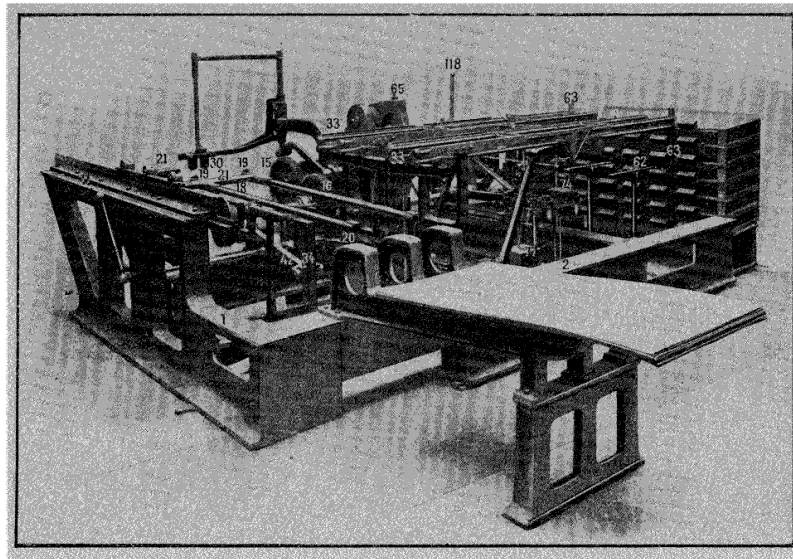


Fig. 9.

de la tôle. Le mouvement du toucheur 79 est déterminé par la came 80 montée sur l'arbre premier moteur 14, le galet 81, le levier 82 relié élastiquement au levier 83 calé sur le même axe 84 que le levier toucheur 79; sur le levier 83 est articulée la tige 85 qui commande le relais.

Celui-ci (fig. 7 et 8) comprend : une pièce 86 tournant autour d'un axe 87 et portant un butoir 88 réglable par vis ; une pièce 90 reliée à la pièce 86 par un ressort en torsion 89 et tournant autour du même axe 87; elle porte une denture à rochet 91 ; une pièce 92 calée sur l'axe 87 et portant l'axe 93 du cliquet 94 qui arrête les dents 91 et prépare l'armement ; et une pièce 95 tournant autour de la douille 96 concentrique à l'axe 87. Cette pièce est rappelée par un ressort en torsion 97 fixé au bâti; elle porte un doigt 98 et elle est découpée à sa partie extérieure de façon à former les gradins 99

sur lesquels bute la tige 100 qui fixe la position verticale des supports classeurs, et la denture à rochet 101, dans laquelle pénètre le cliquet 102 monté sur un axe 103, fixé sur le bâti.

Ce mécanisme de relais fonctionne de la manière suivante : la tige 83 fait tourner la pièce 86, et le butoir 88 pousse la pièce 90 plus ou moins loin suivant la position de la pièce 78. La pièce 90 est maintenue à la place où elle est parvenue par le cliquet 94, monté sur la pièce 92. Celle-ci,

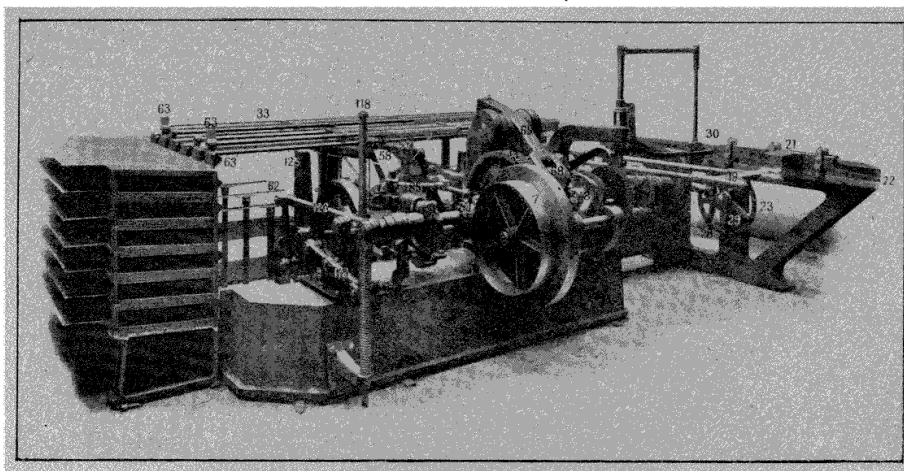


Fig. 10.

calée sur l'arbre 87, reçoit son mouvement de la came 109 calée sur l'arbre premier moteur 14 par l'intermédiaire des leviers, axes et galets 104, 105, 106, 107 et 108. Dans ce mouvement, la pièce 90-91 entraînée par le cliquet 94 rencontre le doigt 98 et pousse la pièce 95 qui est arrêtée dans sa position extrême par le cliquet 102. Cette position dépend de celle que la pièce 90-91 occupe par rapport au cliquet 94. C'est donc bien le poids de la tôle qui détermine celui des gradins 99 qui se trouve placé en face de l'extrémité de la tige 100.

Le cliquet 102 a pour fonction de maintenir la pièce à gradins 99 à sa place pendant que le cliquet 94 ainsi que la pièce 90-91 reviennent pour l'opération suivante. Lorsque ce retour est effectué, le cliquet 94 est désarmé par le doigt 110 monté sur le même axe 111 que le doigt 112, qui est commandé par une bosse de la came 109 ; la pièce 90 est ramenée par

le ressort 89. Après classement de la tôle, le doigt 113 qui fait partie de la pièce 92 désarme le cliquet 102 en appuyant sur le petit axe 114 monté sur ce cliquet, et la pièce 95 est rappelée par le ressort 97 pendant que la pièce 92 repart pour armer à nouveau le cliquet 102 d'après le poids de la tôle suivante.

Classement des tôles. — Le mouvement vertical des supports classeurs 62 (fig. 1, 2 et 7) est donné par la came 114 montée sur l'arbre premier moteur 14, le galet 115, le levier 116, articulé sur l'axe fixe 117 et qui agit par l'intermédiaire de la tige 118 et d'un ressort sur une pièce portée par l'axe 119. Cet axe est monté sur le levier 120 calé sur l'arbre 123; le levier 120 par l'intermédiaire de la bielle 121 fait monter et descendre la pièce 122 qui porte les supports 62 et qui roule sur le guide 125. Sur l'arbre 123 est calé un levier 124 relié à la tige 100. Celle-ci, en butant sur un des gradins 99, détermine la position des pièces 124, 123, 120, 121 et 122, et par suite la position des supports 62 et de la tôle à classer. Quand le support 62 a pris sa place, la tôle est poussée dans un des casiers F par les butoirs 63 à l'extrémité des tiges 33 du transporteur. Le mouvement de relevée du classeur commence dès que le bord de la tôle est dégagé du support.

*
* *

Telle est la machine conçue et construite par M. Jean Bardet. Elle est employée aujourd'hui par l'Union minière et métallurgique de Russie dans son usine de Makiewka; une deuxième machine vient d'être commandée par la Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, pour classer les feuilles de fer-blanc.

Cette machine fait le plus grand honneur à son auteur qui a su trouver une solution pratique d'un problème fort complexe.

Ce n'est d'ailleurs pas pour M. Bardet un coup d'essai. Depuis plusieurs années, il s'est fait une spécialité de l'étude des machines que nous appellerons « machines de main-d'œuvre mécanique ». Nous citerons ses appareils à paqueter, ses appareils à mettre et coller les bandes de journaux, ses appareils à fabriquer les clous à tête dorée pour tapissiers et, enfin, sa grande machine à casser le sucre en morceaux et à le mettre en boîtes, comportant un dispositif de pesage et de tarage, machine aujourd'hui

MACHINE J. BARDET A TRIER, MARQUER ET CLASSER PAR LE POIDS LES TOLES. 13

employée par la raffinerie Sommier qui s'en est assuré le monopole pour la France.

Votre Comité des Arts mécaniques estimant que les appareils présentés par M. Jean Bardet sont l'œuvre d'un inventeur ingénieux et persévérant, vous propose de remercier M. Bardet de sa communication et d'insérer le présent rapport avec ses figures dans le Bulletin de la Société.

Signé : M. TERRÉ, rapporteur.

Lu et approuvé en séance publique le 26 juin 1914.

MÉTALLURGIE

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES ALLIAGES DE CUIVRE ET DE ZINC ⁽¹⁾

AVANT-PROPOS

MESSIEURS,

Aucune société savante ne s'est plus préoccupée que la nôtre des propriétés et des emplois des alliages de cuivre et de zinc. Qu'il me suffise de vous rappeler que vous avez placé en tête du livre, devenu classique dans tous les pays, « Contribution à l'étude des alliages », l'important travail de M. Charpy qui, le premier, a jeté de la clarté dans un domaine de toute première importance pour l'industrie.

En reprenant actuellement ce sujet d'étude, en lui appliquant les nouvelles méthodes d'essais et surtout en cherchant à rapprocher les propriétés mécaniques de la constitution telle que viennent de la fixer des travaux tout récents, nous avons pensé apporter une contribution — bien faible, il est vrai — à toutes les recherches déjà faites sur ces alliages, et dont un grand nombre sont d'ailleurs contradictoires.

Qu'il nous soit permis de rappeler d'abord les conclusions connues. Dans le mémoire déjà cité, M. Charpy a résumé les résultats obtenus à l'époque où il a paru, notamment les travaux de Thurston et de Mallet.

Tout récemment, ce qui prouve que le sujet n'est point épuisé, au VIII^e Congrès international de Chimie appliquée qui s'est tenu à New York en septembre 1912, MM. Bancroft et Lohr ont présenté un mémoire traitant des propriétés à la traction des alliages cuivre et zinc. Ils ont même condensé les résultats obtenus par les principaux expérimentateurs dans les courbes que nous reproduisons (fig. 1 et 2) en adoptant les mesures françaises.

Les différences que nous observons proviennent — du moins en grande partie — du mode de préparation des alliages : Mallet d'une part, Thurston d'autre part, enfin MM. Bancroft et Lohr ont utilisé des produits coulés; fort

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 22 mai 1914.

justement, M. Charpy a montré dans son travail combien les résultats pou-

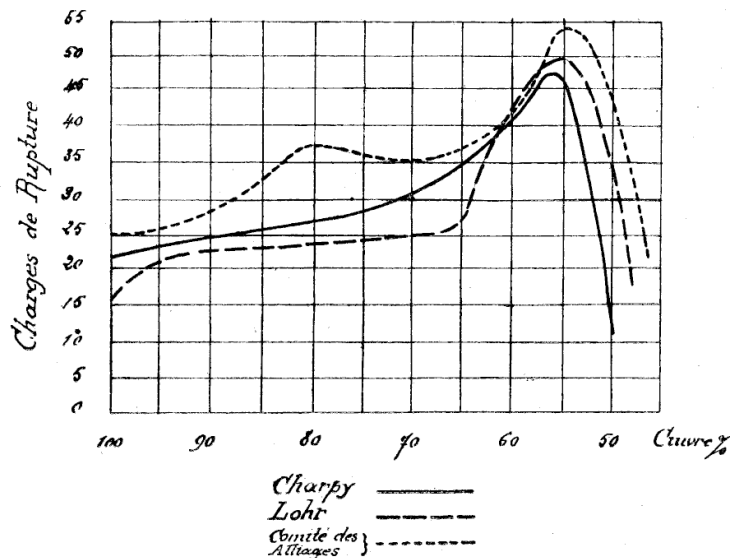


Fig. 1. — Charges de rupture des alliages de cuivre et de zinc, d'après divers expérimentateurs.

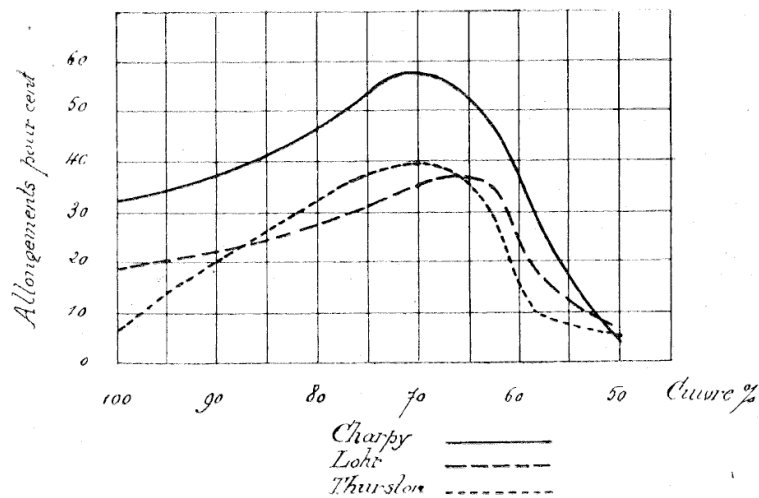


Fig. 2. — Allongements des alliages de cuivre et de zinc, d'après divers expérimentateurs.

vaient varier dans des alliages ainsi préparés; il a donc utilisé les produits laminés et recuits; toutefois les conditions du traitement mécanique n'ont pas été précisées.

I. — Préparation des échantillons utilisés.

En dehors des raisons que nous avons signalées plus haut, nous avons été déterminés à reprendre cette question des propriétés des alliages de cuivre et de zinc par les puissants moyens de fabrication et d'investigation que nous avons à notre disposition; tous les échantillons ont été préparés — ainsi que le prouvent les analyses données plus loin — avec des métaux extrêmement purs.

Il nous semble nécessaire de préciser, avant tout, comment ces alliages ont été obtenus. On sait qu'industriellement les alliages de cuivre et de zinc se classent en deux grandes catégories :

Les produits se laminant à chaud, les produits se laminant à froid. L'on sait également que les premiers sont, ou les alliages riches en cuivre, ou les alliages les plus pauvres en ce métal, parmi ceux susceptibles de se laminier; ils renferment soit au moins 90 p. 100 de cuivre, soit entre 56 et 63 p. 100 de cuivre. Les produits se laminant à froid contiennent plus de 60 p. 100 de cuivre. On voit donc qu'il y a deux séries d'alliages (entre 90 et 100 p. 100 de cuivre, d'une part, entre 60 et 62 p. 100 de cuivre, d'autre part) qui peuvent subir le traitement mécanique à température ordinaire et à température élevée.

Il est bien certain d'ailleurs que l'on ne peut limiter exactement à la teneur inférieure de 60 p. 100 de cuivre la possibilité d'un laminage à froid; cela dépend de l'intensité des passes.

Ce n'est là qu'une limite pratique.

Il n'en est pas de même du travail à chaud qui paraît bien avoir une relation étroite d'une part avec les points de transformation et d'autre part avec la position des points de fusion.

Ce sont là questions dont le développement prendrait trop de place ici même (1).

Le mode de préparation du métal destiné à la fabrication des barres est complètement différent suivant la température du travail :

Fondu au creuset — ce qui donne le maximum de garanties au point de vue composition et oxydation — l'alliage est coulé en lingotières métalliques: si le métal est destiné au laminage à chaud, les lingots sont courts et de diamètre

(1) Voir à ce sujet la conférence que nous avons faite à la Société des Ingénieurs civils de France le 5 juin dernier.

relativement élevé; si le métal doit être travaillé à froid, les lingots sont longs et étroits, la coulée ayant ainsi préparé le travail.

Ici, voulant obtenir des barres ayant finalement 22 mm de diamètre après laminage, nous avons procédé de la façon suivante :

1° Alliages se laminant à chaud : point de départ, lingot rond de 90 mm de diamètre, d'un poids de 30 kg.

Ces lingots étaient laminés au train dégrossisseur à 40 mm (nombre de passes : 6); puis au train finisseur à 22 mm (nombre de passes : 6). Quelques barres ont subi ensuite l'étirage au banc qui les amenait exactement à 20 mm.

2° Alliages se laminant à froid : point de départ, lingot rond de 28 mm de diamètre, d'un poids de 10 kg.

Le laminage se faisait en 3 passes, chaque passe comprenant un écrasement entre parties plates du cylindre et un passage dans une cannelure ogive, suivi d'une recuisson. Les barres avaient alors 22 mm de diamètre. Quelques-unes ont été étirées à 20 mm.

Donc nous avons utilisé normalement des barres laminées à chaud ou à froid, suivant les cas, ayant toutes 22 mm de diamètre. Comme il sera dit, quelques essais ont été faits sur barres ayant subi une passe d'étirage de 2 mm.

De plus, nous avons rappelé plus haut que certains alliages peuvent se laminier à chaud et à froid.

Il nous a paru intéressant de comparer ces deux sortes de traitements thermiques sur des alliages de composition identique comme on le verra plus loin.

Enfin il était nécessaire de définir l'influence du laminage et de l'étirage et de comparer les alliages ainsi préparés, puis recuits.

En résumé : nous avons préparé, en partant de métaux très purs, toute une gamme d'alliages cuivre-zinc en utilisant des moyens industriels, mais en précisant, de façon très nette, le travail subi et en le laissant toujours identique d'un alliage à l'autre, du moins pour une même méthode de laminage. Le tableau suivant donne la classification, la composition et le genre de travail subi pour chaque alliage.

En un mot, notre étude a porté essentiellement sur la variation des propriétés en fonction de la composition, mais lorsque cela nous a été possible, nous avons comparé l'influence de la méthode de travail adoptée et d'autre part nous avons déterminé l'influence de l'écrouissage.

Composition des alliages utilisés.

COMPOSITION CHERCHÉE.			COMPOSITION TROUVÉE.				
Cu	Zn	TRAITEMENTS MÉCANIQUES.	Cu	Zn	Pb	Sn	Fe
56	44	Laminé à chaud.	55,76	44,20	Néant.	Néant.	Traces.
58	42	Laminé à chaud.	57,91	42,00	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à chaud.	60,34	39,60	Néant.	Néant.	Traces.
60	40	Laminé à froid	60,27	39,71	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à froid et étiré. . . .	60,27	39,68	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à chaud et étiré. . . .	60,27	39,68	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à chaud.	62,92	37,91	Néant.	Néant.	Traces.
62	38	Laminé à froid	62,08	37,91	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à froid et étiré	62,06	37,90	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à chaud et étiré	62,13	37,83	Néant.	Néant.	Traces.
65	35	Laminé à froid	64,95	34,99	Néant.	Néant.	Traces.
67	33	Laminé à froid	67,40	32,54	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à froid	70,07	29,87	Néant.	Néant.	Traces.
70	30	Laminé à froid et étiré	70,09	29,88	Néant.	Néant.	Traces.
72	28	Laminé à froid	71,95	27,98	Néant.	Néant.	Traces.
75	25	Laminé à froid	75,00	24,88	Néant.	Néant.	Traces.
80	20	Laminé à froid	79,78	20,14	Néant.	Néant.	Traces.
85	15	Laminé à froid	85,02	14,93	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à froid	89,85	10,06	Néant.	Néant.	Traces.
90	10	Laminé à froid et étiré	89,90	10,09	Néant.	Néant.	Traces.
95	5	Laminé à froid	94,82	5,14	Néant.	Néant.	Traces.
98	2	Laminé à froid	97,66	2,30	Néant.	Néant.	Traces.
		Laminé à chaud.	99,99	Néant.	Néant.	Néant.	Néant.
100	»	Laminé à chaud et étiré. . . .	99,99	Néant.	Néant.	Néant.	Néant.

II. — Relations générales entre la structure et les propriétés mécaniques.

Avant d'examiner les résultats que nous avons obtenus et leurs relations avec la structure des alliages cuivre-zinc, telle qu'elle résulte des travaux les plus récents, nous devons étudier la question à un point de vue général.

Quand on considère le diagramme des alliages binaires, on sait qu'une zone quelconque du diagramme peut correspondre à deux sortes de constitution :

1° Un seul constituant : solution solide dont la composition peut varier dans des limites étendues ; combinaison qui correspond en réalité non à une zone, mais à une ligne verticale du diagramme et qui est en somme une solution solide à composition parfaitement définie.

2° Deux constituants : soit deux solutions solides, soit une solution solide et une combinaison, soit enfin deux combinaisons.

La loi des phases montre qu'on ne peut trouver trois constituants en équilibre que pour une température déterminée. Il n'y a donc pas de zone de diagramme d'alliages binaires dans lequel on puisse trouver trois constituants en équilibre ; il suffit d'un faible déplacement de la température pour que l'équilibre soit rompu.

Faisons enfin remarquer que :

1° La zone à un constituant est souvent hétérogène après simple coulée et que le recuit seul la rend homogène. Ce fait, dû à la solidification, est trop connu pour que nous insistions.

2° Dans une zone à deux constituants, ceux-ci peuvent affecter dans un cas relativement fréquent une très grande division : cela correspond à l'existence d'un eutectique (ou d'un eutectoïde, s'il s'agit de transformations dans le métal solidifié) lequel n'est pur que pour une composition déterminée et entoure dans les autres alliages de la zone considérée, un excès de l'un ou de l'autre constituant.

On peut se demander s'il n'existe pas des règles générales reliant ces constitutions aux propriétés mécaniques.

Qu'on me permette de rappeler d'abord très brièvement les remarques que nous avons présentées à l'Académie des Sciences sur ce sujet, il y a quelques années.

Premier cas. — Les métaux se déposent à l'état pur. Le liquidus est formé

par deux branches de courbe avec point eutectique, le solidus est constitué par une seule horizontale.

A. Si les deux métaux sont malléables, tous les alliages le sont (Pb-Cd).

B. Si les deux métaux ne sont pas malléables, aucun alliage ne l'est (Bi-Zn à froid).

C. Si un métal est malléable et l'autre non, la malléabilité des alliages dépendra essentiellement de la position de l'eutectique.

Si le point eutectique se trouve entre le centre du diagramme et le point figuratif du métal non malléable, l'eutectique sera peu ou pas malléable (Pb-Bi). Si le point eutectique se trouve dans l'autre partie du diagramme, l'eutectique sera malléable (Pb-Sb).

Les alliages formés du métal et d'un eutectique tous les deux malléables ou non malléables jouissent évidemment de la même propriété que ces constituants. Ceux formés par un métal non malléable et un eutectique malléable ne le sont que si le métal est en proportions très faibles.

Deuxième cas. — Les métaux ne sont miscibles à l'état solide que dans le voisinage des métaux purs et ne forment pas de combinaison. Le liquidus a même forme que dans le premier cas, le solidus est constitué par une horizontale et deux branches de courbes.

Si l'un des métaux est malléable, la solution solide riche en ce métal est toujours malléable (Cu-Ag; Ni-Au).

On raisonnera sur les autres alliages comme on l'a fait dans le premier cas, mais en tenant compte que l'eutectique est formé de deux solutions solides.

Troisième cas. — Les métaux forment des combinaisons ou des solutions solides qui se solidifient à température constante.

Le liquidus présente un ou plusieurs maxima, le solidus indique des solutions solides ou des combinaisons correspondant à ces maxima.

On peut affirmer que tous les alliages renfermant la solution solide pure ou ceux correspondant aux combinaisons pures ne sont pas malléables (Cu-Al, Ni-Sb, Ni-Sn, Mg-Al, Au-Sn, etc.).

En divisant le diagramme en différentes parties limitées par les verticales correspondant aux maxima, on raisonnera sur ces proportions de diagramme comme l'indiquaient les règles précédentes en se souvenant que les différents points de départ autres que les métaux purs ne sont pas malléables.

On en conclura que seuls les alliages qui sont aux extrémités du diagramme sont malléables.

Quatrième cas. — Les alliages forment des combinaisons ou des solutions

solides qui, lorsqu'elles sont pures, se décomposent avant de passer à l'état liquide.

Le liquidus présente un ou plusieurs points de transition.

On raisonnera sur ces alliages comme on l'a fait dans le cas précédent en se rappelant que le solidus met en vue une solution solide, soit une combinaison, laquelle est toujours non malléable (Ni-Sn ; Cu-Sn).

Si l'on est en présence d'un alliage formé d'un métal pur malléable ou d'une solution solide très riche en ce métal et d'une combinaison, on pourra dire que l'alliage ne possède qu'une faible malléabilité. Il suffit toujours de petites proportions de la combinaison pour le rendre non malléable (Cu-Cd).

Un alliage formé de deux solutions solides, une riche en métal malléable; n'est malléable que si les proportions de la seconde solution sont faibles (Cu-Zu; Cu-Sn).

Cependant il arrive qu'une solution solide correspondant à un point de transition ne soit pas malléable à froid et le soit à chaud (solution β des laitons et des bronzes d'aluminium), les alliages formés de cette solution et d'une autre solution malléable à froid sont malléables à froid ou malléables à chaud suivant les proportions des deux solutions (laitons à 60-62 p. 100 de cuivre malléables à froid, laitons à 57-60 p. 100 de cuivre malléables à chaud).

Cinquième cas. — Les métaux sont miscibles dans toutes les proportions. Le liquidus est formé par une seule branche de courbe, le solidus aussi.

Le diagramme indique l'existence d'une seule solution solide; d'après ce que nous avons dit, si l'on part d'un métal malléable, la solution solide l'est également; comme elle occupe la totalité du diagramme, il s'ensuit que tous les alliages sont malléables. On doit donc conclure que deux métaux isomorphes sont ou malléables ou non malléables. C'est bien le résultat auquel conduisent les recherches faites, les alliages cuivre-nickel, nickel-cobalt, cuivre-palladium, argent-or sont tous malléables; aucun alliage bismuth-antimoine ne l'est. La seule exception rencontrée est donnée par les alliages fer-manganèse, mais le manganèse utilisé est très impur et l'on peut attribuer aux corps étrangers le résultat obtenu.

Sixième cas. — Les alliages présentent des transformations à l'état solide. Le diagramme indique ces points de transformation.

On peut raisonner sur de tels diagrammes comme nous l'avons fait jusqu'ici. Il suffit de les décomposer en un certain nombre de zones limitées par les points intéressants du solidus, du liquidus et les lignes des points de transformation et se rappeler que toutes les solutions solides ne correspondent

pas aux extrémités du diagramme et les combinaisons ne sont jamais malléables, du moins à froid.

Mais il y a plus :

Cas du constituant unique. — *A priori* on ne peut rien dire sur les propriétés d'une solution solide. Toutefois quelques remarques ont été faites qui découlent de la statistique et non de la théorie.

1° Il est rare que la ductibilité d'un métal ne soit pas accrue par une faible addition d'un autre métal qui donne avec lui une solution solide.

Très souvent — nous ne disons pas : toujours — cette ductibilité croît avec la teneur de l'élément ajouté et quasi proportionnellement, du moins pour des additions peu élevées.

2° Simultanément la charge de rupture croît et souvent dans les mêmes conditions de proportionnalité.

Ceci démontre qu'en général la région d'un diagramme, caractérisée par la solution solide dans le voisinage d'un métal industriel déjà intéressant par lui-même, est spécialement à explorer.

On notera cette erreur assez générale qui consiste à croire qu'à une augmentation de la charge de rupture correspond une diminution des allongements. Ceci ne semble juste que dans le cas de deux constituants.

3° On a noté à plusieurs reprises que deux métaux donnant lieu à une solution solide unique, le maximum de dureté correspond au minimum de conductibilité électrique. Il n'y a pas alors croissance continue de la charge de rupture

Cas de deux constituants. — Dans le cas de deux constituants, il doit y avoir proportionnalité absolue entre les propriétés et la constitution; étudions, par exemple, la variation de la dureté d'alliages de deux métaux A et B constitués par deux solutions solides α et β : nous partons de la dureté de la solution α à sa teneur maximum en métal B et nous arrivons à la dureté de la solution β à sa teneur minimum en ce même métal B; entre ces deux valeurs, la variation de la dureté doit suivre une ligne droite.

On peut cependant se demander si l'état de division des deux constituants et par conséquent si l'existence d'un eutectique ou d'un eutectoïde ne peut pas influencer, comme cela le semble *a priori*.

On a signalé différents cas où le maximum de dureté correspond à l'existence d'un eutectique ou d'un eutectoïde : Saposhnikow et Schukarew l'ont indiqué pour les alliages cadmium-zinc et ont rappelé que ce fait a déjà été constaté pour plomb-antimoine.

En tout cas on pourrait regarder le point d'eutexie comme un point particulier du diagramme des propriétés mécaniques et la loi de proportionnalité doit alors être vérifiée, toutes choses égales d'ailleurs, notamment les traitements, entre les points extrêmes de la zone du diagramme à deux constituants et ce point d'eutexie.

Un cas particulier serait celui où la proportionnalité s'étendrait rigoureusement entre les deux points limitant la région.

Cette loi de proportionnalité se vérifie très sensiblement pour les aciers.

III. — Constitution des alliages de cuivre industriels.

Les alliages de cuivre binaires industriels sont :

Les alliages de cuivre et de nickel.

Les alliages de cuivre et de zinc ou laitons.

Les alliages de cuivre et d'étain qui constituent les bronzes.

Les alliages de cuivre et d'aluminium.

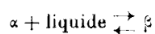
Nous laissons de côté les alliages de cuivre et de manganèse, de cuivre et de silicium, etc., qui ont une importance secondaire.

Alliages de cuivre et de zinc (fig. 3). — *Liquidus*. — Le liquidus reste constamment au-dessous du point de fusion du cuivre. Il est constitué pour les alliages qui intéressent l'industrie ($\text{Cu} > 54 \text{ p. } 100$) par deux branches de courbes AB et BC, la seconde bien moins inclinée que la première. Suivant AB se dépose une solution solide α et suivant BC une autre solution solide β .

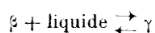
Solidus. — Le solidus est formé de deux petites parties horizontales partant des points de transition B et C et de deux branches de courbes Ab_2 et b_1c_1 .

Au-dessous de Ab_2 , on a la solution α pure et immédiatement au-dessous de b_1c_1 la solution β pure.

A l'horizontale b_2b_1 , correspond la réaction :



A l'horizontale c_1C , correspond la réaction.



γ étant une troisième solution solide.

Lignes de transformations. — On notera de suite que le diagramme que nous donnons et qui découle des recherches les plus récentes de Carpenter et Edwards ne descend pas au-dessous de 300° . Cela provient de ce que les trans-

formations au-dessous de certaines températures sont tellement lentes qu'elles ne sauraient plus prendre place sur le diagramme.

Le champ qui limite la solution α très riche en cuivre n'est pas une verticale, mais bien une ligne courbe partant du point b_2 et aboutissant à 300° à une teneur de 63 p. 100 Cu.

On voit donc que, considérée à 300° , et l'on peut ajouter jusqu'à la température ordinaire, la solution α peut contenir depuis 63 p. 100 jusqu'à 100 p. 100 de cuivre. La forme du diagramme montre que les alliages entre 63 et 70 p. 100

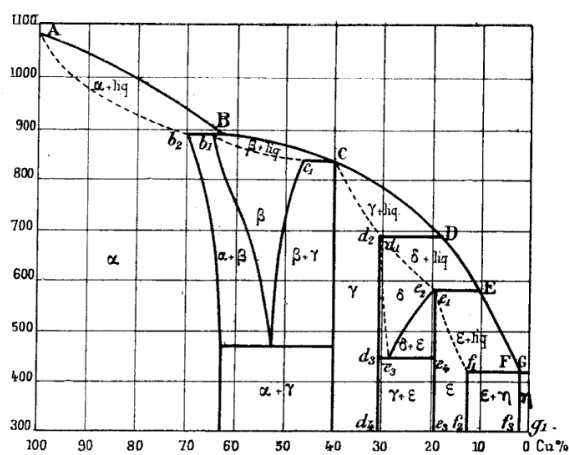


Fig. 3. — Diagramme des alliages de cuivre et de zinc.

de cuivre ont un point de transformation et que la solution α donne alors à l'échauffement $\alpha + \beta$.

Considérons maintenant les alliages entre 63 et 40 p. 100 de cuivre. Ils montrent, tous, deux points de transformations, l'un étant constant à 475° , l'autre s'abaissant de 890° à 475° quand la teneur en cuivre passe de 63 à 53 p. 100 de cuivre; puis se relevant de 475° à 850° lorsque le pourcentage en cuivre s'abaisse de 53 à 47 p. 100 en se confondant alors avec le solidus. Il y a donc formation d'eutectoïde : la solution β stable à température élevée abandonne les solutions α et γ , suivant le processus connu. L'eutectoïde correspond à 53 p. 100 de cuivre et à la température de 475° .

Au delà de 40 p. 100 et jusqu'à 32 p. 100 de cuivre, on a la troisième solution γ .

Constituants. — Les laitons sont donc formés, à la température ordinaire, d'une solution solide α lorsque la teneur en cuivre varie de 100 à 63 p. 100 de cuivre.

D'après le diagramme, les alliages renfermant de 63 à 40 p. 100 de cuivre devraient être constitués pour les solutions α et γ , avec leur eutectoïde.

En pratique, il n'en est rien, l'eutectoïde est irrésoluble en ses éléments on observe un constituant d'aspect peu homogène que l'on peut appeler avec Carpenter et Edwards du β apparent. C'est en quelque sorte une osmondite. D'ailleurs, dès que le constituant γ pur est présent, le produit est très fragile et n'a plus aucune utilisation. En un mot, les laitons industriels renfermant de 54 à 63 p. 100 de cuivre sont formés de α et d'un constituant qui doit être un eutectoïde irrésolu ou β apparent.

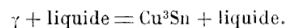
Pour appuyer d'une expérience cette anomalie, nous signalerons l'essai fait par Carpenter et Edwards et dans lequel ils ont recuit pendant six semaines à 243° (dans la vapeur de soufre bouillant) un alliage à 52,12 p. 100 de cuivre formé de β , lequel ne s'est point scindé en $\alpha + \gamma$ sous un grossissement de 150 diamètres.

Depuis, les auteurs de ces recherches ont poussé le recuit à quatre mois, avec examen toutes les quinzaines; on a pu obtenir la désagrégation des grands cristaux de β en cristaux plus petits; mais jamais il n'y a eu production de l'eutectoïde $\alpha + \gamma$. Mais il suffit dans l'alliage initial d'un peu de α ou de γ libre pour amener la résolution de β en $\alpha + \gamma$.

Alliages de cuivre et d'étain (fig. 4). — *Liquidus.* Le liquidus de la partie industrielle est formé de trois branches de courbes : AB, partant du point de fusion du cuivre et fortement inclinée sur l'horizontale; BC, très courte, et CD, cette dernière beaucoup moins inclinée.

Suivant AB se dépose une solution α ; suivant BC, une solution solide β et, suivant CD une troisième solution solide γ .

Solidus. — Le solidus comprend une branche de courbe Ab_2 et une horizontale b_2B limitant avec la courbe AB la région $\beta +$ liquide, une courbe b_1c_2 , une horizontale très courte c_2C qui limite avec l'horizontale b_1B et la partie BC du liquidus la région $\beta +$ liquide; une courbe c_1d_1 , une horizontale d_1d au-dessus desquelles existe la solution γ accompagnée de liquide; au-dessous de cette région existe encore du liquide; en effet suivant l'horizontale dd_1 qui se prolonge à gauche, se passe la réaction :



et le liquide se maintient jusqu'à l'horizontale ee_1 ; à gauche, ce champ est limité par une verticale d_2c . Donc le solidus comprend dd_1e_1e .

Si donc on considère l'alliage à 60 p. 100 de cuivre, il est solide jusqu'à l'horizontale e_1e , en partie liquide entre e_1e et d_2d , redevient entièrement solide

entre cette première ligne et le point O, pour passer à nouveau en partie à l'état liquide en O et O₁, et devenir entièrement liquide au-dessus de O₁.

Lignes de transformation. — Les alliages de cuivre et d'étain présentent un des exemples les plus complexes de lignes de transformation.

Comme pour les laitons, on notera que l'échelle des températures ne descend pas jusqu'à la température ordinaire, mais s'arrête à 200°.

La région limitant la solution α est bordée à gauche par une courbe qui

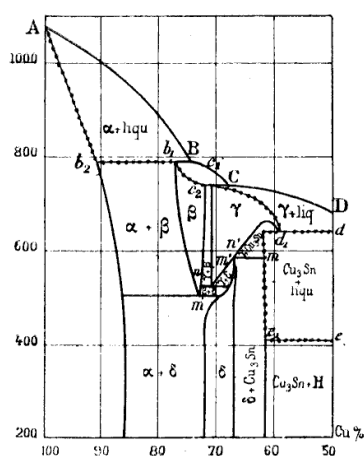


Fig. 4. — Partie industrielle des alliages de cuivre et d'étain.

donne à cette solution la teneur minimum de 87 p. 100 de cuivre, à 200° et même à la température ordinaire.

Donc, les bronzes contenant moins de 13 p. 100 d'étain ne devraient être formés que d'un seul constituant. En pratique on trouve dans les produits coulés l'autre constituant δ , dont nous parlerons tout à l'heure, dès 8 p. 100 d'étain. Mais un recuit approprié fait disparaître cet état hors d'équilibre ainsi qu'il a été expliqué précédemment.

Suivant la courbe $b_1 c_2$ se solidifie la solution β pure; mais les limites de la composition de cette solution sont essentiellement variables avec la température. D'ailleurs elle se décompose au refroidissement en abandonnant α suivant la ligne $b_1 m$; une solution γ suivant la courbe $c_2 n$ et enfin une troisième solution solide δ suivant la petite branche de courbe nm . Cette solution δ forme eutectoïde au point m avec la solution α . Au-dessous de l'horizontale du point m on a donc $\alpha + \delta$ avec leur eutectoïde. D'autre part et c'est ici que le

problème se complique, la solution γ n'est stable qu'à température élevée. Voici, en effet, ce qui se passe :

Suivant la courbe $c_1 d_1$, se solidifie la solution γ dont les limites de composition, tout comme pour β , varient avec la température. On notera d'ailleurs la forme très complexe du champ qui la limite. Cette solution se décompose en donnant naissance à la solution β suivant la courbe $c_1 m'$; au composé Cu^3Sn suivant la courbe $d_1 n'$ et à la solution δ selon la courbe $n' m'$. Le point m' correspond à l'eutectoïde $\beta - \delta$ et, entre l'horizontale du point m' et celle du point m , on a la constitution $\beta + \delta$ avec leur eutectoïde.

Enfin suivant l'horizontale du point n' se passe la réaction :



Dans les bronzes, ces transformations, indiquées par le diagramme, se passent réellement, au contraire de ce qui a été dit dans les laitons.

Constituants. — On est ainsi conduit à la constitution suivante à 100° qui est la même à température ordinaire :

De 100 à 87 p. 100 de cuivre : solution solide α ;

De 87 à 72 p. 100 de cuivre : solution $\alpha + \delta$ avec leur eutectoïde;

De 72 à 67 p. 100 de cuivre : solution δ ;

De 67 à 61,6 p. 100 de cuivre : solution $\delta + \text{Cu}^3\text{Sn}$;

De 61,6 à 50 p. 100 de cuivre : $\text{Cu}^3\text{Sn} +$ solution solide très voisine de CuSn .

Alliages de cuivre et d'aluminium (fig. 5). — Les alliages de cuivre et d'aluminium présentent pour l'industrie deux séries intéressantes :

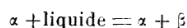
1° Les alliages riches en cuivre connus sous le nom de bronze d'aluminium, qui ont de nombreux rapports avec les laitons; ils renferment plus de 88 p. 100 de cuivre.

Au-dessous de 88 p. 100 jusqu'aux environs de 20 p. 100 les alliages sont extrêmement fragiles.

2° Les alliages riches en aluminium utilisés surtout à cause de leur faible densité; ils renferment plus de 90 p. 100 d'aluminium. Il nous faut donc étudier les deux extrémités du diagramme Cu-Al.

Partie riche en cuivre. — Liquidus. — Du côté riche en cuivre, le liquidus est formé par une branche AB sensiblement droite et très inclinée partant du point de fusion du cuivre et par une courbe BCD présentant un maximum C. Suivant AB se dépose une solution solide α ; suivant BCD, une autre solution solide β .

Solidus. — Le solidus correspondant est constitué par une ligne $A\alpha$ sensiblement droite, suivant laquelle s'achève la solidification de la solution α , une horizontale aB à laquelle correspond la réaction.



Le solidus est ensuite formé de deux branches de courbe, passant, bien entendu, par le maximum C et très rapprochées du liquidus. Le point C correspond donc à une solution ou bien à la combinaison Cu^3Al entrant en solution solide.

Lignes de transformation. — La solution β , dont les limites de la compo-

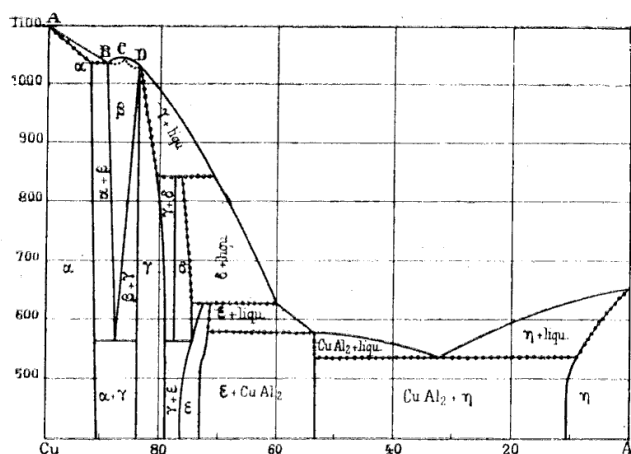


Fig. 5. — Diagramme des alliages de cuivre et d'aluminium.

tion varient avec la température, se transforme au refroidissement en abandonnant α suivant la ligne qui joint B à l'eutectoïde et γ suivant la ligne qui joint D à l'eutectoïde, le point correspondant à l'eutectoïde $\alpha + \gamma$ se trouvant à la température de 375° .

Constituants. — On voit donc qu'à la température ordinaire les alliages riches en cuivre ont la constitution suivante :

- 1° De 100 à 92,5 p. 100 de cuivre : solution solide α ;
- 2° De 92,5 à 86 p. 100 de cuivre : solution α et solution γ avec leur eutectoïde.

On est donc conduit de suite à faire un rapprochement avec le diagramme des laitons. Mais ici l'eutectoïde est très nettement visible au microscope, au contraire de ce que nous avons noté pour les laitons.

Partie riche en aluminium. — *Liquidus.* — En partant de l'aluminium pur,

le liquidus est formé d'une courbe correspondant au dépôt d'une solution solide γ et d'une autre branche beaucoup plus rapprochée de l'horizontale et suivant laquelle se solidifie la combinaison Al^3Cu . Le point de rencontre correspond à la température de 540° et à une teneur en cuivre de 33 p. 100.

Solidus. — Il est formé par une branche de courbe et une horizontale passant par le point bas. Celui-ci est donc l'eutectique de la solution γ et de la combinaison Al^3Cu .

Lignes de transformation. — La région correspondant à la solution solide γ est limitée par une courbe. Les autres alliages ne présentent aucun point de transformation.

Alliage de cuivre et de nickel (fig. 6). — Le liquidus L est formé d'une seule

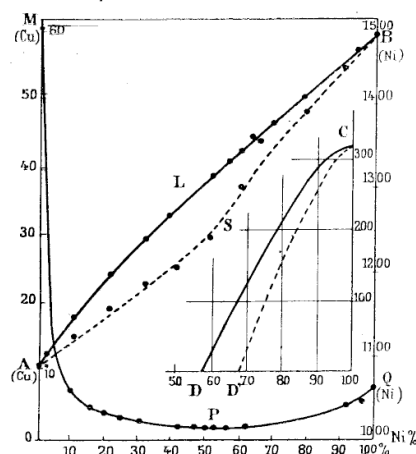


Fig. 6. — Diagramme des alliages de cuivre et de nickel.

branche de courbe AB, ainsi que le solidus S. Les alliages de cuivre et de nickel sont donc entièrement miscibles et ne forment qu'une solution solide.

Les seuls points de transformation sont dus au magnétisme, qui sont représentés à plus grande échelle entre CD et CD'. On voit que seuls sont magnétiques à la température ordinaire les alliages renfermant plus de 58 p. 100 de nickel. Les courbes indiquent l'hystérésis.

Autres propriétés physiques. — La courbe de la conductibilité électrique que nous reproduisons en MPQ démontre à nouveau l'existence d'une solution solide.

IV. — Relations entre la constitution et les propriétés mécaniques à la température ordinaire. — Anomalies présentées par les laitons.

Si l'on examine les données acquises jusqu'à maintenant sur la variation des propriétés mécaniques dans les laitons, les bronzes ordinaires et les bronzes d'aluminium, on a les courbes suivantes que nous rapprochons volontairement :

La première est la courbe classique donnée par M. Charpy ;

La seconde et la troisième proviennent de nos propres recherches (1).

Alliages de cuivre et de zinc. — On voit de suite la relation qui existe entre ces propriétés et le diagramme (fig. 7).

Tant que l'on est en solution α (jusqu'à 37 p. 100 de zinc) la charge de

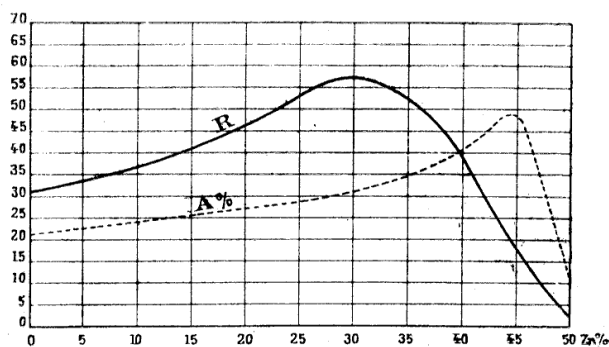


Fig. 7. — Propriétés mécaniques des alliages cuivre-zinc (Charpy).

rupture croît très lentement, tandis que les allongements augmentent sensiblement et passent par un maximum, aux environs de 70 p. 100 de cuivre.

Lorsque l'autre constituant β apparaît, cela se traduit par une augmentation rapide de la charge de rupture avec maximum.

Alliages de cuivre et d'étain. — Les courbes figure 8 donnent la charge de rupture, la limite élastique et les allongements pour les alliages dans lesquels la teneur en étain varie de 0 à 20 p. 100. On notera tout particulièrement que jusqu'à 10 p. 100 les propriétés ont été déterminées sur produits laminés et recuits, et entre 10 et 20 p. 100 sur produits coulés.

(1) Actuellement nous complétons ces recherches par la détermination de la dureté et de la résilience.

On voit que pour les produits laminés la charge de rupture croît régulièrement avec la teneur en étain; il en est de même de la limite élastique et des allongements jusqu'à 8 p. 100, ils paraissent se maintenir constants de 8 à 10 p. 100. Pour les produits coulés, la limite élastique n'a pu être déterminée avec certitude; les allongements sont nuls à partir de 18 p. 100 et à ce moment-là, les alliages devenant très fragiles, la charge de rupture est elle-même douteuse.

Il y a donc un lien étroit avec la constitution : la solution α est malléable.

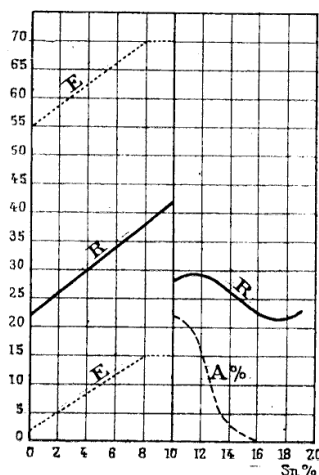


Fig. 8. — Propriétés des alliages cuivre-étain.

tandis que la solution δ dure et fragile apporte des qualités de frottement, mais diminue les allongements et la résilience. Il est à remarquer que les bronzes industriels contenant du δ le renferment à l'état d'eutectoïde, étant donnée la place occupée sur le diagramme par le point m .

En résumé : les bronzes α ont des propriétés mécaniques intéressantes en tant que malléabilité et même résistance.

Les bronzes à constitution $\alpha + \delta$ sont fragiles et durs, et ceci est proportionnel à la teneur en δ , par conséquent, à même vitesse de refroidissement, à la teneur en étain.

Alliages de cuivre et d'aluminium. — *Alliages riches en cuivre.* — Les courbes de la figure 9 donnent la charge de rupture et la limite élastique et les allongements des alliages laminés et recuits.

On voit que la charge de rupture et la limite élastique croissent propor-

tionnellement à la teneur en cuivre, tandis que les allongements passent par un maximum qui correspond sensiblement à l'apparition du constituant γ .

Au delà de 10 p. 100, les alliages deviennent fragiles par suite de la présence de γ libre.

Donc la solution α est d'autant plus malléable et plus résistante qu'elle est plus riche en aluminium, ce en quoi elle diffère de la solution α des laitons qui présente un maximum de malléabilité à 70 p. 100 de cuivre; la solution γ apporte de la fragilité aux alliages et, quand elle est à l'état libre, le produit est fragile.

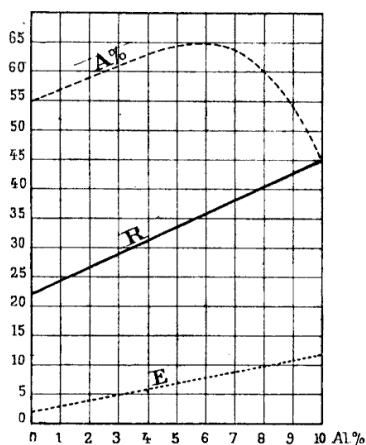


Fig. 9. — Propriétés des alliages cuivre-aluminium.

Alliages riches en aluminium. — La solution α est malléable et se rapproche de l'aluminium. Toutefois, tandis que la charge de rupture croît, les allongements diminuent.

On peut admettre les chiffres suivants pour les produits laminés et recuits :

	R	A %
Aluminium à 99,5	12	31
Aluminium à 30 % Cu	19	12
Aluminium à 60 % Cu	20	10

Dès qu'apparaît la combinaison Al^2Cu , la dureté et la fragilité croissent même lorsque Al^2Cu est dans l'eutectoïde.

Alliages de cuivre et de nickel. — D'après le diagramme, les propriétés doivent varier de façon continue. Nous n'avons pas de données générales sur les alliages nickel-cuivre, mais nous avons montré que les alliages laminés et recuits dans lesquels la teneur en cuivre varie de 95 à 70 p. 100 ont une

charge de rupture qui s'élève lentement au début pour atteindre 23 kg pour 30 p. 100 de nickel, tandis que la limite élastique, très faible au début (2 à 3 kg jusqu'à 20 p. 100 de nickel) croît ensuite rapidement (22 kg pour l'alliage à 30 p. 100 de nickel), tandis que les allongements diminuent très rapidement après 10 p. 100 et tombent de 50 à 16 p. 100.

Si l'on compare ces courbes, on voit que pour les bronzes ordinaires et les bronzes d'aluminium les propriétés dans la solution α varient proportionnellement à la constitution. Ce n'est qu'à l'apparition du second constituant (γ des bronzes d'aluminium, δ des bronzes ordinaires) que les propriétés se modifient.

Dans les laitons au contraire, on note :

1° Un maximum des allongements qui correspond à une composition se trouvant en pleine zone de α pur (Cu = 78 p. 100).

2° Un maximum de la charge de rupture en pleine zone $\alpha + \beta$, alors qu'on n'a pas atteint l'eutectoïde et que les propriétés devraient suivre la loi de proportionnalité.

Ces faits, qui découlent de faits aussi précis, aussi scientifiques, que tous ceux auxquels est attaché le nom de M. Charpy, ne sauraient être mis en doute. Nos recherches qui n'avaient nullement pour but de les contrôler, mais bien de les expliquer, les ont d'ailleurs mis en vue à nouveau.

La première anomalie n'est pas en contradiction avec la théorie, mais seulement avec les résultats trouvés pour les autres alliages binaires de cuivre. La seconde anomalie est en contradiction absolue avec la théorie.

Voyons donc les résultats que nous avons trouvés en appliquant aux alliages de cuivre et de zinc non seulement l'essai de traction mais aussi ceux de choc et de dureté.

V. — Résultats de nos recherches sur alliages recuits.

Précisons de suite les conditions dans lesquelles les essais ont été faits.

Le métal utilisé était le métal laminé.

A. — Méthode de recuit adoptée.

Nous avons cherché la méthode nous donnant le recuit optimum ; il faut entendre par là le traitement fournissant dans l'essai de traction le maximum d'allongements, le minimum de charge de rupture et de dureté.

L'opération a été effectuée pour toute la série à 750° sur éprouvettes finies,

Tome 121. — 2^e semestre. — Juillet 1914.

3

mais, pour chaque alliage, on a fait varier la nature du milieu et la durée du chauffage et du refroidissement : ainsi on a employé la limaille de fonte, la magnésie et un bain de chlorures alcalins. Les durées de recuit ont varié depuis 10 minutes jusqu'à plusieurs heures; de même les refroidissements ont été effectués soit à l'air, c'est-à-dire en quelques minutes, soit dans les boîtes de recuit elles-mêmes, ce qui portait la durée du refroidissement à quelques heures.

On a constaté que les propriétés mécaniques étaient différentes suivant le mode de recuit adopté; mais en général cette influence n'a pas paru systématique, de sorte qu'il faut faire de nouveaux essais pour préciser cette question. A titre d'exemple, voici les résultats obtenus pour le cuivre pur à l'état laminé.

	R	E	A %	Σ	Δ	ρ
Recuit prolongé dans la limaille de fonte, refroidiss. lent (1) . .	20,3	4,0	43,0	52,7	48	11,2 à 13,7 Éprouv. cassées.
Recuit prolongé dans la magnésie, refroidissement lent. .	22,0	»	41,0	49,7	47-49	11,2 à 13,7 —
Recuit au bain de sel pendant 40 min., refroidissement à l'air.	22,8	»	53	70,5	48-49	18,7 Éprouv. pliées.
Recuit au bain de sel pendant 4 heure, refroidissement à l'air.	22,6	3,3	52,5	72,0		
Recuit à l'air	22,6	3,6	43,0	56,6	»	16,2-17,5 —
	»	»	»	»	»	»

De façon générale, on peut dire que le recuit optimum est donné par le bain de sel avec chauffage de 10 minutes et refroidissement.

B. Essais de traction.

Cet essai a été pratiqué sur éprouvette ronde de 13,8 mm de diamètre, ayant 100 mm entre coups de pointeau. La machine utilisée était de haute précision, du type Amsler-Laffon, contrôlée avec soin.

Des diagrammes ont été tracés par la machine elle-même. Nous donnons à la fin les courbes les plus typiques que nous ayons obtenues.

On voudra bien se souvenir que toutes les barres initiales avaient un diamètre uniforme de 22 mm.

C. Essais de dureté.

Les méthodes utilisées ont été celles de Brinell et de Shore.

La méthode de Brinell a été pratiquée avec une bille d'acier de 10 mm de diamètre sous une pression de 3000 kg. Les empreintes étaient toujours

(1) Au cours de l'essai de traction, des criques perpendiculaires à l'axe se sont développées sur le barreau.

faites au centre d'une rondelle de forte épaisseur, coupée dans la barre perpendiculairement à son axe.

L'essai Shore a été pratiqué avec le scléroscope ordinaire; on sait que les chiffres mesurés qui sont des hauteurs de rebondissement n'ont aucune corrélation avec la charge de rupture, contrairement à l'essai Brinell.

La mesure avait lieu dans les mêmes conditions que l'essai de bille. Toutefois en diverses circonstances on a exploré le métal, ce qui est fort aisé avec cette méthode.

D. Essais de choc.

On a employé les éprouvettes Mesnager de 10×10 avec entaille de 2×2 et le mouton rotatif.

L'axe de l'éprouvette coïncidait avec l'axe de la barre.

On a noté de façon différente (chiffres soulignés) les essais dans lesquels la barrette s'est simplement pliée et ceux — rares d'ailleurs — dans lesquels l'éprouvette s'est brisée.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus dans ces conditions sur les alliages recuits.

Propriétés mécaniques des laitons recuits.

COMPOSITION.	R	E	A %	Δ	ρ
56-44 laminé à chaud	33,3	11,6	40	124-131	24,3 16,8 21,8 24,3
58-42 —	39,8	8,66	51,0	92-95	18,1-20,6
60-40 —	37,6	11,00	50,0	81-82	22,5-25
62-38 —	36,3	10,3	57,0	80-81	20-21,8
65-35 laminé à froid	30,3	7,5	73,0	62	21,2-22,5
67-33 —	30,1	7,1	72,5	56-60	20,6-21,2
70-30 —	31	8,3	73,5	60-64	21,8
72-28 —	31,0	7,5	77,5	60-64	22,5
75-25 —	30,8	7,1	77,0	60-62	22,5
80-20 —	29,3	6,6	72,0	60-63	22,5-23,7
85-15 —	26,0	5,3	58,0	57-58	23,7-25
90-10 —	26,0	5,6	54,0	55-58	20,6-21,2
95-5 —	24,0	4,1	57,5	52	20
98-2 —	22,8	2,6	58,0	48-50	19,3
100 laminé à chaud	22,6	3,3	52,5	48-49	18,7

Les chiffres de résilience soulignés indiquent : éprouvettes cassées.
Les chiffres de résilience non soulignés indiquent : éprouvettes pliées.

Ces résultats sont résumés dans les courbes de la figure 10 tracées par points.

Il nous semble qu'on peut en déduire les courbes suivantes (fig. 11), desquelles on a fait disparaître quelques légères anomalies provenant notamment d'éprouvettes mal cassées.

On notera que la partie anormale de la courbe des charges de rupture est

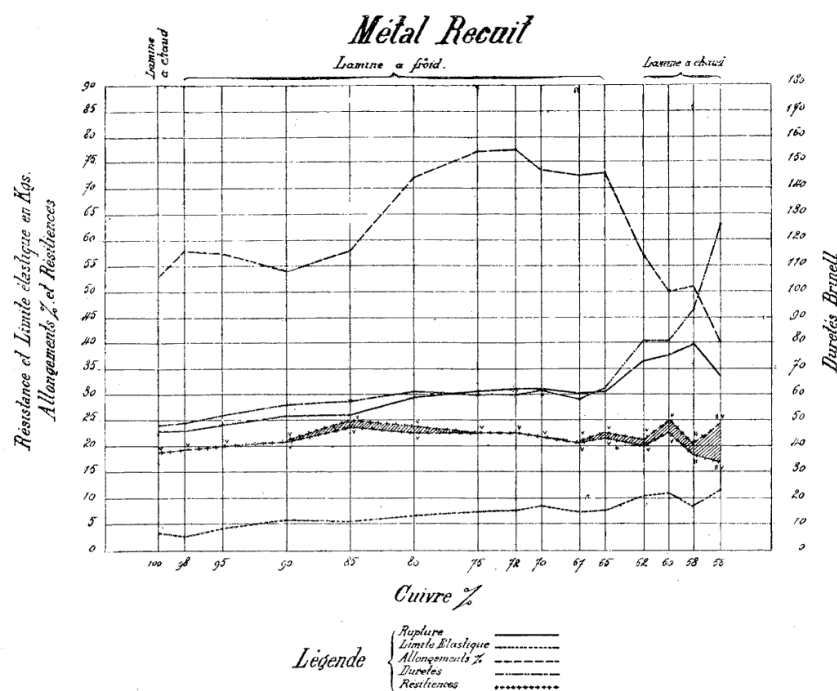


Fig. 10. — Propriétés mécaniques des alliages cuivre-zinc laminés et recuits (détermination par points).

en pointillé et que, pour les essais de choc, la très courte portion de courbe correspondant à des éprouvettes cassées est hachurée.

Ces courbes montrent que :

1° Si on compare la courbe des charges de rupture avec celle obtenue par M. Charpy, la seule qui, à notre avis, offre de réelles garanties de comparabilité, on voit que les résultats ont bien la même allure; toutefois le maximum des allongements est moins accusé dans nos déterminations et les valeurs ne sont pas tout à fait les mêmes.

Ceci doit être attribué, pensons-nous, au mode de préparation de nos

échantillons. Quant au maximum de la charge de rupture, il n'a aucune signification, comme nous le verrons.

2° Si on établit la même comparaison entre les résultats que nous avons trouvés pour les allongements et ceux donnés par M. Charpy, on voit que notre courbe se distingue par un relèvement très net au début, dû sans doute à la désoxydation du cuivre; ce relèvement peut ne pas exister si le cuivre n'est

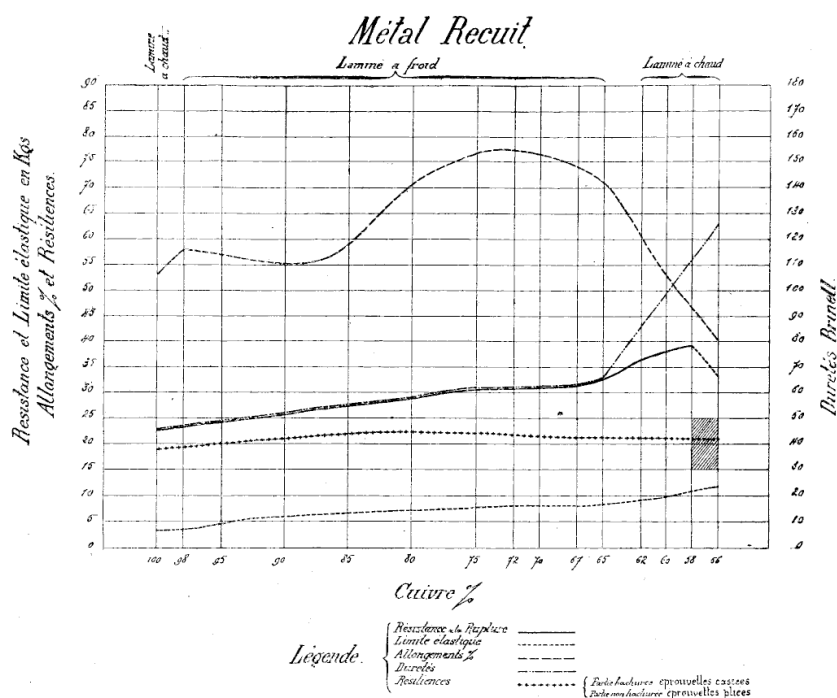


Fig. 11. — Propriétés mécaniques des alliages cuivre-zinc laminés et recuits (courbes moyennes).

pas du tout oxydé au cours de la fusion; d'autre part, le maximum présenté par la courbe est beaucoup plus étalé que dans la courbe de M. Charpy; enfin il est très légèrement dévié vers la gauche (cuivre 72 p. 100 au lieu de cuivre 70 p. 100); enfin les valeurs que nous trouvons sont nettement plus grandes. Ceci s'explique probablement par le mode de préparation de nos alliages et les précautions prises dans le recuit.

Donc les deux anomalies citées plus haut, maximums des courbes de R et de A p. 100, sont nettement retrouvées.

On notera que les allongements n'augmentent pas proportionnellement à

la teneur en zinc, même jusqu'au maximum, contrairement à ce qui se produit dans les bronzes et les laitons.

3° La détermination de la dureté par la méthode de Brinell met en vue deux faits d'une importance capitale :

A) Pour tous les laitons à structure α , on a sensiblement la relation :

$$R = 0,50 \Delta$$

et cela avec une approximation de 2 kg pour R

Pour être plus précis, il faudrait dire que l'on a :

$$R = 0,47 \Delta.$$

lorsque la teneur en cuivre varie de 100 à 80 p. 100.

$$\text{et } R = 0,50 \Delta$$

pour des teneurs en cuivre comprises entre 80 et 62.

Donc pour les *laitons recuits*, l'essai de bille donne la charge de rupture (1).

B) Pour les laitons de structure $\alpha + \beta$, il y a discordance entre R et Δ . Mais Δ varie suivant une ligne droite. Ceci est un point sur lequel nous reviendrons.

TENEUR EN CUIVRE.	REBONDISSEMENTS.	
56	17-19-20-25-24-19	19-22-21-19-22-22
58	15-17-19-19-16-12	13-17-18-18-18-21
60	13-16-19-20-16-12	13-16-17-17-19-20
62	21-20-20-21-21-19	20-20-17-18-18-16
65	14-17-22-20-19-16	14-16-19-15-18-18
67	12-18-18-19-17-19	12-14-19-12-14-18
70	14-17-18-16-14-13	13-14-18-12-13-18
72	15-16-20-20-16-16	15-16-20-14-16-19
75	17-19-20-19-18-16	16-19-17-17-20-17
80	13-17-19-18-14-12	12-14-17-13-17-19
85	11-12-15-19-17-14	12-15-18-11-13-16
90	11-14-17-19-15-14	12-13-18-12-16-17
95	11-13-16-18-15-14	12-14-17-11-13-17
98	11-14-15-15-14-14	12-14-15-11-12-16
100	11-13-15-17-17-12	11-13-16-13-15-17

4° La détermination de la dureté par la méthode du scléroscope ne nous a donné aucun résultat intéressant et précis, ainsi que le montrent les chiffres du tableau ci-dessus. Les six premiers chiffres correspondent à des détermina-

(1) Dans un travail beaucoup plus ancien et en collaboration avec M. Révillon (*Revue de Métallurgie, Mémoires*, 1909, p. 1251), nous avons trouvé $R = 0,55 \Delta$ sur des métaux moins purs.

tions faites sur un même diamètre d'un bord à l'autre; les six autres à des déterminations faites sur un diamètre perpendiculaire au premier. Cette méthode n'a donc pas la précision désirable. Les variations trouvées ne sauraient être imputables seulement à l'endroit où ont été faites les empreintes.

5° Les essais de choc nous donnent deux sortes de résultats :

Les laitons à solution α sont si peu fragiles que les éprouvettes plient et ne se cassent pas. Donc les chiffres n'ont aucune précision. On peut dire que la résilience paraît constante.

Les laitons de constitution $\alpha + \beta$ ne présentent une certaine fragilité que si le constituant β apparent est en quantité assez importante; jusqu'à 60 p. 100 de cuivre, les éprouvettes ne cassent pas.

Au-dessous, il y a bien rupture; les métaux sont plus fragiles sans cependant présenter une résilience faible (moyenne 20 kgm).

Les figures 13 à 25 donnent la structure des laitons $\alpha + \beta$ bruts, de laminage, recuits, étirés ou recuits après étirage. Nous avons rapproché volontairement ces différentes photographies qui ont toutes été prises dans le sens du laminage.

Actuellement nous retiendrons seulement le fait bien connu de la proportion relative des constituants α et β , β augmentant quand le cuivre diminue (photos 15, 17, 18 et 24). La micrographie de la figure 25 reproduit à grande échelle le β apparent de Carpenter et Edwards; elle montre bien une tendance à la structure caractéristique de l'eutectoïde.

Explication des anomalies. — Nous pensons que les essais que nous venons d'indiquer expliquent clairement l'anomalie du maximum de la charge de rupture; en effet la dureté ne présente aucune irrégularité; or elle montre, pour toute une zone du diagramme, une relation absolument parfaite avec la charge de rupture. Il est donc bien à penser que les chiffres trouvés pour cette charge de rupture dans la zone des alliages de constitution $\alpha + \beta$, sont erronés quels que soient les soins apportés dans leur détermination. D'ailleurs la discordance entre la dureté et la charge de rupture coïncide justement avec l'apparition de la fragilité (éprouvette se cassant) et l'abaissement des allongements.

L'anomalie dans la charge de rupture doit donc provenir d'une mauvaise cassure des éprouvettes dues à leur fragilité.

Examinons maintenant l'anomalie des allongements ou plus exactement la discordance entre la courbe des allongements des laitons et celles des bronzes et des bronzes d'aluminium. Elle semble trouver son origine dans la constitution de ces alliages : la courbe qui limite la solution α a une courbure beaucoup plus accusée pour les laitons que pour les autres alliages et il faut déduire de cette courbe que, par un refroidissement un peu rapide, les alliages contenant

de 70 à 63 p. 100 de cuivre peuvent renfermer du β , lequel aurait tendance à se transformer en γ . D'ailleurs Carpenter et Edwards ont trouvé ce fait assez curieux et qu'ils n'ont pu porter sur le diagramme, à savoir que le point critique à 470° (eutectoïde) se rencontre non seulement dans les alliages renfermant entre 63 et 40 p. 100 de cuivre, mais aussi dans les alliages contenant entre 63 et 72 p. 100 de cuivre, c'est-à-dire formé de α pur. En réalité, MM. Carpenter et Edwards se sont basés surtout pour ces alliages sur les essais de Robert Austen (*Revue de Métallurgie*, avril 1912, *Mémoires*, p. 237) et sur les essais de traction à température variable de Beugangh et Hudson qui montrent, notamment pour le laiton $\text{Cu} = 70, \text{Zn} = 30$, une discontinuité tout à fait extraordinaire dans les allongements : les allongements tombent de 16 à 1,5 lorsque la température croît de 0 à 413° , puis remontent brusquement pour atteindre le maximum 18 à 20 p. 100 à $450-475^\circ$ (1).

Il y aurait donc du β résiduel, par suite du refroidissement au cours de la fabrication, à partir de 72 p. 100. Nous verrons plus loin que ce point est capital à retenir pour l'industrie. Notons seulement pour l'instant que l'apparition de β est suffisante pour expliquer la diminution des allongements indubitablement établie dans les alliages cuivre-zinc à partir de 72 p. 100 de cuivre.

Il faut toutefois bien noter que si le constituant β existe, il ne doit y être qu'en quantité très faible, impossible la plupart du temps à mettre en vue au microscope. Nous ne l'avons rencontré nettement qu'une seule fois et encore dans un laiton sur la limite de ceux qui doivent être normalement formés de $\alpha + \beta$: un alliage pur à 63,5 p. 100 de cuivre, mais le β y était nettement abondant.

Résultats de nos recherches sur les métaux laminés.

Cette partie de nos recherches avait pour but de définir l'influence du laminage sur les différents alliages considérés.

Nous avons défini plus haut la méthode de laminage utilisée.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

Les courbes de la figure 12 décrites par points montrent nettement l'influence du laminage et si on les compare à celles obtenues sur métal laminé, on doit en déduire que :

(1) Toutefois le raisonnement de Carpenter et Edwards conduisant à la correspondance absolue d'un point de transformation et de variation brusque dans les propriétés mécaniques prête lieu à la critique; en effet, on retrouve de ces variations dans les propriétés du cuivre et de l'aluminium qui ne paraissent pas avoir de points critiques.

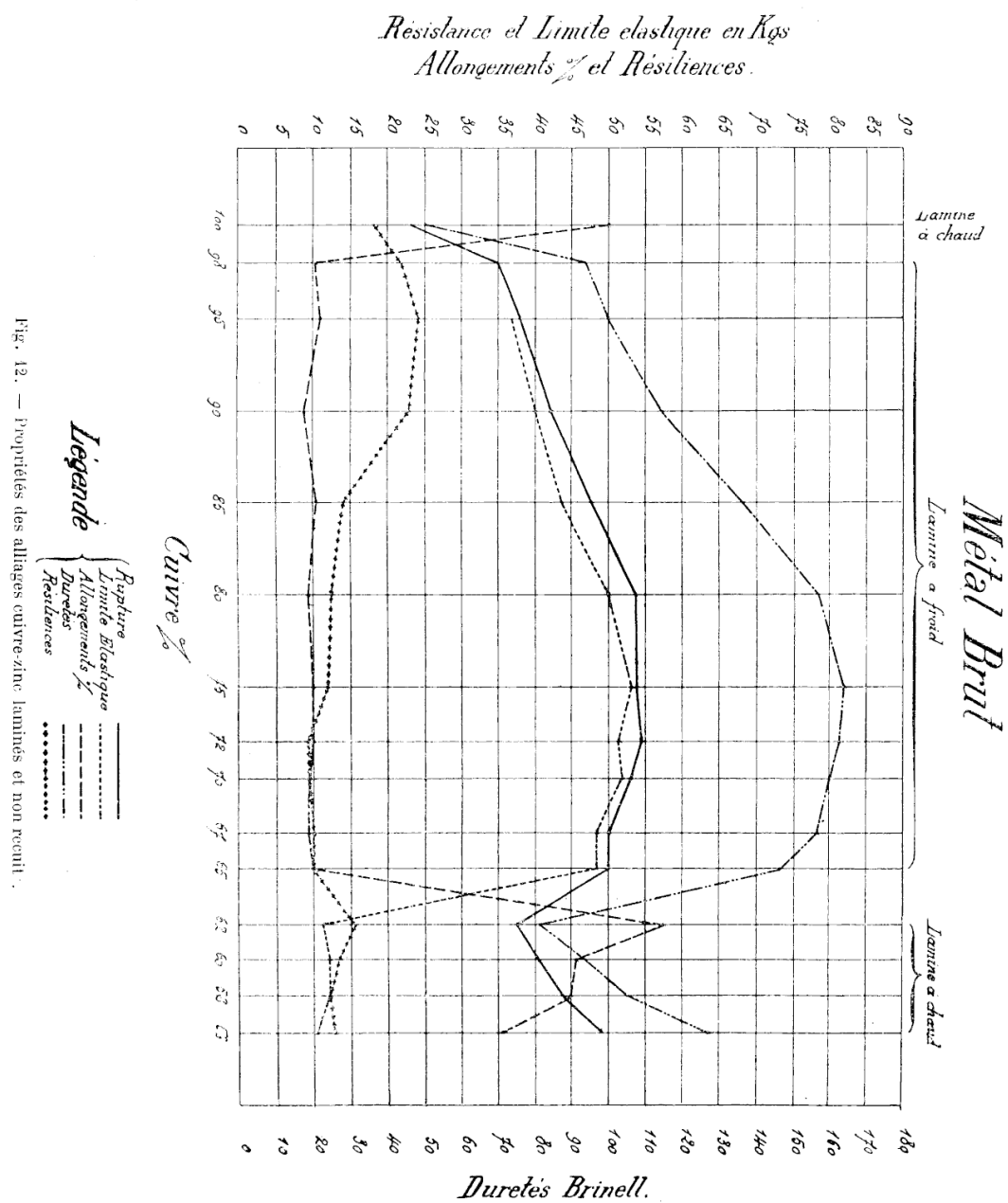


Fig. 12. — Propriétés des alliages cuivre-zinc laminés et non recuit.

Propriétés mécaniques des laitons bruts de laminage.

COMPOSITION.	R	E	A %	Δ	ρ
56-44 laminé à chaud	49,5	40,66	35,5	124-134	<u>12-14</u>
58-42 —	43,8	42,0	45,0	105-107	<u>11,5-13,0</u>
60-40 —	40,8	42,33	46,0	94-95	<u>13-15</u>
62-38 —	37,6	44,6	57,5	82	15-16
65-35 laminé à froid	50,0	48,6	10,0	146-149	<u>9,3-11,2</u>
67-33 —	50,1	48,3	9,5	157	<u>9-11,5</u>
70-30 —	53,4	52,0	9,5	158-161	<u>9-10,5</u>
72-28 —	54,5	54,3	10,0	159-168	<u>9,5-10,5</u>
75-25 —	54,0	53,4	10,0	164	<u>12</u>
80-20 —	53,7	50	9,5	156-159	<u>12-13</u>
85-15 —	47,6	43,5	10,5	136-137	<u>14-14,5</u>
90-10 —	42,0	40,0	9,0	113-116	22,5-23,7
95-5 —	38,0	36,8	14,0	99-101	23,4-26,2
98-2 —	36,0	"	10,5	94	21,2-22,5
100 laminé à chaud	23,8	"	50,0	48-50	18,7

Les chiffres de résilience soulignés indiquent : éprouvettes cassées.
Les chiffres de résilience non soulignés indiquent : éprouvettes pliées.

1° La charge de rupture est naturellement bien plus affectée dans le travail à froid que dans le travail à chaud. Cela doit provenir d'un recuit partiel qui s'effectue spontanément dans cette dernière méthode.

2° La limite élastique est augmentée dans des proportions considérables pour les produits travaillés à froid.

Qu'il suffise de noter la limite élastique du laiton Cu = 67, Zn = 33 qui passe de E = 7,4 sur métal recuit à E = 48,3 sur métal laminé.

3° Les allongements suivent des variations inverses. Pour le même alliage, on a A 0/0 = 72,5 sur métal recuit, A 0/0 = 9,5 sur métal laminé.

4° La dureté à la bille ne suit plus ici la loi de proportionnalité. Elle est d'autant plus augmentée que le métal possède plus d'allongements. Cela provient assurément de ce que l'influence de l'écroutissage est irrégulière avec la composition et aussi d'un point à l'autre de la section de la barre.

On remarquera cependant que la loi

$$R = C \Delta$$

existe sensiblement pour les produits laminés à chaud.

On retiendra de ces résultats que :

a) on ne peut déduire la charge de rupture d'un essai à la bille que sur métal recuit;

β) l'essai à la bille donne, comme on le sait depuis fort longtemps, un excellent moyen de mesure de l'écroutissage (1).

TENEUR EN Cu.	REBONDISSEMENTS.	
56	18-23-24-24-20-17	19-23-21-18-22-20
58	15-17-18-18-17-14	16-18-21-17-12-12
60	19-19-21-18-16-11	12-16-19-19-14-11
62	11-17-20-18-13-12	11-16-17-17-14-11
65	29-43-54-52-38-26	42-45-47-36-48-53
67	38-48-53-53-47-38	28-42-54-53-44-27
70	30-43-58-49-38-27	34-48-58-34-56-58
72	29-46-61-48-37-28	35-45-49-34-43-54
75	46-49-57-57-48-29	30-44-56-36-48-56
80	38-43-56-50-42-34	28-42-56-48-32-28
85	22-32-48-44-32-21	27-36-44-47-37-32
90	25-40-45-42-31-28	27-39-47-22-35-40
95	19-30-36-44-38-22	20-35-43-38-29-21
98	20-29-38-33-29-20	24-28-33-33-27-21
100	16-17-17-16-12-11	10-11-12-14-12-11

5° La dureté au scléroscope ne donne rien de précis. D'ailleurs ici le rebondissement doit varier; car rien ne prouve que le métal soit homogène au point de vue écroutissage. Le tableau précédent reproduit les chiffres trouvés dans les mêmes conditions expérimentales que ceux déjà cités.

On remarquera que ces chiffres sont bien plus discordants d'un point à l'autre pour les produits laminés à froid que pour ceux laminés à chaud. D'autre part on observe très souvent des duretés plus faibles aux bords qu'au centre, ce qui est contraire aux résultats prévus, cela provient sans doute de la distance de l'endroit frappé aux bords de l'échantillon.

6° La résilience est nettement affectée et tombe à des valeurs relativement faibles aux environs de 10 kgm, même pour les alliages à solution α pure.

Il arrive assez rarement que les fabricants de laiton aient à livrer des produits en barres brutes de laminage contrairement à ce que font les sidérurgistes. Ceci est fréquent toutefois pour les planches.

Les résultats de nos essais attirent l'attention sur les modifications très profondes — plus profondes, croyons-nous, qu'on ne le pense — apportées par le laminage, surtout le laminage à froid et sur l'importance qu'il y a à réaliser

(1) Nous signalerons notamment que nous l'utilisons dans l'industrie depuis 1905 environ et que la manufacture d'armes d'Herstal l'emploie couramment depuis plus de dix ans pour régler le recuit de ses planches de laiton.



Fig. 13. — Alliage Cu = 56; Zn = 44.
Laminé à chaud $\times 50$

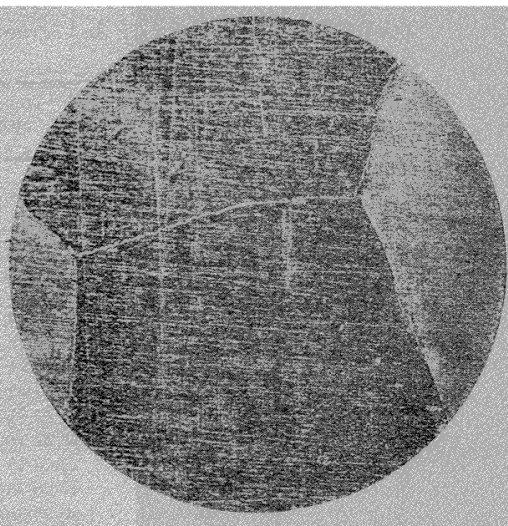


Fig. 14. — Alliage Cu = 56; Zn = 44.
Laminé à chaud $\times 200$.

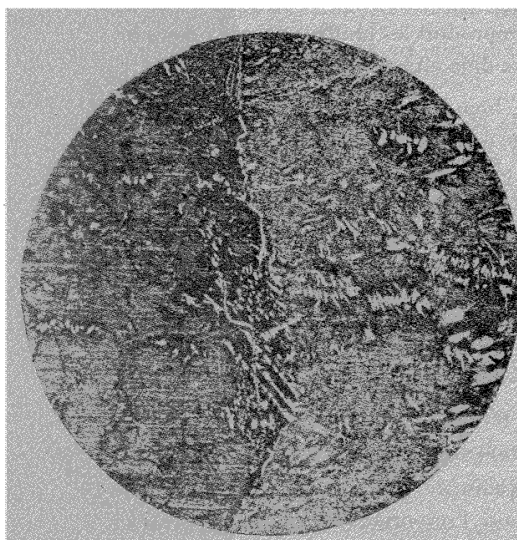


Fig. 15. — Alliage Cu = 56; Zn = 44.
Recuit $\times 50$.

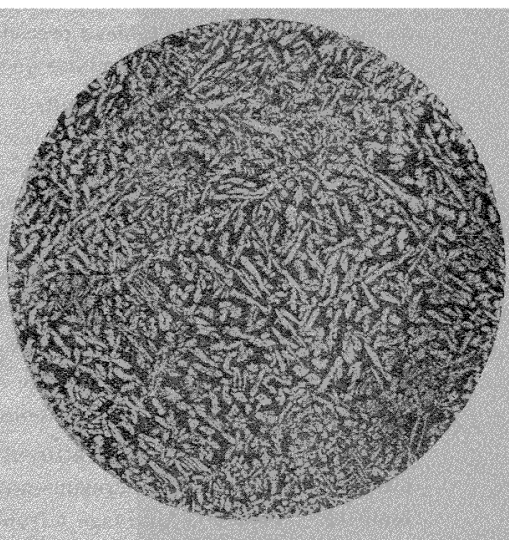


Fig. 16. — Alliage Cu = 58; Zn = 42.
Laminé à chaud $\times 50$.

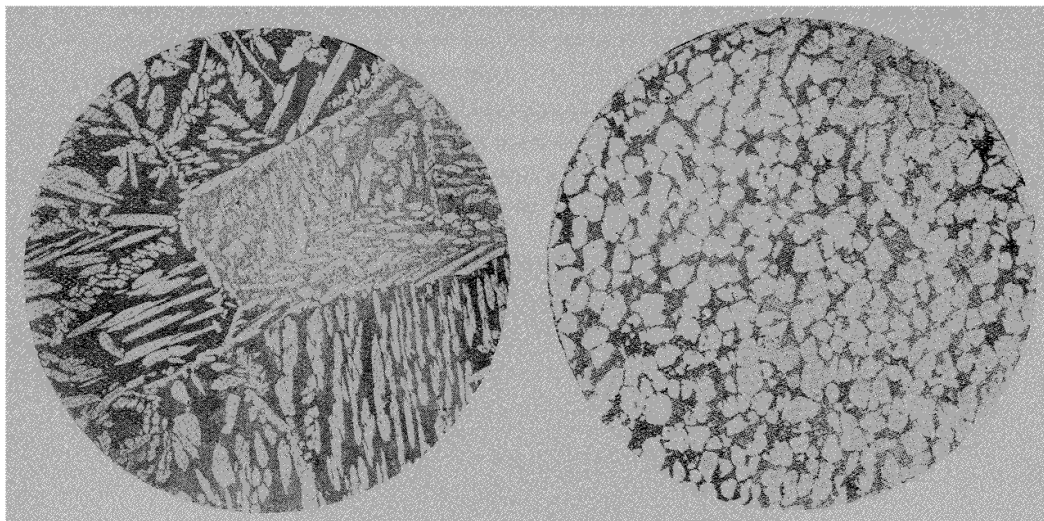


Fig. 17. — Alliage Cu = 58; Zn = 42.
Laminé à chaud et recuit $\times 50$.

Fig. 18. — Alliage Cu = 60; Zn = 40.
Laminé à chaud, étiré et recuit $\times 50$.

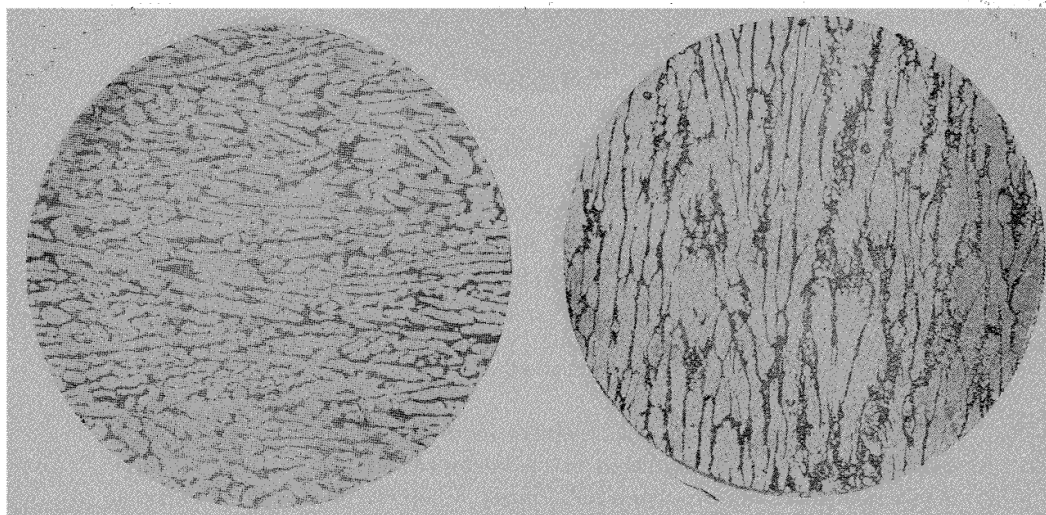


Fig. 19. — Alliage Cu = 60; Zn = 40.
Laminé à chaud et étiré $\times 50$.

Fig. 20. — Alliage Cu = 62; Zn = 38.
Laminé à chaud $\times 50$.

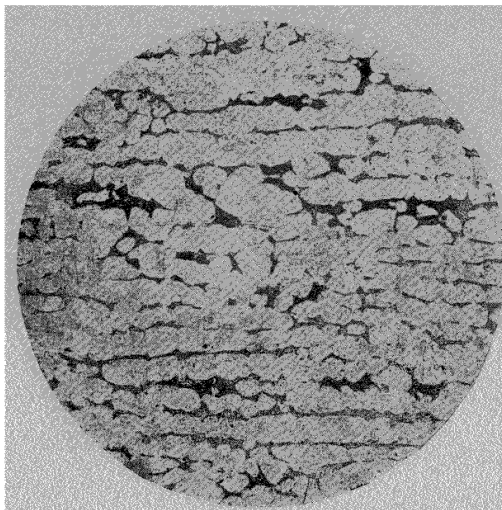


Fig. 21. — Alliage Cu = 62 ; Zn = 38.
Laminé à chaud et recuit $\times 50$.

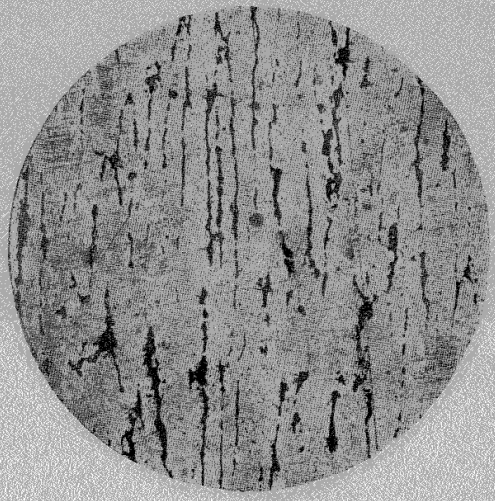


Fig. 22. — Alliage Cu = 62 ; Zn = 38.
Laminé à chaud et étiré $\times 50$ d.

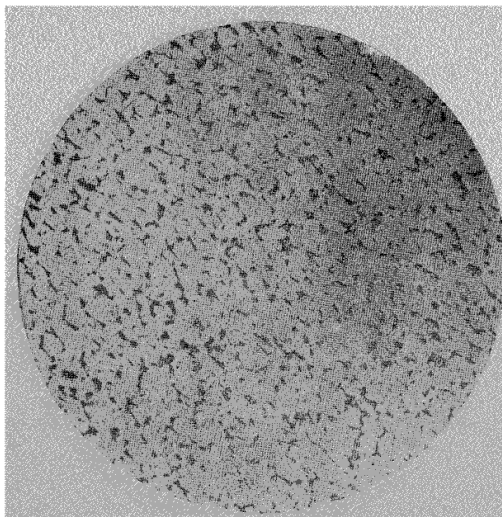


Fig. 23. — Alliage Cu = 62 ; Zn = 38.
Laminé à froid $\times 50$.

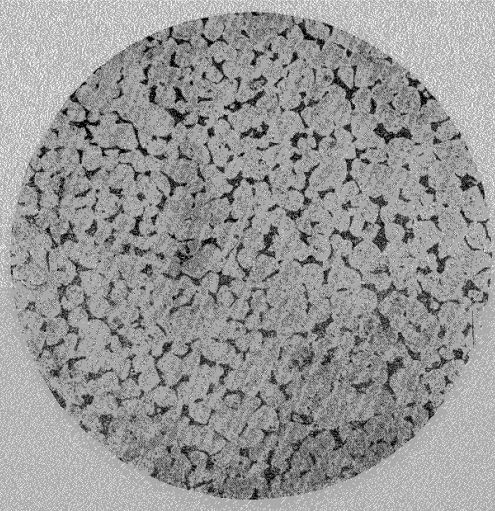


Fig. 24. — Cu = 62 ; Zn = 38.
Laminé à froid et recuit $\times 50$ d.

d'une façon aussi complète, aussi scientifique que possible, le recuit des produits laminés, lorsque ceux-ci doivent subir de nouveaux traitements mécaniques : étirage, emboutissage, etc.

L'examen micrographique des laitons $\alpha + \beta$ bruts de laminage montre une teneur en α moindre que dans les mêmes alliages recuits (photos 13, 14 et 15; photos 16 et 17); d'autre part le travail à chaud crée dans le sens du laminage une fibre que ne donne pas le laminage à froid, ce qui s'explique par le mode

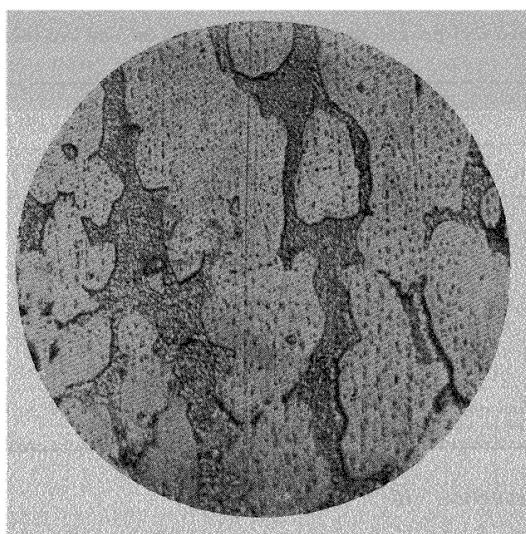


Fig. 23. — Alliage Cu = 60 ; Zn = 40
montrant la structure du β apparent $\times 600$.

opératoire indiqué (passe à plat suivie d'une passe de forme dans le laminage à froid) (photos 20 et 23). Il semblerait même qu'après recuit il subsisterait quelque chose du traitement du métal (fig. 21 et fig. 24).

VI. — Influence du mode de laminage.

On entend couramment dire par les mécaniciens, tels que les décolleteurs appelés à travailler les laitons étirés, qu'un métal préparé à froid est plus aisé à usiner qu'un métal laminé à chaud. Nous nous sommes toujours élevés contre cette maxime. Nous savons bien que nombreux sont ces facteurs qui interviennent dans le travail sur machines-outils, notamment sur tours automatiques et qu'en dehors du titre en cuivre, de la teneur en plomb, de l'état

d'érouissage, — car ici il ne s'agit pas de métaux recuits, — les nombreux coefficients définis de façon si dogmatique par Taylor pour les aciers, dans son étude classique, interviennent de la façon la plus importante.

Cependant pour trancher cette question définitivement nous avons voulu, dans les limites où cela est possible, industriellement; comparer les mêmes alliages laminés à chaud et laminés à froid.

Les résultats de nos essais sont donnés dans le tableau suivant :

Comparaison des propriétés mécaniques des laïtons laminés à chaud et laminés à froid.

COMPOSITION.	LAMINÉS A	BRUTS DE LAMINAGE.					RECUI TS A 750°				
		R	E	A %	Δ	ρ	R	E	A %	Δ	ρ
60-40	chaud.	40,8	12,33	46,0	94-95	<u>13-15</u>	37,6	11,0	50,0	81 à 82	22,5-25
	froid .	37,6	50,0	12,5	179	<u>8,5-11</u>	40,5	11,6	54,0	77 à 79	<u>19,3-20</u>
62-38	chaud.	37,5	11,6	57,5	82	15-16	36,5	10,5	57,0	80 à 81	20-21,8
	froid .	37,8	12,1	51,0	81	<u>17,5-20</u>	37,5	12,0	52,0	80 à 81	17,5-18,7

Les chiffres de résilience soulignés indiquent : éprouvette cassée.
Les chiffres de résilience non soulignés : éprouvette pliée.

On peut en conclure que :

1° Les alliages bruts de laminage présentent de grandes différences : la charge de rupture et surtout la limite élastique et la dureté sont bien plus élevées, les résiliences et surtout les allongements bien moindres dans les produits laminés à froid que dans les produits laminés à chaud.

2° Les alliages recuits ne présentent que des différences faibles. Il apparaît cependant que s'il y en avait une, elle serait, — contrairement à ce que l'on pense, — en défaveur du laiton à froid qui posséderait une charge de rupture un peu plus élevée, une résilience un peu plus faible. Mais on peut dire que ces différences sont faibles. Peut-être proviennent-elles des différences de structures notées.

VII. — Influence de l'étréage.

On connaît depuis bien longtemps l'influence de ce traitement. Toutefois il nous a paru nécessaire de le préciser sur quelques types d'alliages. Cet écouis-

sage a toujours été donné par une passe de 2 mm au banc sur métal recuit (barres initiales rondes de 22 mm de diamètre, barres finales rondes de 20 mm de diamètre).

Le tableau ci-joint résume ces essais.

La figure 26 reproduit quelques-uns des diagrammes de traction les plus caractéristiques.

On trouve sur métal recuit l'influence de la composition; — puis sur un même métal l'influence des traitements mécaniques et des traitements thermiques.

On remarquera notamment que les deux alliages à 62 et 75 p. 100 de cuivre ont sensiblement même diagramme après laminage à froid, tandis qu'ils sont très différents à l'état recuit.

On voit donc que

1° L'étirage influe particulièrement sur la limite élastique et les allongements, ce que nous avons déjà indiqué en maintes circonstances. Quant à la dureté, elle est plus affectée que la charge de rupture.

2° L'érouissage influe d'autant plus sur les allongements et la limite élastique que ceux-ci sont plus faibles sur métal recuit (ce sont, comme on devait s'y attendre, les mêmes conclusions que pour le laminage à froid).

3° Les propriétés du métal recuit puis étiré sont meilleures que celles du métal brut de laminage.

4° Le métal recuit donne très nettement les mêmes résultats, que ce traitement thermique ait eu lieu sur métal laminé ou sur métal étiré.

C'est ce point que nous voulions établir.

On ne doit donc pas craindre industriellement de soumettre le métal à des séries de passes d'érouissage, si le recuit intermédiaire est bien fait, ainsi que cela s'est toujours pratiqué dans la fabrication des fils.

L'examen micrographique indique l'orientation bien connue des constituants (photo 19 et 22).

VIII. — Trempe des laitons.

Nous avons vu que certains laitons présentent des points de transformation et que les lignes de transformation affectent la forme caractéristique de l'eutectoïde. Toutefois nous savons que Carpenter et Edwards, qui ont les premiers établi ce diagramme complet, ont signalé que la transformation correspondant à l'eutectoïde n'était pas complète et ont donné le nom de β apparent [au β exis-

Diagrammes des essais de traction

1^{re} Influence de la composition chimique
métaux lamine et recuit.

2^{re} Influence du traitement mécanique
Cu. 68. Zn. 32

3^{re} Influence du traitement thermique
Cu. 62. Zn. 38

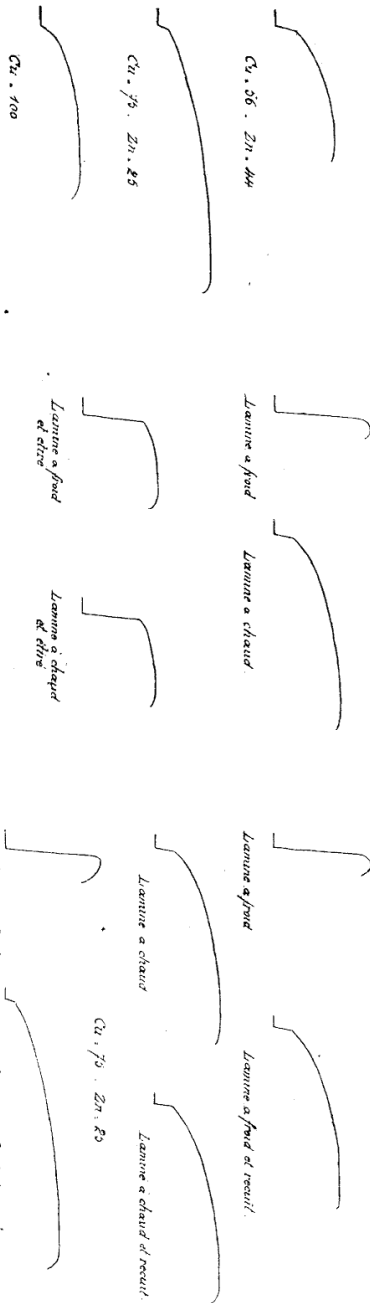


Fig. 26.

Comparaison des propriétés mécaniques des laiton laminés seulement ou laminés et étirés.

COMPOSITION.	TRAITEMENT MECHANIQUE.	BRUTS DE TRAITEMENT.						RECUEITS A 750°.					
		R	E	A %	Δ	ρ	R	E	A %	Δ	ρ		
60-40	Laminé à chaud	40,8	42,33	46,0	91-95	43,15	37,6	41,00	50,0	81-82	22,5-25		
	Laminé à chaud et étiré. . . .	46,1	37,3	26,5	134-136	7,5-8,5	40,0	41,1	50,0	79-80	17,5-20		
	Laminé à froid.	57,5	50,0	42,5	179	8,5-11	40,5	41,6	54,0	77-79	19,3-20		
	Laminé à froid et étiré	46,3	36,6	29,0	132-133	12-12,5	40,5	41,0	54,5	79-80	18,7-20,6		
62-38	Laminé à chaud	37,6	41,6	57,5	82	15-16	36,5	40,5	57,0	80-81	20-21,8		
	Laminé à chaud et étiré. . . .	37,8	42,1	51,0	81	17,5-20							
	Laminé à froid.	41,5	32,6	28,0	115-118	5,5-7,0	36,0	40,6	57,0	77	21,8-22,5		
	Laminé à froid et étiré	53,3	50,0	8,0	164-167	5,5-6,5	37,5	42,0	52,0	80-81	17,5-18,7		
70-30	Laminé à froid et étiré	42,3	34,6	28,0	118-121	8,0-9,0	37,3	41,1	56,5	79-81	25		
	Laminé à froid.	53,4	52,0	9,5	158-161	9-10,5	31	8,3	73,5	60-64	21,8		
	Laminé à froid et étiré. . . .	40,6	32,9	39,0	111	15-17	30,6	7,5	75,5	60	21,2-21-8		
	Laminé à froid.	42,0	40,0	9,0	113-116	22,5-23,7	26,0	5,6	54,0	55-58	20,6-21,2		
90-10	Laminé à froid et étiré	33,3	32,6	23,0	90-92	26,2-27,5	25,8	5,6	52,5	55-59	20,6-21,2		
	Laminé à chaud	23,8	»	50,0	48-50	17,5-18,7	22,8	»	53,0	48-49	18,7		
	Laminé à chaud et étiré. . . .	23,5	»	51,0	51-52	17,5-24,3	22,6	3,3	52,5	48-49			
	Laminé à chaud et étiré. . . .	28,5	»	22,5	76	13,7-16,8	22,3	3,0	51,0	48-49	17,5-18,7		

Les chiffres de résilience soulignés indiquent : éprouvette cassée. — Ceux non soulignés : éprouvette pliée.

tant dans les laitons à la température ordinaire et qui n'est pas transformé — du moins entièrement — en γ .

Toutefois, s'il y a transformation partielle, on doit retrouver une variation de certaines propriétés dans le passage par les points de transformation.

Le tableau suivant résume les déterminations que nous avons faites à ce sujet; les échantillons étaient chauffés au bain de sel pendant dix minutes avant la trempe; la température est garantie à $\pm 5^\circ$; les chiffres sont des duretés de Brinell obtenues dans les conditions indiquées plus haut.

Teneur en cuivre. p. 100.	Métal recuit à 750°	Métal trempé à l'eau à					
		420	520	620	720	820	850
56	126	134	136	121	124	126	Cassé.
58	109	102	116	124	131	128	135
60	88	92	94	101	114	134	137
62	81	82	84	82	100	116	110
65	59	62	60	63	63	76	81
70	59	63	62	61	62	56	57

Ces essais montrent que :

1° La trempe a parfois une influence assez importante; au maximum 36 unités Brinell, soit environ pour la charge de rupture 18 kg. Le plus souvent, elle est faible : 10 unités Brinell avec le laiton à 56 p. 100 Cu.

2° La température à laquelle le durcissement maximum se fait sentir ne varie pas régulièrement avec la teneur en cuivre.

3° De plus on remarque que pour l'alliage à 56 p. 100 de cuivre il y a durcissement pour une température inférieure à celle de l'eutectoïde (475°).

4° L'influence de la trempe sur la structure est extrêmement nette; il y a diminution très importante du constituant α , augmentation de β qui est, d'autre part, plus homogène.

IX. — Accidents présentés par les laitons emboutis.

Un dernier fait sur lequel nous voudrions attirer toute l'attention des industriels si nombreux qui utilisent les laitons pour l'emboutissage est le suivant :

Dans le choix du métal, on est guidé généralement par deux considérations principales : le prix et la facilité de travail, auxquelles s'ajoutent rarement les questions de coloration.

Le prix : il est évidemment d'autant moindre que la teneur en cuivre est plus faible.

La facilité de travail : elle est d'autant plus grande que les allongements sont meilleurs, la limite élastique plus faible. Comme ici la limite élastique est

toujours très basse, nous pouvons négliger ce facteur. Donc les laitons les plus faciles à travailler sont ceux aux environs de 72 p. 100 de cuivre.

Si l'on fait intervenir le prix, on devrait préférer les alliages à droite du maximum ($\text{Cu} < 72 \text{ p. } 100$) à ceux situés à la gauche. ($\text{Cu} > 72 \text{ p. } 100$), à allongements égaux.

C'est bien ce qui se passe dans la pratique générale : on utilise le plus fréquemment les laitons à 70-67-63, plus rarement 62 p. 100 de cuivre ; quant à l'alliage à 60 p. 100 de cuivre, il est généralement réservé au découpage ; il renferme alors 1,5 à 2,5 p. 100 de plomb (bien entendu nous ne parlons ici que des planches).

Le titre à 72 p. 100 de cuivre est utilisé de façon bien plus courante à l'étranger qu'en France : c'est ainsi que la plupart des nations autres que la nôtre emploient ce laiton pour la fabrication des cartouches, tandis que le laiton à 67 p. 100 de cuivre est le type en usage chez nous.

Un accident très courant et à maintes fois signalé se produit dans les objets en laiton embouti, il consiste essentiellement en des fentes qui naissent parfois longtemps après fabrication. Ces fentes paraissent plus fréquentes dans les objets irrégulièrement emboutis.

Plusieurs causes sont possibles. Mais il faut, avant tout, bien faire ressortir un cas très spécial et plus fréquent qu'on ne le pense, ce sont les fentes préexistantes que l'emboutissage ne fait qu'accentuer. Un fait analogue est à rapprocher de celui-ci : dans les objets creux obtenus par décolletage, on trouve très souvent des fentes nombreuses et importantes dirigées dans le sens des génératrices de la barre initiale, elles sont dues soit à de petites fentes existant dans les barres et développées dans le travail, soit plus fréquemment à l'influence de la disparition de la zone centrale la moins écrouie et aux tensions importantes de la périphérie réduite à une faible épaisseur : la diminution de l'écrouissage, voire même sa destruction complète par recuit, fait disparaître cet inconvénient.

Revenons aux objets préparés par emboutissage : les fentes que l'on y trouve après travail — et cela souvent après un repos prolongé — peuvent être attribuées :

- 1° A des défauts physiques de la planche ;
- 2° Aux tensions internes qui peuvent atteindre des valeurs élevées ;
- 3° A des phénomènes de contagion étudiés par Cohen ;
- 4° A la constitution de certains alliages.

Les produits emboutis et écrouis peuvent posséder, de par le travail même, des tensions extrêmement fortes. Rappelons que Heyn et Bauer notamment ont

montré que les aciers étirés, notamment les aciers à haute teneur en nickel, ont des tensions qui dépassent 3000 atmosphères.

Ils en ont conclu que ces tensions, faciles à faire disparaître même par des recuits à des températures relativement basses, sont suffisantes à expliquer tous les ennuis donnés par les produits écrouis.

Enfin, les recherches de Carpenter et Edwards indiquent qu'il faut tout particulièrement se méfier des laitons renfermant entre 63 et 72 p. 100 de cuivre, parce qu'ils renferment un peu du constituant β , lequel peut se transformer à la longue en γ , produit essentiellement fragile.

Cela expliquerait nettement l'influence du temps.

Toutefois, comme nous l'avons dit, nous avons observé un grand nombre d'objets très divers fendus par accident et dont le titre varie de 63 à 67 p. 100 de cuivre et nous n'avons décelé qu'en un seul cas, déjà cité, du β de façon nette. Mais des traces de ce constituant sont souvent difficiles à mettre en vue.

L'expérience pratique a montré cependant, sur une échelle déjà assez importante pour qu'il soit permis de conclure, que, dans la préparation d'un objet par emboutissage avec des laitons de divers titres, l'alliage à 72 p. 100 de cuivre donnait lieu à des accidents beaucoup plus rares, presque nuls, tandis qu'ils sont d'autant plus fréquents que la teneur en cuivre est plus basse.

Cela ne saurait évidemment être attribué à la différence dans les allongements de ces alliages.

D'autre part, la théorie de la contagion, celle des tensions devrait se faire plus sentir, toutes choses égales d'ailleurs, dans un laiton à 72 p. 100 de cuivre, que dans ceux à titre plus bas; puisque nous avons montré que l'effet d'un même écronissage est d'autant plus important que les allongements sont plus forts et la limite élastique plus basse.

La pratique paraît donc offrir ici une contradiction et asseoir l'explication qui découle des belles recherches de Carpenter et Edwards. Enfin en terminant, attirons l'attention sur l'influence que peut avoir l'atmosphère sur la production des fentes. Dans un article que l'on n'a peut-être pas assez remarqué, M. Mesnager écrivait dans *La Technique moderne* (septembre 1910, p. 514) :

« Un examen à la loupe, après polissage, permet également de constater l'altération qui se produit fréquemment dans les laitons écrouis. Cette altération consiste dans la formation de fissures présentant la forme générale d'un réseau polygonal; le métal finit par se rompre suivant leur direction alors même qu'il n'est soumis à aucun effort notable, ce qu'on observe notamment dans les culots de lampe au benzol. J'ai eu récemment l'occasion de constater une altération analogue dans les manchons qui avaient servi à relier les fils de trolley du canal de Boulogne.

« Ces manchons, d'après les indications qui m'ont été fournies par les agents du service, se sont rompus plus spécialement dans le souterrain et les ruptures sont plus fréquentes et plus nombreuses lorsque le toueur électrique qui fait habituellement le service est mis en chômage pour cause de réparations et remplacé pendant quelque temps par un bateau à vapeur.

« La cheminée du toueur à vapeur passe dans le voisinage des manchons qui se trouvent dans le souterrain, tandis qu'à l'extérieur de celui-ci elle est distante de plus de 0,80 cm. Il ressort donc des constatations faites sur place que les gaz chauds qui s'échappent de cette cheminée ont une forte importance dans la production de ces fissures. En examinant à la loupe les manchons après les avoir polis avec soin, on aperçoit des fissures uniquement sur leur face inférieure. Il semble donc qu'on soit en présence d'un effet de recuit produit à la longue par les gaz chauds qui s'échappent de la cheminée du toueur à vapeur. Il en est de même des lampes au benzol; les ruptures sont beaucoup plus fréquentes sur les culots des lampes qui sont en service que sur ceux restant en magasin. L'élévation de température due au fonctionnement de la lampe paraît ainsi avoir une influence considérable et c'est d'ailleurs aux abords du bec lui-même que se voient les fentes les plus importantes.

« Il semble donc que ces ruptures aient une cause tout à fait distincte des faits de contagion mis en lumière par M. Cohen pour l'étain. Celui-ci se transformait en une autre variété allotropique au contact d'un morceau déjà transformé, par un mécanisme analogue à celui qu'on observe dans les phénomènes de surfusion.

« Ce vieillissement qui se produit dans les cas précédents, bien qu'aboutissant toujours à la rupture et parfois à des aspects analogues dans le voisinage de la rupture, procède de causes très différentes. La variété de ces causes complique singulièrement l'étude de ces phénomènes. »

Nous avons examiné récemment un cas analogue dans lequel l'anhydride sulfureux a joué très probablement un rôle prépondérant.

En tout cas, il faut conclure à une sécurité beaucoup plus grande des objets emboutis lorsque le laiton utilisé renferme au moins 72 p. 100 de cuivre.

Conclusions.

Messieurs, le travail que j'ai eu l'honneur de vous présenter fait ressortir les différents points suivants :

1° Les alliages de cuivre et de zinc présentent des anomalies dans l'essai de

traction sur métal recuit qui s'expliquent l'une par le diagramme de constitution, l'autre par la fragilité des alliages à bas titre.

2° Dans ces alliages recuits il existe une relation étroite entre la charge de rupture et la dureté à la bille.

3° La résilience de ces alliages est très élevée.

Mais il est bien à remarquer qu'il s'agit ici de produits très purs ne contenant notamment ni plomb, ni étain.

4° L'écrouissage donné par laminage ou étirage agit d'autant plus, toutes choses égales d'ailleurs, que l'alliage est à plus grands allongements et plus faible limite élastique.

5° Les méthodes de laminage ont une influence considérable sur les propriétés du métal brut de laminage.

6° Les méthodes de laminage (à chaud et à froid) n'ont aucune influence sensible sur les propriétés du métal recuit.

7° La trempe produit une augmentation de dureté sensible : il y a disparition du constituant α , sans production de martensite.

8° La constitution des alliages permet d'expliquer certains accidents qui se produisent sur les produits emboutis. On doit conseiller l'utilisation d'alliages renfermant au moins 72 p. 100 de cuivre.

Qu'il soit bien entendu que tous ces essais ont été faits sur des produits très purs, préparés spécialement et qu'ils ne peuvent de ce fait servir, en eux-mêmes, à l'établissement de cahiers des charges relatifs à des produits fabriqués en grande quantité.

Je tiens, Messieurs, en terminant, à vous signaler que si ce long travail a pu être mené rapidement à bien, je le dois aux moyens puissants de recherches qui sont mis à ma disposition : les alliages utilisés ont été préparés par notre collègue, la Société métallurgique de La Bonneville qui, avec ses méthodes scientifiques, nous donnaient toutes les garanties désirables : M. Bize, directeur de ces usines et M. Ballureau, ingénieur, ont surveillé et conduit ces fabrications; les essais ont été faits, les uns au laboratoire des usines de La Bonneville avec M. Doyen, chef du service, les autres au laboratoire des usines de Dion-Bouton que j'aurai le plaisir de vous faire visiter demain, avec M. Bernard, chef des services chimiques, M. Corne, sous-chef du laboratoire d'essais mécaniques et M. Gasnier, sous-chef du laboratoire d'essais chimiques.

Je veux adresser, à tous, mes remerciements les plus vifs pour leur collaboration qui m'a été si précieuse.

LÉON GUILLET.

NOTES DE CHIMIE

par M. Jules GARÇON

Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — La cause des réactions chimiques et leurs facteurs, d'après M. H. C. Jones. — Épuration des eaux résiduaires industrielles. — Les industries aux États-Unis.

Métaux et métallurgie. — Recherche des métaux rares.

Combustibles. — La chimie de la houille et de la fabrication du coke. — Sur les sous-produits de la tourbe. — Récents perfectionnements dans l'industrie du gaz.

Huiles et corps gras. — Hydrogénation des huiles et corps gras.

Industries textiles. — Absorption d'humidité par les tissus.

Industries agricoles. — Sur l'application des hydrosulfites en sucrerie.

Chimie hygiénique. — Le pouvoir désinfectant du biiodure de mercure. — Sur les fours d'incinération pour gadoues.

La cause des réactions chimiques et leurs facteurs, d'après M. H. C. JONES. — Le professeur de chimie physique à la Johns Hopkins University de Baltimore, M. C. JONES, a donné un aperçu général de la chimie physique à notre confrère *Engineering and mining Journal*.

Quelle est la cause des réactions chimiques? Comment sont-elles influencées par les conditions variables de la température, de la pression, de l'humidité, etc.? M. Jones rattache ces influences à l'énergie intrinsèque.

Il n'admet plus la vieille conception de l'atome, unité ultime indivisible. La relation entre la chaleur spécifique des gaz à pression constante et celle à volume constant a beau être égale à 1,65 pour la vapeur de mercure, et on a beau en déduire que la molécule du mercure sous forme de vapeur ne renferme qu'un atome; il n'est pas moins certain que le spectre du mercure est complexe, c'est-à-dire qu'il émet des vibrations lumineuses de différentes longueurs d'onde. L'atome chimique n'est donc pas simple, conclut-il; il n'est pas plus simple qu'un piano, disait Rowland, qui émet des vibrations sonores de différentes tonalités.

Mais qu'est donc l'atome? En quoi consiste cette complexité? Comment diffère-t-il au point de différencier les éléments? Thomson a tâché de répondre à ces demandes. Il ramène tout à l'énergie intrinsèque et à la théorie des électrons. Le nombre de ceux-ci dans l'atome d'hydrogène est de 1770; dans l'atome de mercure (qui en contient 200 fois plus) de 350 000. Les électrons sont disposés en cercles concentriques dans les sections planes. Ils sont doués d'une vitesse très grande.

La théorie des électrons découle de l'œuvre de Thomson. Dans les décharges élec-

triques au sein de gaz dilués, le rapport de la charge à la masse est constant, quel que soit le gaz; $e/m = 10^7$. La charge est constante pour toutes les particules cathodiques provenant des différents éléments à l'état gazeux; donc la masse est aussi constante. Le rapport $e/m = 10^4$ pour l'hydrogène-ion en solution. La masse est la même pour toutes les particules cathodiques ou corpuscules; elle est le millionième de la masse de l'ion d'hydrogène. Les corpuscules sont chargés d'électricité négative; ce sont les *électrons*; et ils se meuvent dans un champ uniformément électrisé positif; cet ensemble constitue l'atome.

Et l'énergie intrinsèque de l'atome est l'énergie cinétique des électrons se mouvant dans l'atome, laquelle est donnée par l'expression $1/2MV^2$. C'est cette énergie intrinsèque qui est la source de la chaleur énorme qui se dégage lorsque nous brûlons du charbon, quand nous combinons l'hydrogène et l'oxygène, quand nous excitons des réactions chimiques.

Ainsi quand une réaction chimique se produit, il y a un changement dans l'énergie intrinsèque de l'une des substances ou de toutes celles qui réagissent. Il peut y avoir transformation de cette énergie intrinsèque en chaleur, en lumière, en énergie électrique, en énergie mécanique.

C'est Berthelot, dit M. Jones, qui a le premier posé, à l'aide de son calorimètre, l'importance fondamentale de ces changements d'énergie.

On en trouve des exemples dans les changements allotropiques de l'oxygène, dans ceux du soufre, dans ceux des métaux (Cohen). Berthelot a montré que si nous brûlons du carbone dans de l'oxygène ou dans de l'ozone, nous obtenons un dégagement de chaleur plus considérable dans l'ozone; ce dernier renferme donc une quantité plus considérable d'énergie intrinsèque, qui provient de l'électrisation de l'oxygène pour obtenir l'ozone.

Ses travaux ont conduit Berthelot à énoncer sa fameuse loi de thermochimie. De nombreuses déterminations thermochimiques ont été faites avec la plus grande précision par Thomsen de Copenhague (*Thermochemische Untersuchungen*); puis, pour les composés du carbone, par Stohmann de Leipzig et Langbeim (*J. für praktische Chemie*).

Il y a donc une relation certaine entre l'action chimique et l'énergie intrinsèque. Il y a une analogie étroite entre l'action chimique et l'action électrique; dans la dernière il y a un flux d'énergie intrinsèque, flux partant du corps qui présente le plus haut potentiel d'énergie intrinsèque; dans l'action chimique, il y a dispersion d'une partie de l'énergie intrinsèque sous forme de chaleur, de lumière, d'effet électrique ou mécanique.

Action de la température. — Certaines réactions absorbent de la chaleur, au lieu d'en émettre. En chauffant, on les facilite et on augmente la vitesse de réaction. Un système peut ne pas avoir, à la température ordinaire, l'instabilité suffisante pour que la réaction se produise si l'on élève la température, on mettra en route cette réaction.

L'acide dibromosuccinique donne de l'acide bromhydrique avec une rapidité 3000 fois plus grande, dit Van't Hoff, si on élève la température de 85°. L'oxygène et l'hydrogène se combinent à peine à 350°, ils s'unissent subitement à 600°. La formation des éthers par action des acides organiques sur les alcools possède une vitesse 22 000 fois

plus grande si on élève la température de 200° (Berthelot). Le radium et l'eau, qui réagissent avec une si violente énergie à la température ordinaire, ne réagissent plus à - 80° (Raoul Pictet; voir *Chemisches Zentralblatt*, 1893).

Dans l'inversion du sucre de canne, une élévation de température d'environ 30° suffit pour rendre la vitesse de réaction cinquante fois plus grande. D'après Van't Hoff, une élévation de température de 10° rend la vitesse de réaction deux à trois fois plus grande.

Ainsi, la vitesse de réaction peut être augmentée ou diminuée plusieurs milliers de fois si l'on fait varier simplement la température à laquelle les substances sont soumises. Le sens de la réaction, le point d'équilibre peuvent être changés.

Action de la pression. — Il y a des réactions où la masse-quantité d'une seule substance subit un changement. C'est le cas de l'interversion du sucre de canne par l'eau en présence d'un acide (ions d'H); la masse entière du sucre se transforme en dextrose et fructose, mais la masse de l'eau reste intacte, sauf une faible quantité qui entre en réaction. On nomme ces réactions *réactions de premier ordre*, et le coefficient de la vitesse de la réaction est donné pour elles par l'équation $C = \frac{1}{t} \frac{P}{P-x}$, où P représente la quantité initiale de la substance entrant en réaction, x la quantité transformée dans le temps t. Un grand nombre des réactions dues à la catalyse appartiennent à cette classe : production de l'acide sulfurique, union directe de l'azote et de l'hydrogène. Ces réactions sont presque indépendantes de la pression, comme Rothmund l'a démontré pour l'interversion du sucre de canne (*Zeits. für physikalische Chemie*, 1896, t. 20, p. 176); la constante est 1362 à 500 atm, et 1418 à 1 atm. La vitesse de la réaction décroît de 1 p. 100 par chaque augmentation de pression de 100 atm.

Dans la saponification d'un éther par une base, les deux substances subissent une réaction, et nous avons une *réaction du second ordre*. Le coefficient de vitesse est donné pour elles par l'équation $C = \frac{1}{t} \frac{x}{P(P-x)}$. La pression ici exerce une influence marquée, comme le démontrent les travaux de Bodenstein (*ibidem*, 1894, t. 13, p. 56). La vitesse croît presque proportionnellement à la pression (Van't Hoff).

Dans les *réactions du troisième ordre*, où trois substances entrent en réaction, la vitesse est donnée par l'équation $C = \frac{1}{t} \frac{x(2P-x)}{2P^2(P-x)^2}$, et elle est grandement affectée par la pression; elle varie avec le carré de la pression.

Comme la pression diminue les volumes, il en résulte que les pressions restreignent les vitesses de toutes les réactions où il doit se produire un gaz, ou modifient les réactions. Beketoff fut l'un des premiers à le constater (*Comptes rendus*, 1859, t. 48, p. 442). Il montra que l'hydrogène sous pression précipite l'argent du nitrate d'argent et le platine du chlorure de platine, dans le premier cas à partir de 6 atm. Cailliet (*ibidem*, 1869, t. 68, p. 395) montra que la pression peut arrêter la production de l'hydrogène dans l'action des acides sur les métaux. Tammann et Nernst ont étudié la question quantitativement (*Zeits. für physikalische Chemie*, 1892, t. 9, p. 1); dans l'action de l'acide sulfurique sur le zinc, l'hydrogène cesse de se dégager sous les pressions supérieures à 34 atm pour l'acide normal, à 90 atm pour une quantité double

d'acide. La pression d'un gaz autre que l'hydrogène ne produit pas un effet égal, car elle n'augmente pas la vitesse de la réaction contraire; il faut donc une pression encore plus forte.

L'effet d'accroissement que la pression exerce sur la conductibilité des solutions aqueuses d'électrolytes a été noté par Fanjung et Arrhenius. Une pression de 500 atm augmente la conductibilité de 8 p. 100. Non pas qu'il y ait augmentation de la dissociation de la solution, puisque cette dissociation est déjà complète aux pressions inférieures, mais il y a augmentation de la vitesse avec laquelle les ions se meuvent, comme Fanjung l'a montré. Et comme l'activité chimique dépend de la réunion des ions, elle dépend de leur nombre et de leur vitesse.

L'effet de la pression sur un système en équilibre, on l'a constaté il y a déjà longtemps, est de mouvoir l'équilibre dans le sens où une nouvelle formation se produira avec diminution de volume. Le Chatelier, dans son mémoire sur les équilibres chimiques, note que s'il n'y a pas de changement de volume lorsqu'un système passe à l'autre, la pression n'a pas, en pratique, d'effet sur l'équilibre. M. Planck a étudié en mathématicien l'effet de la pression et de la température sur l'équilibre des réactions (*Wiedmanns Annalen*, 1887, t. 32, p. 495).

La température met opposition, en général, aux réactions exothermiques, et favorise les réactions endothermiques. La pression met opposition, en général, aux réactions qui donnent lieu à un dégorgement de gaz, par exemple, l'action des acides sur les métaux, et favorise celles qui donnent lieu à une diminution de volume, par exemple la réaction des deux gaz ammoniacque et acide chlorhydrique qui donnent lieu à la formation d'un solide, le chlorhydrate d'ammoniacque; la pression n'a pas d'effet sur les réactions qui se produisent sans changement de volume, par exemple la formation d'acide chlorhydrique par union de l'hydrogène et du chlore.

La loi de Le Chatelier, si connue, domine les conditions d'équilibres chimiques.

Une réaction donnée peut très bien être exothermique à une certaine température, et devenir endothermique au-dessus. Par exemple, la formation de l'acide iodhydrique devient exothermique au-dessus de 320°.

L'humidité exerce aussi une action très puissante sur les réactions chimiques. Si un acide perd toute trace d'eau, il perd en même temps toute propriété acide. La solution dans le chloroforme de l'acide chlorhydrique anhydre n'a aucune réaction acide; elle n'attaque pas le zinc; elle ne précipite pas une solution de nitrate d'argent dans l'éther anhydre; elle ne colore plus en rouge le tournesol libre; elle ne décompose plus les carbonates, pourvu que ceux-ci soient, de leur côté, absolument secs.

Dixon a montré (*J. of chemical Society*, 1886) qu'un mélange d'oxygène et d'oxyde de carbone parfaitement sec ne peut que très difficilement détoner par l'étincelle électrique, tandis que l'addition d'une quantité infinitésimale de vapeur d'eau le rend facilement explosible.

Il en est de même pour l'acide sulfurique, pour la potasse. Baker a montré que l'ammoniacque et l'acide chlorhydrique absolument secs ne réagissent plus. L'acide sulfurique et le sodium ne réagissent pas, s'ils sont absolument secs.

On étudiera les mémoires nombreux que Cohen a donnés (*Zeitschrift für physi-*

kalische Chemie), depuis quelques années, sur l'influence que la pression exerce sur les réactions chimiques.

*
* *

De ce résumé des idées de M. Jones, il est intéressant de rapprocher les expériences faites par le savant IRVING LANGMUIR de la General electric Cy, à Schenectady près New York, sur les réactions chimiques opérées à très faible pression. Elles ont un intérêt pratique d'autant plus grand qu'elles avaient pour objectif la destruction de toute trace d'oxygène dans une lampe au tungstène (*Journal of the American chemical Society*, février 1914, p. 33 et sq).

I. Langmuir avait constaté, il y a déjà une trentaine d'années, que si l'on chauffe dans le vide un fil de tungstène, il dégage 1 000 fois son volume de gaz. Ce gaz provenait de la décomposition de la vaseline employée dans un robinet placé entre la pompe à faire le vide et la lampe à filament de tungstène. On supprima le robinet, et, bien que le dégagement de gaz fût très réduit, il ne persista pas moins un dégagement, provenant de l'eau existant dans le verre du support ; il se dégage de l'hydrogène et l'oxygène oxyde le fil de tungstène. Pour éviter cet inconvénient, il faut chauffer le support de verre à 360° pendant au moins une heure, après avoir fait le vide avec une pompe à mercure, et durant ce chauffage il faut absorber toute trace d'humidité avec de l'acide phosphorique anhydre, ou mieux en la condensant par l'air liquide. Lorsqu'on a soin de prendre ces précautions, le filament ensuite ne dégage presque pas de gaz, trois à dix fois son volume seulement ; ce gaz consiste presque uniquement en oxyde de carbone.

Quant aux gaz dégagés par le support en verre, lorsqu'on le chauffe une heure à 360°, une lampe de tungstène 40 watts a donné 300 mm³ de vapeur d'eau, 20 mm³ d'anhydride carbonique et 4 mm³ d'azote.

Les conclusions des longues recherches de M. I. Langmuir sont les suivantes :

Si l'on veut obtenir un vide suffisamment privé de traces d'humidité pour qu'un filament de tungstène ne donne plus de dégagement appréciable d'hydrogène provenant de la décomposition de la vapeur d'eau, il est nécessaire, pendant l'épuisement, de chauffer le support en verre jusqu'à 360° pendant une heure, et d'employer comme dessiccateur l'air liquide ou l'anhydride phosphorique. Ce chauffage permet, pour une lampe de 40 watts, d'enlever environ 300 mm³ de vapeur d'eau, 20 mm³ d'anhydride carbonique et 4 mm³ d'azote, qui n'auraient pas pu être éliminés par les moyens ordinaires à la température habituelle.

Un fil de tungstène chauffé dans l'oxygène à faible pression commence à s'oxyder vers 800°, et l'oxyde formé donne sur le métal une couche brune ou bleue. A 1 200°, l'oxyde se volatilise sans dissociation, et le fil redevient clair et brillant. Au-dessus de 1 200°, et à des pressions inférieures à 0,02 mm, l'action de l'oxygène est proportionnelle à sa pression et à la surface du fil. La vitesse de la réaction croît rapidement avec la température. Le fil ne montre pas de fatigue, et il ne reste pas trace d'oxyde sur le métal. L'oxyde produit a pour formule WO₃.

M. I. Langmuir a déduit de considérations théoriques toute une conception de cette oxydation.

Épuration des eaux résiduaires industrielles. — Le vol. 9 des *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine, de MM. A. CALMETTE et E. ROLANTS, recherches poursuivies depuis une dizaine d'années grâce aux subventions de la Caisse Nationale des Recherches scientifiques, renferme (p. 147 à 153) quelques données sur l'épuration des eaux résiduaires industrielles d'abattoirs, de teintureries, d'usines métallurgiques. En voici la reproduction.

1° *Eaux résiduaires d'abattoirs.* (*Neue bautechnische Literatur*, n° 2, 1912, d'après *Gesundheits Ingenieur*, 1913, n° 6, p. 126). M. Hugo Locker a étudié 19 installations d'épuration d'eaux résiduaires dans les abattoirs.

La quantité d'eaux résiduaires fournies par un abattoir varie de 300 à 600 l par animal abattu; elle est en moyenne de 400 l. Dans les équarissages, il faut compter 600 à 800 l de bouillon concentré par 1 000 kg de viande traitée.

Le système séparatif est toujours à recommander pour ces eaux, quand l'installation d'épuration doit être faite à l'abattoir même, s'il s'agit d'un petit abattoir et quand on dispose de la pente nécessaire. Le système unitaire est au contraire préférable quand l'abattoir est raccordé directement à la canalisation de la ville.

L'épuration biologique a donné d'excellents résultats à Friedrichsfelde près Berlin, à Suhl en Thuringe, à Bottrop en Westphalie. Les eaux résiduaires d'équarissage n'ont cependant pas encore été traitées par cette méthode à cause de leur viscosité et de leur concentration. On a obtenu des résultats plus favorables avec la filtration intermittente.

Les dépôts sont utilisés jusqu'ici comme engrais ou comme combustibles. On a essayé également de les dessécher par la vapeur ou par centrifugation et de les façonner en briquettes ou de les soumettre à la fermentation en fosse septique. On a obtenu par cette dernière méthode d'aussi bons résultats que pour les boues des eaux d'égout: à l'abattoir de Gladbeck, les dépôts extraits tous les quatre mois des décanteurs Emscher sont presque sans odeur et se dessèchent très aisément. On peut alors les brûler sans aucune addition de charbon.

La récupération des matières grasses des eaux résiduaires est particulièrement intéressante, surtout pour les margarineries. La margarinerie de Krefeld retire de ses eaux résiduaires 2 500 kg de graisses par mois.

Toutes les installations d'épuration des eaux résiduaires d'abattoirs doivent être munies de dispositifs de désinfection des eaux contre les microbes des maladies contagieuses des animaux. Cette désinfection se fait avec le chlorure de chaux, le lysol, ou le chauffage à 100° au moyen d'appareils spéciaux. Après la désinfection, ces eaux doivent, dans certains cas, être traitées par l'épandage.

2° *Eaux résiduaires de teintureries.* — L'épuration par simple précipitation au moyen de réactifs chimiques est très répandue, mais elle est tout à fait insuffisante. Beaucoup de matières putrescibles en solution ne sont pas modifiées par le traitement chimique.

A. Battige (*Gesundheits Ingenieur*, 1913, n° 11, p. 206 et n° 26, p. 482) recommande pour cette épuration le procédé breveté de Preibisch, basé sur l'emploi du charbon.

Dans cette méthode, les eaux s'écoulent d'abord dans un bassin de clarification préalable, à une température assez élevée; et elles y abandonnent leurs matières celluloses. Ce bassin

doit avoir une contenance égale à la quantité d'eau évacuée par jour, afin d'assurer un mélange homogène et une clarification suffisante. L'installation comprend deux à trois lits de contact qui travaillent d'une façon intermittente et quatre filtres submergés qui sont nettoyés tous les dimanches par insufflation d'air. Les lits de contact sont constitués par du charbon en gros morceaux ; les filtres par du charbon de plus en plus fin. Les deux installations actuellement en marche fonctionnent depuis sept ans sans qu'il ait été nécessaire de renouveler le charbon. On voit qu'il n'y a pas d'infiltration importante dans le charbon, ni accumulation de matières colorantes. Il est probable que dans la première partie du filtre, constituée d'éléments grossiers qui travaillent d'une façon intermittente, les matières colorantes sont modifiées par l'oxydation, de sorte qu'elles ne compromettent plus l'action du charbon fin disposé dans les autres parties.

3° *Eaux résiduaires d'usines métallurgiques.* — Ces eaux résiduaires doivent subir, avant d'être évacuées, une première épuration. Dans les anciennes installations, on les envoie dans des étangs où elles se décantent ; mais dans les installations modernes, les eaux subissent un double traitement mécanique. Les matières lourdes telles que sables, boues de minerais, boues de charbon, sont séparées par un premier bassin au bout d'un temps très court ; les fins dépôts se décantent dans un deuxième bassin, de dimensions plus grandes.

Ce dispositif très simple permet d'approprier le travail à la nature de l'eau, de ralentir plus ou moins le passage par l'emploi d'un, de deux ou de trois bassins. La vidange des boues déposées devient très facile, car il suffit d'isoler le bassin qu'on veut nettoyer. Sous la canalisation de sortie se trouve une voie sur laquelle circulent des wagonnets à bascule qu'on remplit à la pelle. Les boues du troisième bassin peuvent être évacuées directement dans un canal.

Les industries aux États-Unis. — Un rapport de M. H. DE SAINT-LAURENT, consul de France à Chicago, donne, sur les industries des États du Centre, des renseignements intéressants.

Les principales industries passées en revue sont les industries agricoles des céréales et de l'élevage, celles du fer et de l'acier, celle du cuivre, celle de l'automobile.

Industries agricoles. — Il y a environ 48 000 000 acres (1) emblavées en blé ; la quantité récoltée en 1913 a été de 754 000 000 de boisseaux ; le rendement est donc de 16,5 boisseaux à l'acre (contre 30 en Allemagne), soit 7,85 par personne puisque la population est estimée à 96 000 000. Le prix moyen du boisseau (60 livres anglaises) a été de 0,85 dollar à la Bourse de Chicago.

La récolte du maïs est quatre fois plus importante. Surface emblavée en 1913 : 107 000 000 acres ; production : 2 351 000 000 boisseaux ; rendement 22 ; prix moyen du boisseau (56 livres anglaises) : 0,73 dollar.

La récolte de l'avoine a fourni 1 066 000 000 boisseaux ; prix moyen : 0,40 dollar. Celle des graines de lin 20 000 000 boisseaux, et celle des pommes de terre environ 350 000 000 boisseaux.

L'élevage est en décroissance. De 72 000 000 en 1907, la population bovine a diminué à 56 527 000 têtes.

(1) L'acre égale environ 40 ares.

Industries du fer et de l'acier. — Aux États-Unis, l'industrie du fer et de l'acier est devenue le baromètre de la situation économique et financière du pays.

C'est en 1905 et 1906 qu'elle a atteint son degré de prospérité le plus élevé. Le tonnage à exécuter porté au 31 décembre 1906, sur les livres de la « United States Steel Corporation », atteignait 8 489 718 t; au 30 juin 1913, il était tombé à 5 807 317 t.

On évalue à près de 45 milliards de francs le total des valeurs émises aux États-Unis durant les cinq dernières années, c'est-à-dire 50 p. 100 de plus que la totalité du numéraire qui existe dans le pays. La situation devenue moins satisfaisante des compagnies de transports montre la nécessité de réagir.

La production totale du minerai aux États-Unis a été de 43 550 633 t en 1911 (32 793 130 t pour la seule région du Lac supérieur). La production du fer a été de 23 649 547 t, avec une capacité de 34 à 35 000 000 t par an pour les hauts fourneaux. Les rails sont le principal produit : 3 327 915 t en 1912; on ne produit plus de rails en acier. Le prix de la tonne de rails, dans la période 1909 à 1913, a été de 28 dollars. Les exportations d'objets manufacturés ont atteint une valeur de 293 443 732 dollars en 1912; ce sont surtout les machines agricoles, les automobiles, les tuyaux, les machines-outils, les machines à coudre, les machines à écrire. La production de ces industries est concentrée, pour les 40 centièmes, par la « United States Steel Corporation, » dont les principales usines sont à Pittsburgh, à Youngstown dans l'Ohio, à Gary dans l'Indiana, à South Chicago dans l'Illinois, enfin dans le Tennessee. La capitalisation en actions et obligations atteint 1 431 103 100 dollars, soit, en francs, 7 155 515 500. Les intérêts d'obligations absorbent 29 247 850 dollars et les dividendes 50 634 802 dollars. La marge disponible a atteint, en 1912, 54 244 929 dollars. En 1913, les établissements ont travaillé à pleine capacité pendant les trois premiers trimestres. Mais le président, M. Gary, prévoit un ralentissement de la demande de l'acier, et une période moins prospère que celle de 1909 à 1913.

Industries du cuivre. — Plus de la moitié de la production mondiale du cuivre provient des États-Unis, 55 4835 t sur 1 004 485 en 1912. La consommation a été de 365 000 t sur une consommation mondiale de 1 057 751 t. Il semble que l'on marche à une pénurie du cuivre. Depuis trois ans, les armements de l'Europe en ont absorbé d'énormes quantités; le remplacement du matériel disparu pendant la campagne des Balkans, les demandes des industries électriques et hydro-électriques exigent des quantités considérables de cuivre. On calcule qu'on utilise une tonne de cuivre par 100 tonnes d'acier.

L'addition de 5 p. 100 de cuivre semble améliorer la résistance des rails en acier.

La tonne a atteint 107 £ en 1907; le prix est tombé à 52 £ en 1910, pour remonter à 72 en avril 1912, qui est la moyenne de 1912-1913 (15 à 17 cents la livre anglaise).

Les États-Unis ont exporté, en 1912 en France, 131 362 694 livres anglaises de cuivre en lingots, sur une exportation totale à destination de l'Europe de 775 000 658 livres anglaises.

Industrie de l'automobile. — Elle s'est vulgarisée comme le fait s'est produit autrefois pour la machine à coudre. On calcule qu'en une année, les usines qui ont cessé de fabriquer les autos au-dessus de 2 500 dollars représentaient un capital de 40 millions de dollars. On évalue à 400 000 voitures automobiles la production pour 1914; une

seule compagnie, qui s'est spécialisée dans la construction des petites voitures en a placé 195 000 dans son exercice 1912-13. L'exportation des États-Unis a été de 40 millions de dollars. On assure que les grandes puissances financières qui dominent aux États-Unis l'industrie du pétrole, pensent à s'intéresser à la vulgarisation de l'automobile, grâce à un carburateur qui pourrait être alimenté avec du pétrole raffiné ordinaire.

Industrie du sucre de betterave. — Elle est représentée par l'American Beet Sugar Co capitalisée à 100 000 000 f et par The Michigan Sugar Co à 56 000 000 f. En 1913, la culture s'est étendue sur 58 912 acres. La plupart des usines ont été établies par un ingénieur de l'École Centrale des Arts et Manufactures de Paris, M. E. Salich, Hongrois.

Importations françaises dans la région du Centre. — Les chiffres suivants ne donnent que des marchandises dédouanées à la recette locale; ils ne représentent donc qu'une faible partie des importations totales, dont la plus grande partie est dédouanée au port de débarquement.

Importations françaises en 1912 dédouanées à Chicago.

	dollars.		dollars.
Lingerie	186 466	Oeuvres d'art	273 395
Broderies et dentelles	290 962	Gants de peau	404 616
Étoffes de coton	203 013	Cognacs	129 379
— de soie	95 703	Champagnes	259 611
Vêtements de soie	184 828	Noix	356 862
Rubans de soie	27 596	Huile d'arachides	136 062
Plumes	123 462	— de coco et de coprah	49 278
Fleurs artificielles	115 874		

La circonscription du Consulat de Chicago comprend seize États d'une superficie égale à environ 6 fois et demie le territoire de la France et peuplés de 30 millions d'habitants.

Recherche des métaux rares. — Une étude publiée par M. G. URBAIN, professeur à la Sorbonne, sur la recherche et l'isolement des éléments rares (*Revue des Métaux et Alliages* de M. Sylvany, 30 avril 1914, p. 1 à 6), résume d'une façon fort intéressante nos connaissances sur ce sujet spécial. En voici quelques points.

L'industrie des métaux rares n'est pas négligeable. L'on ne compte plus les applications des métaux de la mine du platine. Les éléments des terres rares (lanthane, cérium, praséodyme, néodyme et thorium, le dernier accompagnant toujours les autres dans les minerais où ils existent) font l'objet d'une industrie importante, depuis que Auer von Welsbach a signalé leur application principale, c'est-à-dire l'éclairage au gaz par becs à l'incandescence. Le tantale et le tungstène servent avec grand succès dans l'éclairage électrique par incandescence. Les gaz rares de l'air, en particulier le néon, sont appliqués avec succès à l'éclairage électrique. Enfin, le radium et tous les corps radio-actifs sont, de leur côté, l'objet de recherches dont on ne saurait méconnaître l'importance pratique.

Les éléments rares ont donc pris déjà une réelle importance au point de vue industriel.

Quelle est la répartition des éléments rares dans la nature? Au-dessus du noyau central, de nature probablement métallique, dit M. G. Urbain, surnage une scorie

légère et silicatée, où ceux des métaux rares qui sont aisément oxydables y sont répartis sous forme de silicates. Ce sont des métaux terreux, tels que le glucinium, le scandium, les terres rares, le thorium, l'uranium et le radium. Les autres éléments rares sont pour la plupart des métaux nobles tels que le platine, le palladium, le rhodium, l'osmium, le ruthénium, l'iridium, l'or et l'argent. Ils se rencontrent presque exclusivement à l'état natif. Enfin ceux des métaux usuels, qui se trouvent plus spécialement dans la nature à l'état de sulfures, sont très constamment accompagnés, principalement dans les blendes, par des métaux rarissimes dont les propriétés se rapprochent des leurs : ce sont le gallium, le germanium, l'indium et le thallium.

Les gaz rares — hélium, néon, argon, krypton, xénon — remarquables par leur inertie chimique, se trouvent dans l'atmosphère. Toutefois, l'hélium, constamment produit par les corps radio-actifs disséminés dans les entrailles de la terre, se dégage constamment des profondeurs en empruntant les voies que suivent les eaux thermales.

Il en est de même des gaz du grisou et de ceux qu'on peut extraire des minéraux riches en corps radio-actifs comme ceux d'urane.

Les éléments rares du groupe des métaux alcalins — lithium, rubidium, césium — accompagnent le potassium et le sodium dans les roches primitives. Ils y sont répartis dans un état de diffusion extrême.

Certains micas, par exemple les lépidolithes, peuvent être avantageusement traités pour isoler les sels de rubidium et de césium qu'ils renferment.

Le groupe des métaux alcalino-terreux ne renferme d'autre élément rare que le radium. La diffusion de cet élément dans le sol et le sous-sol paraît être extrême. Mais il ne s'y trouve qu'en quantités infinitésimales; et il serait illusoire de chercher à l'en extraire. Il ne paraît d'ailleurs s'être concentré, par suite de remaniements géochimiques, dans aucune espèce minéralogique particulière, et on ne peut traiter avantageusement que les minerais d'urane qui renferment du radium parce que l'uranium l'engendre spontanément. La proportion de radium qu'ils recèlent est fort petite, et en relation directe avec celle de l'uranium, de sorte que les traitements sont extrêmement onéreux.

Les métaux rares terreux, sont, comme les précédents, très diffusés dans les roches primitives et dans les matériaux qui proviennent de leur dégradation sous la double influence de l'air et de l'eau. Fort heureusement, les remaniements géochimiques les ont concentrés fréquemment dans des espèces minéralogiques particulières qui constituent pour ces éléments rares de véritables minerais. L'un des plus intéressants, exploité sur une vaste échelle pour l'industrie du thorium (bec Auer), est la monazite. Cette monazite se trouve dans des sables riches en grenats, ilménite et zircon que l'on désigne du nom de sables monazités.

Ces sables sont des dépôts d'alluvion que l'eau courante a spontanément classés par ordre de densités. Les parties les plus lourdes qui renferment la monazite se sont déposés dans des poches le long de certaines grèves américaines où ils sont exploités. Un enrichissement sur place à la trieuse magnétique fournit un minerai concentré que l'on expédie en Europe pour y être traité par les méthodes chimiques.

Les éléments rares des blendes n'existent dans ces sulfures qu'à l'état de traces infimes. On ne connaît aucune espèce minéralogique dont le gallium ou l'indium

soient de véritables constituants. On a signalé diverses espèces à base de germanium, l'argyrodite par exemple, mais elles sont excessivement rares. Le seul filon connu d'argyrodite, où d'ailleurs le germanium fut découvert par Winckler, provenait de la mine de Freiberg et paraît être aujourd'hui épuisé.

L'un des élèves de M. Urbain, M. J. Bardet, a trouvé que le germanium et le gallium existent normalement dans les eaux minérales. Un autre de ses élèves, M. Boulanger, a trouvé que le gallium accompagne constamment l'aluminium dans les bauxites et autres minéraux. L'aluminium du commerce en renferme toujours plus ou moins, et M. Boulanger est parvenu non seulement à en extraire le gallium, mais même à l'y doser. Cette teneur est de l'ordre de quelques millièmes.

Le thallium, qui s'accumule de préférence dans les pyrites, se retrouve avec le silicium dans les boues des chambres de plomb d'où il fut extrait d'abord par Crookes. Les boues des chambres de plomb sont toujours la meilleure matière première de ce singulier métal.

La diffusion des éléments rares est le principal obstacle auquel on se heurte dans leur traitement. Pour n'obtenir jamais que de petites quantités de substance, il faut mettre en œuvre des quantités considérables de matières premières. Aussi ces traitements sont-ils toujours pénibles et onéreux.

C'est le prix de revient de ces substances qui, plus que leur rareté même, en restreint les applications. Car la rareté est chose fort relative. C'est ainsi que le cours du thorium est tombé en quelques années de 1 000 à 30 f. La rareté du thorium dépendait donc, dans une très large mesure, de l'indifférence des prospecteurs.

La chimie de la houille et de la fabrication du coke. — D'après M. JOHN HARGER (*J. of the Society of chemical Industry*, 1914, p. 389-395), on connaît très mal la composition chimique de la houille, bien qu'on ait fait quelques progrès en opérant des séparations grâce à l'action dissolvante de la pyridine, que M. Bedson a notée. L'anhracite, les houilles maigres et les houilles pour générateurs ne tiennent qu'une faible proportion de composés solubles dans la pyridine; il en est de même des lignites et du candle-coal. Mais certains charbons bitumineux en contiennent jusqu'à 40 p. 100. Les quantités solubles et insolubles diffèrent très peu; elles retiennent, malgré toutes les précautions, une certaine quantité du dissolvant.

John Harger a trouvé qu'en chauffant dans un tube scellé environ 1 g de charbon pulvérisé (passant au tamis 220) avec 150 g de pyridine, pendant vingt-quatre heures à une température de 160° à 180°, on obtient de meilleurs résultats.

Au laboratoire de la Station expérimentale d'Eskmeals, on a trouvé que l'inflammabilité des poussières de charbon est en rapport avec la proportion de matières solubles dans la pyridine. En France, on a constaté que, pour les charbons français du moins, ce rapport n'existe pas. J. Harger a trouvé que dans le tube scellé la houille d'Arley laisse 40,5 p. 100 de composés solubles dans la pyridine, et seulement 22,5 par la méthode de Soxhlet. Clark et Wheeler, en traitant par la pyridine de la houille d'Altoft, ont trouvé qu'il restait 4 p. 100 de pyridine dans les produits de séparation, et que l'extraction causait une oxydation et une désulfuration. Si l'on traite par du chloroforme après séparation à la pyridine, l'oxydation est beaucoup plus forte.

On sait que tous les charbons ne conviennent pas à la fabrication du coke. La formation de ce produit est due à la présence de certains composés, renfermant C, O, Az et S, sur lesquels on ne connaît guère que leur point de fusion approximatif qui est 320°. Anderson et Roberts (*J. of the Soc. of chemical Industry*) ont montré que les houilles de la Clyde se ramollissent à 310° et fondent à 320°. L'analyse élémentaire d'une houille ne permet pas d'affirmer qu'elle donnera du coke, mais souvent on peut affirmer qu'elle n'en donnera pas. Une houille chauffée à 400° perd la propriété de former du coke. On croit, en général, que la propriété de donner du coke dépend de la proportion de composés résineux qui existent dans la houille. La propriété de donner du coke est très diminuée et souvent détruite par l'exposition à l'air. Elle est diminuée et même détruite dans certains charbons, lorsqu'on les soumet à une solution étendue et bouillante de potasse caustique. Elle est affaiblie, et pour certains charbons détruite, si l'on chauffe la houille pendant quelques heures à 300° dans un courant de gaz inertes.

Anderson et Roberts concluent que certains charbons qui gardent la propriété de former du coke contiennent des substances insolubles dans les alcalis, lesquelles ne se décomposent ni ne se volatilisent à 300° et ne s'oxydent pas à l'air. Ces substances fondent à une température élevée et agglomèrent les parcelles de la houille.

L'azote se trouve dans les houilles sous forme de combinaisons variées. Lors de la carbonisation, une petite proportion de l'azote se dégage à l'état d'ammoniaque, et une moitié demeure dans le coke; ce qui indique au moins deux combinaisons différentes. De plus, dans certaines houilles, la méthode de Kjeldahl indique des traces d'azote tandis que celle de Dumas donne 2 p. 100; dans d'autres, les deux méthodes donnent des chiffres concordants, ce qui démontre que les combinaisons de l'azote sont différentes dans les diverses houilles.

Une partie de l'azote de la houille peut être transformée en ammoniaque en faisant passer de l'hydrogène sur le coke chauffé au rouge; mais la seule méthode pratique pour augmenter la production d'ammoniaque consiste à carboniser la houille à une température aussi basse que possible, comme dans les cornues à gaz de Mond.

Il y a vingt ans, R. J. Friswell découvrit que l'action de l'acide nitrique à 50 p. 100 sur la houille pulvérisée donne naissance à des acides organiques complexes qui décomposaient le carbonate de sodium. Ces acides du charbon, insolubles dans les liqueurs acides concentrées, se dissolvent dans l'eau pure ou dans les acides très étendus en donnant une solution noire comme l'encre. Chauffés avec la poussière de zinc, ces acides non dissous donnent de l'hydrogène, du cyanogène et de petites quantités de vapeurs aqueuses ayant l'odeur d'ammoniaque et de pyridine et contenant de l'acide cyanhydrique. Anderson a trouvé que les acides du charbon provenant de houilles différentes ont sensiblement la même composition.

La méthode de fabrication de la coalite est une carbonisation à 650° environ, ce qui donne un coke moins friable; la proportion de sulfate d'ammoniaque augmente de 6 kg à 14 kg, la quantité de goudron est réduite à 81 l et la quantité de gaz monte à 240 m³ par tonne de charbon bitumineux moyen. Une autre méthode de carbonisation à basse température est celle de Del Monte.

M. J. Harger se demande si l'une de ces méthodes ne se substituera pas à la pratique actuelle des usines à gaz ou des fours à coke métallurgique, en raison de la

demande de combustible sans fumée et du prix élevé des combustibles liquides. Pour les usines métallurgiques, on pourrait obtenir peut-être un coke assez dur en carbonisant d'abord à basse température pour ne pas décomposer les huiles légères, puis en terminant la carbonisation à température élevée.

Les sous-produits de la tourbe. — D'après M. F. M. PERKIN (*J. of the Soc. of chemical Industry*, 1914, p. 393-399), le plus grand obstacle aux progrès de la tourbe est la difficulté que l'on rencontre à la débarrasser de son humidité. La presse hydraulique n'en enlève qu'une partie insignifiante, parce que l'eau se trouve renfermée dans les tissus cellulaires. La dessiccation par l'air chaud est, pour la même raison, aussi peu efficace.

Les méthodes suivies actuellement consistent à couper la tourbe en morceaux et à la faire sécher à l'air, ou bien à la traiter par des procédés spéciaux.

Les uns consistent à ajouter de l'eau à la tourbe, afin de former une boue qu'on agglomère dans des moules ; les autres consistent à faire le moulage sans ajouter d'eau. Mais les difficultés de dessiccation restent les mêmes et il faut un temps très long pour réduire la proportion d'eau à 20 p. 100.

Les machines qui réalisent ces traitements sont de simples cylindres ou demi-cylindres, dans lesquels tourne un arbre portant des couteaux placés en hélice. Les briquettes obtenues par le moulage de la tourbe macérée donnent plus de chaleur que celles faites avec la tourbe séchée directement.

On a essayé de détruire la texture cellulaire par l'électricité, mais, dans cette voie, une usine établie à Kilberry en Irlande a échoué, ainsi que d'autres méthodes basées sur l'électricité.

On a aussi essayé de mélanger la tourbe à la chaux en chauffant ensuite vers 40°, mais les frais de traitement sont élevés et le procédé augmente la teneur en cendres.

Ekenberg (*J. of the Soc. of chemical Industry*, 1903) a trouvé qu'en chauffant la tourbe sous pression à 150° on peut ensuite aisément enlever l'eau.

D'après un brevet français, si l'on chauffe la tourbe entre 60° et 100°, puis qu'on la laisse refroidir, on peut ensuite exprimer l'eau par pression. Une autre méthode propose de chauffer la tourbe dans la vapeur à une pression de plusieurs atmosphères, puis de laisser tomber brusquement la pression et de passer sous la presse hydraulique. On réduit ainsi en 30 minutes la teneur en eau à 28 ou 30 p. 100.

On a proposé aussi des méthodes basées sur les fermentations microbiennes.

La carbonisation de la tourbe produit des gaz, des huiles contenant de la paraffine, des phénols, de l'ammoniaque et de petites quantités d'autres bases, de l'alcool méthylique, de l'acétone, de l'acide acétique, de la poix et du coke.

A Oldenberg, on a obtenu par tonne de tourbe séchée à l'air tenant 31 p. 100 d'humidité, 54 livres d'huiles, 6 de paraffine, 26 de phénols, 6,8 d'alcool méthylique, 6,2 de sulfate d'ammoniaque, 10 d'acétate de calcium, 4 de poix. Une tourbe écossaise mise en briquettes à 16 p. 100 d'humidité a donné : 50 livres d'huile, de la paraffine, 28 livres de phénols, 3,1 d'alcool méthylique, 30,2 de sulfate d'ammoniaque, 8 d'acétate de calcium, 3,5 de poix. La tourbe d'Oldenberg contenait 0,7 d'azote et celle

d'Écosse 2,1 ; ce qui explique la différence de sulfate d'ammoniaque obtenu. Les gaz distillés ont un pouvoir calorifique assez élevé et peuvent chauffer les cornues de distillation. On obtient de 140 à 170 m³ de gaz par tonne.

Le goudron, d'où l'on sépare les huiles par distillation, est en général altéré par du charbon très divisé qui, à la distillation, cause encore une décomposition. La poix obtenue est un peu cassante, si l'on veut distiller toutes les huiles ; on l'améliore en envoyant un jet de vapeur vers la fin de la distillation et on peut l'employer alors comme isolant. Les huiles que l'on obtient sont des hydrocarbures saturés ; elles ont une odeur de tourbe brûlée. L'odeur peut être enlevée en traitant avec 1 p. 100 d'acide sulfurique. A Doncaster, une société distille de la tourbe naturelle contenant 50 à 60 p. 100 d'humidité.

On agglomère le résidu et on carbonise les briquettes. Celles-ci sont alors très dures et résistantes.

On a aussi essayé d'employer la tourbe pour alimenter des gazogènes ; des expériences ont été faites au Canada à ce sujet par l'Administration des Mines.

Récents perfectionnements dans l'industrie du gaz. — D'après M. ALFRED E. FORSTALL (*J. of the Society of chemical Industry*, 1914, p. 398-402). On rapprochera ce mémoire de la conférence si documentée que notre collègue M. MASSE a donnée à la Société il y a deux ans (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, 1912, tome 2, p. 37 et suivantes), conférence qui fut la base du très important traité du gaz que M. Masse vient de publier en trois gros volumes.

M. Forstall expose qu'on a cherché à purifier le gaz d'éclairage de l'hydrogène sulfuré qu'il contient au moyen de l'ammoniaque recueillie dans les laveurs. S. O'Neill, aux États-Unis, emploie dans ce but la liqueur ammoniacale du concentrateur coffey. A la température de 101°-102°, les eaux perdent 80 à 90 p. 100 de l'hydrogène sulfuré et 70 à 80 p. 100 de l'acide carbonique ; elles peuvent absorber à nouveau de l'hydrogène sulfuré si on les renvoie dans les laveurs ordinaires. La purification est complétée par le sesquioxyde de fer humide. On ajoute seulement aux appareils depuis longtemps en usage un échangeur de chaleur, dans lequel la liqueur chaude venant des appareils de distillation réchauffe la liqueur froide qui se rend à ces appareils, et aussi un refroidisseur.

On a proposé diverses méthodes pour débarrasser le gaz du sulfure de carbone qui s'y trouve. Depuis 1908, à Portland (Orégon), on chauffe le gaz entre 840° et 870° en lui faisant traverser des chambres garnies de cloisons de briques réfractaires chauffées au préalable par la combustion du pétrole. Une chambre s'échauffe pendant que le gaz circule dans l'autre et la refroidit. On change le sens du courant gazeux, quand la température est trop basse pour que se produise la réaction du sulfure de carbone avec la vapeur d'eau, réaction donnant de l'hydrogène sulfuré.

A Londres, à l'usine de la South Metropolitan Gas Co, une méthode imaginée par E. V. Evans est employée depuis 1913 ; elle utilise l'action catalytique du nickel dans la même réaction entre la vapeur d'eau et le sulfure de carbone. La substance catalytique, en forme de balles de 25 mm de diamètre, imprégnées de nickel obtenu en réduisant le chlorure par l'hydrogène, est placée dans un tube de 15 cm de diamètre et

de 3, 50 m de longueur. Le gaz traverse des tubes où il se chauffe à 400° environ, ce qui permet de maintenir une température de 430° environ dans le tube catalyseur. Après trente jours, il faut arrêter le courant de gaz et souffler de l'air pour brûler le charbon déposé qui est parfois en excès de 50 p. 100 sur la quantité calculée d'après le sulfure de carbone décomposé.

On a essayé, à Heidelberg, de traiter le gaz après avoir purifié du goudron, de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique, en lui faisant traverser un mélange de soude et de cellulose obtenu en traitant le sulfite de cellulose par une solution de soude. Cette matière passée dans un laminoir et réduite en poudre se place sur des claies dans des laveurs comme l'oxyde de fer. La cellulose sodique, au contact du sulfure de carbone, se change en xanthogénate de cellulose ou viscosé, qui sert à préparer des soies artificielles et des formylcelluloses employées dans la fabrication du celluloïde ininflammable.

Un ingénieur français, M. Guillet, a observé que l'oxyde de fer ordinaire, au-dessus de 25°, enlève environ un quart du sulfure de carbone contenu dans le gaz. Si l'on chauffe entre 100° et 130, on enlève plus de 67 p. 100 du sulfure de carbone. Il semble que cette observation pourrait fournir un moyen économique de purifier le gaz.

Hydrogénation des huiles et corps gras. — Elle a fait l'objet d'une communication très importante de M. GEORGE F. JAUBERT à la Société des Ingénieurs civils (séance du 15 mai). Comparer le rapport de la Chambre des Députés sur l'état de la savonnerie française à propos du projet de loi pour la réduction des droits sur les huiles de poissons destinées à être hydrogénées.

M. Jaubert a rappelé tout d'abord que la consommation des corps gras peut être estimée en France à 625 000 t se répartissant comme il suit : 50 000 t pour la stéarinerie, 175 000 t pour la savonnerie, 400 000 t pour l'alimentation.

Ces corps gras sont des éthers de la glycérine ; éther stéarique pour le suif, éther oléique pour l'huile d'olive, éther palmitique pour l'huile de palme, éther laurique pour l'huile de coprah.

Les acides de ces éthers se différencient par leur composition et leur point de fusion (1).

	Composition.	Point de fusion de l'acide.	Point de fusion de l'éther triglycérique.
Série grasse $C_nH_{2n}O_2$:			
Acide laurique	$C^{11}H^{23}.CO^2H$	43°,6	trilaurine. . 23°
Acide myristique.	$C^{13}H^{27}.CO^2H$	53°,8	trimyristine. 31°
Acide palmitique (acide margarique de Chevreul).	$C^{15}H^{31}.CO^2H$	62°,6	tripalmitine. 62°
Acide margarique	$C^{16}H^{33}.CO^2H$	59°,9	
Acide stéarique	$C^{17}H^{35}.CO^2H$	69°,3	tristéarine. . 71°
Acide arachique	$C^{19}H^{39}.CO^2H$	75°	triarachine . 75°
Série acrylique $C_nH_{2n-2}O_2$:			
Acide oléique	$C^{17}H^{33}.CO^2H$	14°	trioléine. . 10°
Série $C_nH_{2n-4}O_2$:			
Acide linoléique	$C^{17}H^{31}.CO^2H$	— 18°	

(1) Ceux-ci ont été relevés par le rédacteur dans le *Traité de chimie organique* de M. Berthelot.

On voit, à ce tableau, que les acides les plus fluides, donnant les éthers les plus fusibles, renferment moins d'hydrogène que les acides plus concrets.

Peut-on enrichir d'hydrogène les premiers et transformer, par hydrogénation, les corps gras liquides en corps gras solides? Oui, grâce aux procédés Sabatier et Sendrens plus ou moins modifiés. On fixe l'hydrogène en présence d'un catalyseur. 100 kg d'huile nécessitent environ 8 à 20 m³ d'hydrogène.

Aujourd'hui, plus de 25 usines utilisent ce procédé, dont deux viennent d'être établies en France.

« Les produits fabriqués à l'étranger sont avant tout des graisses comestibles, des saindoux artificiels et des matières premières pour la savonnerie. C'est que, d'une part, le bénéfice à réaliser dans la transformation des huiles de poisson en graisses comestibles est très grand et que, d'autre part, en ce qui concerne la savonnerie, on y fait le savon avec un mélange de suif et de résine, à l'encontre de la méthode marseillaise.

A ce sujet, il serait désirable de voir le Parlement français adopter la mesure appliquée récemment en Italie, c'est-à-dire la suppression du droit de 7 f sur les huiles de poissons.

En savonnerie, par contre, il est probable que les produits d'hydrogénation ne constitueront jamais qu'une partie, et peut-être une faible partie (25 p. 100 seulement) des matières premières utilisées. En effet le savon de Marseille n'est pas fait avec du suif et de la résine, mais uniquement avec le corps gras et l'alcali. Or les huiles durcies à fond donnent un savon insoluble et dur comme de la pierre.

Il est donc probable que les huiles durcies serviront surtout à faire des mélanges.

M. Jaubert termine en parlant des huiles solidifiées comme succédanés des graisses alimentaires et montre quel débouché énorme a devant elle la nouvelle industrie de l'hydrogénation des huiles et corps gras.

Absorption de l'humidité par les tissus. — L'examen d'une pièce de tissu qui s'était trouvée exposée à l'humidité chaude occasionnée par un dégagement de vapeur d'une chaudière a amené M. G. G. Bryant de Port Elizabeth, Afrique (voir *Chemical News* du 22 août 1913) aux conclusions suivantes.

Le tissu était un tweed Harris, doux et d'épaisseur moyenne. Six échantillons de 1 à 2 g furent pesés à part, puis séchés séparément pendant une demi-heure à 70°. Les pertes de poids furent pour l'échantillon exposé à l'humidité 13,96 et 12,78; pour ceux pris à l'extérieur de la pièce, 12,29 et 12,80; pour ceux pris au milieu 13,81 et 13,09. Ces proportions paraissent très élevées. Afin de les vérifier, on exposa les échantillons séchés à l'air humide pendant une nuit. Les poids originaux furent recouverts, à 5 mg près.

Donc un tissu de laine, conclut M. Bryant, peut absorber 12 à 14 p. 100 d'humidité.

M. W. M. Doherty, de Sydney (*ibidem*, 29 mai 1914), a trouvé régulièrement, pendant de longues années, une proportion moyenne de 10 p. 100, dans un tissu de laine ordinaire.

Des expériences faites sur des tissus variés lui ont donné, après séchage à 98° jusqu'à poids constant :

	État hygrométrique p. 100.	Températures	Humidité p. 100.
Serge diagonale	57	25°	9,81
Peigné lâche	57	25°	9,96
Tweed serré	57	25°	9,85
Laine de Berlin	60	23°,3	10,00
Blanket	63	23°,9	10,91
Tweed serré	89	24°,4	10,93
Blanket	85	23°,9	11,50

Le degré hygrométrique de l'atmosphère semble donc avoir son influence. A la suite d'une pluie d'été, M. Doherty a trouvé 13,7 p. 100, ce qui se rapproche des nombres trouvés à Port Elizabeth.

Sur l'application des hydrosulfites dans l'industrie sucrière. — Au Congrès de l'Association des Chimistes de Sucrerie qui s'est tenu en mars 1914 au siège de notre Société, M. L. DESCAMPS de Lille a exposé (voir *Bulletin de l'Association* de mai 1914, p. 859-860) dans une note courte quel est le développement actuel de cette application.

Il a rappelé d'abord que l'emploi des hydrosulfites en sucrerie a fait l'objet, il y a plus de trente ans, d'un brevet autrichien au nom de Becker.

Leur application est devenue classique en raffinerie, et M. L. Descamps regarde comme non exagéré de dire que 90 p. 100 du sucre raffiné est traité aujourd'hui par ces réducteurs.

En France et en Belgique, il a noté 52 sucreries faisant application de l'hydrosulfite de calcium, pendant la dernière campagne.

Un travail méthodique, des expériences soigneusement contrôlées, amèneront rapidement les fabricants de sucre à regarder les hydrosulfites comme le quatrième épurant classique, prenant définitivement la place qui lui revient à côté de la chaux, de l'acide carbonique et de l'acide sulfureux.

Pour obtenir le résultat désiré, il faut pouvoir titrer les hydrosulfites. Rien n'est plus simple au moyen de la liqueur de sulfate de cuivre ammoniacal. Avec 10 cm³ de cette liqueur dans un verre, avec une pipette de 1 cm³ divisée en centièmes pour couler la solution d'hydrosulfite dans le sulfate jusqu'au moment où la coloration passe brusquement du bleu au blanc, le titrage ne demande qu'une minute.

M. Descamps a offert de mettre à la disposition de l'Association, en dehors de toute idée de réclame, une somme de 2 000 f qui serait consacrée à récompenser, dans un but d'utilité industrielle et scientifique, les meilleurs travaux sur l'emploi des hydrosulfites en sucrerie (*Bull. de l'Ass.*, 1914, p. 707 et 828).

Pouvoir antiseptique du biiodure de mercure. — L'action toxicologique et bactéricide du biiodure de mercure a été étudiée par MM. H. STASSANO et M. GOMPEL (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1913 et 1914; *C. R. de l'Académie des Sciences*, 8 juin 1914). Ils ont constaté qu'elle est considérablement supérieure à celle des autres composés du mercure.

Leurs expériences n'ont porté, en ce qui concerne le pouvoir bactéricide, que sur des solutions très étendues et des cultures très faibles. Les solutions équimoléculaires de benzoate, de biiodure, de bichlorure et de cyanure de mercure étaient à $\frac{n}{25\,000}$, et les cultures de bactéries renfermaient $\frac{1}{200\,000\,000}$ de culture par cm³. Le B. coli a été choisi comme microbe test et le milieu de Drigalsky pour les ensemencements.

La conclusion de leurs essais est que le pouvoir bactéricide du biiodure dépasse de beaucoup celui du bichlorure, du benzoate et du cyanure. Il est, en particulier, dix fois supérieur à celui du bichlorure.

Sur les fours d'incinération pour ordures ménagères. — (*J. of the Soc. of chemical Industry*, 1914, p. 383-389.)

Au point de vue sanitaire, l'incinération des ordures ménagères est la seule méthode qui soit irréprochable actuellement. M. E. KOHLMANN rappelle que les premiers essais d'incinération des ordures des villes ont été faits en 1874, à Manchester, par Fryer; le premier type de four a été construit en 1876. Depuis lors, un grand nombre de fours d'incinération ont été établis en Angleterre sur le même principe, le chargement se faisant soit en arrière, soit par le haut.

Sur le Continent, l'incinération a débuté en 1896 à Hambourg. La grille du four Fryer a été remplacée par une plaque percée de nombreux trous coniques. Pour activer la combustion, on remplaça les injecteurs à vapeur par des ventilateurs.

A Cologne, Herbertz construisit en 1900 un four établi sur les mêmes principes, mais la grille du four n'a plus que 1,9 m de superficie au lieu de 2,97 m comme dans les fours Fryer; et l'on fait sur la grille plusieurs charges successives avant d'enlever le résidu.

Des usines d'incinération ont été établies en 1903 et 1904 à Bruxelles et à Zurich; puis en 1905 et 1906 à Fiume, Brünn et Kiel. On dispose quatre fours en un seul groupe.

En 1903, Hughes et Stirling, tous deux Anglais, établirent l'usine d'incinération de Frederiksberg (Danemark); ils adoptèrent la réunion des fours par groupes de quatre, les gaz d'un four passant à travers le suivant. Ce fut l'origine des grilles continues, dans lesquelles les divisions sont supprimées; et l'on a une seule grande grille dont les parties sont alternativement chargées et déchargées. Un four de ce genre a été installé aux États-Unis à Seattle. A Frederiksberg, on a conservé de petits murs de séparation pour diviser les résidus; afin d'éviter qu'ils ne soient rapidement détruits, on les refroidit par une circulation d'air. Finalement on conçut la grille en forme de rigole où l'air arrive par tous les côtés sur la masse à brûler; cette grille a été adoptée dans les fours de type anglais et dans ceux de Humboldt.

Les fours de type anglais ont une capacité de 20 à 24 t, ce qui exige un modus mécanique d'enlèvement des résidus. Ceux-ci se vitrifient et forment une masse épousant la forme de la grille. On l'enlève en plaçant dans la masse d'ordures une barre de fer terminée par une spirale et munie d'une poignée qui entraîne la masse de résidus au

moyen d'un treuil à chaîne (brevet de Heenan et Froude). Ce dispositif a permis d'augmenter la capacité des fours ; les quatre fours des groupes de Francfort-sur-le-Mein ont été remplacés par deux dont la dimension est doublée ; on arrive ainsi à traiter par jour et par groupe 40 à 50 t au lieu de 25 à 30. Herbertz a combiné des fours différant peu des fours anglais, ayant environ 2,5 m² de surface de grille, et traitant 20 à 25 t par 24 heures.

Comme les ordures contiennent une forte proportion de débris végétaux, on a pensé à les traiter dans des gazogènes. Dörr, à Wiesbaden, a construit un four, du reste mauvais, qui est un four à cuve en maçonnerie réfractaire toujours plein ; l'air est envoyé par un carneau à l'avant et au fond du four, et traverse la masse. La combustion est imparfaite et il reste dans les résidus 4 p. 100 de matière combustible. Depuis, on a employé des gazogènes circulaires à parois refroidies pour éviter l'adhérence des résidus sur les parois. Dans ces gazogènes, la combustion se fait en trois phases : 1° Échauffement jusqu'à 100° de la charge et évaporation de l'eau ; 2° Échauffement jusqu'à 500° et production de gaz ; 3° Gazéification du charbon restant. La perte de chaleur par le water jacket est de 3 à 4 p. 100 seulement.

A Stockholm et à Barmen, les résidus passent sur une grille et servent à chauffer l'air qui se rend dans la chambre de combustion des gaz fournis par le gazogène.

L'échauffement préalable de l'air servant à la combustion a été adopté également dans les fours d'incinération sur grille sans gazéification. L'inflammation s'obtient plus vite, la combustion est plus rapide, ce qui augmente le rendement. De plus, le résidu obtenu se vend pour remplacer le gravier dans le béton ou l'empierrement des routes.

Les usines où l'on emploie la gazéification vendent de la vapeur ou de l'énergie électrique.

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. HITIER

membre du Conseil.

LA RICHESSE DES FARINES EN GLUTEN

La quantité de gluten des farines boulangères, à Paris, tend à diminuer : le Syndicat de la Boulangerie de Paris a publié récemment dans son organe une statistique d'où il résulte que la moyenne décennale de la teneur en gluten des farines soumises à l'analyse de Paris a été :

	p. 100.
de 1869 à 1878.	9,73
de 1879 à 1888.	8,65
de 1889 à 1898.	8,27
de 1899 à 1908.	7,87
de 1913 à 1914 (5 premiers mois).	7,35

Quelles sont donc les influences qui interviennent dans les variations subies par la richesse des farines en gluten ? La composition des blés et les procédés de mouture. Les meuniers et les boulangers accusent alors, en général, la culture d'avoir maintenant recours à des variétés de blé et à des procédés de culture intensive qui fournissent des farines de moins en moins riches en gluten. Les agriculteurs protestent, en déclarant que les blés à grands rendements, cultivés aujourd'hui, valent les vieux blés de pays, semés seuls autrefois ; l'affaiblissement progressif du taux de gluten serait dû, dans ces conditions, comme le soutient, par exemple, M. Balland, aux transformations des méthodes de mouture.

La question est d'un grand intérêt pour les agriculteurs, les industriels meuniers et boulangers, les consommateurs enfin. Elle a été précisément l'objet, tout dernièrement encore, de la part de personnes très compétentes, d'une série de travaux et d'observations que nous voudrions essayer de résumer, tout au moins, dans ces Notes d'Agriculture.

M. J.-A.-F. Balland, dans une note présentée à l'Académie des Sciences (C. R. A. S., 20 avril 1914), s'attache à démontrer que la diminution des matières azotées dans les farines depuis quarante ans doit être attribuée surtout aux nouveaux modes de mouture, qui éliminent les germes et les parties de blé les plus azotées, à la blancheur des farines, qui nécessite un blutage plus parfait, à leur hydratation venant du mouillage exagéré des blés, qui facilite l'écrasement des grains, rend l'enveloppe siliceuse moins cassante, et favorise sa séparation.

Des documents obligeamment communiqués par M. Ch. Lucas, directeur du Mar-

ché des farines-fleur de Paris, ont permis à M. Balland de suivre les fluctuations du gluten depuis 1868. Ces documents sont d'autant plus comparables que les farines provenant de douze minoteries, fixées par le commerce, ont été examinées dans les mêmes conditions.

« De 1869, à 1880, on voit le gluten osciller entre 27,53 en 1878, et 30,34 en 1891, avec une moyenne de 29,1 (9,7 en gluten sec). C'est l'époque où les meules produisaient ces belles farines françaises restées sans égales pour la nuance, l'arôme, la saveur et le toucher.

« Pendant la période qui s'étend de 1881 à 1893, le gluten tombe à 25,1, avec un maximum de 26,84 en 1893, et un minimum de 23,44 en 1893.

« Pour la dernière période décennale, la moyenne a été de 24,7; le maximum de 26,8 en 1911, et le minimum de 23,1 en 1907.

« En groupant les farines d'après les récoltes à partir du mois de septembre, où les blés nouveaux font leur apparition sur les marchés, on a, pour les neuf dernières récoltes :

Récolte de 1905.	24,86
— 1906.	23,19
— 1907.	22,92
— 1908.	25,71
— 1909.	24,92
— 1910.	26,66
— 1911.	25,86
— 1912.	24,59
— 1913.	23,97

« La moyenne de gluten (24,74) n'a pas varié, mais les influences climatiques qui agissent sur la maturation des blés et le développement du gluten apparaissent plus nettement. L'année 1907 a été la plus défavorable au gluten (22,92), et l'année 1910 la plus avantageuse (26,6).

« Il s'agit là de farines de choix; dans les farines courantes, comme celles qui passent par le laboratoire du syndicat, on a vu qu'elles ont trop souvent moins de 7,5 de gluten sec.

« Toutes ces données n'offrent rien d'absolu, car il y aurait à tenir compte de l'apport variable des blés étrangers; elles établissent néanmoins que, depuis la substitution des cylindres aux meules, les farines ont perdu 2,2 p. 100 de gluten sec, soit, par kilogramme, 22 g de matières azotées, représentant en azote la valeur de 100 à 110 g de viande de boucherie. »

La valeur boulangère d'un blé, selon M. Schribaux, est fonction de deux circonstances principales : 1° les conditions climatiques qui ont procédé à son développement; 2° le choix des variétés; mais les influences climatiques sont de beaucoup prépondérantes. Chacun sait, en effet, dit M. Schribaux (S. N. A. F., 27 mai 1914), que les blés de Russie, d'Amérique, les « blés de force », comme les appellent les meuniers, que les blés durs d'Algérie sont les plus riches en gluten; cultivés aux environs de Paris, ils fournissent du grain qui ne différera pas sensiblement de celui de nos variétés courantes, et cela dès la première génération. On n'ignore pas davantage que, d'une année à l'autre, pour une même variété, le minotier constate des différences de qualité très grandes. En 1910, année chaude et sèche, le blé a mûri dans de

très bonnes conditions; il était très lourd, très sain, et se rapprochait des blés de force par sa teneur en gluten. Par contre, nous avons eu, en 1912 et 1913, deux années excessivement humides qui ont prolongé la durée de la végétation, et favorisé la production d'un grain riche en amidon; de plus, la récolte s'est faite dans de très mauvaises conditions, de sorte que, bien souvent, le minotier s'est trouvé en présence de blés qui n'étaient pas entièrement sains. Rien de surprenant, conclut M. Schribaux, que des plaintes se soient produites en boulangerie, et, pour ne pas contrevenir à une habitude qui leur est chère, à une habitude aussi vieille que les blés à grand rendement, ce sont ces derniers blés surtout que les meuniers ont incriminés.

L'influence prépondérante des conditions climatiques sur la richesse des farines en gluten a été tout récemment, du reste, précisée d'une façon très exacte par M. Vuafart, directeur de la Station agronomique du Pas-de-Calais, dans une note qu'en son nom M. Lindet a présentée à la Société nationale d'Agriculture (séance du 27 mai 1914).

Depuis 1905 la Station agronomique du Pas-de-Calais, à l'aide d'un broyeur et d'un convertisseur du modèle étudié par Aimé Girard et d'un planchister, poursuit des recherches sur les farines provenant des blés du département.

Ces farines sont toutes extraites de blés cultivés dans le Pas-de-Calais, la plupart dans la région d'Arras, pays de culture intensive. Les blés, en outre, appartiennent presque tous aux variétés actuellement en faveur. *Hybride inversable*, *Japhet*, *Trésor*, *Dattel*, *Nursery*, *Bon fermier*, etc.

Les moyennes, par année, des résultats des analyses des farines, provenant de ces blés et s'appliquant à plusieurs échantillons de plusieurs variétés, ont été les suivantes :

Richesse moyenne en gluten des farines du Pas-de-Calais	
à 60 p. 100 d'extraction.	
	p. 100.
Récolte de 1905.	9,3
— 1906.	8,2
— 1907.	7,3
— 1908.	7,7
— 1909.	8,6
— 1910.	8,9
— 1911.	7,4
— 1912.	8,1
— 1913.	7,6
Moyenne pour 143 échantillons. . . .	8,06

On voit que la richesse moyenne en gluten varie considérablement d'une année à l'autre, mais qu'elle ne paraît pas suivre une marche régulièrement descendante. Puisque de 7,3, en 1907, on est remonté à 8,9, en 1910, il n'y a pas de raison pour qu'une semblable augmentation ne se produise pas dans les années qui vont venir.

Il est indéniable que dans le Pas-de-Calais quatre des neuf derniers résultats ont donné des farines pauvres en gluten (au-dessous de 8 p. 100); notamment le fait s'est produit pour 1911 et 1913 et les farines de 1912 ne sont que passables. Cette succession de mauvaises années rend sans doute plus sensible le défaut de qualité dont on se plaint.

La culture intensive, ou la préférence accordée aux variétés nouvelles à grand rendement est-elle une cause d'appauvrissement des farines? M. Vuaflart répond que précisément les chiffres, cités plus haut, ne semblent pas l'indiquer, puisque, dans un pays de culture intensive et avec des blés à grand rendement, on voit, en certaines années, le gluten dépasser 8,5 et même 9 p. 100.

Le renouvellement de la semence ne paraît pas non plus avoir l'importance qu'on lui accorde; M. Vuaflart, en effet, a fait toute une série d'expériences dans lesquelles le même blé est ressemé, d'année en année, chez le même cultivateur, et où l'on voit la richesse du gluten des farines varier selon les conditions climatiques de l'année sans marquer de tendances bien nettes à la diminution.

M. Vuaflart a recherché encore comment s'établissent les moyennes annuelles de la richesse en gluten des farines du tableau donné plus haut; pour cela, il a considéré, à côté de ces moyennes, les minima et les maxima de l'année correspondante.

Si, dans chaque année, l'on appelle 100 la moyenne du gluten, les teneurs respectives de la farine la plus pauvre et de la farine la plus riche sont alors exprimées par les chiffres suivants :

Années.	Minima.	Maxima.
1905.	84	122
1906.	85	115
1907.	73	132
1908.	93	117
1909.	90	113
1910.	87	106
1911.	83	127
1912.	86	113
1913.	91	111
Moyennes.	86	117

« Rapportées à la moyenne de l'année, les limites entre lesquelles varie annuellement la richesse en gluten des farines ne sont donc pas très étendues. Le minimum est, environ, les 86 centièmes de la moyenne et le maximum oscille autour de 117 centièmes.

« Donc, lorsque dans une année la moyenne est peu élevée, les farines les plus riches ne sont pas très riches et les plus pauvres sont très pauvres. Exemple : en 1913, moyenne, 7,6; minimum, 6,9; maximum, 8,5. Inversement, dans une année à forte moyenne, toutes les farines sont relativement riches, même les moins favorisées. Exemple : en 1905; moyenne, 9,3; minimum, 7,8; maximum, 11,4.

« Si la culture intensive ou le choix des variétés avaient sur la composition des farines l'influence qu'on leur attribue, on n'observerait pas dans les blés d'une même année cette uniformité relative et les extrêmes s'écarteraient davantage des moyennes. Cette sorte de constance est, au contraire, une preuve de l'influence prépondérante des conditions climatiques de l'année. Il y a des années à gluten et d'autres où les farines sont pauvres, bien que la rumure, les variétés et le mode de culture restent identiques.

« L'étude des farines issues des blés du Pas-de-Calais montre donc que, comme le constate le Syndicat de la Boulangerie de Paris pour des farines provenant de la

France entière, la richesse en gluten est souvent peu élevée depuis une dizaine d'années et notamment depuis trois ans. Mais elle ne permet pas de dire que la teneur en gluten soit en baisse régulière et continue. Elle met en évidence l'influence prépondérante des conditions climatiques sur la richesse des farines et fait ressortir que la succession de trois années déficitaires, 1911, 1912 et 1913, rend plus visible une pauvreté qui n'est, sans doute, que passagère et qui disparaîtra quand les saisons reviendront à des caractères plus normaux. »

Ces faits, signalés pour la France, à cause des conditions météorologiques anormales des dernières années, l'ont été aussi dans nombre d'autres pays. Ainsi, en Hongrie, se poursuivent des recherches actuellement sur la sélection des blés indigènes qui ont toujours été considérés comme remarquables par leur composition et leur richesse en gluten. En 1912, 1913, des blés hongrois sélectionnés, « classés comme types d'élite du froment hongrois », ont donné des farines pauvres en gluten ; or M. Kosutany a soin de faire remarquer que ces résultats doivent être attribués aux conditions météorologiques anormales de l'année, « la maturation ayant eu lieu dans une saison pluvieuse, humide et froide, la formation d'amidon dans le grain a duré beaucoup plus longtemps qu'elle ne l'eût fait dans une saison normale et chaude ». (*Bulletin des Renseignements agricoles de l'Institut international d'Agriculture*, décembre 1913) (1).

Ces questions de la composition des blés et des influences diverses auxquelles il faut attribuer les variations que l'on observe dans la teneur en gluten pour une même variété de blé, suivant les années et les conditions de culture, ont été l'objet de nombreux travaux parmi lesquels nous devons rappeler ici le mémoire extrêmement important de M. Aimé Girard, complété et publié après sa mort par M. Fleurent dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* (décembre 1899) : *Recherches sur les blés français et étrangers*. Dès 1896 (C. R. A. S.). M. Balland, après l'examen de 300 échantillons de blé de provenance authentique représentant la moyenne des principaux blés du marché français, était amené à formuler un certain nombre de conclusions relatives aux influences qui agissent sur la composition des blés, et entre autres celles-ci :

« La composition des blés est étroitement liée au climat, au sol et au mode de culture. Les pays chauds sont plus favorables au développement de la matière azotée, mais il y a des exceptions (blés d'Égypte). Dans les pays à climats variés tels que

(1) En Amérique et spécialement aux États-Unis la question a été aussi étudiée avec soin, et entre autres MM. Le Clerc J. A. et Yoder P. A. ont recherché quelles peuvent être les influences exercées par le milieu sur les caractères physiques et chimiques du blé ; ils ont, tout d'abord, dans un premier travail, constaté que la composition du blé et ses caractères physiques ne se fixaient pas beaucoup par hérédité ; et dans de nouvelles expériences ils ont voulu distinguer entre les effets du sol et ceux du climat en transportant des échantillons de terre de 25 pieds carrés (23 226 cm²) de surface sur 3 pieds (91,44 cm) de profondeur, par échange réciproque de l'une à l'autre de trois localités situées dans le Maryland, le Kansas et la Californie, régions à conditions climatiques fort différentes ; un même blé a été cultivé dans ces sols et l'on y a constaté comme moyenne de la protéine, en

Californie.	Kansas.	Maryland.
13,11	18,83	12,43

L'influence du climat apparaît ici très nette, puisque, dans ces trois stations, la même variété de blé était cultivée dans trois lots de terres identiques. (*The Journal of Agricultural Research*, vol. 1, n. 4, pp. 273-291. Washington, D. C. janvier 1914, analysé dans le *Bulletin mensuel des Renseignements agricoles et des Maladies des plantes de l'Institut international d'Agriculture*, avril 1914.

la France et les États-Unis, les plus fortes proportions d'azote se rencontrent dans les blés des régions les plus chaudes, et l'on sait que les années de chaleur et de sécheresse produisent des blés plus riches en gluten que les années froides et humides.

« Comme exemple de l'influence simultanée du climat et du sol, nous avons le blé dur de Bordeaux, plus azoté dans la Gironde que dans les départements du Jura, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise et de l'Yonne où nous l'avons retrouvé. Un autre exemple plus frappant nous est fourni par un blé d'origine française, récolté à La Plata. Ce blé contient plus de 13 p. 100 de matière azotée; c'est une proportion que nous n'avons retrouvée dans aucun blé en France.

« L'influence de la culture se manifeste sur les blés d'Aubervilliers, récoltés dans des terrains où les maraîchers utilisent de préférence comme engrais les gadoues de Paris. Ces blés renferment plus de matière azotée que les blés de même espèce semés en Seine-et-Oise; et il est à noter que l'on ne relève rien d'anormal pour les cendres, ce qui exclut tout rapprochement entre les matières azotées et les matières salines.

« D'autres causes peuvent encore modifier la composition des blés : on doit tenir compte de l'état d'homogénéité de la denrée; les gros grains n'ont pas exactement la composition des petits; on trouve aussi des écarts suivant la nuance, de sorte que, par un triage approprié, on peut retirer d'un même échantillon de blé des grains qui présentent une composition différente. Les grains les plus blancs sont toujours moins azotés que les grains foncés, généralement plus durs. »

En 1901 (S. N. A. F., séance du 30 janvier), M. Philippe de Vilmorin constatait que, dans les années que nous venions de traverser, et qui avaient été caractérisées dans les environs de Paris par une sécheresse prolongée au moment de la formation et de la maturation du grain, les blés tendres eux-mêmes avaient affecté souvent l'apparence glacée et la texture cornée propre aux blés durs, de telle sorte que non seulement leur couleur était indéfinissable, mais encore leur forme tellement modifiée qu'on avait peine à les reconnaître.

Les modifications profondes, que peuvent subir les blés tendres dans notre climat sous l'influence de conditions spéciales, ajoutait-il, sont très ordinaires lorsque les mêmes variétés sont cultivées dans des climats normalement secs, et M. Ph. de Vilmorin fut ainsi amené à rechercher si, à ces modifications extérieures ne correspondaient pas des changements parallèles dans la composition intime du grain, et si, par exemple, des blés, prenant accidentellement une apparence analogue à celle des blés durs, ne se rapprochaient pas, en même temps, de ces derniers par leur plus grande richesse en gluten.

Le résultat des analyses qu'il fit exécuter lui permit d'affirmer qu'il en était bien ainsi. Existe-t-il donc alors une relation nette entre les qualités physiques d'un blé, c'est-à-dire sa densité, sa forme, sa texture et sa richesse en gluten ?

M. de Vilmorin distingue, bien entendu, la densité réelle de la densité apparente, telle que cette dernière résulte du poids de l'hectolitre, mais qui peut varier suivant le tassement plus ou moins grand des grains. Déterminant la densité réelle par la méthode du flacon, il constata qu'il n'y avait pas, à proprement parler, de relation nette entre la densité d'un grain et sa richesse en gluten. Il n'y a qu'une concordance simplement approximative.

Quant à la forme des grains de blé, celle-ci est très variable, non seulement pour

des classes différentes de blés, mais dans une même variété. Toutefois, d'une façon générale, plus long est le grain de blé plus riche est le grain en gluten ; cela s'explique puisque c'est à la surface que sont concentrées les réserves azotées et que la sphère est de tous les solides celui qui, pour le même volume, présente la moindre surface.

Au point de vue de la forme et de la richesse en gluten on peut classer les blés dans cet ordre : blés durs, blés tendres, blés poulards.

Si on désigne par L la longueur du grain, et l sa largeur, on remarque que pour une même variété, L , c'est-à-dire la longueur, est un nombre à peu près constant ; l , la largeur, est variable et plus le rapport $\frac{L}{l}$ est grand, plus grande est la richesse en gluten d'un blé.

Bien qu'il n'y ait pas là encore de règle absolue, cependant la contexture farineuse est l'indice d'un blé pauvre : c'est le cas des blés tendres ; la contexture cornée, qui est celle des blés durs, indique une plus grande richesse en gluten.

Mais ce qu'il faut remarquer avant tout, c'est que la densité, la forme, la contexture ne sont pas des caractères absolus d'une variété de blé. Ces caractères extérieurs, en effet, se modifient avec les conditions du sol et du climat, et avec eux varie la richesse des blés en gluten, richesse qui, dès lors, dépend moins de la variété même du blé que des conditions naturelles dans lesquelles on le cultive.

M. Schribaux, dans cette même séance, (S. N. A. F. 30 janvier 1901) confirmait les observations de M. Ph. de Vilmorin, en constatant que l'influence du milieu dans lequel se développe le blé l'emporte beaucoup sur celle de la variété.

La richesse d'un même blé en azote est très variable, disait-il : elle dépend beaucoup plus des conditions dans lesquelles il s'est développé que de la variété à laquelle il appartient.

« Toutes les circonstances, qui aboutissent à une réduction de durée de la période végétative du blé, favorisent la formation des matières azotées : les blés du Midi l'emportent sur ceux du Nord, les blés des climats continentaux sur ceux des climats maritimes dont la période végétative est bien plus longue, et, sous un même climat, on trouve plus d'azote dans les blés précoces que dans les blés tardifs, dans les blés de printemps que dans les blés d'hiver, en année chaude et sèche plus qu'en année humide.

« Les différences de structure et de richesse, observées dans un lot entre les grains de blé de même variété, ne sont pas héréditaires. Les récoltes fournies par les grains vitreux riches en azote possèdent la même composition que celles qui proviennent des grains farineux. »

En résumé, le climat paraît bien être le facteur dont l'influence est la plus considérable sur la composition des blés et leur richesse en matières azotées.

Comment peut-on donc expliquer cette importance des conditions climatiques ?

C'est que l'amidon se forme presque en totalité dans les dernières semaines de végétation du blé, et que sa production est alors influencée à la fois par l'éclairement et par l'époque de la moisson. Pour une même quantité de matière azotée à l'hectare, la farine sera riche ou pauvre en gluten, selon que les circonstances auront été défavorables ou favorables à la formation de l'amidon, dit très bien M. Vuaffart. Les

recherches de Dehérain, sur l'origine de l'amidon du grain de blé ont très nettement mis en lumière ce point important; il n'est pas inutile de les rappeler ici, à propos des discussions qui ont eu lieu sur la composition des farines et la valeur de nos blés ces dernières années.

Quand on suit le développement du blé pendant toute la durée de sa végétation, on reconnaît que les deux principes essentiels du grain, la matière azotée et l'amidon se forment à des époques différentes.

La matière azotée est presque complètement élaborée au moment où commence la maturation. Isidore Pierre a constaté, en 1864, que l'azote des albuminoïdes contenus dans la récolte d'un hectare, s'élevant à 89,95 kg le 22 juin, ne pesait plus que 84,59 kg le 6 juillet et 78,58 kg le 28 juillet; loin de s'accroître pendant les dernières semaines, la matière azotée a diminué sans doute par la chute des organes qui la renferment. MM. Berthelot et André ont constaté que la quantité d'azote contenue dans un pied de blé restait constante du 2 juin au 6 juillet.

Si la matière azotée n'augmente pas dans la plante entière, elle s'y déplace constamment; l'analyse séparée des divers organes permet de suivre l'ascension de l'azote montant des feuilles du bas aux feuilles supérieures, arrivant dans les tiges pour finir par se concentrer dans le grain; la matière première du gluten est donc élaborée pendant la première partie de la vie du blé.

Il n'en est plus ainsi pour l'amidon: on ne voit, à aucun moment de la végétation, des réserves amylacées se produire dans les feuilles de blé, comme il s'en fait dans celles des pommes de terre, du tabac, de la vigne, etc. On ne peut pas non plus constater la présence de réserves solubles et cependant, très vite, pendant les dernières semaines, l'amidon s'accumule dans les grains; en calculant pour un hectare, Isidore Pierre dose 651 kg le 6 juillet, 1 171 kg le 15 et 1 738 le 25, au moment de la moisson.

Dehérain trouve à Grignon, pour la mauvaise récolte de 1881, 54 kg d'amidon à l'hectare le 13 juin, 1 031 le 16 juillet et 1 220 kg le 23.

Puisqu'il n'existe pas, dans le blé, de réserves d'hydrates de carbone, l'amidon du grain doit provenir d'une élaboration de matière nouvelle; mais ici se présente cette difficulté qu'en juillet les parties du blé encore vertes sont singulièrement restreintes; les feuilles du bas sont complètement desséchées; celles du haut le sont partiellement: en réalité il ne reste plus guère de vivant que les folioles des épillets et le haut des tiges; Dehérain a cherché si ces organes étaient encore capables de décomposer l'acide carbonique aérien et de former les hydrates de carbone, et il fit à ce sujet une série de curieuses expériences (1), desquelles il résulte nettement que les tiges remplissent dans le blé une fonction dévolue aux feuilles dans les autres espèces; et c'est tardivement, quand celles-ci ont déjà perdu leur vitalité, que les tiges les suppléent et restent aptes à élaborer le principe qui contribue à donner au blé sa valeur alimentaire.

Mais cette production tardive d'amidon ne peut avoir lieu que si les tiges restent vertes; si elles sont prématurément desséchées par une insolation trop constante, la récolte est diminuée par une formation insuffisante d'amidon.

(1) *Traité de chimie agricole* de Dehérain, 2^e édition, 1902, p. 355 et bulletin S. N. A. F., 20 novembre 1901.

M. Dehérain citait souvent les récoltes de 1888 et de 1889 comme exemples de l'influence des saisons sur l'abondance des récoltes et la composition du grain. En 1888, à Grignon, l'été avait été pluvieux, on moissonna au milieu d'août et cette maturation tardive fut extrêmement favorable à la terre un peu sèche des champs d'expériences : on a obtenu, cette année-là, sur les meilleures parcelles, la valeur de 60 hl.

Le grain, bien constitué, renfermait 12,60 de gluten et 77,2 d'amidon. En 1889, au contraire, le mois de juillet a été brûlant, la maturation précipitée, on a moissonné trois semaines plus tôt qu'en 1888; le grain renfermait 13,3 p. 100 de gluten et seulement 61,9 d'amidon. Si on calcule la quantité de matières azotées contenues dans les deux récoltes, on les trouve à peu près semblables; mais en 1889, la quantité d'amidon produite à l'hectare a été beaucoup moindre et le poids de la récolte s'en est ressenti.

	Blé à épi carré Sholley	
	1888.	1889.
Poids du grain.	3 484 kg	2 922 kg (à l'hectare)
Matières azotées.	439 kg	447 kg
Amidon	2 689 kg	1 898 kg

* * *

Les observations précédentes montrent quelle est l'influence des saisons, des conditions météorologiques sur la composition des blés et des farines; des années anormales, avec prolongation de la durée de la végétation et pluie au moment de la récolte, viennent de se succéder pendant lesquelles la farine des blés indigènes n'a pas eu les qualités que recherchent meuniers et boulangers; aussitôt ceux-ci ont incriminé non pas le temps, non pas les procédés de mouture, mais les nouvelles variétés, que sèmerait maintenant l'agriculteur français. « C'est, disait M. Schibaux, une habitude qui leur est chère, une habitude aussi vieille que les blés à grands rendements. » Et de fait, lorsque de nouveaux blés apparaissent sur un marché, meuniers et boulangers sont tout naturellement inclinés à les déprécier parce qu'ils ne les connaissent pas, et qu'ils espèrent, en les dépréciant, les obtenir à meilleur compte.

A vrai dire aussi, meuniers et boulangers sont jusqu'à présent ou plutôt étaient jusqu'à présent absolument incapables de se prononcer exactement sur la valeur industrielle d'un blé donné; mais leurs assertions ont été bien souvent contredites lorsqu'elles ont été contrôlées par l'expérience dans les conditions ordinaires de la pratique.

M. Schribaux n'a cessé, depuis plus de quinze ans, d'appeler l'attention de ses collègues de la Société nationale d'Agriculture sur cette question et sur la nécessité d'expériences suivies avec une rigoureuse méthode, d'un commun accord entre agriculteurs, meuniers et boulangers, pour arriver à se rendre compte exactement de la valeur des blés. Les expériences, faites jusqu'ici en France et en Allemagne, montrent du reste que presque toujours les récriminations des meuniers, contre les blés nouveaux à grands rendements, étaient tout à fait mal fondées.

Lorsque dans la plaine de Caen, les agriculteurs se mirent à cultiver à la place des vieux blés de pays *Franc blé* et *blé Chicot*, des variétés nouvelles à beaucoup plus grand rendement : *Japhet*, *Bordier*, *Gatellier*, etc., les meuniers de la région refusèrent d'acheter ces derniers ou ne les achetaient qu'à un prix inférieur, prétextant leur mauvaise qualité.

M. Martin, alors professeur départemental d'agriculture du Calvados, avec la collaboration de deux industriels compétents, M. Anger de Bully, minotier, et M. Jouenne, président du Syndicat des boulangers de Caen, soumit ces différents blés à des essais de mouture et de panification. Or, le *Franç blé*, réputé excellent parmi les meuniers et les boulangers, fournit de la farine et du gluten de moins belle apparence, du pain moins développé, moins blanc et moins savoureux que le *Bordier*, le *Gatellier* et le *Japhet*.

M. Schribaux rappelait en 1903 (*Bulletin de la Société nationale d'Agriculture*, octobre 1903, p. 644) des expériences de même ordre faites en Allemagne et particulièrement frappantes.

Dans les terres fertiles et bien cultivées du Nord de l'Allemagne, du Danemark, de la Suède méridionale, le blé le plus cultivé, à cause des grands rendements qu'on en obtient, est le fameux blé à épi carré, le *Shirriff*, qui a eu bientôt fait de supplanter toutes les vieilles variétés locales. Mais si les cultivateurs en exaltaient le mérite, les meuniers s'accordaient pour le ranger parmi les blés médiocres. Il y avait donc un intérêt de premier ordre à rechercher dans quelle mesure le jugement défavorable, porté par la meunerie, était justifié. C'est ce que fit la Chambre d'Agriculture du Brandebourg en le soumettant à des expériences de mouture et de panification. Afin que celles-ci présentent les plus grandes garanties d'exactitude et de sincérité, la Chambre d'Agriculture sollicita le concours du Syndicat de la Meunerie allemande, lequel se chargea de faire exécuter le travail de mouture, de déterminer la valeur marchande de la matière première et celle des produits obtenus. La direction des expériences fut confiée à M. Fischer, professeur d'agriculture à l'Université de Leipzig, qui, avec l'aide de ses assistants, exerça sur toutes les opérations un contrôle minutieux. Afin de se rapprocher des conditions de la pratique, on ne broya pas moins de 30 quintaux de chaque variété dans un moulin à cylindres possédant l'outillage le plus perfectionné.

La Chambre d'Agriculture demanda au Syndicat de procurer à la Commission, d'une part, un blé à grands rendements, réputé impropre à fournir de la farine que le boulanger puisse employer seule; d'autre part, deux blés étrangers de variétés réputées de bonne qualité. Le Syndicat livra du *Shirriff*, du *Red Winter* et deux lots de *Kansas*. De son côté la Chambre d'agriculture fournit un second lot de *Shirriff* (n° 2) récolté après betteraves, un blé de pays, du blé inférieur de La Plata et enfin du *Walla-Walla*, variété américaine médiocre, pauvre en gluten et cependant souvent importée en Europe.

Les blés, travaillés dans les conditions ordinaires de mouture, les farines en furent confiées à deux experts meuniers qui établirent le classement suivant :

1. M. Festner.	Valeur marchande du quintal (marks).		II. M. Marmuth.
Shirriff n° 2.	22,60		Shirriff n° 1
Shirriff n° 1.	22,40		Shirriff n° 2
Blé de pays.	22,20		Walla-Walla
Red Winter.	21,60		Red Winter
Walla-Walla.	21,50		La Plata
Kansas n° 1.	21		Blé de pays
Kansas n° 2.	21		Kansas n° 1
La Plata.	20,60		Kansas n° 2

Pour les essais de panification ce furent encore des professionnels, les représentants les plus autorisés de la boulangerie, qui furent chargés de fabriquer le pain et de donner leur avis sur la qualité.

Bien entendu tous les produits, soumis à l'appréciation des experts meuniers ou boulangers, portaient simplement des numéros sans indication d'origine.

La question de panification était de beaucoup la plus délicate : en effet, le goût des consommateurs varie d'une région à l'autre et, dans une même région, dans une même ville, avec la nature de la clientèle. Afin de tenir compte de ces différences, l'expérience fut poursuivie, à la fois, à Berlin, à Leipzig, à Chemnitz et, dans chaque ville, chez deux boulangers possédant des clientèles n'ayant pas les mêmes exigences.

Les appréciations des boulangers confirmèrent pleinement celles des meuniers : ceux-ci avaient assigné la première place aux deux lots de *Shirriff*, les boulangers la leur conservèrent. En définitive, disait M. Schribaux, l'expérience renversa complètement les idées admises concernant la valeur industrielle du *Shirriff*; elle a conduit à des résultats diamétralement opposés à ceux qu'on attendait.

La détermination de l'origine des farines, dans cette expérience, mérite une mention spéciale. A Berlin, à Leipzig et même à Chemnitz où l'on a cependant l'habitude de boulanger des farines hongroises, celle du *Shirriff* n° 1 fut prise pour de la farine américaine; une fois aussi, on a attribué la même origine au *Shirriff* n° 2. Par contre, dans deux villes les boulangers ont prétendu que la farine de *Red Winter* était une farine indigène; dans la troisième les boulangers n'en ont pas accusé de provenance. Celle du *Kansas* fut prise à Berlin pour de la farine d'un blé de Mecklembourg; à Leipzig, on la qualifia de farine hongroise, en ajoutant qu'étant donnée l'apparence du pain, elle pourrait bien, après tout, provenir d'un blé *Shirriff*! Bref, concluait M. Schribaux, ce fut la confusion la plus complète.

Le Conseil supérieur d'Agriculture allemand invita, à la suite de ces expériences, les gouvernements confédérés de l'Allemagne à répéter les essais de la Société d'Agriculture du Brandebourg, à mettre en concurrence les blés indigènes avec les blés d'importation recherchés par l'industrie locale. Le Wurtemberg répondit à cet appel, et M. Schribaux rendit compte des résultats obtenus dans cette nouvelle épreuve, effectuée, comme la précédente, par des hommes du métier (Bulletin S. N. A. F. juillet 1904).

Deux faits principaux se dégagèrent des essais de mouture.

1° Le rendement total en farine et le rendement en farine fleur se trouvèrent être sensiblement les mêmes dans les blés de pays et dans les blés exotiques.

2° La mouture des blés indigènes laissa au meunier un bénéfice plus élevé que celle des blés étrangers.

Somme toute, exactement les mêmes conclusions que celles auxquelles avaient abouti les expériences de la Société du Brandebourg.

La meunerie, évidemment, n'a pas su toujours garder la mesure vis-à-vis des nouveaux blés : elle a eu le tort de les déprécier systématiquement, de confondre dans une même réprobation des variétés de valeurs très différentes; mais l'agriculture n'a certes pas la prétention ridicule d'imposer à la meunerie et à la boulangerie des blés et des farines qui ne leur conviennent pas. « Que leur demandons-nous ? Tout simplement de ne plus se payer de mots et d'en finir avec des affirmations qui ne re-

posent sur rien de précis, affirmations souvent contradictoires et qui déroutent les travailleurs à la recherche des variétés améliorées. Nous leur demandons surtout de faire la lumière complète sur les mérites et sur les défauts des variétés aujourd'hui les plus recherchées; celles-ci sont tellement nombreuses, elles proviennent de sources si différentes, que nous en découvrirons bien quelques-unes d'irréprochables: pour celles qui sont défectueuses, il n'est pas téméraire d'affirmer que nous parviendrons à les refaçonner, à les améliorer dans un temps assez court.

« Que les meuniers et les boulangers joignent leurs efforts à ceux des cultivateurs, au lieu de se regarder en frères ennemis; qu'ils entreprennent en commun des expériences, et bientôt, j'en suis convaincu, les questions, qui les divisent aujourd'hui, recevront une solution conforme à leurs intérêts respectifs, conforme également aux intérêts du consommateur, lequel mérite bien qu'on songe un peu à lui. »

Espérons que ce programme, tracé par M. Schribaux, il y a dix ans, recevra enfin bientôt son application, puisque la question revient aujourd'hui plus actuelle que jamais; le Syndicat de la Boulangerie, du reste, a déjà chargé MM. Arpin et Blaringhem d'étudier la question de l'amélioration des blés indigènes, et comme les beaux travaux de M. Arpin, après ceux d'Aimé Girard et de M. Fleurent, permettent, aujourd'hui, d'estimer rapidement la valeur boulangère d'une farine (1), il faut espérer que des conclusions nettes, apportant toute clarté dans cette question de si haute importance, pourront bientôt être données.

H. HITIER.

(1) M. Arpin a, en effet, montré que quand le gluten hydraté, obtenu par malaxation au contact de l'eau, renferme 66 p. 100 d'eau, la farine dont il provient se prête très bien à la panification et fait un plus beau pain; qu'au-dessous, comme au-dessus de cette limite, la pâte se travaille mal. (M. Lindet, *Bulletin de la S. N. A. F.*, mai 1914, p. 573.)

NOTES DE MÉCANIQUE

Les chargeurs automatiques pour foyer de locomotives. — La question du chargement mécanique des foyers de locomotives a pris une très grande importance aux États-Unis à cause de l'augmentation extraordinaire de la puissance des locomotives en service et par suite des énormes surfaces de grilles qu'elles possèdent. Un seul chauffeur ne peut guère charger à la pelle plus de 2 500 kg de charbon par heure, or, en laissant de côté les types spéciaux, un grand nombre de locomotives américaines ont des grilles de 4 500 à 5 000 m² de surface sur lesquelles, au taux, d'ailleurs souvent dépassé, de 500 kg par mètre carré et par heure, le chauffeur devra charger 2 250 à 2 750 kg de charbon par heure; la limite du rendement d'un seul homme est donc atteinte sinon dépassée; c'est pourquoi les Américains, peu disposés à admettre un deuxième chauffeur sur la machine pour des raisons de discipline et d'économie, ont été les premiers à étudier la question des chargeurs automatiques; d'ailleurs, on peut la considérer comme étant actuellement chez eux en plein développement pratique; au point de vue de l'économie de combustible les avis sont partagés, cependant, lorsque le charbon est en petits morceaux et friable, il est probable que, comme le chargeur mécanique ne nécessite pas l'ouverture de la porte du foyer, la perte par combustible non brûlé est moindre et la température plus uniforme dans le foyer.

La Compagnie du Pennsylvania Railroad a pris une part prépondérante au développement des chargeurs mécaniques; en juillet dernier, elle avait déjà 300 appareils en service et d'autres en commande. Cette compagnie a entrepris dernièrement des essais à Altoona avec une locomotive Pacific (4-6-2) ayant une surface de grille de 5,38 m² sur laquelle on a chargé mécaniquement de 950 à 4 400 kg de charbon par heure. La pression a parfaitement été maintenue et au taux de combustion normal, le chargeur mécanique a donné des résultats au moins aussi bons que ceux que peut obtenir le chauffeur le plus habile.

Les essais en service, sur un parcours de 183 km avec le wagon-dynamomètre, ont fourni un effort de traction de 8 à 10 p. 100 supérieur; cette augmentation est due à la faculté qu'a le chargeur mécanique de charger un poids de combustible supérieur qui cependant brûle économiquement; on a constaté une vaporisation de 5 p. 100 supérieure par kg de charbon. Sur les parcours à faibles déclivités, les locomotives avec chargeur mécanique peuvent remorquer une charge de 15 p. 100 plus forte que les locomotives alimentées à la main.

La Compagnie du Baltimore and Ohio fait remorquer sur la même ligne 5 300 t à ses locomotives à chargeur mécanique et 5 000 aux mêmes machines non munies. M. Angus Sinclair, à la dernière séance des Ingénieurs de chemins de fer américains, a cité deux parcours d'expérience effectués sur ce réseau : un train de marchandises rapide de 3 500 t remorqué à la vitesse de 80 km/h sur un parcours de 160 km et un

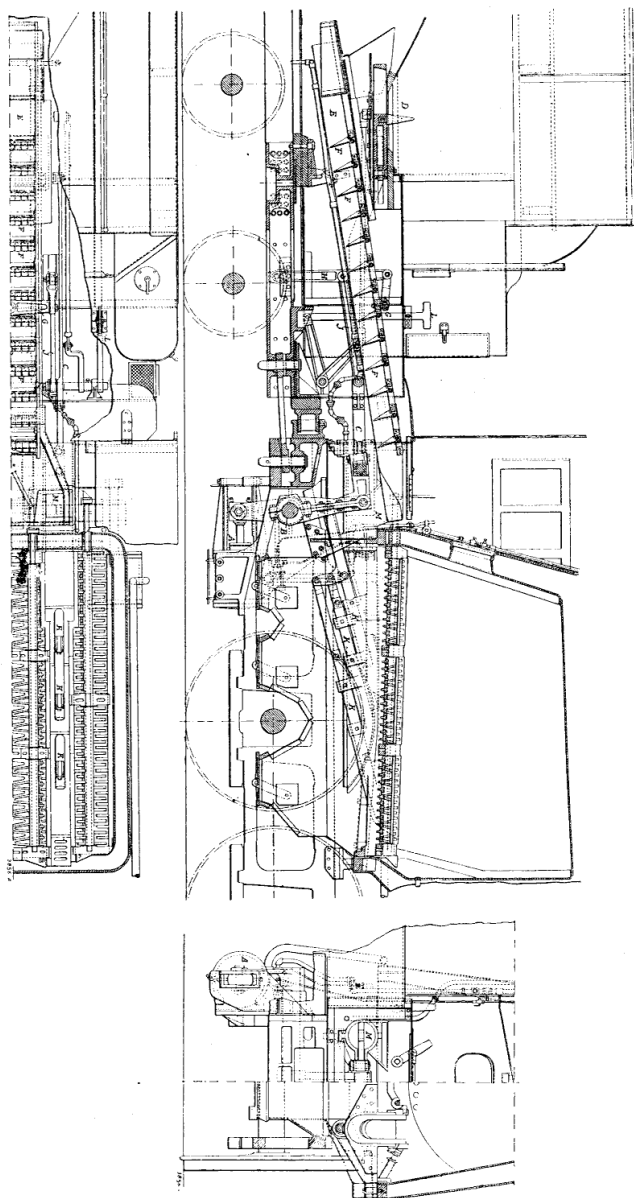


Fig. 1 à 4. — Chargeur mécanique, système Crawford (1).

(1) *Engineering*.

train de 6 000 t remorqué dans d'excellentes conditions par des locomotives munies de chargeurs mécaniques.

Au point de vue des avaries en service des chargeurs mécaniques, elles sont fort peu fréquentes, car la Compagnie du Pennsylvania fait connaître dans un rapport que sur 60 voyages consécutifs effectués avec des locomotives Pacific munies de chargeurs mécaniques, un seul a été fait avec chargement à la main à cause d'avaries au chargeur, pendant les 59 autres, le chargeur a fonctionné sans interruption; dans le service des marchandises avec équipes banales le pourcentage des voyages effectués avec char-

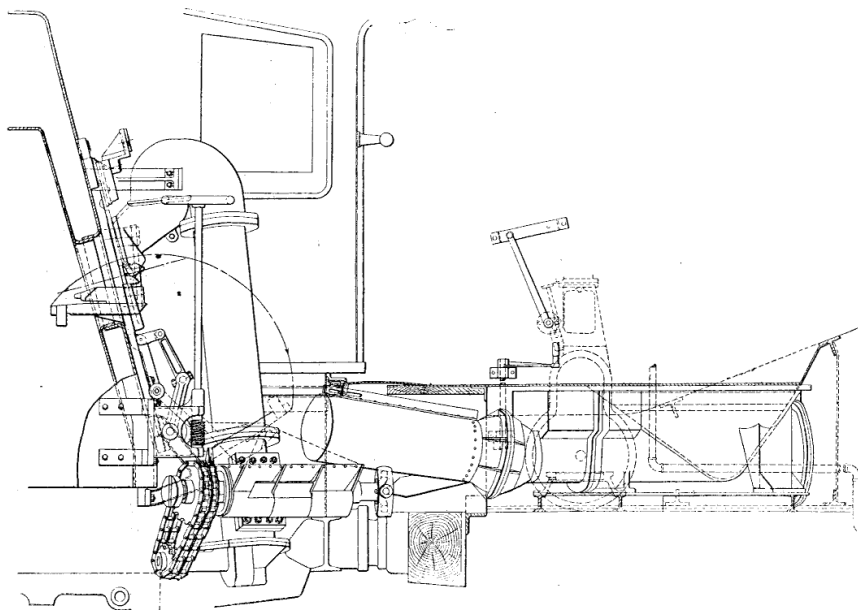


Fig. 5. — Chargeur mécanique, système Hanna (1).

gement mécanique s'élève à 97,3 p. 100 du nombre total de voyages. Le chargeur mécanique exige bien entendu que la préparation du feu soit faite à la main au moment de l'allumage, mais la locomotive une fois en marche normale, il paraît fonctionner avec une sécurité comparable à celle que procurent les divers appareils spéciaux montés sur les machines.

Ces résultats sont fort intéressants, d'autant plus qu'il n'y a pas plus de deux ans qu'on a examiné la possibilité d'employer des chargeurs mécaniques, et que maintenant leur extension est probable, sinon assurée pour certains cas.

Les appareils employés en Amérique sont en général de deux sortes : le système d'alimentation par en dessous employé par la Compagnie du Pennsylvania Railroad et

(1) *Railway Age Gazette*.

le système dit de projection employé par les Compagnies Baltimore and Ohio, Norfolk and Western, Chesapeake and Ohio et d'autres.

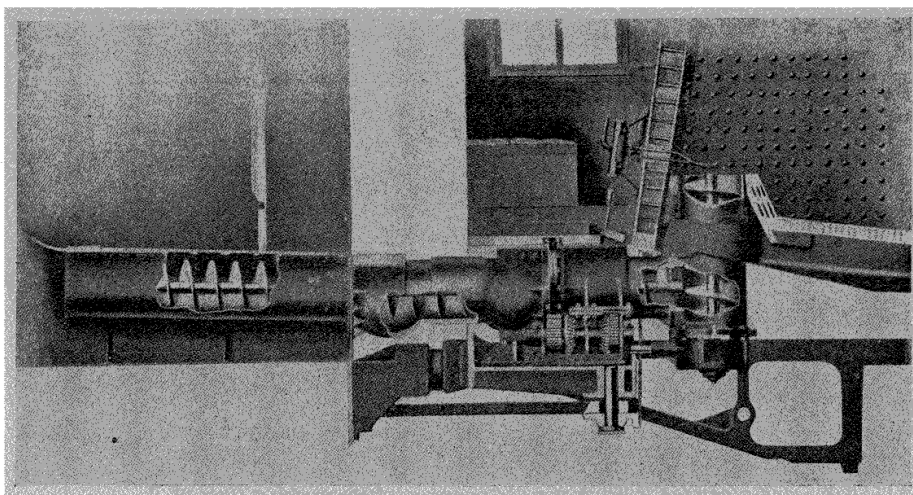


Fig. 6. — Chargeur mécanique, système Standard (1).

Parmi les appareils les plus employés, on peut citer dans la première catégorie

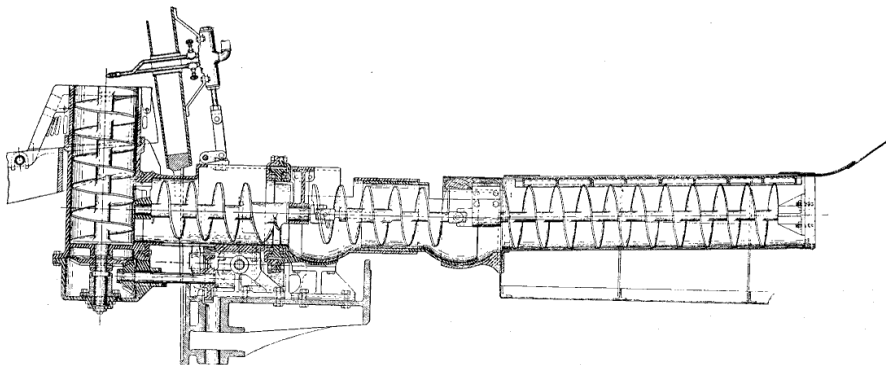


Fig. 7. — Chargeur mécanique, système Standard.

celui de Crawford et dans la deuxième ceux de Gee, Hervey, Hanna, Standard, Street, Rait.

Le chargeur mécanique système Crawford (fig. 1 à 4) se compose d'un concasseur D installé sur le tender, et d'un transporteur amenant le charbon sur la locomotive

(1) *Railway Age Gazette*.

dans des rigoles placées sous la grille. Le charbon est concassé par les dents D animées d'un mouvement de va-et-vient et tombe dans la rigole E où il est repris par les palettes à bascule F de 50 mm de largeur fixées sur un cadre animé d'un mouvement de va-et-vient au moyen de la barre transversale G ; la rigole E se bifurque sur la locomotive et deux poussoirs M de 250 mm de diamètre refoulent le charbon dans deux rigoles disposées au-dessous de la grille ; dans ces rigoles se déplacent trois barres K, K, K d'avant en arrière et d'arrière en avant ; ces barres font monter le charbon qui,

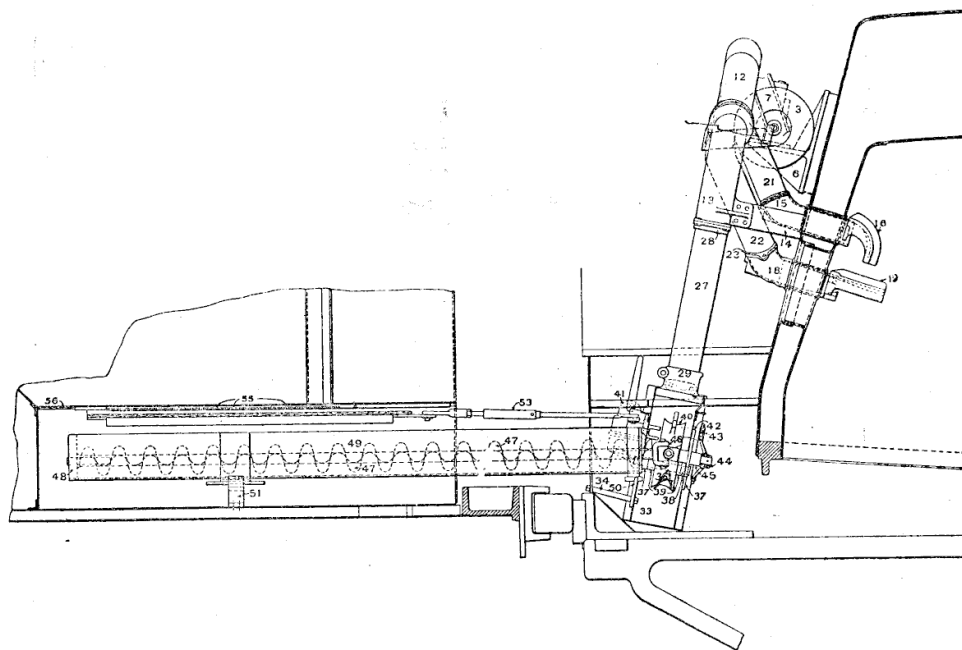


Fig. 8. — Chargeur mécanique, système Street (1). Vue latérale.

sous forme de boudin se déverse latéralement sur la grille. Les barreaux de grille sont inclinés en partant des bords des rigoles et montés sur des barres longitudinales permettant de les faire basculer.

Tout l'appareil est actionné par un moteur à vapeur A, faisant mouvoir un levier oscillant B dont le bras supérieur est articulé avec une bielle C ; celle-ci commande le concasseur D, le transporteur par l'intermédiaire de la bielle J articulée sur le levier H, et enfin les barres K.

Le moteur du chargeur fait 5 à 6 courses par minute et consomme environ 1 p. 100 du poids total de vapeur produite par la chaudière. Le poids du charbon alimenté est réglé par la quantité qui passe dans le concasseur dont le débit est déterminé par un

(1) *Proceedings of the Richmond Railway Club.*

volet à glissière placé au-dessous du plancher du tender. Les déplacements de ce volet sont commandés par une poignée L par l'intermédiaire de bielles et de leviers.

Le chargeur mécanique système Gee, essayé également sur la Compagnie Pennsylvania, a été décrit dans le Bulletin de juin 1913 (p. 894) ; il appartient à la deuxième catégorie, puisque le charbon amené jusque sur la locomotive par un convoyeur est projeté dans le foyer par des jets de vapeur orientables.

Le chargeur système Hervey a été essayé principalement par la Compagnie Baltimore et Ohio : il a été décrit dans la *Revue de Mécanique* de janvier 1914 (p. 90) et appartient également à la deuxième catégorie ; il utilise un transporteur système

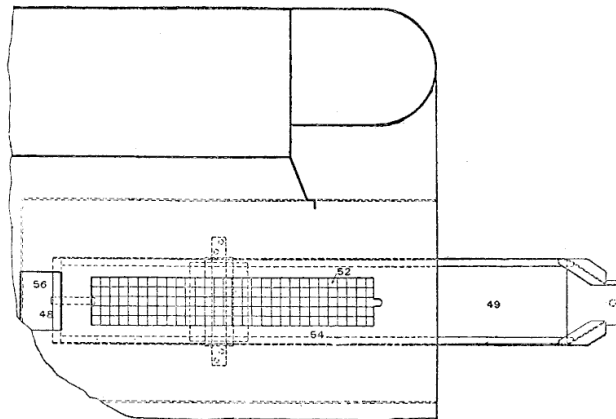


Fig. 9. — Chargeur mécanique, système Street, vue par dessus côté tender.

Crawford ou une vis sans fin et le charbon est projeté dans le foyer par une palette orientable.

Le chargeur système Hanna (fig. 5) consistait primitivement en un distributeur placé sur la locomotive et que le chauffeur devait remplir à la pelle, avec du charbon pris sur le tender ; mais depuis, il a été perfectionné par l'adjonction d'un transporteur hélicoïdal alimenté par la gravité dans une trémie conique. Ce transporteur est mû par l'intermédiaire d'engrenages coniques par un petit cheval à deux cylindres verticaux installé sur le tender du côté droit ; il concasse le charbon en morceaux de 51 mm au moins et l'amène vers la gauche de la locomotive en un point situé au-dessus de la traverse d'avant du tender, où se trouve un joint à rotule ; le charbon passe alors dans un tuyau en tôle et arrive dans la trémie du transporteur ascendant. Celui-ci, qui se trouve dans l'abri en dehors du foyer, reçoit son mouvement du petit cheval du tender par l'intermédiaire d'un arbre avec joint universel et d'une chaîne. Le transporteur ascendant se trouve dans un tuyau en fonte prolongé par un coude qui amène le charbon par la gravité sur l'appareil distributeur. Celui-ci, placé dans la porte du foyer et pouvant être complètement rabattu, lorsqu'on désire dégager entièrement la porte du foyer, consiste en deux séries de sept jets de vapeur disposés suivant un arc de 76 cm de longueur. Au-dessous de ces tuyères se trouve une fente par laquelle s'échappe une

nappe mince de vapeur. Au-dessus des tuyères est montée une plaque à double pente inclinée vers le bas, sur laquelle peuvent se déplacer deux volets à charnière servant à diriger le charbon : celui-ci s'écoulant devant les jets de vapeur est projeté par eux dans une direction qui dépend de celle qu'ont les jets eux-mêmes, c'est-à-dire de la position de l'arc sur laquelle les volets l'ont dirigé. Les fines poussières, passant entre les tuyères sont projetées par la nappe de vapeur inférieure dont la pression est de

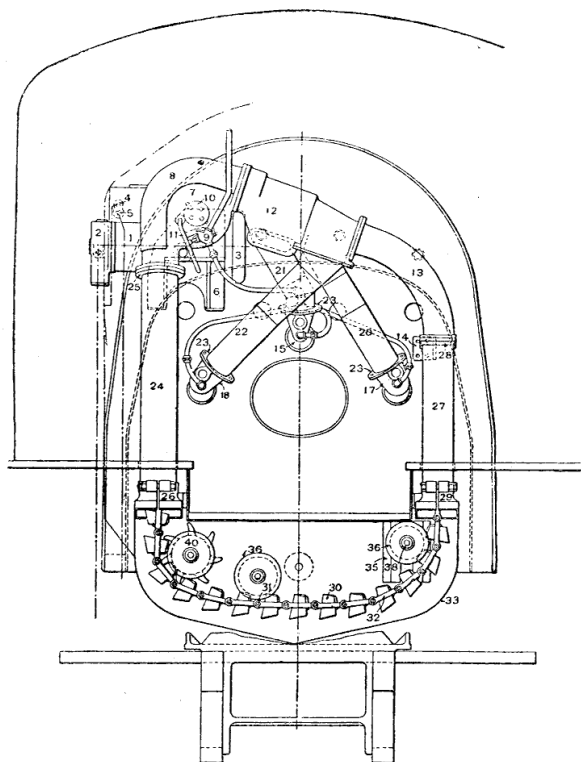


Fig. 10. — Chargeur mécanique système Street. Vue de la devanture de la locomotive.

1,4 kg/cm², inférieure à celle des tuyères qui varie de 2,8 à 4,2 kg/cm² et de 4,2 à 5,6 kg/cm².

Les volets sont manœuvrés à la main au moyen de leviers à la portée du chauffeur.

Cet appareil est en service et en essai sur les réseaux du Cincinnati New Orleans and Texas Pacific RR., de l'Atchinson Topeka, Santa-Fe RR., du Norfolk and Western RR. et du Carolina Clinchfield and Ohio.

Le chargeur mécanique Standard (fig. 6 et 7) a été mis récemment en essai sur une

locomotive Consolidation du New-York Central RR.; il se compose d'un transporteur à vis installé dans un tuyau en trois parties, muni de joints universels et placé sous la plate-forme de l'abri; ce transporteur amène le charbon au tender dans un transporteur à vis verticale qui élève le charbon jusqu'à 30 cm au-dessus de la grille au voisinage de la plaque arrière du foyer; lorsqu'il émerge de cette vis, le charbon est projeté dans le foyer par des jets de vapeur intermittents ayant des directions différentes et produits par des tuyères situées en arrière de l'axe de la vis verticale.

Les transporteurs à vis sont commandés par un petit cheval vertical à deux cylindres, placé du côté gauche de l'abri et faisant mouvoir un arbre transversal; par l'intermédiaire d'une vis sans fin, celui-ci actionne les deux transporteurs par engrenages coniques.

La partie supérieure de la gaine du transporteur vertical est protégée contre le feu par une grille de forme conique, permettant à l'air de passer autour d'elle et de la refroidir. Enfin un jet de vapeur spécial peut être dirigé contre la partie supérieure de cette gaine pour la refroidir après un long stationnement de la locomotive. Les jets de vapeur sont commandés par une valve qui ouvre et ferme successivement les orifices d'arrivée de la vapeur aux tuyères.

On a constaté que la locomotive munie de ce chargeur consommait environ 5,5 à 7 p. 100 de charbon de moins que des locomotives non munies faisant le même service. Le chargeur mécanique Street (fig. 8 à 10) se compose de trois parties : le concasseur installé sur le tender, le transporteur et le distributeur. Le concasseur (non représenté sur la figure) est formé de deux mâchoires dont l'une est fixe et l'autre reçoit un mouvement d'oscillation par un petit moteur Westinghouse. Le charbon en morceaux de 20 à 25 cm est fragmenté en morceaux passant à travers une fente de 37 mm. Le concasseur fonctionne d'une façon continue et n'exige aucune surveillance, sauf pour son graissage. Le charbon tombe ensuite dans un transporteur à vis horizontal alimentant la base du transporteur placé sur la locomotive. Ce transporteur est formé d'une chaîne à godets 30 en fonte malléable ayant chacun une capacité de 500 cm³; cette chaîne se déplace dans un couloir en tôle, est guidée en bas par trois galets réglables et se déplace en montant du côté gauche (24) et en descendant du côté droit (27) à une vitesse d'environ 28 m/min; elle est actionnée par un petit moteur Westinghouse 1 à simple effet par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une noix placée en haut et à gauche. Le charbon est alors déversé dans une trémie 14 contenant un obturateur vertical et le dirigeant aux trois distributeurs 15, 17, 18; l'obturateur est percé de trous de différents diamètres, 6, 8, 9,5 et 13,5 mm répartis sur ses quatre secteurs de façon que l'on puisse faire varier la quantité de charbon alimentée en découvrant l'un ou l'autre de ses secteurs; le charbon fin passe à travers ces trous et arrive au distributeur central.

Les trois distributeurs sont formés chacun d'un tube en fonte traversant la plaque arrière du foyer et pénétrant d'une certaine longueur dans le foyer; le jet du distributeur central 16 est dirigé vers le bas pour alimenter la partie arrière du foyer. Les trois jets fonctionnent simultanément et l'ouverture de la soupape d'admission de la vapeur commune aux trois tuyères est commandée par un système de leviers et de cames dont le mouvement est solidaire de celui de la noix qui entraîne la chaîne à godets.

Cet appareil laisse entièrement libre l'accès à la porte du foyer, de sorte qu'il ne

gène nullement le chargement à la main, l'examen du feu et le travail du ringard.

Le chargeur système Rait est extrêmement simple; le charbon passant à travers une tôle perforée placée dans le fond du tender tombe sur deux poussoirs à dents animés d'un mouvement alternatif, et le faisant passer dans deux tubes parallèles avec joint télescopique à rotule; il émerge dans le foyer à la hauteur de la grille par deux ouvertures elliptiques entourées chacune d'une couronne de jets de vapeur. Ces jets de vapeur distribuent sur la grille le charbon qui a déjà distillé en partie et facilitent en même temps sa combustion. Le transporteur est actionné par un petit cheval à vapeur horizontal semblable à une pompe Westinghouse; il reçoit de la vapeur vive provenant de la chaudière et sa vapeur d'échappement alimente les couronnes de distribution.

A. SCHUBERT,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

REVUE DES INDUSTRIES

Emploi de la force centrifuge en féculerie

par P. NOTTIN

Ingénieur-agronome

préparateur à l'Institut national agronomique

On sait que l'extraction de la fécule de pommes de terre s'effectue par râpage des tubercules, puis par lavage et tamisage de la râpure; on obtient ainsi une eau féculente, qui, repassée à travers un tamis fin, laisse déposer sa fécule mélangée d'une certaine quantité d'impuretés : débris cellulotiques, particules de terre, de sable, etc. Ce dépôt de fécule brute s'est toujours effectué, jusqu'à ces dernières années, dans des citernes ou sur des plans inclinés.

La fécule brute est soumise à plusieurs décantations successives au sein de l'eau, et la fécule, ainsi débarrassée d'une grande partie de ses impuretés, est recueillie dans des essoreuses centrifuges, à panier perforé garni de toile. Ces appareils ont l'avantage de purifier la fécule plus que ne peut le faire la décantation : certains débris cellulotiques mélangés de matières gommeuses et dits *gras de féculeries*, se séparent, à l'intérieur de l'essoreuse, du reste de la fécule par simple différence de densité.

L'application de la force centrifuge à la récolte de la fécule déjà purifiée par décantation, est chose résolue, et l'on conçoit que, devant les résultats obtenus, les industriels aient songé à demander encore aux appareils centrifuges de séparer la fécule brute des eaux dites végétales sortant des tamis, et de se substituer aux citernes et plans de dépôt. Ces procédés ont l'avantage d'être très simples, de n'exiger aucune installation coûteuse et de ne pas consommer de force motrice; mais ils ont l'inconvénient d'être très encombrants et d'exposer longtemps la fécule humide aux souillures de l'air, ce qui peut entraîner une destruction de matière amylacée notamment sous l'action du bacille amylobacter.

L'emploi des centrifuges s'impose donc pour recueillir la fécule brute, mais on ne saurait employer dans ce but les essoreuses ordinaires à panier perforé garni de toile. Les eaux végétales contiennent en effet de 0,5 g à 1 g de matières albuminoïdes par litre, dont moitié environ à l'état de particules très fines en suspension. Lorsque ces eaux végétales sont envoyées dans une essoreuse, les matières albuminoïdes et les débris cellulotiques se déposent en même temps que la fécule et forment une masse gluante qui bouche les toiles et empêche rapidement l'écoulement des liquides. Il faut donc un appareil spécial, tout à fait différent de l'essoreuse ordinaire. Le but de ces notes est de décrire le principe des turbines existant pour ce travail dans certaines féculeries françaises et d'indiquer l'appréciation des industriels qui les emploient.

*
* *

A Chalon-sur-Saône et à Pagny-la-Ville (Côte-d'Or), dans les féculeries les plus importantes de toute la France, il existe des appareils centrifuges que MM. Benoist et Graillot ont fait construire par la maison Pinette de Chalon-sur-Saône. Ces appareils ont été l'objet de perfectionnements successifs et n'appartiennent pas tous au même type; pour comprendre leur fonctionnement, il convient de distinguer leur rôle au cours de la fabrication.

A Chalon, une batterie de douze turbines, du type le plus ancien, sert à séparer la fécule brute des eaux de végétation et des eaux de lavage. Ces appareils (fig. 1), qui

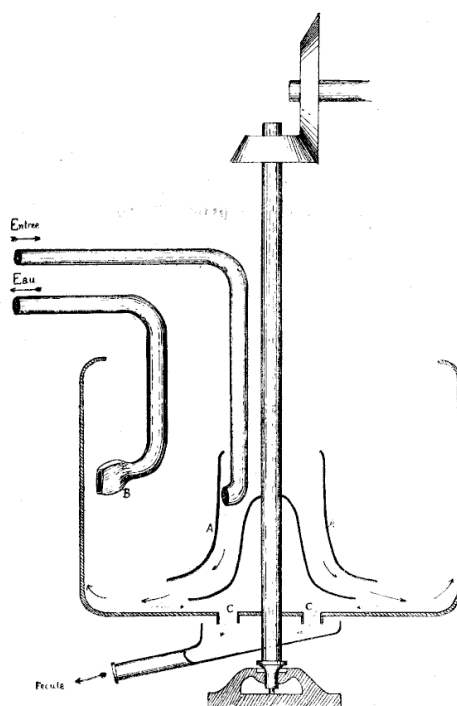


Fig. 1. — Schéma d'une turbine Benoist et Graillot (type primitif).

extérieurement ressemblent aux essoreuses ordinaires, sont constitués par un panier cylindrique, en tôle d'acier non perforée, mesurant 1 m de diamètre et 0,60 m de hauteur. Ce panier est monté sur un arbre portant à la partie supérieure un cône de friction qui transmet à la turbine un mouvement de rotation de 500 tours par minute. L'eau féculente arrive au centre de l'appareil, puis est distribuée par une surface conique A tournant avec le panier. La fécule s'accumule sur les parois pleines et forme une bouillie épaisse; l'eau débarrassée de fécule est enlevée d'une façon continue par un tube rabot fixe B. Lorsque la bouillie de fécule a pris une cer-

taine consistance, mais reste encore liquide, on cesse d'envoyer les eaux féculentes et on arrête la turbine. Le lait de fécule coule au fond du panier et sort par des orifices C, ménagés à cet effet. Cet appareil, qui fonctionne d'une façon discontinue, peut travailler de 5 à 7 m³ à l'heure, en consommant 3 à 4 ch. Il en résulte qu'avec une seule turbine, on peut traiter par jour, sans travail de nuit, les eaux féculentes provenant de 6 000 à 8 500 kg de pommes de terre : pour une petite féculerie râpant 20 000 kg par jour, il faudrait 3 turbines. La fécule brute ainsi recueillie est purifiée par les procédés ordinaires de tamisage et de décantation.

D'autres turbines, représentant le type le plus récent imaginé par MM. Benoist et Graillet, sont utilisées à Pagny et à Chalon pour récupérer la fécule qui a pu échapper d'une part dans les eaux végétales sortant desessoreuses précédentes, et d'autre part dans les eaux résiduaires de décantation. Leur forme est sensiblement différente de celle des appareils anciens (fig. 2) : le panier, en acier coulé et tourné, est de forme ovoïde et mesure 1,57 m compté au diamètre le plus grand ; il est commandé par un arbre inférieur portant une poulie ; une dynamo actionne le tout par l'intermédiaire d'une courroie, à raison de 500 tours par minute. Cette dynamo consomme en moyenne 420 watts (40 ampères sous 105 volts) ce qui correspond à environ 6 ch. La distribution des eaux féculentes est réalisée comme précédemment, et les eaux essorées sont évacuées par un tube rabot fixe A. La fécule, sous l'action de la force centrifuge, se rassemble dans la partie du panier présentant le plus grand diamètre. Comme les eaux résiduaires sont pauvres en fécule, il faut un certain temps pour que cette couche pâteuse ait une épaisseur appréciable ; la vidange est donc faite d'une façon intermittente, en arrêtant l'arrivée des eaux féculentes, mais en laissant la turbine en marche. A cet effet, il existe à l'intérieur du panier un second tube rabot mobile B qui peut être appliqué contre la paroi du panier au moment de la vidange (position B'). Cette turbine, telle qu'elle sert à Chalon et à Pagny est du type semi-continu ; employée pour le travail d'eaux riches en fécule, elle pourrait sans doute fonctionner d'une façon continue.

Tous ces appareils marchent avec la plus grande régularité dans les féculeries de Chalon et de Pagny, où ils sont installés depuis une dizaine d'années. L'augmentation progressive du nombre de ces turbines, suivant un modèle de plus en plus perfectionné, prouve tout l'intérêt que M. Benoist, président du Conseil d'Administration de la Société anonyme des Féculeries et l'un des inventeurs, a trouvé à leur emploi.

*
* *

Dans cinq autres féculeries françaises, il existe uneessoreuse centrifuge de fabrication allemande, et grâce à l'obligeance des constructeurs et de MM. de Malliard, Brueder, Doitteau, Mignon et Perrin, j'ai pu recueillir des renseignements précis sur ces appareils.

L'essoreuse universelle (fig. 3), construite par Jahn et C^{ie}, de Arnswalde, est constituée par un tambour tronconique A à axe horizontal fermé aux extrémités par des joues en bronze B et C. Sur ces joues sont fixés des arbres creux D reposant sur des paliers à billes ; le tout est animé, grâce à la poulie E, d'un mouvement de rotation de 750 ou 850 tours par minute suivant les modèles. Les eaux féculentes sont introduites à l'intérieur du tambour mobile par de petites ouvertures H ménagées dans la joue B du diamètre le plus faible ; elles sont reçues sur un entonnoir I, qui tourne avec le

tambour et qui assure une distribution uniforme sur toute la surface intérieure du tambour A. Les grains de fécule se séparent alors des liquides, qui forment une nappe

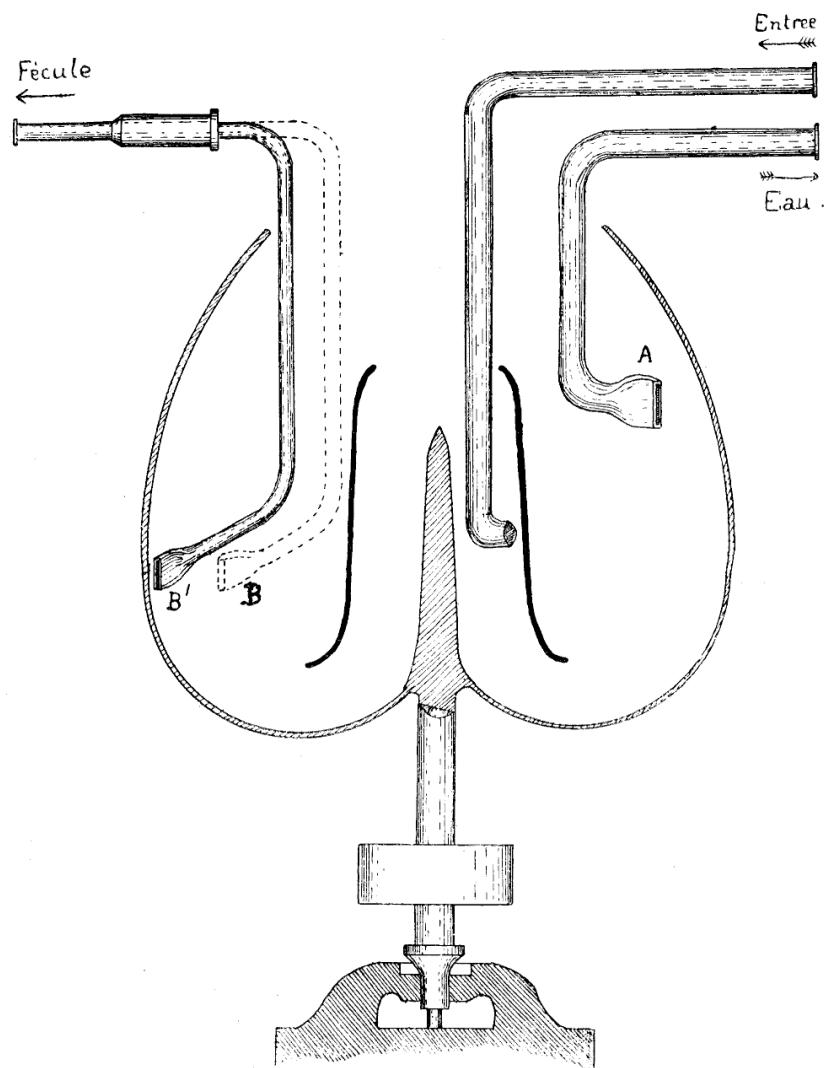


Fig. 2. — Schéma d'une turbine Benoist et Graillot (type récent).

cylindrique creuse, animée du même mouvement de rotation que le tambour. Des orifices K, ménagés dans la joue C, règlent le niveau de ces liquides dont l'excès s'écoule dans un anneau collecteur fixe L, dont la coupe est figurée en L'.

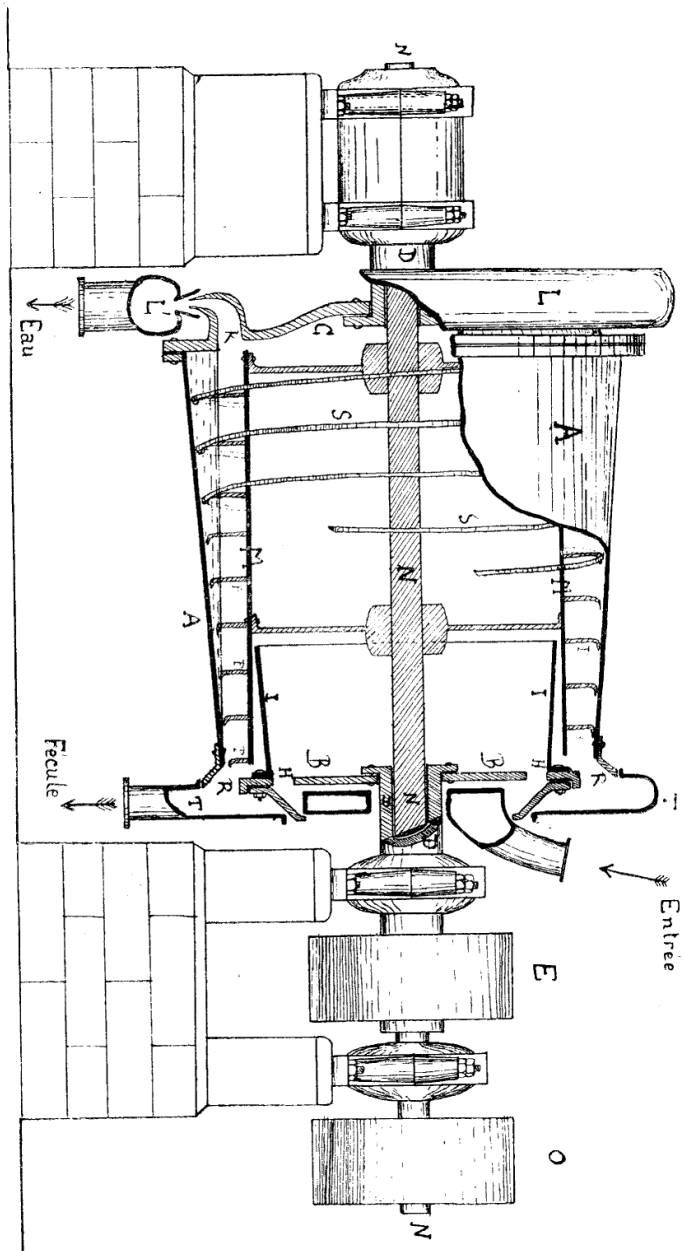


Fig. 3. — Essoreuse universelle Jahn.

Quant à la fécule, elle se trouve à l'état de lait épais contre la paroi du tambour A ; il faut la transporter vers la joue B, puis l'évacuer. A cet effet, il existe, à l'intérieur du tambour tronconique A, un autre tambour M, cylindrique et solidaire d'un arbre N traversant l'arbre creux D ; cet arbre N repose sur des paliers à billes, et est animé, grâce à la poulie O, d'un mouvement de rotation de même sens que le premier, mais un peu plus rapide (50 tours en plus par minute). Sur ce tambour est fixée, au moyen de petits supports P, une spirale S qui entraîne la fécule vers la joue B (1). Des orifices R, ménagés dans cette joue entre le tambour tronconique et l'entonnoir de distribution, permettent la sortie du lait de fécule qui est reçu dans un anneau collecteur T ; ce lait contient 55 p. 100 d'eau environ.

L'essoreuse est construite en deux modèles permettant de travailler, d'une façon rigoureusement continue, 10 ou 20 m³ d'eau féculente par heure. De l'avis des industriels qui emploient les essoreuses Jahn, la fécule est plus pure que celle obtenue au moyen des plans de dépôt, mais elle a encore besoin d'un lavage supplémentaire. Les liquides sortant de l'essoreuse sont exempts de fécule, si l'on ne force pas le débit. Le nettoyage est pratiqué en faisant fonctionner l'appareil avec de l'eau propre, sans avoir rien à démonter.

Cependant il faut signaler qu'une usure rapide de la spirale intérieure peut se produire si les pommes de terre sont insuffisamment lavées, comme cela arrive souvent dans les féculeries. D'autre part, si tout le monde est d'accord pour reconnaître le moindre encombrement (2 m² au lieu de 40 à 50 m² de plans de dépôt), on se plaint de la très grande énergie consommée : la société Jahn annonce un demi-cheval par mètre cube d'eau féculente travaillée, ce qui, d'après les industriels consultés, semble un minimum souvent dépassé. Beaucoup de petites féculeries ne pourront adopter l'essoreuse sans faire une dépense importante pour augmenter la force motrice de l'usine.

* * *

L'étude des turbines de MM. Benoist et Graillot et celle de l'essoreuse Jahn montrent que ces appareils, très différents par leur construction et par leur fonctionnement, reposent en fait sur le même principe : les eaux féculentes impures sont traitées dans une turbine à paroi pleine ; la fécule se rassemble à la périphérie sous forme d'un lait épais en se séparant des eaux et des impuretés légères.

Ce procédé mérite un reproche, d'autant plus justifié qu'il a été formulé par M. Benoist lui-même : du fait que la fécule reste à l'état de lait, pour permettre son évacuation de la turbine, elle retient encore une notable quantité d'eaux végétales. Si l'on arrivait du premier coup à séparer complètement la fécule brute des eaux végétales, on aurait un produit bien plus facile à nettoyer par les tamisages ultérieurs, puisque la totalité des matières albuminoïdes solubles et la très grande majorité de celles en suspension auraient été éliminées par la première opération. Pour obtenir ce résultat, il faudrait imaginer un procédé permettant d'extraire de la turbine en marche non plus un lait, mais une masse pâteuse aussi compacte que possible. Nous ne pensons donc pas que les appareils décrits ci-dessus soient arrivés au maximum de

(1) La spirale a été figurée seulement à gauche du dessin, mais elle existe sur toute la longueur.

leur perfection et que leur type soit définitif. Il faut désirer que l'ingéniosité des inventeurs permette la construction d'appareils absolument irréprochables et la suppression des plans de dépôt trop souvent malpropres et toujours encombrants.

Au moment où la féculerie française se préoccupe d'introduire dans ses usines des appareils centrifuges, n'est-il pas intéressant de constater que deux de nos compatriotes, MM. Benoist et Graillot, ont résolu ce problème de la récolte des fécules brutes en suspension dans les eaux de végétation; il est regrettable que ces industriels n'aient pas cru devoir vulgariser leur invention, et ne lui aient demandé d'autre bénéfice que celui qu'ils retirent directement du travail de leurs usines. La féculerie, pour ce genre de travail, aurait pu s'alimenter dans l'industrie mécanique française.

P. NOTTIN,

*Ingénieur-agronome,
préparateur à l'Institut national agronomique.*

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN

membre du Conseil.

Consommation de charbon avec les appareils de culture à vapeur

par M. MAX RINGELMANN.

Pour les appareils à vapeur de Culture mécanique, avec treuils et câbles, on peut calculer le volume de terre qui est ameubli par kilogramme de charbon dépensé au générateur.

Dans les essais de Wolverhampton (1874, Société royale d'Agriculture d'Angleterre), avec des machines à vapeur qui n'étaient pas aussi perfectionnées que les modèles actuels, on ameublissait en moyenne 5 mètres cubes de terre par kilogramme de charbon, dans le cas d'un labour, et de 8,8 à 10,4 dans le cas du travail au cultivateur avec l'appareil de Howard, dont nous avons déjà parlé (1).

En reprenant des chiffres résultant de constatations faites en travail pratique sur des appareils Fowler, opérant dans des terres fortes, on a les résultats consignés dans le tableau suivant : colonnes *a* (Corbeil, 1879), *b* (plaine de Laon, 1898) (2); *c*, *d*, *e* (plaine de Lieusaint (Seine-et-Marne, 1909) (3).

Constatations.	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
Profondeur moyenne du labour (centimètres)	30	30	32,5	45	20
Volume de terre labourée par hectare (mètres cubes) . .	3 000	3 000	3 250	4 500	2 000
Charbon dépensé par hectare par les deux locomotives (kilogs.)	280	330	250	450	175
Volume de terre labourée par kilogramme de charbon (mètres cubes)	10,7	9,0	13,0	10,0	11,4

Les chiffres ci-dessus sont très comparables entre eux et montrent les améliorations apportées aux machines depuis le concours de Wolverhampton : en quarante ans on a au moins doublé le volume de terre labourée par kilogramme de combustible dépensé aux machines à vapeur.

On peut tenter les mêmes calculs d'après les résultats de constatations faites ces

(1) *Culture mécanique*, t. II, p. 84.

(2) *Culture mécanique*, t. I, p. 13.

(3) *Culture mécanique*, t. I, p. 15.

derniers temps sur de très fortes locomotives-treuis à vapeur surchauffée. Le tableau suivant en donne le résumé.

Les colonnes A, B et C sont relatives aux constatations faites par M. J. Krause (1) sur un appareil de la maison Ventzki.

Les colonnes D, E, F et G proviennent des constatations faites par M. J. Rezek (2) sur un appareil de la maison Kemna.

Puissance développée par chaque locomotive (chevaux-vapeur indiqués)	446 à 447			178 à 190			
Puissance calorifique du charbon (calories au kilogramme)	7 500			6 863 à 7 287			
Essais	A	B	C	D	E	F	G
Profondeur moyenne du labour (centimètres)	30,2	28,3	28,5	38,7	25,86	30,27	26,0
Volume de terre labourée par hectare (mètres cubes)	3 020	2 830	2 850	3 870	2 586	3 027	2 600
Charbon dépensé par hectare par les deux locomotives (kilog.)	85	116	91	180,88	150,0	178,10	177,81
Volume de terre labourée par kilogramme de charbon (mètres cubes)	35,5	24,1	31,3	21,3	17,2	17,0	14,6

Relativement aux chiffres les plus favorables de Wolverhampton (10 mètres cubes de terre ameublie par kilogramme de charbon), ou de la plaine de Lieusaint (13 mètres cubes de terre labourée par kilogramme de charbon), on voit les influences de la grande puissance des moteurs (140 à 190 chevaux-vapeur indiqués) et surtout de l'emploi de la surchauffe; mais les expérimentateurs ne nous donnent pas d'indications précises sur la nature des terres des essais A à G.

* * *

Ce qui précède n'est relatif qu'aux grands appareils à deux locomotives-treuis dont les câbles tirent la charrue. Pour les tracteurs directs, à vapeur, nous avons les chiffres réunis dans le tableau ci-après.

Tracteur Mac Laren, à vapeur surchauffée, de 100 chevaux, H (essais de Maison-Carrée, 1912, sol très dur); — I (essais d'Alger, 1913, sol très dur); — J (essais de Galanta, 1913). — Modèle de 50 chevaux, K (essais de Chassart, 1913, sol argileux sec, assez facile); — L (essais de Galanta, 1913).

Tracteur Ruston, de 40 chevaux, M (essais de Chassart, précités).

Tracteur Kemna, de 90 chevaux, N (essais de Galanta, 1913).

Tracteur Case, de 80 chevaux, O (essais de Galanta, 1913).

Tracteur Adwans, P, Q (constatations faites en Russie).

Tracteur Gaar Scott, de 30 chevaux, R (constatations faites en Russie).

Nous ajoutons, dans la colonne S, les chiffres qui concernent la laboureuse à

(1) *Culture mécanique*, t. II, p. 107.

(2) Page 89, Bulletin de janvier 1914.

vapeur à pièces rotatives de M. Boghos Pacha Nubar; machine de 14 chevaux (essais de la Société Khédiviale d'Agriculture, Le Caire, 1906, sol argileux très compact).

Essais.	II	I	J	K	L	M
Profondeur moyenne du labour (centimètres).	14,5	10,7	21,0	15,5	21,0	17,0
Volume de terre labourée par kilogramme de charbon (mètres cubes).	10,7	10,0	16,8	22,7	17,3	19,1
Essais.	N	O	P	Q	R	S
Profondeur moyenne du labour (centimètres).	21	21	13,5	18,0	15 à 18	22
Volume de terre labourée par kilogramme de charbon (mètres cubes).	12,5	10,3	12,7	12,2	14 à 16	8,8

En comparant ce tableau avec le précédent, autant qu'on peut le faire car certains éléments nous manquent relativement à la nature des terres labourées, on voit que, d'une façon générale, les tracteurs directs à vapeur consomment, pour travailler un même volume de terre, plus de charbon que les appareils à treuils et à câbles. Mais il faut tenir compte que le capital à consacrer à l'acquisition d'un tracteur direct à vapeur est bien moins élevé que celui nécessaire à l'achat de deux fortes locomotives-treuils à vapeur surchauffée. D'autres considérations sont également à faire intervenir, telles que l'étendue qu'on peut labourer par journée, l'influence du poids du tracteur sur le sol, la nature de l'ouvrage effectué par les pièces rotatives, etc.

* * *

Les essais officiels de Grignon, de Trappes, de Neuville, etc., nous fourniront des chiffres applicables aux divers appareils de Culture mécanique utilisant comme combustible le benzol ou l'essence minérale, et avec des moteurs d'une bien plus faible puissance que les gros appareils à vapeur surchauffée.

La culture mécanique au Maroc.

A l'occasion du Concours agricole qui s'est tenu à Oudja (4 et 9 avril 1914), une Commission a visité les exploitations agricoles de l'Amalat qui lui avaient été signalées.

Parmi ces exploitations nous citerons celle de MM. Borgeaud et Buissonnet, à Bou Houria, dont les terres situées à une altitude de 700 mètres présentaient de belles récoltes de céréales et de fourrages.

MM. Borgeaud et Buissonnet ont labouré 2000 hectares, à une profondeur moyenne de 0^m,25 avec la charrue-automobile Stock, dont il a déjà été question dans cette *Revue de Culture mécanique*. Le prix de revient moyen aurait été de 30 francs par hectare, y compris l'amortissement de la machine. La charrue automobile a permis de réduire le nombre d'animaux de travail, ces derniers n'étant plus employés qu'aux façons légères des semailles.

Tracteur Ruston,

par M. FERNAND DE CONDÉ, Ingénieur-agronome.

Les tracteurs de la maison Ruston, Proctor et C^{ie} (Lincoln, Angleterre) sont des locomotives à vapeur à traction directe.

En étudiant les caractéristiques des principaux types fabriqués, on peut remarquer que certaines dimensions se répètent souvent, de sorte qu'avec un nombre de pièces relativement faible, des constructeurs ingénieux peuvent arriver, en les combinant convenablement, à construire des machines pouvant répondre à des besoins et à des goûts très différents d'acheteurs. Nous signalons ce fait sans vouloir indiquer les particularités et l'utilisation de chaque modèle, un certain nombre de ces machines n'étant pas destinées à la Culture mécanique. Les locomotives de faible puissance, en effet, ne sont utilisables que pour déplacer sur les routes des charges peu élevées ou pour actionner des machines, en particulier des batteuses, et ne peuvent être employées pour les travaux de culture proprement dits.

*
* *

La description qui va suivre s'applique plus spécialement aux modèles Ruston capables de remorquer les appareils de culture; les dimensions du tableau suivant se rapportent au type ayant déjà figuré dans différents Concours ou Démonstrations publiques. Le tracteur Ruston, que montre la figure 31, présente les caractéristiques suivantes :

Puissance indiquée (chevaux-vapeur)	40
Puissance au frein (chevaux-vapeur)	35
{ Nombre	38
Tubes. { Diamètre extérieur (millimètres)	51
Surface de chauffe (mètres carrés)	13,6
Surface de grille (mètre carré)	0,64
Alésage des cylindres haute et basse pression (millimètres)	146 et 241
Course des pistons (millimètres)	305
Nombre de tours par minute	200
Volant. { Diamètre (mètre)	1,07
{ Largeur (millimètres)	229
Roues motrices. { Diamètre (mètre)	1,83
{ Largeur (centimètres)	50,8
Roues directrices. { Diamètre (mètre)	1,22
{ Largeur (centimètres)	23
Largeur du tracteur (mètres)	2,21
Poids approximatif à vide (tonnes)	10,6
Poids approximatif en ordre de marche (tonnes)	12,5
Capacité du tender (kilogrammes de charbon)	225
Capacité de la bache à eau (litres)	975

Les jantes des roues motrices sont garnies de fers plats, et au besoin de crampons augmentant l'adhérence; pour certaines conditions de terrain défavorables on peut fixer latéralement des jantes supplémentaires portant la largeur de ces roues à 0^m,66.

Le foyer est spécialement combiné pour brûler du bois, la machine étant destinée aux Colonies.

La pression normale de la chaudière est de $12^{\text{kg}},6$ par centimètre carré. Son corps cylindrique est entouré d'un revêtement calorifuge en feutre et bois, lequel est lui-même garni d'une tôle protectrice. Une pompe, actionnée par excentrique, alimente la chaudière d'une façon continue; un clapet de retour, manœuvrable de la plate-forme, permet de renvoyer l'excès d'eau dans la bûche. Entre la pompe et la chaudière, l'eau d'alimentation passe dans un échangeur de température (formé de

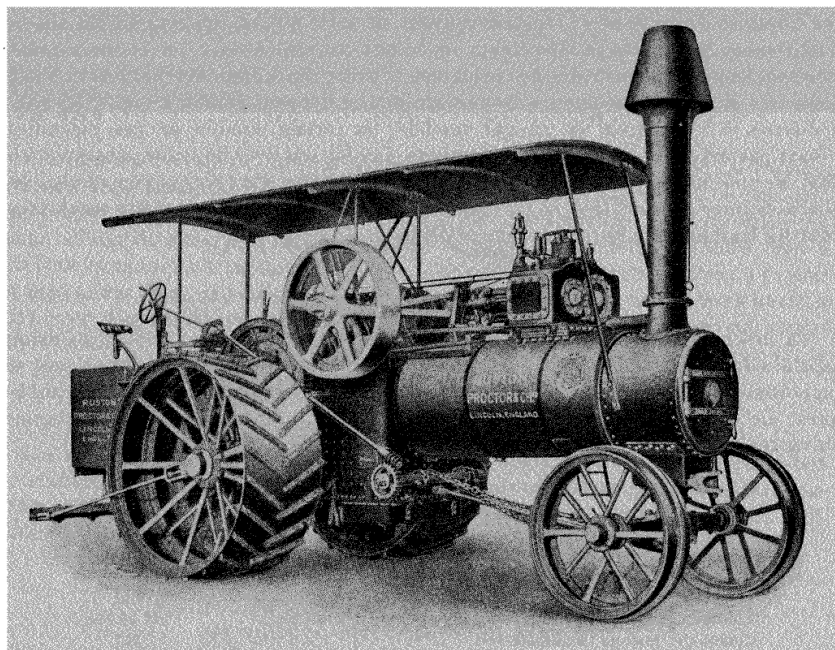


Fig. 31. — Tracteur à vapeur Ruston.

dix tubes de $0^{\text{m}},45$ de longueur et de 25 millimètres de diamètre) chauffé par la vapeur d'échappement. — L'alimentation de la chaudière peut se faire également à l'aide d'un injecteur.

Les cylindres sont entourés d'une chemise de vapeur et sont venus de fonte avec la boîte de distribution; la vapeur passe d'abord dans cette enveloppe, entourée d'un revêtement calorifuge, puis dans la boîte de distribution; le régulateur est du type Pickering, et le changement de marche a lieu par coulisse Stephenson.

L'embrayage est à friction et se fait directement sur le volant, à l'intérieur, à l'aide de sabots de bois; l'effort est transmis aux roues motrices par des engrenages en acier.

La barre d'attelage, qui comporte un dispositif permettant le réglage en largeur du

point d'attache de l'appareil de culture, est reliée à l'essieu arrière (fig. 31), sur lequel se reporte tout l'effort de traction. Certains modèles (fig. 32) comportent même un régulateur de largeur et un régulateur de hauteur du crochet d'attelage.

L'avant-train, à cheville ouvrière et à rotule, permet à la machine de suivre les



Fig. 32. — Vue arrière d'un tracteur Ruston.

dénivellations du terrain. La direction se fait par vis sans fin et roue dentée actionnant un arbre sur lequel sont enroulées des chaînes commandant l'essieu avant.

La vitesse de déplacement est calculée à $3^{\text{km}},4$ à l'heure. Un frein, manœuvré de la plate-forme à l'aide d'un volant, agit sur le deuxième arbre intermédiaire. L'espace libre entre le sol et le dessous de la machine est de $0^{\text{m}},41$.

Certains foyers sont combinés pour pouvoir brûler la paille; ce point est intéressant

pour beaucoup de colonies où la paille constitue un résidu encombrant dont on peut désirer se débarrasser en produisant de la force motrice.

Un certain nombre de modèles comportent en outre un treuil, situé à gauche, sur lequel s'enroule une câble en acier, long de 50 mètres, et utilisable pour exercer de fortes tractions; le câble passe entre deux cylindres-guides verticaux (fig. 32).

La figure 33 représente un type de roulotte destinée à loger le personnel employé par le tracteur; on a cherché à obtenir un isolement aussi bon que possible des parois, en particulier du toit. La roulotte comporte deux couchettes, des armoires fermant à clef, un poêle avec les ustensiles de cuisine, un établi, des outils, etc.

Le modèle que nous venons de décrire a pris part au Concours de Chassart (Belgique) en septembre 1913. Il labourait un chaume d'avoine, hersé en partie; la terre était argileuse et difficile à travailler, dit le Rapport officiel du Jury, à la suite d'une pluie assez forte survenue dix-huit heures avant les essais; l'eau séjournait d'ailleurs encore dans certains endroits. Il y a lieu de tenir compte également que le foyer de la locomotive n'était pas fait pour brûler économiquement le charbon, étant de très grandes dimensions pour l'emploi du bois. Le tracteur remorquait une charrue Deere travaillant avec huit corps dans un sens et avec six dans l'autre. La longueur totale des raies était de 425 mètres, fourrières non comprises. Les résultats suivants ont été constatés :

Profondeur moyenne du labour (centimètres)	15
Largeur du travail (mètres)	2,80
Effort maximum de traction (kilogs)	2 080
Effort minimum de traction (kilogs)	1 326
Effort moyen de traction (kilogs)	1 820
Vitesse moyenne en travail (mètre par seconde)	0,86
Puissance au crochet d'attelage (chevaux-vapeur)	20,8
Traction par décimètre carré (kilogs)	43,3

Les autres constatations ont fourni des résultats nous permettant de calculer les chiffres suivants :

Profondeur moyenne du labour (centimètres)	17
Largeur du travail (mètres)	2,80
Nombre d'hommes employés	3
Surface labourée par heure de travail (ares)	75,99
Consommation de charbon par hectare (kilogs)	88,7
— d'eau par hectare (litres)	530,3
— d'huile pour cylindres par hectare (litres)	0,22
— d'huile pour mécanisme par hectare (litres)	0,19
Volume de terre remuée par kilogramme de charbon (mètres cubes)	19,1

Les essais de traction de voitures sur un parcours de 7 880 m., dont la pente la plus forte était de 5 pour 100, et dont une partie n'était ni pavée ni empierrée, a donné les résultats suivants, le tracteur remorquant deux wagons, l'un de 13 tonnes l'autre de 9¹/₂, soit une charge totale (tare et poids utile) de 22¹/₂.

Durée réelle du parcours (heures, minutes)	2,36
Vitesse moyenne utile (km. par heure)	3,030
Consommation de charbon par tonne kilométrique (kilogs)	1,049
— d'eau par tonne kilométrique (litres)	3,779
— d'huile pour cylindres par tonne kilométrique (litres)	0,0008
— d'huile de mécanisme par tonne kilométrique (litres)	0,0015
Prix de revient de la tonne kilométrique (francs)	0,05187



Fig. 33. — Roulotte.

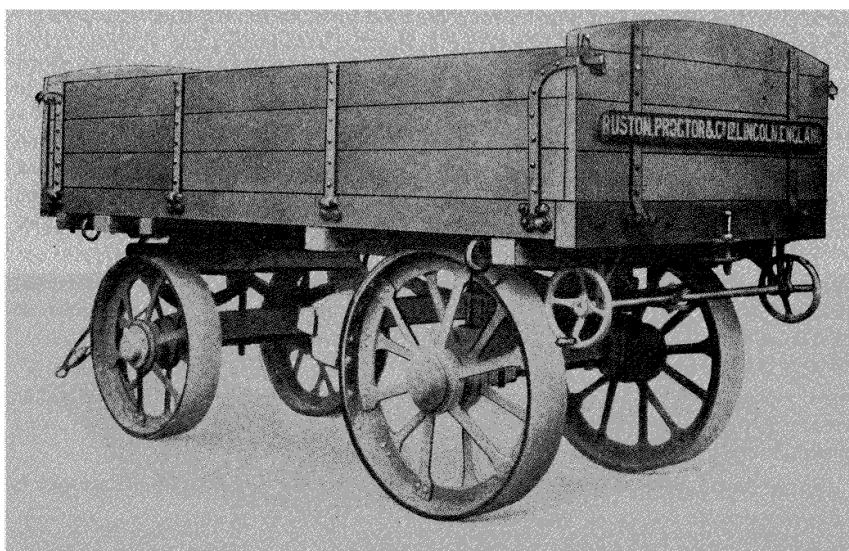


Fig. 34. — Vagon.

Le personnel comprenait un mécanicien, un chauffeur et un aide. Le prix de revient de la tonne kilométrique (tare et chargement) indiqué (un peu plus de 5 centimes) ne comprend ni l'amortissement ni l'intérêt, mais comprend la main-d'œuvre; il s'applique, notons-le, à des conditions difficiles.

Un modèle de wagon pouvant être remorqué sur routes par le tracteur est donné par la figure 34; le cadre est en chêne et le fond en sapin rouge. Les côtés et les bouts sont montés à charnières horizontales de façon à pouvoir être abaissés pour faciliter le chargement. L'avant-train et l'arrière-train n'ont pas la même voie afin de ménager le chemin. Un frein à sabot, actionné par une vis horizontale dont l'arbre porte deux volants, l'un à droite et l'autre à gauche, agit sur la jante des roues arrière. Le coffre est suspendu sur ressorts et la traction a lieu par ressort amortisseur. Plusieurs de ces wagons, attachés les uns à la suite des autres, constituent un train routier.

La culture mécanique et la production du fumier,

par M. CH. DUVAL, Ingénieur agricole, agriculteur à Nanteuil-sous-Muret (Aisne).
et M. JAMES AGUET, Conseiller de la Société des Agriculteurs italiens.

Dans un article paru dans le *Journal d'Agriculture pratique* (1), et dont nous donnons un extrait ci-dessous, M. Ch. Duval craint que le développement futur de la Culture mécanique ait pour corollaire une forte réduction dans la production du fumier, laquelle, dans quelques années, se traduira par de mauvaises récoltes de légumineuses et de betteraves.

Pour M. Duval, dans beaucoup de fermes, la production du fumier, et par suite de la matière organique, n'a cessé de diminuer depuis quelques années. Quand l'emploi des engrais chimiques est devenu courant et que le commerce des pailles et des foin, en balles pressées notamment, a pris de l'extension, on s'est dit : « Nous allons faire un peu moins de fumier, nous vendrons un peu de foin et de paille, et avec le produit de la vente de cette paille et de ce foin, nous achèterons de l'engrais chimique. » Cette façon de procéder, avec des prix convenables de ces produits du sol, a donné de très bons résultats, du moins dans les terres fertiles du limon des plateaux où l'on peut à la rigueur diminuer un peu les fumures au fumier de ferme sans trop d'inconvénients. Il n'en serait pas de même dans beaucoup d'autres sols où le fumier reste encore la base essentielle de leur fertilité.

Ensuite, ces mêmes exploitations accentuèrent cette vente de paille au détriment de la production du fumier : au lieu de se contenter de diminuer leurs troupeaux de vaches ou de moutons, elles les ont supprimés tout à fait.

Aujourd'hui que le travail mécanique du sol commence à se développer, certains cultivateurs veulent aller encore plus loin; ils suppriment les attelages sans revenir au bétail de rente. Je crois que cette pratique ne tardera pas à donner, d'ici quelques années, de bien mauvais résultats.

Je sais bien que le manque de conducteurs, de bergers et de vachers est surtout la

(1) Extrait d'articles du *Journal d'Agriculture pratique*, 1914, n° 13, 26 mars, page 397, et n° 24, 14 juin, page 756.

cause principale du développement du travail mécanique du sol et de la disparition des troupeaux. Il est néanmoins regrettable de voir, dans des années comme celle-ci, certains cultivateurs supprimer de nouveau des attelages et vendre d'excellents troupeaux : les cours de la laine et de la viande se tiennent, ainsi d'ailleurs que ceux des engrais, tandis que ceux de la paille et du foin sont relativement bas. Ces deux denrées associées à la pulpe ou à la betterave, qui ont été obtenues en quantité suffisante et à bon compte en 1913, auraient permis de produire des marchandises chères et du fumier bon marché, qui viendrait au contraire remplacer des engrais coûteux.

Cet échange de paille et de foin contre l'engrais ne se fait pas sans transport onéreux pour les fermes éloignées des gares ou des voies fluviales, et elles sont encore nombreuses ! On ira parfois livrer des quantités considérables de ces denrées à 8, 10, 12 et même 14 kilomètres pour ramener aussitôt ou plus tard les engrais de remplacement. Or, il faut noter qu'en général, les engrais qui remplacent le mieux le fumier sont d'un transport coûteux parce que volumineux et peu riches en azote : gadoues, laines, etc. Pour faire beaucoup d'humus, il faut un grand volume de ces derniers.

Il eût été plus économique, il me semble, de faire conduire par les animaux gras eux-mêmes, mais transformée en viande, une grande partie de ces productions, le reste étant laissé à la ferme sous forme de fumier.

Je pense que les fermes qui veulent employer le travail mécanique doivent ou conserver leurs attelages actuels, quitte à se livrer à une culture plus soignée de leur sol, ou revenir à la production du bétail et à son engraissement ; cette dernière opération étant généralement bien peu lucrative, parce que les animaux maigres reviennent à un prix relativement élevé.

Les légumineuses (luzerne, trèfle violet, sainfoin et minette) ne se développant convenablement qu'en présence de l'humus fourni au sol par le fumier, M. Duval déclare que le travail mécanique du sol aura pour résultat une diminution des produits de la ferme et, par conséquent, la baisse de sa valeur. C'est contre cette affirmation que s'élève M. Aguet en citant son propre exemple.

Signalons, en passant, l'intéressante communication faite le 8 avril 1914 à la Société nationale d'Agriculture par M. François Berthault, directeur au Ministère de l'Agriculture, présentant les résultats de nombreuses expériences très sérieuses faites en 1912 et en 1913 par M. Miège, répétiteur à l'École nationale d'Agriculture de Rennes, sur la *stérilisation du sol* par divers antiseptiques devant enrayer ou supprimer l'activité biologique de la terre, que nous étions habitués à considérer comme un milieu vivant dont dépendait sa fertilité. Certains produits, comme le toluène en particulier, procurèrent des suppléments de récolte de 100 p. 100, alors que d'autres se montrèrent nettement nuisibles aux plantes cultivées.

M. James Aguet avait, en 1897, à l'extrémité de sa propriété située dans les Marais Pontins, des maquis et de maigres pâturages couverts de broussailles, où venaient hiverner des chèvres et des brebis descendant des Apennins à l'automne. Il y avait peu

de terres arables et une seule ferme ne possédant qu'un attelage de bœufs et un de vaches.

Après quelques années d'essais M. Aguet eut la conviction que l'élevage seul pouvait lui donner des bénéfices; mais, pour cela, il fallait des herbages et il n'avait pas de fumier, car, le climat étant des plus doux, les bêtes à cornes et les chevaux passent toute l'année en plein air.

Il défricha et cultiva le terrain de la manière suivante : 1^{re} année blé, 2^e avoine; 3^e lupin fumé aux scories et enfoui en vert pour donner un peu de matière organique au sol; 4^e tomates recevant, selon la mode du pays, une poignée de fumier dans les trous où l'on plaçait la semence; 5^e luzerne avec scories et potasse, semée à l'automne immédiatement après l'enfouissage des tomates.

M. Aguet a remplacé avec le même succès la luzerne par le trèfle incarnat; enfin des graminées firent leur apparition et la prairie naturelle se forma, convenablement dotée de légumineuses.

Et M. Aguet termine ainsi :

« Tandis que cette partie de ma propriété nourrissait, lorsque j'en pris possession, quatre bêtes à cornes, elle maintient actuellement entre bœufs, vaches, veaux, chevaux et poulains, plus de 100 têtes.

« La nourriture nécessaire à tant de bouches a été créée sans l'emploi d'aucun fumier animal. Mon exemple démontre d'une manière assez frappante, me semble-t-il, qu'avec les engrais chimiques et quelque intelligence, on peut produire, sans fumier, des légumineuses dans les sols les plus pauvres. Il ne faut donc pas combattre, sous prétexte de la nécessité des attelages pour la production du fumier, la Culture mécanique du sol. Celle-ci, le jour où elle sera mise à la portée de la moyenne et de la petite culture, constituera la rédemption des pays méridionaux, lesquels, privés (comme je le suis ici) tout l'été, et fréquemment même en automne, de pluies, ne peuvent labourer et ensemer leur sol qu'en hiver.

« Le bétail doit être élevé pour son rendement en lui-même, et cela absolument indépendamment de sa production de fumier. Celui-ci évidemment a une grande valeur, heureux qui en possède; mais cet engrais n'est pas indispensable à la culture du sol. »

Les données fournies par M. James Aguet sont des plus intéressantes pour nos Colonies et pour la culture mécanique, laquelle permet de préparer en quelques années les sols pauvres en vue d'y pratiquer ensuite l'élevage du bétail.

Quelques années de pratique de culture mécanique en Russie.

Analyse du rapport de MM. TREIWAS ET BARANOVSKY,

par M. FERNAND DE CONDÉ, Ingénieur-agronome.

Nous donnons ci-dessous l'analyse du Rapport d'une Commission, envoyée dans le Sud de la Russie par le « Bureau pour l'Étude des Machines agricoles » du Comité scientifique au Ministère de l'Agriculture russe, dans le but d'étudier dans cette région l'emploi de la Culture mécanique.

La Commission n'a eu que des tracteurs directs à examiner; elle signale la charrue Stock mais n'a pu la voir fonctionner. Les observations de la Commission se rapportent au point de vue pratique de l'emploi des machines en même temps qu'à l'étude technique de celles-ci.

A. Tracteurs à vapeur. — Dans le Gouvernement de Taurish, sur le domaine de Preobraschenka appartenant à M. Falz-Fein, la Commission a examiné deux tracteurs *Ruston Proctor* de 80 et de 50 chevaux, et sur le domaine de Nowaja-Majatschka, appartenant à M. Gr. Mordwinoff, un tracteur *Ruston Proctor* de 80 chevaux.

Le modèle de 80 chevaux remorque une charrue John Deere à 14 corps, travaillant sur une largeur totale de 5 mètres. Malgré le poids élevé de la machine, les roues n'enfoncent dans le sol que de 0^m06 à 0^m07; sur une distance de 1743 mètres on observe que le glissement des roues est de deux tours seulement. Les roues commencèrent à patiner quand on fit fournir à la machine un effort de traction de 8 025 kg; dans un autre essai les chaînes de traction se rompirent sous un effort de 7 500 kg. A vide la vitesse du tracteur est de 4 km. à l'heure; en travail elle est de 3 km à 3^{km}5 suivant la profondeur de la culture. La machine laboure environ 1 déciatine (1^{ha}09) par heure. (Le temps utile de travail ressort ainsi aux 73 centièmes du temps total.)

La résistance de l'appareil est remarquable: dans le premier domaine, chez M. Falz-Fein, aucune pièce importante n'a été changée; chez M. Mordwinoff on estime qu'en 5 mois de travail continu les réparations n'ont pas dépassé 7 à 8 roubles (18 fr. 60 à 21 fr. 25).

Le tracteur Ruston de 50 chevaux travaille avec une charrue à disques sur une largeur de 2^m84. Pour une profondeur de 0^m165 la vitesse du déplacement est de 4 km. à l'heure environ et l'effort moyen de traction de 3 500 kg; cet effort put atteindre 6 250 kg sans influencer le travail de la machine, la prise de vapeur n'étant même pas entièrement ouverte. Sur une longueur de 100 mètres le glissement des roues fut de 2^{tours}6, chiffre que la Commission considère comme bon, car le sol était très humide à la suite d'une averse.

Deux tracteurs *Adwans* sont étudiés sur les propriétés du Grand-Duc Nicolas Mikailovitch, sur ses domaines de Preobraschenka et de Gruscheffka. La Commission considère ce matériel comme très défectueux et à usure rapide. Sur le domaine de Preobraschenka on a acheté en 1909 pour 686 fr. 52 de pièces de rechange et en 1911 pour 3 361 francs (roues dentées, jantes, etc.). Sur le domaine de Gruscheffka le prix des réparations a dépassé 6 000 francs, et en 1912 le régisseur estima que l'appareil ne méritait plus de réparations.

Le tracteur remorquait une charrue Emerson à 21 disques, d'une largeur moyenne de travail de 4^m57. Pour une profondeur de 0^m135 la traction moyenne est de 3 500 kg; les consommations par hectare sont les suivantes: charbon: 102^{kg}3; eau: 900 litres; huile de graissage: 1^{kg}313; ces chiffres correspondent à 12^m7 de terre remuée par kilogramme de combustible.

Pour une profondeur de 0^m18 l'effort de traction est de 4 000 kg; dans certains sols salés très durs, il atteint 6 000 kg. Les consommations par hectare sont: charbon: 146^{kg}4; eau: 1 351 litres; huile de graissage: 2^{kg}250; soit 12^m2 de terre remuée par kilogramme de combustible.

La vitesse de déplacement du tracteur était au maximum de 3^{km}195 par heure. Le patinage des roues fut de 2 tours 5 sur une longueur de 106^m50, mais s'abaissa à 0 tour 2, dans un sol moins humide. Sur le domaine de Gruscheffka, le tracteur laboura 11 à 12 hectares en 11 heures.

Sur ce même domaine, on a observé que l'emplacement des roues du tracteur se remarque dans l'aspect de la terre après le labour, puis dans l'aspect de la récolte; les plantes sont d'abord plus faibles et plus jaunes que leurs voisines; cette différence subsiste jusqu'à l'époque de la récolte; au cours de la végétation, ces plantes subissent plus facilement l'action de la gelée. Ce fait fut remarqué aussi bien dans les champs travaillés au printemps que dans ceux labourés à l'automne.

Sur le domaine de Preobraschenka travaillait un tracteur *Gaar Scott* de 30 chevaux; il remorquait soit une charrue à 12 versoirs, soit une charrue à 23 disques. Pour une profondeur de travail de 0^m15 à 0^m18, la charrue à versoirs demande une traction de 4000 kg et la charrue à disques nécessite un effort de 5750 kg. Le tracteur a pu fournir un effort de traction de 7250 kg, sans que sa vitesse d'avancement, qui atteignait 3^{km}7 par heure, s'en trouve diminuée. La consommation de charbon fut de 128 kg par heure. La surface travaillée par heure est de 1^{ha}1 avec la charrue à versoirs et de 1^{ha}36 avec la charrue à disques. (La charrue à disques travaille donc sur une largeur plus grande que la charrue à versoirs, ce qui justifie la différence entre les efforts de traction nécessités par les deux machines.) L'eau d'alimentation était de 492 litres par heure. Les chiffres précédents correspondent approximativement à un volume de 14 à 16 mètres cubes de terre remuée par kg de combustible.

Les réparations de cet appareil sont très élevées et ont atteint, en 1909, 1 060 francs; en 1910, 2 141 fr. 30; en 1912, 4 139 fr. 62.

Un tracteur *Ransomes, Sims et Jeffries* fonctionnait sur la propriété du prince Kotschubey (gouvernement de Jaroslaw). Bien que la machine puisse fournir un grand effort de traction (la Commission a constaté un effort de 6000 kg.), elle travaillait seulement avec 6 ou 8 corps de la charrue à 12 corps Cokschtut, fournie avec le tracteur par le constructeur; d'après le rapport, beaucoup de pièces s'usent trop vite par une trop grande charge.

A plein travail et avec tous les corps de charrue, à une profondeur de 0^m18, la vitesse de déplacement de la machine est de 3^{km}2 par heure; elle laboure alors 1^{ha}1 par heure.

La Commission n'a pu voir fonctionner le tracteur *Mac Laren* de 80 chevaux qui était chez le comte S. Panina, dans le gouvernement de Woronesch.

B. Tracteurs à moteurs à explosions. — Sur la propriété du comte Panina et sur celle du général Iljaschenko, la Commission a eu à examiner deux tracteurs *Hart-Parr* de 45 chevaux. Elle donne d'ailleurs un avis défavorable sur la construction de cette machine. Ce tracteur pèse 9 600 kg; les roues motrices patinent de 1^{tour}5 sur une longueur de 180 mètres. La vitesse moyenne de déplacement de la machine est de 3 kilomètres à l'heure. Ce tracteur remorque une charrue John Deere à 8 corps, travaillant sur une largeur de 3 mètres, et une profondeur de 0^m14 à 0^m16; l'effort

moyen développé est de 3 000 kg; la surface travaillée d'un peu plus d'un hectare à l'heure. En 2^h35^m, la consommation d'essence (de mauvaise qualité) fut de 53^{kg}3, soit 20^{kg}6 par heure.

Si la machine précédente marche à raison de 3 km à l'heure et travaille sur une largeur de 3 mètres, elle laboure au maximum 90 ares à l'heure, en supposant un rayage de 3 000 m. de long, c'est-à-dire en supposant qu'il n'y a pas de tournées à effectuer. Il y a donc là une incompatibilité avec le chiffre d'une déciatine (109 ares) annoncé.

A la sucrerie de Malowiskoffsky et sur le domaine de M. Kosma (Gouvernement de Chersonisch) fonctionnent deux tracteurs *C. I. M. A.* respectivement de 45 et 35 chevaux. La Commission considère ces machines comme sensiblement meilleures que celles précédemment citées.

Le tracteur de 45 chevaux labourait avec une charrue Emerson à 14 disques; pour une profondeur de 0^m13 à 0^m14, l'effort moyen de traction est de 2 500 kg; le moteur fut bloqué par une traction de 4 500 kg. On ne constata aucune différence entre les endroits où avaient passé les roues motrices et les places voisines non foulées par elles. (On veut parler ici du sol après labour, mais il nous semble cependant que l'on retrouve toujours le passage d'un tracteur). C'était la première année de travail, et l'on ne put fournir aucun renseignement sur l'aspect des plantes aux endroits où avaient passé les roues.

Les frais de réparation de la machine atteignent 498^{fr}75 en 70 jours de travail.

Le modèle de 35 chevaux pèse, avec une charrue, 6 400 kg; il remorquait soit une charrue Emerson à 7 disques, soit une charrue à 5 corps de la même marque. La profondeur de travail était de 0^m15 à 0^m16; l'effort semblait élevé, mais le dynamomètre n'indiquait que 1 950 kg de traction (celle-ci était sans doute près du maximum pour les conditions dans lesquelles se trouvait le tracteur). La largeur du travail était de 1^m80, et la vitesse de déplacement du tracteur de 2^{km}5 par heure; la surface labourée serait de 0^{ha}43 par heure, chiffre qui nous paraît élevé par rapport aux données ci-dessus, et laisse bien peu de temps pour les tournées; le rapport du temps utile de travail au temps total atteindrait en effet 0,93, alors que pour les tracteurs directs il se maintient aux environs de 0,70.

Avec une charrue à 3 versoirs, le tracteur, pour la même profondeur de travail de 0^m15 à 0^m16, se déplaçait très lentement, et s'arrêtait souvent; la traction moyenne était de 1 750 kg; la consommation à vide était de 8 kg par heure, et atteignait 12 kg en plein travail.

Une épreuve comparative faite avec des animaux remorquant les mêmes charrues a donné les résultats suivants: cinq paires de bœufs tiraient assez facilement la charrue à disques travaillant à la même profondeur, mais dans un sol assez facile il est vrai; la charrue à versoirs nécessitait huit paires de bœufs dans les mêmes conditions.

Le tracteur a coûté 798 francs comme réparations en deux mois.

Dans le Gouvernement de Kiev, chez M. Mering, fonctionnait un tracteur *Rumely* de 60 chevaux. De toutes les machines examinées c'est à celle-ci que vont les préférences de la Commission, comme construction et qualité du travail: la machine est

bien équilibrée et ne peut comprimer beaucoup le sol; le poids total du tracteur avec une charrue à 12 versoirs atteint 11 472 kg (ce chiffre est cependant élevé et la pression des roues sur le sol est par suite élevée également). Pour un labour de 0^m16 à 0^m18 l'effort moyen de traction était de 4000 kg. Pour une profondeur plus grande cet effort put atteindre 5800 kg, mais le moteur ne put faire davantage. Le combustible employé était du pétrole brut.

Observations. — Nous n'avons aucune donnée sur la main-d'œuvre employée pour la conduite de ces machines, qui nécessitent au moins un homme sur le tracteur et un autre pour la conduite de la charrue. L'idée que nous croyons pouvoir dégager est que tous les appareils ont pu effectuer les travaux qu'on leur a demandés, ce qui est déjà beaucoup; mais il faut ajouter aux dépenses courantes de combustible, huile, main-d'œuvre (qui sont les seules que l'on évalue dans des essais), une somme élevée représentant l'amortissement et l'entretien, car, ainsi qu'on vient de le voir, les réparations de toutes ces machines ont nécessité des frais considérables.

Ces réparations, en causant du retard et des ennuis, viennent grever considérablement les prix de revient des différents travaux, et une fois de plus se trouve confirmé ce fait : des animaux, après leur emploi comme moteurs, ont encore de la valeur comme bétail pour l'engraissement, alors qu'une machine de Culture mécanique risque d'être rapidement mise hors d'usage en tombant à une valeur presque nulle. On néglige souvent ce facteur dans les calculs tentés sur le prix de revient des façons culturales par les appareils de Culture mécanique. En nous basant sur les données que nous avons pu réunir sur ce sujet, nous croyons que l'on peut estimer d'une façon globale à 20 pour 100 du capital engagé les frais représentant par an l'amortissement, l'intérêt et les réparations d'une machine de Culture mécanique. Ces dépenses fixes annuelles se répartissent sur un certain nombre de jours et sur un certain nombre d'hectares, mais bien souvent dépassent, par hectare, les frais de combustible, main-d'œuvre et graissage.

Le véritable intérêt de la Culture mécanique ne ressort pas tant des bas prix, souvent exagérés à tort, des façons culturales que des avantages moins directs, tels que rapidité plus grande des travaux permettant de les effectuer en temps utile, économie de main-d'œuvre, diminution du bétail-moteur et surtout du personnel employé à le soigner.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 12 JUIN 1914

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

M. TOULON et M. HITIER, *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 :

La marine moderne. Ancienne histoire et questions neuves, par M. L.-E. BERTIN, membre de l'Institut;

Mécanique générale et aérodynamique. Simplification et exactitude de la technique de l'aviation, par M. MARCHAND-BEY;

Aus Theorie und Praxis des Riemetriebes, par M. FRITZ ADOLF BOESNER, ingénieur;

Un decennio di vita nei corpi consultivi della legislazione sociale in Italia (1903-1912), par M. GIOVANNI MONTEMARTINI;

Matériel roulant exposé par la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée à l'Exposition internationale de Lyon 1914;

Annuaire de la propriété industrielle, artistique et littéraire pour 1914, par M. G. VAN DER HAEGHEN, Ingénieur des Arts et Manufactures (de Belgique);

Congrès international d'Aéronautique. Paris 1900 (Procès-verbaux sommaires). — III^e, Milan 1906 (Rapports et Mémoires). — IV^e, Nancy 1909 (Procès-verbaux, Rapports et Mémoires);

Commission permanente internationale d'Aéronautique. — Procès-verbaux

et comptes rendus des travaux de la session extraordinaire tenue à Bruxelles en septembre 1907 et à Paris en novembre 1912. (*La sécurité en aéroplane.*)

Caisse des recherches scientifiques. — Rapport annuel. Année 1913.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

La législation sur la répression des fraudes et le commerce des engrais en France, par MM. E. ET M. LAMBERT;

Pratique de la construction en béton et mortier de ciment armés ou non armés avec établissement rationnel des prix de revient, par MM. F. W. TAYLOR ET S. E. THOMPSON. Traduit et adapté par M. DARRAS, ingénieur;

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la Station expérimentale de La Madeleine. Vol. IX, par M. le Dr A. CALMETTE ET M. E. ROLANTS, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille, avec la collaboration de M. E. BOULLANGER, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille ET F. CONSTANT, assistant à l'Institut Pasteur de Lille;

Les pierres précieuses, par M. JEAN ESCARD;

Moyens pratiques d'améliorer la préparation des peaux de buffles expédiées des colonies, par M. HENRI BOULLANGER, tanneur;

Les courants vagabonds. L'électrolyse et les perturbations causées par l'induction et les courants pulsatoires, par MM. ALBERT PAYOT ET ALFRED TOBIANSKY-D'ALTOFF, ingénieurs;

Le migrazioni periodiche interne dei lavoratori agricoli (Movimenti più importanti dei mesi di agosto a dicembre 1912). Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio;

Solidification, réseaux cellulaires et croissance des grains dans les métaux, par M. FÉLIX ROBIN;

Les nouveautés chimiques, par M. CAMILLE POULENC, docteur ès sciences;

Bulletin scientifique et industriel de la Maison Roure-Bertrand Fils, de Grasse, 3^e série, n^o 9 (avril 1914);

Bulletin semestriel des huiles essentielles, parfums synthétiques, etc., publié par la maison SCHIMMEL ET C^{ie}, à Miltitz, près Leipzig (avril 1914);

Compte rendu des séances du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine. Années 1903 à 1913 (10 volumes) et Tables analytiques des années 1893 à 1904;

Direction générale des Eaux et Forêts. Annales. — Forêts, Hydraulique. Améliorations et météorologie agricoles. Fascicules 43 et 44.

M. LE PRÉSIDENT. — M. le Préfet de Police a bien voulu, sur ma demande, faire à notre Bibliothèque le service du Bulletin du Conseil d'Hygiène et de Salubrité du département de la Seine, et il nous a gracieusement offert les volumes des neuf dernières années. Le Bureau m'a chargé de lui adresser les remerciements de la Société.

La Société d'Encouragement a reçu deux plis cachetés :

1° Un pli cacheté déposé par M. PRÉLIZOT, directeur des Usines de Tillières-sur-Avre (Eure), le 22 mai 1914, contenant un mémoire intitulé : *Contribution à l'étude industrielle des laitons (fonderie, laminage, recuits, essais)*;

2° Un pli cacheté déposé par M. Alfred GUY, ingénieur civil, 20, rue de la Commanderie, à Corbeil (Seine-et-Oise), le 26 mai 1914, contenant la description d'un *procédé relatif à la suppression de l'épave de la « Liberté » en rade de Toulon*.

Des remerciements ont été adressés à la Société par M. le Professeur PATERNO pour l'échange des *Annali di Chimica applicata*, publiées à Rome, contre le Bulletin de la Société, accordé à cette publication.

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'il a représenté la Société aux assemblées générales : de l'Association des Chimistes de l'Industrie textile, tenue à Paris, le 23 mai; de l'Union des Sociétés industrielles, tenue à Reims les 23, 24 et 25 mai; de la Société chimique de France, tenue à Paris, le 29 mai, et de l'Association des Experts-chimistes, tenue à Paris le 10 juin.

M. LE PRÉSIDENT. — Les Sociétés industrielles, créées dans les différents centres manufacturiers de France, sur le modèle de la Société de Mulhouse, sont aujourd'hui groupées en Union. C'est à l'Assemblée générale de la Société industrielle d'Amiens, le 30 octobre 1910, que notre collègue du Comité de Commerce, M. Carmichaël, a montré qu'un pareil groupement s'imposait, et le Président de cette Société, M. Guerlin, aujourd'hui décédé, prit à cette époque, l'initiative de réunir, à Amiens, un premier Congrès des Sociétés industrielles de France, qui eut lieu en 1911.

A la même époque, M. Bergeron, président de la Société des Ingénieurs civils de France, qui avait eu cette même idée au Congrès de l'Enseignement technique supérieur, qui s'est tenu à Bruxelles en septembre 1910, consulta immédiatement les vingt présidents des sociétés techniques avec lesquelles la Société des Ingénieurs civils était en relations suivies. Il convia à Paris, le 21 décembre 1910, les représentants de ces sociétés pour échanger des idées relativement à l'établissement de la future Union et en établir les statuts.

Seules, les sociétés industrielles du genre Mulhouse, après avoir adopté les statuts élaborés à quelques modifications près, se sont groupées aujourd'hui, en Union. Le Conseil a pensé que notre Société avait intérêt à ne pas rester étrangère à ce mouvement fédératif et qu'elle devait demander son admission comme membre de l'Union; je n'ai pas besoin de dire quel accueil cordial nous fut réservé.

C'est donc au titre de membre de l'Union que la Société fut invitée à participer au deuxième Congrès, qui vient de se tenir, les 23, 24 et 25 mai, à Reims, sous la présidence de M. Marteau, président de la Société industrielle de cette ville. La première réunion du Congrès de Reims fut présidée par M. Carmichael à titre d'initiateur de l'Union. La Société d'Encouragement était représentée par son Président, par M. Carmichael, membre du Comité de Commerce et par M. Toulon, secrétaire, membre du Comité des Arts économiques; — la Société industrielle de Mulhouse, qui est membre honoraire de l'Union, par M. Mieg, son vice-président, MM. Dollfus, Albert Scheurer, Schlumberger, etc.; — la Société de l'Est, de Nancy, par son président honoraire, M. Villain, MM. Bellieni, Hanra, Laffitte, Tourtel, etc.; — la Société industrielle du Nord de la France, de Lille, par M. Nicolle, son président, MM. Godin, Kestner, Thiriez, etc.; — la Société de Rouen, par son vice-président, M. Kopp; — la Société d'Amiens, par son président, M. Rousseau, MM. Crochetelle, Lamy, etc.; — la Société d'Elbeuf, par M. Desbois, son président, et M. Gosselin, son secrétaire; — la Société de Fourmies, par son président, M. Boussus; — la Société de Roubaix, par son président, M. Wibaux, M. Mathon, etc.; — les Sociétés de Tourcoing et de Nantes par leurs présidents, MM. Masurel et Lallié.

Les préoccupations qui guident dans leurs travaux les Sociétés industrielles provinciales et la nôtre ne sont évidemment pas identiques; elles relèvent en effet des ressources qu'offrent les villes où elles sont établies. Notre Société, placée dans le grand centre de l'activité scientifique et, d'autre part, moins directement que les Sociétés provinciales aux prises avec les questions d'économie ouvrière, a surtout pour rôle d'inspirer ou de réunir les travaux de science industrielle, tandis que les Sociétés de province, presque exclusivement composées d'industriels, sans négliger le côté scientifique des travaux auxquels ceux-ci se consacrent, ont pour principale préoccupation d'assurer l'hygiène et le bien-être de l'ouvrier, en même temps que son instruction professionnelle.

Aussi, la plupart des questions traitées et discutées au Congrès de Reims sont-elles relatives aux habitations à bon marché, aux cours d'apprentissage, et aux écoles ménagères. Parmi ces questions : Nous citerons :

Du rôle de la Société industrielle d'Amiens en matière d'habitations ouvrières,

par M. MAURICE LEGRAND (Amiens); — *Le développement de l'habitation ouvrière à bon marché dans la région du Nord*, par M. WALKER (Lille); — *Les habitations ouvrières et les familles nombreuses*, par M. DAMEZ (Roubaix); — *Les œuvres sociales de Mancieulles*, par M. HANRA (Nancy); — *L'habitation et le crédit immobilier*, par M. LAFOSSE (Rouen); — *Les habitations à bon marché à Reims*, par M. ROZEY (Reims); — *Application des cours d'apprentissage à divers métiers*, par MM. BOCQUET et KOPP (Rouen); — *L'organisation de l'apprentissage et de l'enseignement ménager en Meurthe-et-Moselle*, par M. LAFFITTE (Nancy); — *L'apprentissage à Roubaix dans l'industrie textile*, par M. DAMEZ (Roubaix); — *Note sur le projet de loi Verlot*, par M. BOUSSUS (Fourmies); — *La tâche sociale de l'industriel*, par M. VILLAIN (Nancy); — *Les services postaux, télégraphiques et téléphoniques dans les centres industriels*, par M. DAMEZ (Roubaix) et par M. ROZEY (Reims); — *De l'opportunité de la transformation de l'unité de puissance*, par M. GOSSELIN-QUERTIER (Elbeuf); — *Sur la généralisation des viaducs à usage multiple*, par M. KOPP (Rouen); — *Sur la réglementation de la profession de chauffeur-mécanicien dans l'industrie*, par M. BOUSSUS (Fourmies).

Le Comité du Congrès avait organisé un certain nombre de visites fort intéressantes dans plusieurs établissements dont voici l'énumération :

Nouveau groupe de maisons ouvrières, construites par « le Foyer rémois »; Peignage Jonathan Holden; École d'Apprentissage, créée par la Chambre de Commerce de Reims; Établissements Panhard et Levassor; les Docks rémois; le Collège d'Athlètes; les caves G. H. Mumm; les caves Pommery.

Les séances de travail se sont tenues soit à l'Hôtel de Ville, soit à la Chambre de Commerce; les divers vœux qui ont été émis seront examinés par la prochaine assemblée des Présidents et transmis, s'il y a lieu, aux pouvoirs publics.

Notre collègue du Comité de Commerce, M. Georges Risler, a bien voulu écrire pour le Bulletin un compte rendu des travaux, qui ont été présentés et discutés au Congrès de Reims, relatifs aux œuvres sociales. Nous lui adressons nos remerciements.

M. LE PRÉSIDENT adresse les remerciements de la Société à MM. de Dion Bouton, qui ont bien voulu nous autoriser à visiter leurs usines de Puteaux, le samedi 23 mai. Les membres de la Société, au nombre de soixante, ont été reçus par notre collègue, M. Guillet, dont les beaux travaux de métallurgie ont été, pour la plupart, exécutés à l'usine de Dion Bouton, ou tout au moins y ont reçu leurs premières applications; M. Guillet a présenté les visiteurs à M. Lecœur, directeur et M. Sansonnens, ingénieur attaché à la Direction. La moitié des visiteurs s'est rendue au laboratoire et à l'atelier de trempe, où

M. Guillet a montré les différents appareils de mesure, les appareils de polissage et de photographie micro et macroscopique, tandis que M. Sansonnens parcourait avec l'autre moitié les divers ateliers de l'usine; puis les groupes ont changé de moniteurs et chacun d'eux a bien voulu recommencer ses bienveillantes explications. Nous les en remercions très vivement.

Sont admis comme membres de la Société :

MM. GENEVET ET C^{ie}, M. TRIQUET (Paul-Gabriel), MM. MICHELIN ET C^{ie}, M. BERGÈS (Pierre-Arslide), M. JOLIVET (Georges),
qui ont été présentés dans la dernière séance.

Six membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. BOCHEUX (Léon), directeur de la Société de Blanchiment industriel à Boulogne-sur-Seine, présenté par MM. Lindet et Julien, de la maison Boramé et Julien;

La CHAMBRE DE COMMERCE DU HAVRE, présentée par MM. Risler et le capitaine Nicolardot;

M. ORCEL (Jacques), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. Buquet et le capitaine Nicolardot;

M. COUTURIER (Albert), Ingénieur-agronome, licencié ès sciences, à Paris, présenté par MM. A. Ch. Girard et Lindet;

M. COLLARD (Maurice), ingénieur-hydraulicien (I. N. A.), à Paris, présenté par MM. Ringelmann et Lindet;

La SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS BOULARD (procédés nouveaux de fermentation), à Paris, présentée par MM. Lindet et Egrot.

Lecture est donnée d'un rapport présenté au nom du Comité des Arts mécaniques par M. JAMES DANTZER sur l'ouvrage de M. HENRI NEU, intitulé : *La chaleur et l'humidification dans le travail des matières textiles*.

M. AUGUSTE MOREAU lit un rapport, présenté au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur l'ouvrage de M. CHALON intitulé : *Les eaux souterraines, captage et purification*.

M. GEORGES LECOMTE, président de la Société des Gens de Lettres, directeur de l'École du Livre (École Estienne), fait une conférence sur les *Progrès de la lithographie en France depuis cent ans*.

Cette conférence inaugure une Exposition de Lithographie, d'une durée de sept jours, organisée dans l'Hôtel de la Société par M. ROBERT ENGELMANN pour célébrer le centenaire de la fondation, à Paris, de l'Établissement lithographique de G. ENGELMANN, de Mulhouse, en 1814.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est à un beau mouvement de piété filiale en même temps que de légitime fierté que notre collègue, M. Robert Engelmann, a obéi en rassemblant, dans une exposition, l'œuvre centennale de la maison qui a été fondée par son grand-père en 1814 et qui n'a pas cessé de porter son nom.

Je me félicite d'autant plus d'avoir demandé à M. Engelmann de faire précéder d'une conférence cette exposition, que le conférencier est M. Georges Lecomte qui, par sa double personnalité de président de la Société des Gens de Lettres et de directeur de l'École Estienne, appartient à la littérature, à l'art et à la science, dont la lithographie d'un siècle nous apporte aujourd'hui les manifestations.

Vos applaudissements ont été vers M. Lecomte, qui, dans une forme très littéraire, a suivi l'histoire de ce siècle en la superposant à celle de la lithographie et des grands artistes qui l'ont répandue ; vers cette belle famille Engelmann qui, pendant cent ans, n'a pas failli un jour ; enfin vers nos collègues de 1815 et de 1838, qui ont su distinguer les mérites de Godefroy et de Jean Engelmann et encourager la lithographie et la chromolithographie dès leur apparition.

Je souhaite que l'Exposition qui s'ouvre aujourd'hui puisse intéresser tous ceux que M. Engelmann et nous avons conviés à la visiter.

La séance est levée à 22 h. 35 m.

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

SÉANCE DU 14 MAI 1914

Le Comité électrotechnique français est la section française de la Commission électrotechnique internationale.

Cette commission a été instituée par suite du vœu émis par le Congrès international d'Électricité de Saint-Louis (1904) :

« Que des démarches devraient être faites en vue d'assurer la coopération des sociétés techniques du monde par la constitution d'une commission représentative chargée d'examiner la question de l'unification, de la nomenclature et de la classification (*rating*) des appareils et machines électriques. »

A la suite de nombreux pourparlers, une conférence fut réunie à Londres en 1906, qui rédigea les statuts de la Commission dès lors constituée.

Chaque nation fut invitée à constituer un comité électrotechnique formé par les sociétés techniques, pourvu que celles-ci eussent au moins trois années d'existence et s'occupassent d'électricité industrielle, soit exclusivement, soit conjointement avec d'autres sujets. Chaque comité devrait pourvoir à ses propres dépenses et contribuer aux dépenses du Bureau central pour une part qui serait égale pour tous les pays représentés à la Commission (voir les statuts en annexe).

Le premier président de la Commission fut Lord Kelvin qui mourut en décembre 1907; Mascart, désigné pour lui succéder, succomba à son tour en 1908 sans avoir pris possession de cette présidence, à laquelle l'avait naturellement préparé la présidence du Comité électrotechnique français. La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a l'honneur de compter parmi ses membres le président actuel de la Commission internationale, M. Maurice Leblanc.

La Commission a désigné comme langues officielles pour ses publications l'anglais et le français; dans les études de nomenclature, les synonymes seuls doivent être donnés dans toutes les langues des nations représentées dans la Commission.

De plus, il a été décidé que :

« Dans le cas où la Commission électrotechnique internationale aurait à exprimer des mesures dans ses travaux, elle devrait employer le système métrique ou le système C. G. S. Pour les besoins des pays qui n'emploient pas le système métrique, les comités électrotechniques pourront ajouter les valeurs équivalentes entre parenthèses. »

L'importance de ces deux décisions primordiales en ce qui concerne la France doit être particulièrement signalée.

La Commission internationale et le Comité français ont consigné les résultats de leurs travaux dans des publications dont on trouvera la liste en annexe.

Les délégués de la Société d'Encouragement, M. le Général Sebert et l'auteur de cette note, peuvent témoigner de l'activité et de l'influence du Comité français, présidé par M. Picou.

En résumé les travaux des comités nationaux et de la Commission internationale ont abouti à l'établissement d'une nomenclature de symboles internationaux et à l'admission d'une valeur déterminée pour la résistivité du cuivre type.

Un vocabulaire des termes usités en électrotechnique a été établi par le Comité français avec le plus scrupuleux souci de la précision des définitions ; la Commission internationale n'a pas encore produit le vocabulaire international.

La classification — le *rating* du texte anglais — est devenue plutôt la *spécification* des appareils et machines électriques et cette spécification semble tourner à un ensemble de prescriptions pour l'établissement de cahiers des charges *types*. Cette matière délicate a été traitée au cours de plusieurs réunions ; des comptes rendus résument les différentes opinions qui s'y sont manifestées et parmi lesquelles les extrêmes ne sont pas assez éloignées pour qu'on ne puisse espérer un accord prochain.

La question de l'unification des symboles a été résolue presque complètement. Quelques signes, maintenus par esprit de conciliation, disparaîtront à la longue sans qu'il en résulte aucun froissement.

« La question d'un accord international au sujet des symboles employés en électrotechnique, lit-on dans la préface des *Symboles internationaux*, fut soulevée pour la première fois devant la C. E. I. à sa réunion de Londres de 1908.

« Reconnaissant les travaux de feu Ed. Hospitalier, la C. E. I. a jugé qu'il

était judicieux de suivre sensiblement la même voie et de traiter, en premier lieu, ce qui se rapporte aux règles de principe régissant d'une façon générale l'usage des symboles, plutôt que d'essayer d'obtenir un accord international sur une longue liste de symboles. »

Cette question a été traitée dans les réunions de Bruxelles en 1910, de Turin en 1911, de Paris en 1912, de Zurich en janvier 1913 et de Berlin en septembre 1913. A Berlin, vingt-quatre pays étant représentés, une dernière rédaction fut ratifiée par la C. E. I. dans sa réunion plénière telle qu'elle est transcrite dans le rapport qui nous a été remis.

La France était représentée dans cette réunion définitive par M. P. Janet.

Les tableaux des symboles adoptés comprennent :

Les symboles des grandeurs;

Les signes pour les noms des unités;

Les symboles et signes mathématiques;

Les signes abrégatifs pour les poids et mesures.

In fine la C. E. I. recommande au Congrès international des Applications de l'Électricité qui se tiendra à San Francisco en 1915 l'adoption du nom de « siemens » pour l'unité de conductance.

L'article VII des statuts du Comité électrotechnique français spécifie que :

« Les sociétés adhérentes acceptent l'obligation d'insérer gratuitement dans leur bulletin les décisions de la Commission électrotechnique internationale telles que le Comité électrotechnique français les lui transmettra. »

En conséquence, le rapporteur propose de publier dans le Bulletin de la Société d'Encouragement les tableaux de symboles et signes communiqués par le Comité électrotechnique français.

De plus le Bulletin ne devra à l'avenir comporter aucune notation en désaccord avec les règles de la Commission internationale.

SYMBOLES INTERNATIONAUX

(Extrait du Fascicule 27 de la Commission électrotechnique internationale, janvier 1914.)

REMARQUES GÉNÉRALES RELATIVES A L'UNIFICATION DES SYMBOLES

En se limitant à l'Électrotechnique, il semble possible d'unifier les symboles. Les principes qui ont servi comme base des travaux du Comité spécial pour cette unification sont les suivants :

Il faut que les symboles se distinguent nettement les uns des autres, aussi bien dans l'écriture à la plume sur le papier, que dans l'écriture à la craie sur le tableau noir et qu'en typographie. Il est recommandable d'employer pour les symboles, dans les travaux imprimés, un caractère différent de celui qui compose le texte ; d'imprimer, par exemple, les symboles en lettres italiques si le texte est en romaines, et inversement. Il est désirable qu'en écriture courante, on n'ait pas à ajouter des signes distincts aux symboles, pour indiquer les caractères typographiques à employer. Il faut pouvoir énoncer les symboles quand on les écrit au tableau noir. Enfin, il convient de garder de préférence ceux que l'usage a déjà consacrés. Il résulte de ce qui précède qu'on ne peut pas différencier, dans l'écriture courante, les lettres romaines des lettres italiques et que les minuscules rondes, se distinguant trop difficilement des autres, ne peuvent pas être employées. De l'avis général, il convient de renoncer aux lettres gothiques, trop longues à écrire. Enfin, beaucoup de majuscules grecques sont semblables à des majuscules romaines. Tout bien considéré, il ne reste qu'une centaine de symboles disponibles en romaines, rondes et grecques. Plusieurs en sont déjà pris par des signes mathématiques dont les électriciens eux-mêmes ont besoin. Ci-joint une liste des symboles proposés pour les grandeurs dont on fait le plus fréquent usage en Électrotechnique. Si l'on tient compte de quelques autres symboles dont on a aussi parfois besoin, il est évident qu'il n'en reste plus pour les grandeurs purement physiques ou mécaniques. Or, dans une même formule, peuvent intervenir des symboles électrotechniques et des symboles de mécanique ou de physique générale. Le cas se présente notamment pour la masse, le moment d'inertie, la vitesse, la densité, la température, la quantité de chaleur, etc. La C. E. I. recommande d'employer, alors, pour la grandeur physique ou mécanique, le symbole habituellement utilisé par les physiciens ou les mécaniciens, si cette lettre n'existe pas déjà dans la formule comme symbole électrotechnique. Dans l'éventualité contraire, il est désirable d'affecter le symbole d'un signe distinctif, ou de changer de notation.

RÈGLES CONCERNANT LES GRANDEURS

a) Les valeurs instantanées des grandeurs électriques variables dans le temps sont représentées par des lettres minuscules. En cas d'ambiguïté, on peut affecter celles-ci de l'indice « t ».

b) Les valeurs efficaces ou constantes des grandeurs électriques sont représentées par des lettres majuscules.

c) Les valeurs maxima des grandeurs électriques et magnétiques périodiques sont représentées par des lettres majuscules affectées de l'indice « m ».

d) Dans les cas où il serait désirable de distinguer les grandeurs magnétiques, constantes ou variables, des grandeurs électriques, les grandeurs magnétiques seront représentées par des majuscules rondes, grasses ou de type spécial. Les lettres rondes ne seront employées que pour des grandeurs magnétiques.

e) Les angles sont représentés par des minuscules grecques.

f) Les grandeurs sans dimensions et les grandeurs dites spécifiques sont représentées autant que possible par des minuscules grecques.

Tableau des symboles adoptés

I. Grandeurs.

NOM DE LA GRANDEUR.	SYMBOLE.	Symboles recommandés pour le cas où le symbole principal ne conviendrait pas.
1. Longueur.	l	Dans les équations aux dimensions, on emploiera les lettres majuscules L, M, T .
2. Masse.	m	
3. Temps.	t	
4. Angles.	$\alpha, \beta, \gamma \dots$	
5. Accélération de la pesanteur.	g	
6. Travail.	A	W
7. Énergie.	W	U
8. Puissance.	P	*
9. Rendement.	η	
10. Nombre de tours dans l'unité de temps.	n	
11. Température centigrade.	t	$\theta \approx$
12. Température absolue.	T	Θ
13. Période.	T	
14. Pulsation ($2\pi/T$).	ω	
15. Fréquence.	f	$\nu \dagger$
16. Déphasage.	φ	
17. Force électromotrice.	E	
18. Courant.	I	
19. Résistance.	R	
20. Résistivité.	ρ	
21. Conductance.	G	\dagger
22. Quantité d'électricité.	Q	
23. Induction électrostatique.	D	
24. Capacité.	C	
25. Constante diélectrique.	ϵ	

* Un symbole pour la seconde colonne sera désigné ultérieurement par les Comités allemand et autrichien, sans nouvelle discussion de la C.E.I.

† Ce symbole sera supprimé si les Comités allemand et autrichien le décident ultérieurement.

‡ Un symbole pour la seconde colonne sera désigné ultérieurement par les Comités allemand et autrichien, sans nouvelle discussion de la C.E.I.

I. Grandeurs (Suite).

NOM DE LA GRANDEUR.	SYMBOLE.	Symboles recommandés pour le cas où le symbole principal ne conviendrait pas.
26. Self-inductance	L	\mathcal{L}
27. Inductance mutuelle	M	\mathcal{M}
28. Réactance	X	\mathcal{X}
29. Impédance	Z	\mathcal{Z}
30. Réluctance	S	\mathcal{R}
31. Flux magnétique	Φ	\mathcal{F}
32. Induction magnétique	B	\mathcal{B}
33. Champ magnétique	H	\mathcal{H}
34. Intensité d'aimantation	J	\mathcal{J}
35. Perméabilité	μ	
36. Susceptibilité	K	

Rondes, grasses ou type spécial.

Le Délégué allemand fait ses réserves au sujet des symboles 13, 14, 20, 23, 25, 27 à 31, qui ne sont pas encore acceptés en Allemagne, mais ne s'oppose pas à l'adoption de ces symboles par la C.E.I.

II. Unités. Signes pour les noms des unités.

Signes pour les noms des unités électriques, à employer seulement après des valeurs numériques.

NOM DE L'UNITÉ.	SIGNE.
1. Ampère	A
2. Volt	V
3. Ohm	*
4. Coulomb	C
5. Joule	J
6. Watt	W
7. Farad	F
8. Henry	H
9. Volt-coulomb	VC
10. Watt-heure	Wh
11. Volt-ampère	VA
12. Ampère-heure	Ah
13. Milliampère	mA
14. Kilowatt	kW
15. Kilovolt-ampère	kVA
16. Kilowatt-heure	kWh

m signe pour milli-

k signe pour kilo-

μ signe pour micro- ou micr-

M signe pour mega- ou meg-

* Comme signe provisoire de l'ohm, il est recommandé d'employer l'une des deux lettres O ou Ω . La lettre Ω ne doit plus être employée comme signe du megohm.

III. Symboles et règles mathématiques.

DÉSIGNATION.	SYMBOLE.	Symboles recommandés pour le cas où le symbole principal ne conviendrait pas.
Différentielle totale	d	d
Différentielle partielle	∂	
Base des logarithmes népériens	e	ε
Imaginaire $\sqrt{-1}$	i	j
Rapport de la circonférence au diamètre.	π	
Somme, série.	Σ	
Somme, intégrale.	\int	

1° Les exposants en chiffres arabes représentent uniquement des puissances. (En conséquence, il est à désirer que les expressions $\sin^2 x$, $\tan^2 x$, employées dans certains pays soient remplacées par $\text{arc sin } x$, $\text{arc tan } x$.)

2° La virgule et le point sont employés pour séparer les décimales suivant les usages du pays, mais, dans les nombres, les tranches de trois chiffres sont séparées par un espace, et non par un point ou par une virgule (1 000 000).

3° Pour la multiplication des nombres et pour la multiplication des grandeurs géométriques désignées par deux lettres, il est recommandable d'employer le signe \times , et de n'utiliser le point que lorsqu'il n'y a point d'ambiguïté possible.

4° Pour indiquer une division dans une formule, il est recommandable d'employer la barre horizontale ou le double point. Toutefois, le trait oblique peut être utilisé lorsqu'il n'y a pas d'ambiguïté possible ; au besoin, on fera usage, pour la clarté, de parenthèses (), de crochets [] et d'accolades { }.

IV. — Signes abrégatifs pour les poids et mesures.

Longueur : m ; km ; dm ; cm ; $\mu = 0,001$ mm.

Surface : a ; ha ; m² ; km² ; dm² ; cm² ; mm².

Volume : l ; hl ; dl ; cl ; ml ; m³ ; km³ ; dm³ ; cm³ ; mm³.

Masse : g ; t ; kg ; dg ; cg ; mg.

V. — Nom pour une unité électrique.

La C. E. I. recommandera au Congrès international des applications de l'électricité, qui se tiendra à San Francisco en 1913, l'adoption du nom de « Siemens » pour l'unité de conductance.

SPÉCIFICATION INTERNATIONALE POUR LE CUIVRE-TYPE

(Extrait du Fascicule 28 de la Commission électrotechnique internationale, mars 1914.)

I. — CUIVRE-TYPE RECUIT.

Les données suivantes seront prises comme valeurs normales pour le cuivre-type recuit :

1) A la température de 20° C., la résistance d'un fil de cuivre-type recuit ayant un mètre de longueur et une section uniforme de un millimètre carré est de $1/58$ ohm = 0,017241... ohm.

2) A la température de 20° C., la densité du cuivre-type recuit est de 8,89 g par centimètre cube.

3) A la température de 20° C., le coefficient de variation avec la température de la résistance du cuivre-type recuit, mesurée entre deux prises de potentiel rigidement attachées au fil (à masse constante), est de 0,00393 = $1/254,45$... par degré centigrade.

4) En conséquence, il résulte de (1) et (2) que, à la température de 20° C., la résistance d'un fil de cuivre-type recuit d'une section uniforme ayant un mètre de longueur et une masse de un gramme est de $(1/58) \times 8,89 = 0,15328$... ohm.

II. — CUIVRE INDUSTRIEL

1) La conductivité du cuivre recuit industriel sera exprimée à la température de 20° C. en pour cent de celle du cuivre-type recuit et cette valeur sera exprimée à 0,1 p. 100 près.

2) La conductivité du cuivre recuit industriel doit être calculée d'après les hypothèses suivantes :

a) L'écart entre la température à laquelle les observations doivent être prises et 20° C. n'excédera pas $\pm 10^\circ$ C.

b) La résistance d'un fil de cuivre industriel ayant un mètre de longueur et une section de un millimètre carré augmente de 0,000068 ohm par degré centigrade.

c) La résistance d'un fil de cuivre industriel ayant un mètre de longueur et une masse de un gramme augmente de 0,00060 ohm par degré centigrade.

d) La densité du cuivre recuit industriel à une température de 20° C. est de 8,89 g par centimètre cube.

Cette valeur de la densité doit être employée dans le calcul de la conductivité relative du cuivre recuit industriel.

Il résulte de ces hypothèses que si, à une température de t° C., R est la résistance, en ohms, d'un fil ayant une longueur de l mètres et une masse de m grammes, la résistance d'un fil du même cuivre ayant un mètre de longueur et une section de un millimètre carré sera :

$$Rm / (l^2 \times 8,89), \text{ à } t^\circ \text{ C. ;}$$

$$\text{et } Rm / (l^2 \times 8,89) + 0,000068 (20 - t), \text{ à } 20^\circ \text{ C.}$$

La conductivité relative de ce cuivre est ainsi :

$$100 \times \frac{1,58}{\frac{Rm}{l^2} \times 8,89 + 0,000068 (20 - t)}$$

Et, d'une façon semblable, la résistance d'un fil du même cuivre ayant un mètre de longueur et une masse de un gramme est :

$$Rm/l^2, \text{ à } t^{\circ} \text{ C. ;} \\ \text{et } Rm/l^2 + 0,00060 (20 - t), \text{ à } 20^{\circ} \text{ C.}$$

La conductivité relative est ainsi :

$$100 \times \frac{0,15328}{\frac{Rm}{l^2} + 0,00060 (20 - t)}$$

Note I. Les valeurs normales données ci-dessus (dans I) sont les valeurs moyennes déduites d'un grand nombre d'expériences. Parmi plusieurs échantillons de cuivre, possédant la conductivité normale, la densité peut différer de la densité normale jusqu'à 0,5 p. 100 et le coefficient de variation de la résistance avec la température peut différer du coefficient normal jusqu'à 1 p. 100 ; mais entre les limites indiquées (en II) ces écarts n'affectent pas les valeurs de la résistance à condition de limiter les calculs à quatre chiffres significatifs.

Note II. Les données ci-dessus sont d'accord avec les constantes physiques suivantes du cuivre-type recuit :

Densité à 0° C.	8,90
Coefficient de dilatation linéaire, par degré centigrade	0,000017
Résistivité à 0° C., en microhm-centimètres	1,588 ₁
Coefficient, à 0° C., de variation de la résistivité (volume), par degré centigrade	0,004282 ₂
Coefficient, à 0° C., de variation de la résistance à masse constante	0,00426 ₃ = 1/234,45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Extraits des statuts :

Article 1. — La Commission est formée dans le but de donner suite à la résolution suivante de la Chambre des Délégués des Gouvernements au Congrès international d'Électricité, tenu à Saint-Louis en septembre 1904 :

« Que des démarches devraient être faites en vue d'assurer la coopération des Sociétés techniques du monde par la constitution d'une Commission repré-

sentative chargée d'examiner la question de l'unification de la nomenclature et des classifications des appareils et machines électriques. »

Article 2. — Tout pays ayant son gouvernement propre qui désirera prendre part à la Commission peut former un Comité électrotechnique pour son propre pays, et chaque Comité peut choisir un Président et deux Vice-Présidents parmi ses membres, et nommer un Secrétaire qui tiendra les archives du Comité et sera chargé de toute la correspondance.

Article 3. — Ces Comités devront, en premier lieu, être formés, un pour chaque pays, par les Sociétés techniques de chaque pays, pourvu que celles-ci aient au moins trois années d'existence avant de participer à la formation de ces Comités, et pourvu qu'elles s'occupent d'électricité industrielle, soit exclusivement, soit conjointement avec d'autres sujets techniques. Il n'est pas nécessaire que les personnes nommées aux Comités soient membres de Sociétés techniques.

Dans un pays n'ayant pas de Société technique de ce genre, le Gouvernement peut constituer le Comité.

Article 4. — Chaque Comité enverra des délégués techniques à la Commission. Les lettres accréditant les délégués seront soumises à l'approbation du Conseil de la Commission.

Article 12. — Chaque Comité électrotechnique devra pourvoir à ses propres dépenses et devra contribuer aux dépenses du Bureau central pour une part qui sera égale pour tous les pays participant à la Commission.

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS

Extraits des statuts :

Article I. — Il est formé un Comité français ayant pour objet l'étude des questions d'unification de la nomenclature et des classifications des appareils et machines électriques, ainsi que de toutes les questions pouvant se rattacher aux mêmes objets.

Le Comité prend le nom de Comité électrotechnique français.

Le Comité est chargé de discuter les propositions faites par la Commission électrotechnique internationale, de lui en soumettre le cas échéant, et de désigner les délégués français à cette Commission et à son Conseil.

Il doit également assurer la publication des décisions de la Commission électrotechnique internationale.

Article II. — Le Comité électrotechnique français est formé sur les bases du projet de statuts proposé par la Commission électrotechnique internationale dans sa réunion du 27 juin 1906.

Le Comité électrotechnique français est constitué :

1° Par les mandataires des sociétés dont l'adhésion a été constatée par l'Assemblée générale constitutive du 16 juillet 1907 ;

2° Par les sociétés françaises ayant au minimum trois années d'existence, s'occupant soit d'électricité théorique, soit des applications de l'électricité à l'industrie, soit même d'autres objets conjointement avec l'électricité.

Les demandes d'adhésion sont adressées au Président, le Comité se prononce sur l'admission définitive.

Les sociétés s'occupant exclusivement d'électricité auront droit à un mandataire par centaine complète de membres de la Société.

Les sociétés s'occupant d'électricité conjointement avec d'autres objets auront droit à un mandataire pour 200 à 500 membres, 2 mandataires pour 500 à 1 000 membres et ainsi de suite par groupes de 500 membres.

Article VI. — Les dépenses relatives à la Commission électrotechnique internationale, dont le Comité électrotechnique français a sa part, comme les Comités nationaux des autres pays, ainsi que les dépenses propres nécessaires au fonctionnement dudit Comité, sont réparties entre les différentes sociétés, au prorata du nombre des membres qui les représentent dans le Comité électrotechnique français.

Les dépenses sont décidées par le Bureau.

Les comptes du Bureau sont établis annuellement par le Trésorier, signés par le Président et présentés à l'approbation du Comité.

Article VII. — *Les sociétés adhérentes acceptent l'obligation d'insérer gratuitement dans leur bulletin les décisions de la Commission électrotechnique internationale telles que le Comité électrotechnique français les lui transmettra.*

Liste des sociétés adhérentes au Comité électrotechnique français

Association amicale des Ingénieurs électriciens.

Association normande des Propriétaires d'Appareils à vapeur.

Services de Contrôle des Associations françaises d'Industriels et de Propriétaires d'Appareils à vapeur.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.
Société des Ingénieurs civils de France.
Société française de Physique.
Société internationale des Électriciens.
Société technique de l'Industrie du Gaz en France.
Syndicat professionnel des Industries électriques.
Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Liste des publications de la Commission électrotechnique internationale

1. — Comptes rendus des séances de la réunion préliminaire tenues à Londres, en octobre 1906.
2. — Comptes rendus des séances du Conseil tenues à Londres, en octobre 1908.
3. — Liste des membres.
(Les fascicules ci-dessus sont maintenant épuisés.)
4. — Statuts de la C. E. I. (publiés en 1908).
5. — Premier rapport annuel, au 31 décembre 1909.
6. — Résumé de la Conférence de Bruxelles, 1910.
7. — Deuxième rapport annuel, au 31 décembre 1910.
8. — Comptes rendus des séances de la Conférence de Bruxelles, 1910.
9. — Spécifications des machines électriques (publiées en août 1911).
(Prix 5 f.)
10. — Résumé de la réunion tenue à Cologne en mai 1911.
11. — Résumé de la réunion tenue à Turin en septembre 1911.
12. — Comptes rendus des séances tenues à Turin en septembre 1911.
(Prix 1, 50 f franco.)
13. — Biographie de Lord Kelvin, par le Dr Silvanus P. Thompson (publiée en mars 1912). (Prix 1,25 f franco.)
14. — Liste de termes et définitions (publiée en mai 1912). (Prix 1,25 f franco.)
15. — Résumé de la Réunion des Délégués du Comité spécial de la Nomenclature, tenue à Paris en mars 1912. (Prix 1,25 f franco.)
16. — Résumé de la Réunion des Délégués du Comité spécial des Symboles, tenue à Paris en mars 1912. (Prix 1,25 f franco.)

17. — Résumé de la Réunion des Délégués du Comité spécial des Spécifications des Machines électriques, tenue à Paris en mai 1912. (Prix 1,25 f franco.)
18. — Troisième rapport annuel, au 31 décembre 1911.
19. — Résumé de la Réunion des Délégués du Comité spécial des Symboles, tenue à Zurich en janvier 1913. (Prix 1,25 f franco.)
20. — Résumé de la Réunion des Délégués du Comité spécial des Spécifications des Machines électriques, tenue à Zurich en janvier 1913. (Prix 1,25 f franco.)
21. — Résumé de la Réunion des Délégués du Comité spécial des Moteurs primaires en relation avec les Installations électriques, tenue à Zurich en janvier 1913. (Prix 1,25 f franco.)
22. — Résumé de la Réunion des Délégués du Comité spécial de la Nomenclature, tenue à Cologne en mars 1913. (Prix 1,25 f franco.)
23. — Liste des membres.
24. — Quatrième rapport annuel, au 31 décembre 1912.
25. — Résumé de la Réunion tenue à Berlin en septembre 1913.
26. — Résumé des réunions des Comités spéciaux, tenues à Berlin, en septembre 1913.
27. — Symboles internationaux (adoptés à Berlin en septembre 1913). (Prix 2,50 f franco.)
28. — Spécification internationale d'un cuivre-type recuit (adoptée à Berlin en septembre 1913). (Prix, 2,50 f franco.)

Liste des publications du Comité électrotechnique français

Fascicule N° 1. — 1909. — Statuts de la Commission et du Comité. — Règlement intérieur du Comité. — Liste des sociétés adhérentes au Comité et des mandataires de ces Sociétés. — Liste des comités étrangers et des membres de ces Comités. Première session du Conseil de la Commission.

Fascicule N° 2. — 1910. — La vie et les œuvres de E. Mascart, par P. Janet.

Fascicules N°s 3, 4, 5. — 1910 — 1914 — Vocabulaire électrotechnique. (Propositions étudiées par le Comité français pour servir aux travaux de la Commission électrotechnique internationale.)

HILLAIRET.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

SÉANCE DU 12 MAI 1914

M. GUILLET met le Comité des Arts chimiques au courant de l'état d'avancement de la publication des *Œuvres d'Osmond*. Tous les documents seront réunis pour la fin de juillet et l'on pourra commencer alors à s'occuper de l'impression.

M. GUILLET rend compte d'expériences relatives au *procédé Schoop* : des essais de laitonage pour pièces d'automobiles, poursuivis dans le but de remplacer le procédé électrolytique au cyanure, n'ont pas donné jusqu'ici des résultats satisfaisants. Le dépôt est peu adhérent et constitué par des couches discontinues de métal séparées par des zones oxydées. Il est impossible de régler l'épaisseur du dépôt : un bon ouvrier fait varier, sans s'en apercevoir, cette épaisseur dans le rapport de 1 à 3 pour une même pièce. Enfin, le prix de revient est trop élevé par suite de la dépense énorme de gaz, des projections de métal en dehors de la pièce traitée et surtout des frais de polissage d'une surface très rugueuse.

Par contre, le même procédé semble devoir donner lieu à des applications très intéressantes, pour les réserves sur pièces à cémenter, pour le bouchage des trous de pièces moulées en fonderie et pour certaines protections de pièces en aéronautique.

M. HENRY LE CHATELIER signale des expériences faites en ce moment à Rieupeyroux (Isère) pour l'*extraction du fer de ses minerais par voie électrolytique*. Il doit y avoir à l'Exposition de Lyon un lingot de 100 kg obtenu par ce procédé ; malheureusement, le prix de revient de cette opération semble devoir rester prohibitif.

A cette occasion, M. GUILLET parle du développement du procédé de la Société le Fer pour l'obtention du fer par affinage électrolytique de la fonte. Le métal renferme au plus 0,05 p. 100 d'impuretés et donne, après élimination de son hydrogène par chauffage, une ténacité de 32 kg/mm² et un allongement de 40 à 42 p. 100.

C'est un métal très peu altérable et qui convient parfaitement à la fabrication des tubes. Une grande usine, pour cette fabrication de tubes, sera mise ce mois-ci en marche à Grenoble.

M. GUILLET signale un très curieux *alliage de cuivre-aluminium-nickel*, qui s'adoucit considérablement par la trempe et durcit par le recuit.

	Dureté kg/mm ²	Ténacité kg/mm ²
Recuit	220	75
Trempe	90	40

M. GUILLET communique quelques renseignements relatifs à de *nouveaux aciers spéciaux préparés aux usines d'Imphy*. Cette usine prépare notamment le *baros*, alliage fer-chrome-nickel qui, en raison de son inaltérabilité, peut remplacer le platine dans la construction des poids et étalons. Un nouvel acier nickel-chrome-tungstène possède la propriété précieuse de conserver jusqu'à 800° une ténacité de 25 kg/cm². Enfin, un autre alliage fer-nickel possède à la température de l'air liquide une résilience de 50 kg/mm².

Dans la métallurgie du plomb, M. GUILLET signale le développement d'un *nouveau four de grillage pour la transformation de la galène en oxyde de plomb* : c'est une cuvette à grille travaillant d'une façon continue. Contrairement à ce qui se fait habituellement, l'air est aspiré de haut en bas à travers la masse. On obtient ainsi un gaz riche en anhydride sulfureux, particulièrement convenable pour l'agglomération des poussières de haut fourneau que l'on mêle à un peu de poussier de coke.

M. GUILLET signale enfin le *dépoussiérage électrique des fumées*. Ce procédé, recommandé il y a une quinzaine d'années par Sir Olliver Lodge, n'était pas arrivé jusqu'ici à recevoir une forme pratique. M. Cottrell y est parvenu en employant des plaques de métal de 5 m de longueur se faisant deux à deux vis-à-vis et entre lesquelles on établit une différence de tension de 50 000 volts. Le même dispositif convient au dégoudronnage du gaz d'éclairage.

H. LE CHATELIER et L. GUILLET.

SÉANCE DU 9 JUIN 1914

Rapport présenté par M. Ach. LIVACHE, au nom du Comité des Arts chimiques, sur la répartition des revenus des fondations dépendant du Comité.

Comme les années précédentes, le Comité des Arts chimiques, dans sa séance du 9 juin, a procédé à 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 ».

Sur les indications du Syndicat général des Cuirs et Peaux de France, 8 secours de 100 f ont été attribués à des ouvriers appartenant aux usines de MM. Jossier de Paris, Petitpont de Choisy-le-Roi et P. Luc de Nancy.

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 la Société de Stéarinerie et Savonnerie de Lyon, de l'usine de Villodève à Montpellier, de l'usine de Val-Grézan à Nîmes, de l'usine Rocca, Tassy et de Roux de Marseille, de l'usine Massilia et de la maison Debail de Marseille, 12 secours de 100 f ont été accordés.

La *fondation de Milly* (industrie de la stéarinerie et des corps gras) a pour but de « venir en aide à des ouvriers et contremaîtres malheureux ou ayant contracté quelque infirmité dans leur profession ».

Sur les propositions des usines de Lirac à Casteljalous, des usines F. Fournier et C^{ie} de Marseille, et des usines Rocca, Tassy et de Roux, et Massilia, de Marseille, il a été réparti 10 secours de 100 f.

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 ».

La maison Camus, Duchemin et C^{ie} de Paris, la Société anonyme des Matières colorantes et Produits chimiques de Saint-Denis et la Compagnie bordelaise des Produits chimiques ont présenté chacune un ouvrier auquel il a été accordé un secours de 100 f.

La *fondation Baccarat* (industrie de la cristallerie) est destinée à « secourir des ouvriers ou contremaîtres malheureux ou infirmes »

Sur la proposition de la Chambre syndicale des Maîtres de Verrerie de France, il a été accordé trois secours de 100 f à des ouvriers de la maison E. Dumont et Fils aîné à Rétenval, de la maison René Martin et C^{ie} à Saint-Denis, et de la verrerie de Folembay.

Tous ces secours, représentant une somme de 3 600 f, ont été attribués à des ouvriers ou contremaîtres qui ont rendu des services à leur industrie, qui sont malheureux et qui, pour la plupart, ont une très nombreuse famille à élever; tous remplissent les conditions fixées par les fondateurs ainsi qu'en font foi les certificats envoyés par les industriels chez qui ils sont employés.

Ces propositions du Comité des Arts chimiques devront être ratifiées par le Comité des Fonds.

A. LIVACHE, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil d'Administration, le 26 juin 1914.

BIBLIOGRAPHIE

Éléments de sylvonomie. Économie et politique forestière. Cours libre professé à la Faculté des Sciences de Bordeaux, par M. PAUL DESCOMBES. In-12 de 322 p. Bordeaux, Gounouilhoul, 1913.

M. Paul Descombes, Directeur honoraire des Manufactures de l'État, président de l'Association centrale pour l'Aménagement des Montagnes, vient de publier sous le titre *Éléments de sylvonomie* le cours libre d'économie et de politique forestière qu'il professe à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Sylvonomie, le terme est nouveau. La sylvonomie, dit M. Descombes, est à la sylviculture ce que l'agronomie est à l'agriculture ; laissant de côté la technique, elle se borne à l'étude de la partie économique.

M. Descombes n'a pas la prétention de donner un traité didactique complet : son but est d'exposer les principales questions forestières, de faire connaître leur importance et d'appeler sur elles l'attention du public auquel elles sont souvent étrangères ou indifférentes.

Les *Éléments de sylvonomie* constituent une œuvre de vulgarisation qui vient à son heure. L'auteur a étudié les travaux des techniciens sur les questions qu'il traite, se les est assimilés et les expose avec clarté.

L'ouvrage est divisé en huit chapitres.

Le premier traite de la part que tiennent les forêts dans l'outillage économique des nations.

Le second expose le problème forestier et le boisement rationnel ainsi qu'un programme général de défense forestière et pastorale.

Les deux suivants sont relatifs à la formation du capital forestier et aux particularités de la propriété forestière. L'auteur y met en garde contre les sophismes forestiers, « la forêt est une propriété de luxe — le bois est une récolte qui ne coûte rien au propriétaire », et insiste sur le fait que le revenu des forêts est formé de deux éléments : le revenu du sol et le revenu de l'épargne accumulée dans les réserves, produit du capital et de la prévoyance.

Déduisant les conséquences de ce principe au point de vue de l'impôt : impôt sur le revenu et impôt de mutation, M. Descombes expose la thèse des Sociétés forestières qui a triomphé au Congrès forestier international de 1913.

Le sixième chapitre, consacré à la crise des forêts, indique les causes générales et permanentes du déboisement, en distinguant entre les forêts de production et celles de protection.

L'auteur traite ensuite de la politique forestière, expose les divers systèmes que l'on peut concevoir et se prononce pour la politique libérale préconisée par M. A.

Picard en 1911 au Congrès d'Agriculture de Madrid. Cette politique comprend l'orientation des capitaux vers le reboisement, la faculté pour les associations d'utilité publique d'acquérir des forêts, le concours de l'État par subventions, tarif de douanes, défense contre l'incendie, organisation du crédit forestier, etc.

Dans le dernier chapitre, intitulé « Le problème en montagne », M. Descombes s'attache à développer le principe de la solidarité de l'arbre et du pâturage et se livre à cette occasion à une apologie un peu forcée de l'œuvre de l'Association Centrale pour l'Aménagement des Montagnes, œuvre qui vaut moins par les résultats obtenus sur le terrain que par son action de propagande. Le chapitre se termine par un exposé de la politique sylvo-pastorale que l'auteur désirerait voir adopter par l'Administration des Eaux et Forêts.

Quelles que soient les réserves qu'on puisse faire sur plusieurs points, les Éléments de sylvonomie sont d'un intérêt et d'une utilité incontestables. L'ouvrage de M. Descombes est notamment de nature à appeler l'attention du public sur les forêts et sur la crise que traverse la propriété forestière; il s'adresse à tous ceux qui s'occupent de forêts, leur expose sans calculs compliqués des questions dont l'étude était réservée jusqu'ici aux seuls techniciens, et il pourra contribuer à l'éducation forestière du public, à stimuler les initiatives particulières et collectives pour le maintien des forêts existantes, l'aménagement et le reboisement des montagnes et des terres incultes.

DABAT.

Conférences de radiumbiologie faites à l'Université de Gand en 1913, par MM. JACQUES DANNE, PAUL GIRAUD, HENRI COUTARD et GASTON DANNE. In-8 de 214 p. Bruxelles, L. Severeys, 34, rue Botanique. (Prix : 6 f.)

La Société belge de Radiologie vient de publier, sous les auspices de M. Jacques Danne, directeur du Laboratoire de radiactivité de Gif et de M. J. de Nobele, professeur à l'Université de Gand, une série de conférences sur des sujets de radiologie. M. J. de Nobele expose, en introduction, les propriétés générales des corps radioactifs; M. Paul Giraud donne l'état actuel des applications médicales du rayonnement du radium, technique médicale et résultats; M. Jacques Danne, les propriétés, la production et la technique médicale de l'émanation du radium; M. Gaston Danne, l'instrumentation en radiumthérapie; M. Henry Coutard, l'état actuel des applications médicales de l'émanation du radium et des corps radioactifs autres que le radium, c'est-à-dire le Thorium, l'Actinium, l'Uranium, le Polonium et les boues radioactives.

Le volume se termine par une bibliographie de la radiumbiologie, due au D^r Henri Coutard de Paris. Cette bibliographie, extrêmement riche, va depuis les origines de la radioactivité jusqu'à la fin de 1913 et occupe les p. 149 à 214.

Ces conférences de radiumbiologie offrent le plus grand intérêt et nous remercions M. Jacques Danne d'en avoir enrichi notre bibliothèque.

JULES GARÇON.

Mécanique générale et aérodynamique. Simplification et exactitude de la technique de l'aviation, par M. MARCHAND-BEY. In-8 de 113 p., avec 30 fig. Paris, J. Loubat et C^{ie}, 15, boulevard Saint-Martin, 1914.

Extrait de l'Avertissement de l'Auteur. — La technique de l'aviation est du ressort de la mécanique générale et de la physique. Or la mécanique classique actuelle est impuissante à en donner une technique complète et exacte.

L'auteur a apporté nombre de nouveautés fondamentales et de très nombreuses choses inédites qu'il explique et formule pour l'aviation.

Son travail est prêt depuis août 1909. Il remercie M. Loubat, ingénieur-Éditeur, de s'être chargé de la publication.

Voici les principales matières traitées dans ce volume : Formule générale de la poussée d'un fluide sur un obstacle. Études des phénomènes pour surfaces normales au courant. Études des phénomènes pour surfaces inclinées au courant. Équilibre statique des aéroplanes. Les phénomènes avec plaques rectangulaires cintrées. L'aéroplane idéal. Théorie nouvelle de la dynamique de l'aviation. Un dernier chapitre est consacré à l'hélicoptère.

Charbon et pustule maligne. Évolution et traitement, par MM. P. PERRIN et H. MODOT. In-8 de 198 p., avec fig. (Prix : 6 f.) Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1914.

Cet ouvrage très documenté a un intérêt scientifique pratique.

Ce qui fait la gravité du charbon, c'est le plus souvent l'absence de diagnostic, et, par suite, le manque d'un traitement approprié. La majorité des étudiants ont pu, au cours de leur scolarité, suivre avec assiduité les services des hôpitaux, sans avoir jamais l'occasion de voir un charbonneux; aussi, en présence d'un cas de charbon, le médecin, la plupart du temps, est très mal armé pour diagnostiquer une affection qu'il n'a jamais vue et qu'il a vraiment le droit de ne pas soupçonner, en raison de sa rareté.

Ce qui importe, en effet, ce n'est pas tant de faire un diagnostic, que de le faire précocement, lorsque les caractères cliniques sont évidents. Dès que la signature de la maladie s'impose, il est en général trop tard pour lutter avec efficacité. La période qu'il faut saisir, celle où l'on peut agir avec toutes les chances de succès, c'est justement lorsque les symptômes, encore imprécis, laissent place à l'hésitation et tiennent le diagnostic en suspens.

Il est possible, tout au moins dans les industries spécialement exposées où le charbon est fréquent, où chacun a sa menace présente à l'esprit, de réduire dans une très forte proportion les risques que courent les ouvriers par l'application consciencieuse d'une surveillance méthodique. C'est ce qui se fait à Saint-Denis, dans plusieurs grandes usines, et avec les résultats les plus encourageants.

Ce remarquable travail, utile à tous les médecins et à bien des industriels, est divisé en trois parties.

La première partie comprend : *Le charbon en général* : Bactériologie, et : *Le charbon chez l'homme* : Historique. Anatomie pathologique. Étiologie. Symptomatologie. Diagnostic. Évolution. Pronostic. Complications. Traitement.

La deuxième partie relate des observations du D^r Le Roy des Barres et du D^r Villière.

La troisième partie examine *le charbon au point de vue industriel* : Méthode de stérilisation des peaux charbonneuses. Dispositions législatives. Conseils aux ouvriers au sujet de la maladie du charbon.

Traité de culture potagère, Petite et grande culture, par M. J. DYBOWSKI, Inspecteur général de l'Agriculture coloniale, Professeur à l'Institut national agronomique.

In-16, de xvi-480 p., avec 124 fig. Paris, Masson et C^{ie}, 120, boulevard Saint-Germain. (Prix : 5 f.)

La quatrième édition du *Traité de culture potagère* que vient de faire paraître la librairie Masson et qui a pour auteur M. Jean Dybowski, professeur à l'Institut national agronomique, affirme une fois de plus le succès obtenu par ce livre, lequel a rendu déjà les plus grands services en faisant mieux connaître les conditions générales de la production légumière.

Cette nouvelle édition, revue et complètement mise à jour, rend compte des progrès incessants de la culture potagère qui, comme on le sait, constitue une des branches les plus importantes de l'activité agricole moderne.

L'auteur, avec une rare précision, indique tous les détails relatifs à chacune des cultures et les profits que l'on peut en tirer en s'adonnant à la production en grand. Cependant les indications concernant la production dans les jardins ne sont pas négligées; aussi bien l'amateur que le cultivateur professionnel trouveront-ils dans ce volume des renseignements qui les conduiront nécessairement au succès.

Pratique de la construction en béton et mortier de ciment armés ou non armés, avec établissement rationnel des prix de revient, par M. FREDERICK W. TAYLOR et M. SANDFORD E. THOMPSON. Traduit et adapté par M. DARRAS, ingénieur. In-8 de xxiii-720 p., avec 141 fig. (Prix : 27, 50 f.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

L'examen des deux ouvrages publiés aux États-Unis par MM. Taylor et Thompson : *Concrete plain and reinforced* (le béton homogène et armé) et *Concrete costs* (les prix de revient du béton) ont fait croire à M. Darras que les entrepreneurs et les constructeurs français pourraient trouver le plus grand intérêt à posséder une traduction et une adaptation de ces ouvrages, étant donné que plusieurs points avaient attiré son attention et lui paraissaient susceptibles d'attirer aussi celle des industriels spécialistes dans cette branche.

Le premier de ces ouvrages est un véritable traité pratique de la construction en béton et en mortier de ciment, dans lequel les auteurs ont réuni les formules posées par les éminents ingénieurs de tous les pays, mais qu'ils ont simplifiées en adoptant des valeurs constantes ou coefficients qui évitent les calculs compliqués auxquels on est entraîné par les formules.

Les nombreux et importants tableaux contenus dans les ouvrages originaux avaient naturellement été établis en valeurs anglaises; il a fallu les ramener aux valeurs décimales, pour en rendre l'emploi facile aux industriels qui opèrent sur le système métrique.

Le second ouvrage présentait cette particularité qu'il contenait une définition exacte de la méthode d'organisation scientifique, qui avait donné de si bons résultats dans les industries de la mécanique et de la métallurgie, lorsque M. Taylor a pu en faire l'application. Le côté intéressant de cet ouvrage est de ne pas se borner à une définition, pouvant toujours prêter à la critique, mais de consigner les résultats obtenus par M. Thompson et différents confrères qui avaient appliqué la même méthode aux industries du bâtiment et plus particulièrement à la construction en béton armé.

Ce deuxième ouvrage donne, d'une façon complète, les temps passés pour chacune des opérations qui constituent la construction en béton armé. Ces temps sont évidemment les mêmes ici qu'en Amérique : il est incontestable que l'ouvrier français est aussi actif, aussi intelligent que son collègue des États-Unis, et il n'est pas douteux que ce qu'on peut faire dans un temps donné de l'autre côté de l'Océan pourra se faire de ce côté-ci dans le même temps.

Par conséquent, si l'on connaît ces temps fractionnaires ou globaux, il sera possible d'arriver à un prix de revient qui sera établi sur des bases absolument indiscutables et de fournir des devis un peu moins fantaisistes que ceux donnés actuellement et sur lesquels

L'entrepreneur consent encore des rabais parfois considérables, sans bien savoir s'il en tirera un bénéfice ou si l'entreprise ne sera pas pour lui un désastre irréparable.

L'adaptation faite par M. Darras des ouvrages de MM. Taylor et Thompson pourra avoir une autre conséquence dont l'intérêt est pour le moins aussi considérable, ce serait d'être un terrain sur lequel patrons et ouvriers pourraient arriver à une entente sérieuse, parce qu'il y aura une base nette et bien définie à leurs discussions, au lieu de voir, comme on l'a déjà fait jusqu'ici, chacun des deux partis essayer de tirer les plus gros avantages aux dépens de celui qu'il considère comme un adversaire, sans avoir de points bien nettement déterminés sur lesquels ils appuient leurs exigences réciproques.

Si la traduction des livres de MM. Taylor et Thompson permet d'arriver à ces différents résultats, elle aura un caractère d'intérêt particulier qui est incontestable; mais en tous cas, dans son ensemble, elle sera toujours de la plus grande utilité pour les entrepreneurs et les constructeurs, que préoccupent autant l'application pratique que la théorie pure.

Les appareils de levage. manuel théorique et pratique pour l'étude et la construction, par M. HUGO BETHMANN, traduit de l'allemand sur la 2^e édition, par M. Ch. JUDAIS, Ingénieur des Arts et Manufactures, Sous-Chef du Service de Mécanique générale de la C^{ie} de Fives-Lille. In-8 de iv-728 p. avec 1 077 fig. (Prix : 35 f.) Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 55, quai des Grands-Augustins, 1914.

Note de l'Éditeur. — Cet important ouvrage, destiné plus particulièrement aux ingénieurs, chefs de bureaux et dessinateurs chargés des études d'appareils de levage, ainsi qu'aux élèves des écoles techniques, comprend d'abord une analyse courte et substantielle des divers éléments entrant dans la constitution de ces appareils. L'auteur examine ensuite les engins les plus simples, obtenus par la combinaison des éléments primitifs, tels que palans, vérins, treuils, etc., puis des appareils plus compliqués, pour terminer par la description des grues et ponts roulants les plus perfectionnés.

Une série de tableaux donnant les dimensions, les poids et les prix des divers éléments, ainsi que de nombreux calculs justificatifs d'appareils en service, seront d'une grande utilité pour l'élaboration des projets.

Bien qu'il existe un certain nombre d'ouvrages originaux français de réelle valeur concernant le même sujet, nous pensons que le Traité du professeur Bethmann pourra être fréquemment consulté avec fruit, précisément à cause de son origine étrangère. Il est, en effet, incontestable que la construction des appareils de levage a pris depuis quelques années en Allemagne un essor considérable. Aussi, il sera très intéressant, dans bien des cas, d'établir une comparaison entre les méthodes et les dispositifs employés à l'étranger et ceux usités couramment chez nous.

C'est pour ce motif que nous avons cru devoir présenter une simple traduction, au lieu d'une adaptation dans laquelle les descriptions d'appareils allemands eussent été remplacées par celles d'appareils français, déjà connus par diverses publications.

Les huiles essentielles, par MM. E. GILDEMEISTER et Fr. HOFFMANN. 2^e édition par E. GILDEMEISTER. Traduction d'après la 2^e édition allemande de 1913, par M. GUSTAVE LALOUÉ, chimiste diplômé de la Faculté des sciences de Paris. Tome II. Ouvrage publié sous les auspices de la maison Schimmel et C^{ie} à Miltitz près Leipzig. Dépôt pour la France : J.-B. Baillière et Fils, 19, rue Hautefeuille, Paris.

Préface du Tome II. — Dans la préface du premier tome de la seconde édition, nous annonçons que la description des différentes huiles essentielles ferait l'objet d'un volume qui paraîtrait ultérieurement. Cependant, au cours de la mise au point de cette partie, on a

constaté que la matière s'est accrue de plus du double, par rapport à ce qu'elle était tout d'abord, et dans ces conditions il n'était pas facile de la réunir en un seul volume. Il nous a dès lors paru utile d'opérer une nouvelle division de l'ouvrage et d'éditer, sous forme d'un Tome second, que nous présentons aujourd'hui au public, le manuscrit actuellement au net. La classification n'a pas subi de changement depuis la première édition. De même que dans celle-ci, les huiles essentielles sont groupées d'après leur répartition dans les végétaux, et ces derniers sont classés selon le système adopté par M. A. Engler pour son « Syllabus der Pflanzenfamilien ». Le présent tome renferme la description des essences jusqu'à celles des Zygophyllacées inclusivement, et celles d'une partie des Rutacées. Un troisième volume complètera cet ouvrage.

Lorsque nous avons présenté à nos lecteurs le tome I de la deuxième édition allemande de cet ouvrage classique (*Bulletin* de novembre 1910, p. 516), nous avons en même temps exprimé l'espoir de pouvoir présenter bientôt une traduction française. C'est M. GUSTAVE LALOE, chimiste de notre collègue M. Roure-Bertrand, de la fabrique de parfums si connue de Grasse, qui a accepté la mission de nous donner cette traduction.

Le tome I est consacré à l'historique, à l'étude des principaux constituants, à celle de l'essai des huiles essentielles, avec quelques notions sur l'extraction du parfum des fleurs.

Les tomes II et III étudient les différentes essences par groupes botaniques des plantes d'où on les extrait.

« Quiconque par ses études ou ses travaux, dit M. A. Haller dans la préface de la première édition française, a été amené à pénétrer dans ce domaine si important de la chimie des huiles essentielles, sait tout ce dont nos connaissances sur la matière sont redevables aux hommes de science qui depuis de longues années sont attachés aux laboratoires de recherche de MM. Schimmel et C^{ie} ». Ces volumes sur les huiles essentielles renferment toutes les indications utiles; c'est le traité didactique par excellence, et l'on ne peut en dire que du bien.

On ne peut dire également que du bien de la traduction. Le travail du traducteur était ici particulièrement délicat, parce qu'il exige tout ensemble une science approfondie et un talent égal à celui des auteurs. L'hommage que nous avons rendu aux auteurs, nous le rendons de tout cœur au talent du traducteur parce qu'il le mérite, et nous le rendons avec une satisfaction d'autant plus grande qu'il atteint ainsi tout ensemble les deux grandes maisons de Leipzig et de Grasse dont le bulletin semestriel de chacune fait connaître si généreusement au public tout ce qui paraît d'intéressant dans le domaine des huiles essentielles.

JULES GARÇON.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUIN 1914

LAMBERT (E. et M.). — **La législation sur la répression des fraudes et le commerce des engrais en France.** In-12 (16 × 10) de viii-216 p. Paris, Librairie agricole, 1914.

15284

MARCHAND-BEY. — **Mécanique générale et aérodynamique. Simplification et exactitude de la technique de l'aviation.** In-8 (23 × 15) de 113 p., 30 fig. Paris, J. Loubat et C^{ie}, 1914.

15285

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** effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la Station expérimentale de la Madeleine. Tome IX. Paris, Masson et C^{ie}, 1914.

15286

BEZAULT (B.). — **Législation de l'hygiène publique en France**, en ce qui concerne plus spécialement l'assainissement. In-8 (25 × 16) de vii-123 p. Paris, 28, rue de Châteaudun, 1914.

15287

DANNE (JACQUES), GIRAUD (PAUL), COUTARD (HENRI) et DANNE (GASTON). — **Conférences de radiobiologie** faites à l'Université de Gand en 1913. In-8 (24 × 16) de 214 p. Bruxelles, L. Severyns.

15288

GROS (CHARLES). — **Échappements d'horloges et de montres.** Exposé technique, descriptif et historique des échappements d'horlogerie. In-8 (23 × 15) de 263 p., 276 fig. Paris, Bureaux de l'Almanach de l'horlogerie-bijouterie, 1, rue Borda.

15289

BERTRAND (ÉLIE). — **La question des cours professionnels.** L'œuvre scolaire du Dr Kerschesteiner, à Munich. In-8 (25 × 16) de 147 p., vii pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

15290

International Engineering and Machinery Exhibition, Olympia, London 1912. — Official Catalogue. In-8 (24 × 17) de 366 p., fig. London.

15291

BRESSON (HENRI). — **Dictionnaire des principales rivières de France utilisables pour la production de l'énergie électrique.** 1^{re} partie. In-4 (28 × 18) de 68 p., 2 cartes. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1913.

15292

BETHMANN (HUGO). — **Les appareils de levage.** Manuel théorique et pratique pour l'étude et la construction. Traduit de l'allemand sur la 2^e édition, par Ch. JUDAS. In-8 (25 × 16) de 728 p., 1060 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1914.

15293

PERRIN (P.) et MODOT (H.), avec la collaboration de DABOUST (C.). — **Charbon et pustule maligne.** Évolution et traitement dans la région de Saint-Denis. In-8 (25 × 17) de 198 p., 16 fig., 1 pl. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1914.

15294

DYBOWSKI (J.). — **Traité de culture potagère** (petite et grande culture), 4^e éd. In-12 (18 × 11) de xvi-480 p., 124 fig. Paris, Masson et C^{ie}, 1914.

15295

MORIN (E.). — **La plume des oiseaux et l'industrie plumassière.** In-12 (18 × 11) de 96 p., 32 fig. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1914.

15296

VÉZIEN (L.). — **Industrie des os, des déchets animaux, des phosphates et du phosphore.** (Encyclopédie scientifique) de 423 p., 50 fig. Paris, O. Doin et Fils, 1914.

15297

DESCOMBES (PAUL). — **Éléments de sylvonomie**. Économie et politique forestière. Cours libre professé à la Faculté des Sciences de Bordeaux. In-12 (18 x 11) de 322 p. Bordeaux, Imprimeries Gounouilh, 1913. **15298**

MARCHAND-BEY (E.-E.). — **Mécanique générale. Erreurs et lacunes à la base de la mécanique classique actuelle**. Principes et formules nouveaux complémentaires. In-8 (25 x 16) de viii-103 p., 32 fig. Paris, J. Loubat et C^{ie}, 1912. **15299**

MOUCHOT (A.). — **La chaleur solaire et ses applications industrielles**. In-8 (23 x 14) de vii-238 p., 35 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1869. (Don de M. Terré, membre du Conseil). **15300**

LARIVIÈRE (R.) et JACOBS (F.). — **Nouveau manuel complet de tissage mécanique**. (Manuels Roret). In-18 (13 x 9) de vi-339 p., 106 fig. Paris, L. Mulo, 1913. **15301**

PRAT (D. DE). — **Nouveau manuel complet de filature, 1^{re} partie : Fibres animales et minérales** (Manuels Roret). In-18 (13 x 9) de vi-482 p., 106 fig. Paris, L. Mulo, 1914. **15302**

BRUCKER (E.). — **Initiation zoologique**, 2^e éd. In-12 (19 x 12) de x-212 p., 165 fig. Paris, Hachette et C^{ie}, 1910. **15303**

CARRÉ (F.). — **Initiation à la physique**. In-12 (19 x 12) de x-187 p., 75 fig. Paris, Hachette et C^{ie}, 1913. **15304**

GAYON (U.) et LABORDE (J.). — **Vins**. Vins ordinaires, vins mousseux, vins liquoreux et vins de liqueur. (Manuels pratiques d'analyses chimiques) de vi-434 p., fig. Paris, Ch. Béranger, 1912. **15305**

LEDUC (E.) et CHENU (G.). — **Matériaux de gros-œuvre** (Pierres. Produits céramiques). (Manuels pratiques d'analyses chimiques) de 285 p., 32 fig. Paris, Ch. Béranger, 1913. **15306**

DONY-HÉNAULT (O.), GALL (H.) et GUYE (Ph.-A.). — **Principes et applications de l'électrochimie** (Encyclopédie de science chimique appliquée). In-8 (25 x 16) de xxii-686 p., 183 fig. Paris, Ch. Béranger, 1914. **15307**

LEBON (ERNEST). — **Savants du jour : Albin Haller**. Biographie, bibliographie analytique des écrits. In-4 (28 x 19) de 120 p., 1 pl. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **15308**

Don de M. Lindet, Président de la Société.

Dictionnaire des termes employés dans la construction, par PIERRE CHABAT, 2^e éd. Tomes I à IV. — **La pisciculture dans les eaux douces**, par BROCCHI. — **Traité de zoologie agricole**, par P. BROCCHI. — **Étude historique et statistique sur les moyens de transport dans Paris**, par ALFRED MARTIN. — **L'air et le monde aérien**, par ARTHUR MANGIN. — **Cours de physique et de météorologie** professé à l'Institut agronomique, par E. DUCLAUX. — **Traité de physique industrielle**, par L. SER, 2 vol. — **Recherches expérimentales sur les conditions physiques de la vie dans les eaux**, par PAUL REGNARD. — **Métamorphoses, mœurs et instincts des insectes**, par ÉMILE BLANCHARD.

* * *

ROBIN (FÉLIX). — **Solidification, réseaux cellulaires et croissance des grains dans les métaux**. (*Revue de Métallurgie*, mai 1914, 24 p., 21 fig.) **Pièce 12111**

MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO. — **Le migrazioni periodiche interne dei laboratori agricoli**. (Movimenti più importanti dei mesi di agosto e dicembre 1912). In-8 de 40 p., Roma, 1913. **Pièce 12112**

MONTEMARTINI (GIOVANNI). — **Un decennio di vita nei corpi consultivi della legislazione sociale in Italia (1903-1912)**. In-8 de 15 p., Cremona, 1914. **Pièce 12113**

PAYOT (ALBERT) et TOBIANSKY D'ALTOFF (ALFRED). — **Les courants vagabonds. L'électrolyse et les perturbations causées par l'induction et les courants pulsatoires**. In-8 de 15 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **Pièce 12114**

SÉE (ALEXANDRE). — **En quoi consiste la stabilité.** In-12 de 36 p., 5 fig.. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **Pièce 12115**

DELOMBRE (ROGER). — **L'impôt sur le capital et le mode d'évaluation des immeubles.** (XVIII^e Congrès national de la propriété bâtie, Lyon 1914, section III). In-8 de 37 p., Lyon, 1914. **Pièce 12116**

HALLINGER (JOHANN). — **Disposition des turbines hydrauliques couchées pour des chutes de 3 à 30 mètres** (en 3 langues : allemand, français, anglais). In-4 de 33 p., fig., XVII pl. München, 1913. **Pièce 12117**

FROMHOLT (FÉLIX). — **Le sciage des roches par le fil hélicoïdal.** In-4 de 39 p., 43 fig., Paris, 1914. **Pièce 12118**

DESCOMBES (PAUL). — **Les immeubles forestiers des compagnies d'assurances.** In-8 de 24 p., Bordeaux, Feret et Fils, 1909. **Pièce 12119**

BRUBACH (J.). — **A. B. C. des affaires. Le vrai guide du vendeur.** 28^e éd. In-12 de 40 p., Paris, Hachette et C^{ie}. **Pièce 12120**

*
* *

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 1914. **Pér. 318**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Bulletin de la section de géographie.** (Année 1913). Tome XXVIII, n^o 3, Paris, Imprimerie Nationale, 1913. **Pér. 26**

CONSEIL D'HYGIÈNE PUBLIQUE ET DE SALUBRITÉ DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE. — **Compte rendu des séances.** Années 1903 à 1913. — Tables analytiques des années 1895 à 1904 (Don de M. le Préfet de Police). **Pér. 245**

SOCIÉTÉ POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, GRENOBLE. — **Publications.** N^o 50 : **Étude du régime troublé correspondant à l'établissement d'un courant alternatif ou continu dans un circuit simple**, par L. BARBILLON. — N^o 51 : **Le transport d'énergie à 60 000 volts de Grenoble à Saint-Chamond. Ligne du Dauphiné-Centre**, par V. SYLVESTRE. **Pér. 331**

CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — **23^e Session**, novembre 1913. **Compte rendu.** Paris, Imprimerie nationale, 1914. **Pér. 295**

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général du commerce et de la navigation.** Année 1912, 2^e vol. : **Navigation.** Paris, Imprimerie nationale, 1913. **Pér. 34**

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — **Annual report of Commissioner of Labor.** 1913. **Pér. 128**

CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. — **Rapport annuel.** Année 1913. **Pér. 292**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings**, 1913, parts 3-4. **Pér. 114**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — **Assemblée générale du 17 janvier 1914.** **Pér. 408**

JOHN CRERAR LIBRARY. — **19th annual Report, 1913.** **Pér. 261**

The Philippine Journal of Science. — Vol. VIII. Section A, n^o 5 (October 1913); Sec. B, n^o 4 (August 1913); Sec. C, n^o 6 (December 1913); Sec. D, n^o 5 (October 1913). **Pér. 435**

Moniteur industriel, 1891 à 1913. — **Bulletin municipal officiel de la Ville de Paris**, 1900 à 1910 (Don de M. Moreau, membre du Conseil).

L'Agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

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

AGRICULTURE

LE ROUISSAGE AGRICOLE ET LE ROUISSAGE INDUSTRIEL ⁽¹⁾

Leur influence sur la culture du lin

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Avant d'aborder la question pour laquelle vous voulez bien me donner la parole, je voudrais vous remercier des encouragements que la Société et vous, Monsieur le Président, avez bien voulu m'accorder récemment. Je voudrais aussi vous exprimer ma gratitude pour la condescendance avec laquelle vous voulez bien m'autoriser à vous entretenir ce soir d'une question capitale pour l'avenir de notre culture du lin.

Je voudrais, en effet, Messieurs, vous faire constater la décadence de notre rouissage agricole, en étudier les causes, et vous amener à conclure que nos liniculteurs ne peuvent attendre un marché sûr et organisé pour leurs récoltes que de l'établissement en France du rouissage industrialisé.

Le seul marché du lin véritablement organisé que nous ayons en France est celui du lin de Bretagne. — Le cultivateur rouit son lin sur terre; après rouissage, il vend sa récolte aux nombreux teilleurs installés au fond des vallées, le long des ruisseaux... et ces teilleurs, à leur tour, vendent leur filasse aux négociants de Lille, nécessaires pourvoyeurs de la filature.

Là, en Bretagne, on ne constate pas ces cours exagérés, tantôt en hausse,

(1) Communication faite par l'auteur le 27 mars 1914, en séance publique.

tantôt en baisse... les prix s'y maintiennent dans une sage moyenne, rassurante pour la culture. Les teilleurs sont en nombre suffisant pour absorber la récolte et la culture trouve toujours une offre équitable pour ses pailles rouies.

Le tableau ci-dessous nous donne les chiffres des surfaces cultivées en lin, tels que nous les donnent les statistiques publiées par le ministère de l'Agriculture, et leur division en quatre régions distinctes :

A. — La région d'action de la Lys, limitée au Sud par une ligne droite tirée de la Baie de Saint-Michel à Belfort;

B. — La Bretagne, c'est-à-dire les cinq départements formés de l'ancienne province de ce nom;

C. — La région d'action de la filature du Centre, comprenant les départements de Maine-et-Loire, Vendée, Deux-Sèvres, Vienne, Mayenne, Sarthe, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher.

D. — La quatrième région formée du reste de notre territoire.

TABLEAU A

ANNÉES.	STATISTIQUES.	RÉGION D'ACTION de la Lys et du Nord. A	BRETAGNE. B	RÉGION FILATURES, Centre. C	RESTE DE LA FRANCE. D
1902	21 996	11 945	5 386	2 204	2 461
1903	23 640	13 398	5 848	1 810	2 594
1904	26 882	16 440	5 733	1 941	2 798
1905	27 113	16 577	6 265	1 619	2 652
1906	27 519	17 212	6 229	1 559	2 519
1907	23 832	13 554	7 004	1 494	1 780
1908	28 570	18 928	6 370	1 430	1 842
1909	20 450	11 079	6 362	1 336	1 673
1910	21 700	12 164	6 250	1 421	1 865
1911	24 028	14 832	6 282	1 211	1 703
1912	22 354	»	»	»	»
1913	28 007	»	»	»	»

Chiffres exprimés en hectares.

Cette division a l'avantage de faire ressortir l'influence des besoins du marché de la Lys (A).

Les chiffres de la colonne B font ressortir l'équilibre du marché de Bretagne que je signalais tout à l'heure.

Les filatures du Centre, C, emploient de moins en moins régulièrement le lin de pays; la culture, ne se sentant pas suivie, se désintéresse, et si la campagne ne gardait pas ces traditions séculaires qui lui font cultiver le lin dont

elle fait la toile de la maison, nous verrions la progression descendante s'accroître davantage.

Les mêmes remarques s'appliquent à la Colonne D.

Les facteurs de la Lys voient en France leur champ d'action limité par le coût du transport par chemin de fer du lieu de culture à la région de Courtrai. Cette aire a une production en lin connue, facile à calculer, en relevant les départements qui la composent, — et d'autre part, comme la statistique des douanes nous donne la sortie des pailles, on peut se faire une idée de ce que la Lys laisse à rouir en France :

TABLEAU B

ANNÉES.	STATISTIQUE DES SURFACES cultivées.	EXPORTATION DES PAILLES en Belgique.	CE QUE CE POIDS REPRÉSENTE d'hectares à 6 000 kilogr. l'hectare.	SURFACE CULTIVÉE dans la région d'action.	SURFACE DONT LA RÉCOLTE demeure en France.
	hectares.	tonnes			hectares.
1902	21 996	48 823,7	3 137	11 945	8 808
1903	23 640	31 057,7	5 176	13 398	8 222
1904	26 882	40 238,4	6 706	16 410	9 704
1905	27 413	47 580,3	7 930	16 577	8 647
1906	27 519	45 700,8	7 616	17 212	9 596
1907	23 832	50 358,4	8 383	13 554	5 171
1908	28 570	64 266,9	10 711	18 928	8 217
1909	20 450	62 710,8	10 451	11 079	0 628 (1)
1910	21 700	36 610,6	6 101	12 164	6 063
1911	24 028	44 686,1	7 447	14 832	7 385
1912	22 354	53 314,8	8 885	»	»
1913	28 007	82 826,5	13 804	»	»

(1) Le fléchissement de 8 000 de 1909 est justifié par la crise linière de 1907 en filature.

On peut déduire des chiffres qui précèdent que la quantité de paille mise en œuvre par nos rouisseurs français a plutôt tendance à diminuer qu'à augmenter.

Le meilleur de notre beau lin de France part pour la Lys où, transformé par des mains habiles, dans les eaux trop vantées de la « Rivière d'Or », il est vendu sur le marché de Courtrai à la filature d'Irlande principalement, à la Belgique et la France pour une faible part.

Les bonnes pailles qui nous restent alimentent les rouissages de Flines, ceux d'Hasnon, ceux d'Écourt-Saint-Quentin et de Beuvry, où se font les lins de Douai; enfin ceux d'Esquelbecq, centre de la fabrication des lins de Bergues.

Du reliquat des pailles, on fait les lins noirs, ou *rouis à terre*, diversement classés en raison des soins qui président à leur transformation. Nous avons ainsi

par ordre de valeur, les lins du pays de Caux, les lins de Douai, enfin les lins picards.

Cette dernière classe de lins, de rouis à terre, est, de toutes, la plus intéressée à l'adoption d'une méthode industrielle raisonnée, qui permette d'extraire de ces pailles rebutées un produit supérieur à ce que le traitement agricole permet d'en tirer aujourd'hui.

Avant de subir les méthodes spéciales à chaque système de rouissage, le lin est traité à peu près de même manière, quel que soit le centre de culture envisagé.

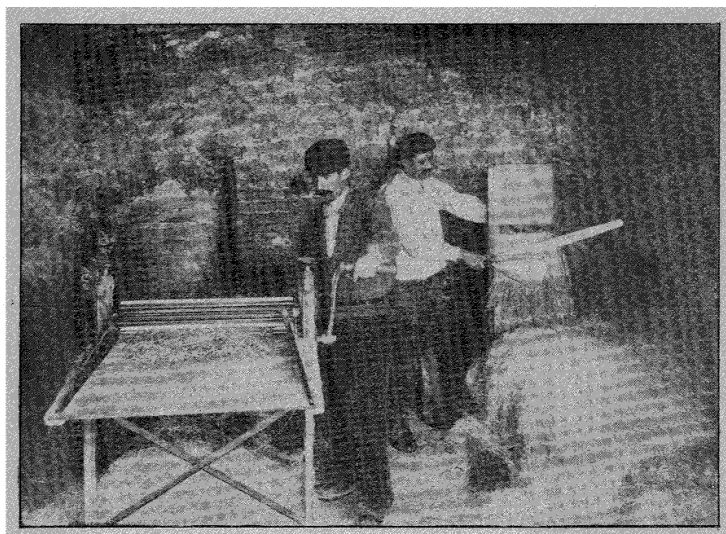


Fig. 1. — Écourt-Saint-Quentin. — A, Le broyage à la broyeuse picarde; — B, le teillage au poisset et à l'écang.

Il est arraché d'abord, mis en petites chaînes; plus tard, il est mis en chaîne picarde ou en mont flamand, suivant les cas.

L'égrainage se fait soit au draigeoir, soit à la macque, suivant les anciens procédés. — Certains rouisseurs, hommes de progrès, emploient des machines modernes: l'égraineuse type Pilon ou l'égraineuse Piano. La paille battue est mise en bonjeaux, la façon est partout à peu près toujours la même, le nombre, la nature des ligatures et le poids varient seuls, pendant que la graine est vannée pour être séparée de la poussière.

C'est après ces préliminaires que se différencient les divers systèmes de rouissages agricoles.

Les lins de Douai se travaillent à Douai, Écourt-Saint Quentin, à Raim-

beaucourt et à Beuvry; à Festubert, on ne rouit plus et les routoirs sont envahis par le cresson.

A Beuvry, le rouissage se fait dans les ruisseaux, sans ballons. Des pièces de bois sont placées en travers du courant pour empêcher le lin d'aller à la dérive, pendant que des bois de charge le tiennent immergé. — Le teillage se fait au poisset et à l'écang, mais quand le lin est trop dur, on le termine au couteau, sur la cuisse, comme on le pratique d'ordinaire pour les lins ramés.

A Raimbeaucourt, comme à Écourt-Saint-Quentin, le lin est roui dans les



Fig. 2. — Écourt-Saint-Quentin. — Le rouissage. Ballons chargés de pétroliers lestés d'eau.

marais traversés par l'Harondelle. Le ballon à claire-voie est garni de bonjeaux, sans empaillage protecteur. Mis en place, le ballon est lesté de pétroliers remplis d'eau en nombre suffisant pour immerger la masse de paille; la vue reproduite ci-dessous (fig. 2) a été prise en août, c'est-à-dire au fort de la campagne... Le nombre des ballons rouis diminue chaque année.

Généralement, le lin de Douai est roui en une fois. Quand le rouissage est au point, on déballe. Le lin roui sorti de l'eau est mis en barque, transporté à la rive, égoutté et le plus tôt possible mis sur prairie pour y être séché.

Les bonjeaux défaits sont étendus à plat, en couches minces, égales, parallèles, tête à pied. Dès que le premier côté est bien blanc, exempt complètement de parties verdâtres, ce qui demande un délai de deux à quatre jours, suivant

la température, on retourne les lins à l'aide d'une perche en les faisant pivoter sur la racine. On prolonge l'étendage jusqu'à ce que le second côté soit également blanchi; le lin n'est retourné qu'une fois; complètement séché il est mis en bottes, engrangé pour attendre la saison du teillage.

C'est après l'arrachage des betteraves que les teilleurs se mettent à la besogne. Les lins passés préalablement au broyon sont teillés à l'écang et au poisset. Ce sont les outils les plus primitifs qu'il nous sera donné d'examiner.

Au broyon, maintenant, on préfère la machine à broyer, à rouleaux cannelés, mue à la main.

La production de Raimbeaucourt et d'Écourt-Saint-Quentin réunis peut s'élever à :

2 000 balles de 100 kg de filasse en moyenne;

1 500 balles de 100 kg pour Écourt-Saint-Quentin;

500 balles de 100 kg pour Raimbeaucourt.

La production de Beuvry, m'a-t-on affirmé, ne dépasserait pas 400 balles, celle de Féchain, Fressies, Aubigny-au-Bac est inconnue.

FLINES-LEZ-RACHES

Flines-lez-Raches est une petite commune du canton Nord de Douai; elle compte 4 592 habitants (recensement de 1911), son territoire comprend 1 969 ha.

De tout temps, Flines a été connu pour ses fabricants de lin. Jusqu'en 1870, la spécialité de ses rouisseurs était plutôt la préparation des lins de fin. L'emploi du ballon n'était pas connu à Flines, on rouissait au « Rot », cinquante bon-jeux épais étaient reliés ensemble par des perches, chargés de la quantité de grès voulue et poussés au large dans la « Mer ».

La « Mer de Flines » est un étang d'une superficie de 3 ha et demi environ, alimenté par une source débouchant dans le fond même de l'étang, et par de petits ruisseaux qui viennent se jeter dans cette mer minuscule, après avoir traversé le pays; le trop-plein s'écoule à travers le terrain marécageux, pour se perdre plus loin dans un affluent de la rive gauche de la Scarpe.

C'est après 1870 que les « lins de gros » ont été produits en quantité plus importante qu'auparavant. Les rouisseurs étaient nombreux à cette époque, on en comptait 142 et les rivages de la « Mer » étaient partagés avec parcimonie entre tous ces différents fabricants.

Aujourd'hui, le nombre en est bien réduit... douze rouisseurs seulement immergent leurs ballons dans l'eau froide de l'étang; si l'on y ajoute les trois

fabricants qui rouissent exclusivement à l'eau tiède, on arrive à quinze producteurs de lin (sept. 1913).

Les ballons employés à Flines sont à large claire-voie, de dimensions convenables pour emballer 1 000 kg de paille sèche dans chacun d'eux ; dès qu'ils sont garnis, ils sont chargés d'ableaux et poussés au large.

L'opération est au point après un séjour à l'eau de trois, quatre, cinq, même de neuf jours, suivant la température ; pendant l'été de 1911, les ballons étaient

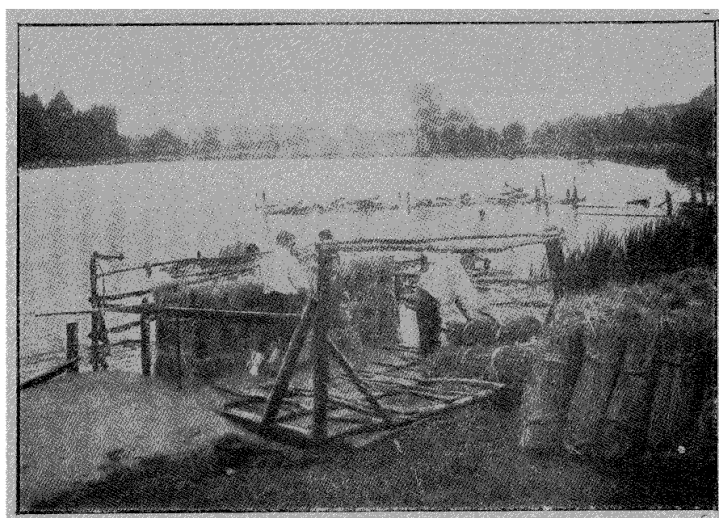


Fig. 3. — A « la mer de Flines », le chargement d'un ballon ; au large un train de ballons chargés d'« ableaux ».

rouis en trois jours, alors qu'en septembre 1912, j'ai vu retirer des lins après neuf jours d'immersion, sans que le rouissage ait rien d'excessif.

Quand le rouissage est à point, on ramène le ballon vers la rive, on le déleste des bois de charge ; un ouvrier armé d'une perche garnie d'un harpon à son extrémité pousse un à un les bonjeaux en les faisant glisser sur l'eau jusqu'au plan incliné où d'autres opérateurs les prennent avec la « braque ».

L'égouttage est nécessaire pour permettre au lin de se raffermir, aux gommés de se fixer sur les fibres et à l'eau de s'écouler.

Les lins sont alors étendus sur pré, en couches minces, régulières, parallèles, tête à pied, la dernière rangée toujours éloignée de la limite du champ d'une distance suffisante pour permettre le retournage.

Cette opération se répète à Flines autant de fois qu'il est nécessaire, pour que les deux faces soient également blanches; la durée de chaque exposition dépend de la température et de l'ardeur du soleil. L'opération terminée, les lins sont relevés en « étançons » et séchés de manière convenable; ils sont ensuite engrangés jusqu'au teillage.

Jusqu'en octobre 1913, le seul moulin en usage à Flines avait de grandes palettes de fer. Il était mû au pied. Les ouvriers travaillaient plusieurs réunis, au milieu d'une poussière épaisse; depuis quelques mois la force électrique mise

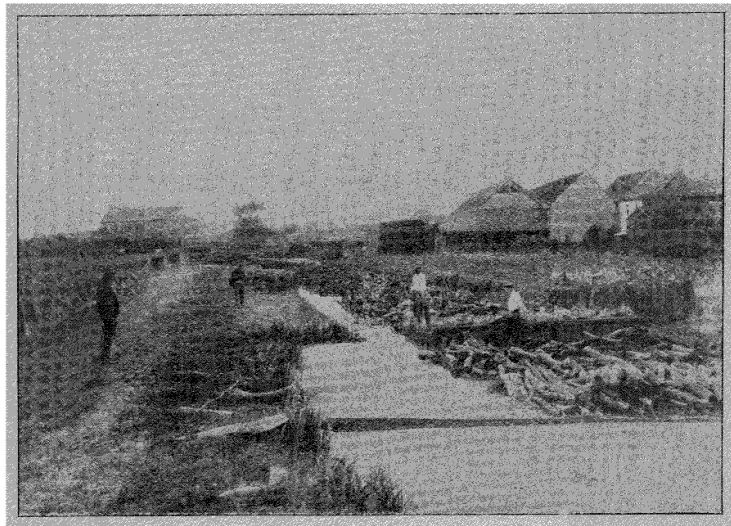


Fig. 4. — Hasnon. Le dernier routoir de « lins de gros ».

à la disposition des travailleurs a permis l'emploi de moulins couplés avec des ventilateurs : c'est un progrès sérieux au point de vue de l'hygiène.

La production annuelle de Flines, calculée sur les dix dernières années, ne dépasse pas 800 balles de 100 kg.

HASNON

A Hasnon, comme à Flines, les rouisseurs-teilleurs ont cessé le travail des « lins de gros » les uns après les autres. Ici, à Hasnon, il n'en reste qu'un seul, il travaille avec 27 ballons.

Le routoir est alimenté par les eaux de la Fontaine-Hertain qui traverse le terroir de Wallers. Pour retenir l'eau en quantité suffisante, une vanne barre le ruisseau à l'extrémité d'Hasnon, avant qu'il ne se jette dans la Trétoire.

Cette vanne fut la cause de vives discussions entre la commune de Wallers et celle d'Hasnon : la première voulait lever la vanne pour empêcher l'inondation de son marais communal ; la seconde s'y opposait pour ne pas ruiner son rouissage... Le service des Ponts et Chaussées a très élégamment donné satisfaction à tout le monde (ce qui paraît extraordinaire pour une administration)... il a fait curer le lit de la Fontaine, les marais de Wallers ne sont plus inondés et le rouissage d'Hasnon n'est pas interrompu...

Le lin, après égrainage, est mis en bottes cylindriques, de 10 kg environ, divisées en deux bottes ou « marrauds », retenus par deux cordes ou « tils » en rotin.

Les bonjeaux sont emballés dans les ballons, chargés d'ableaux pour maintenir l'immersion.

Les lins sont rouis en deux fois, soit deux fois sept nuits en moyenne (les rouisseurs comptent par nuit), mais les lins ordinaires ne sont rouis qu'en une fois.

Après l'égout, les bottes sont dressées sur prés en couriotes, puis divisées en chérions, pour arriver au séchage complet.

Le teillage des meilleurs lins se fait en hiver, parce que leur manutention par temps d'été les priverait d'une partie de la « graisse » qui fait leur valeur sur le marché.

Pas de précision sur la production. Elle doit osciller entre 8 000 et 8 500 balles.

BERGUES

On peut considérer le pays producteur des lins de Bergues limité par le terroir d'Hazebrouck, le littoral, le Pas-de-Calais et la frontière belge. Le village d'Esquelbecq est le centre de leur fabrication. Leur caractéristique est la force ; ils sont généralement assez gros, parce qu'ils sont peu poussés au rouissage et qu'on évite avec soin tout échauffement en cours de manutention.

En principe, les lins de Bergues sont rouis en deux fois : d'abord à terre, ensuite à l'eau.

Dès l'arrachage, ils sont étendus sur terre avec la graine, abandonnés jusqu'à ce qu'ils aient subi un commencement de rouissage qui donne à la paille un aspect tigré. Sur terre, ils sont retournés une fois pour leur faire subir également au-dessus et au-dessous l'action de la rosée ; enfin, ils sont séchés, mis en bonjeaux et rouis « au plat » dans les « puits » ; c'est le nom donné dans la contrée aux petites mares alimentées par des ruisseaux.

Quand on jette le bonjeau à l'eau, on a soin de l'immerger à l'aide d'une perche jusqu'à ce que les parcelles d'air emprisonnées entre les brins de paille soient remontées à la surface, puis on l'abandonne. Après un temps variable,

suivant la température et la saison, deux, quatre, cinq, six jours, on retourne les bottes de façon que la partie non immergée le soit à son tour.

Le teillage se fait au moulin flamand actionné par une pédale.

On avait tenté, à Esquelbecq, la transformation du travail que nous avons vu s'accomplir à Flines ; mais les ouvriers, sans tenir compte de l'économie de fatigue qui eût pu leur permettre de produire davantage, d'augmenter leurs salaires, ont préféré continuer leur dur métier et vivre dans la poussière.

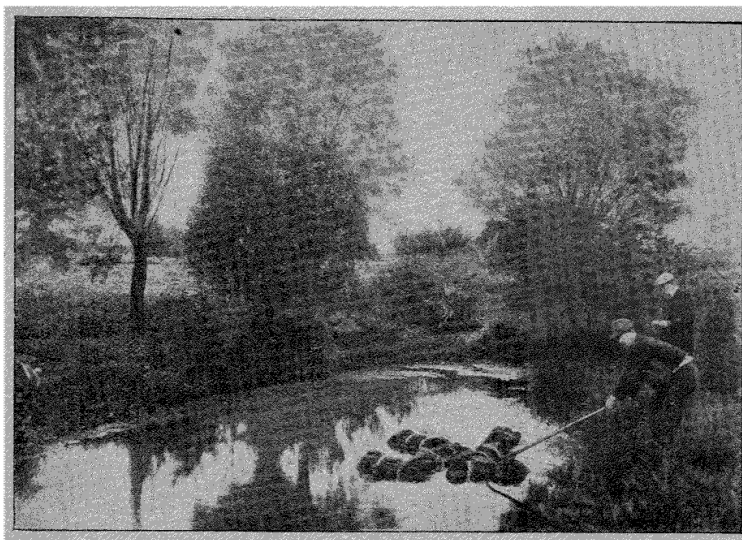


Fig. 5. — Pays de Bergues. A Esquelbecq le rouissage au « plat » dans les « puits ».

Cependant le recrutement des teilleurs, très difficile déjà, fait prévoir la prochaine disparition complète de cette main-d'œuvre. On ne travaille plus aujourd'hui en lins de Bergues que le quart environ des lins cultivés dans la région ; le reste part à la Lys.

La production annuelle des lins de Bergues oscille entre 12 et 15 000 balles et si la production se maintient à ce niveau, c'est que la plupart des cultivateurs, pour garder le personnel indispensable au travail des terres pendant l'été, occupent leurs ouvriers à teiller le lin en hiver.

Cette constatation, qui résulte d'une enquête faite soigneusement dans le pays de Bergues, montre combien utile aurait été la proposition (1) de

(1) Cette proposition, malgré un rapport favorable de M. Fernand David (26 mars 1908), fut ajournée le 14 décembre 1908.

M. Suchetet, de répartir entre les cultivateurs faisant travailler chez eux le lin de leur récolte, l'excédent des crédits votés pour cette culture.

COURTRAI ET LA RIVIÈRE D'OR

La Rivière d'Or ne mérite son nom qu'à partir de Menin. Bien que le rouissage ne s'y pratique plus qu'en territoire belge, une courte étude de ces opérations vous paraîtra, Messieurs, suffisamment justifiée par le désir de savoir ce qu'y deviennent nos lins de France.

Les préliminaires du rouissage nous sont connus.

Les ballons sont ordinairement aujourd'hui des caisses à côtés pleins hauts de 1,20 m, larges de 4 à 5 m, susceptibles de contenir de 1 200 à 1 600 kg de lin.

Le ballon asséché, amené sur la rive, est d'abord garni de paille de seigle ou de blé, puis on l'emplit de bonjeaux.

Cette opération faite, on termine le paillage du lin.

Sur cette paille protectrice, on pose les pierres. La charge nécessaire est de 3 à 4 000 kg aux premiers jours, mais elle diminue au fur et à mesure que la fermentation fait son œuvre.

Normalement, il faut de six à quinze jours après la mise à l'eau, pour que vienne le moment jugé favorable de ramener le lin sur « la rive ».

Il subit alors la règle générale de l'égouttage ; puis il est mis en carpettes sur la prairie ; enfin, on retourne les carpettes pour obtenir un séchage homogène et complet.

C'est un spectacle d'une réelle beauté qu'offrent, par un jour de beau temps, les bords de la Lys vus du pont de Wevelghem, — le centre de la fabrication des meilleurs lins. — Les ballons immergés sertissent les rives de la mosaïque des pierres de charge, pendant que les prairies voisines portent la moisson d'or des lins en travail (fig. 6).

Les lins séchés sont mis en chaîne en attendant le deuxième rouissage.

De tous temps, depuis le xiv^e siècle jusqu'au milieu du xix^e siècle, on ne rouissait le lin qu'une fois — même à la Lys — quand une année, en 1840 (précise M. Schurs) la demande de lins doux prévalant sur le marché, quelques rouisseurs eurent l'idée de rouir une deuxième fois. Les résultats furent tels que la pratique est générale aujourd'hui.

Le teillage est aussi soigné à la Lys que le rouissage. Les lins sont broyés d'abord, puis volants. Le moulin à pédale a complètement disparu ; aujourd'hui, les palettes du moulin sont montées sur un arbre de commande com-

mun à toute une série de métiers. Un ventilateur puissant capte toutes les poussières qu'il emmagasine dans une chambre aménagée à cet effet; de temps à autre, on vide cette chambre, le contenu est tamisé au diable et les derniers filaments qu'on en tire servent au rembourrage des meubles, des banquettes, etc.

Et si nous demandons aux documents officiels de nous révéler l'importance des affaires qui se traitent à Courtrai et la banlieue du fait de l'organisation de son marché, de la technique de ses fabricants et de la haute habileté profession-

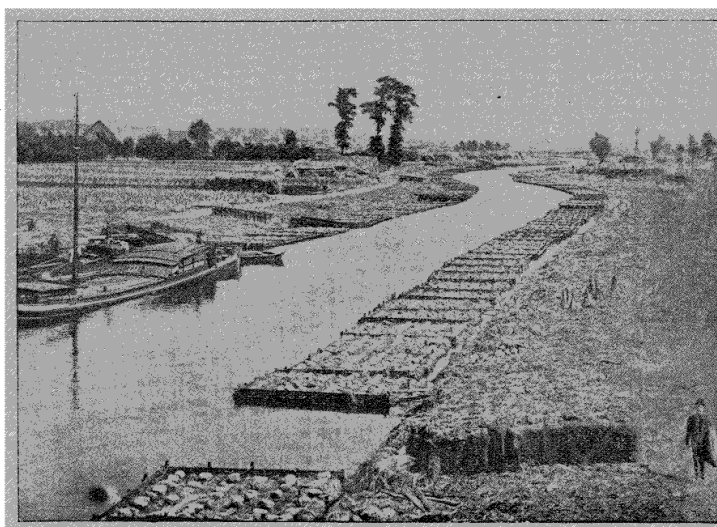


Fig. 6. — Le rouissage à la Lys, vue prise du pont de Wevelghem.

nelle de sa main-d'œuvre, nous apprendrons, d'une statistique dressée en 1912 par la direction des Ponts et Chaussées, que l'industrie du rouissage s'exerce sur les deux rives de la Lys, depuis la frontière française jusqu'à Grammène.

Sur cette distance, 75 kilomètres, s'échelonnaient, en 1912, 9 690 ballons, alors qu'en 1900 on en comptait seulement 6 552.

Le nombre de ballons rouis fut de 45 000 en 1900, 72 000 en 1909, 63 000 en 1911, 71 000 en 1912, 80 000 en 1913.

La quantité moyenne de paille mise en œuvre dans ces derniers temps peut être estimée à 120 000 tonnes.

D'autre part, un relevé de l'Inspection du Travail, fait au cours de 1913, recense 488 usines de teillage avec moteur, actionnant ensemble 8 956 métiers à teiller.

La valeur globale de ces opérations est d'environ 40 millions, réalisée pour 1/10 avec la filature belge, 2/10 avec les filateurs français, le restant avec l'Irlande.

*
* *

Nous avons étudié les uns après les autres nos divers centres de rouissage français, et comme terme de comparaison, nous avons poussé nos investigations jusqu'à Courtrai.

L'évidence s'est faite pour nous qu'en dehors de la Bretagne, le rouissage agricole est dans un état précaire. Isolés les uns des autres, sans cohésion, dans une connaissance insuffisante des besoins du marché, les rouisseurs conservent un matériel trop archaïque. Le prix de revient, trop élevé déjà de ce chef, reçoit une surcharge trop lourde, basée à tort sur les cours de Courtrai. Le prix demandé à la filature est souvent exagéré, mais cette dernière, talonnée par sa clientèle, cherche et trouve des sélections étrangères qui lui suffisent, sans la satisfaire toujours, et quand le fabricant de lin de pays se décide, trop tard, à faire les concessions demandées... la place est prise... Vendant moins, nos rouisseurs restreignent leurs achats et ce sont autant de débouchés fermés à la culture française.

A examiner de près notre liniculture, groupée par région, suivant ses débouchés propres, nous trouvons des enseignements précieux.

En Bretagne, la culture, en contact intime avec ses acheteurs, satisfait à la demande sans à-coup et jouit du calme nécessaire aux affaires heureuses.

Dans la région circonvoisine des filatures du Centre, la culture diminue parce que les lins vendus directement par le producteur arrivent à l'usine sans le classement préalable qui permet au vendeur d'en tirer la pleine valeur, sans bénéfice cependant pour l'acheteur qui ne trouve pas toujours dans les lots acquis les qualités de lins exigées par sa fabrication.

Au sud de la région d'action de la Lys, les autres départements ont vu baisser leur culture de lin de plus d'un tiers en dix ans (1902-1911) et cette diminution ne peut que s'accentuer. La culture est maintenue par l'emploi du lin de pays par les cordiers, les fileuses à la main, plus nombreuses encore qu'on le croit, et le désir ancestral du cultivateur d'avoir son linge tissé du lin récolté sur sa terre.

On connaît un colporteur qui se faisait une spécialité d'exploiter cette coutume : dans ses tournées, il se donnait comme fabricant de toiles (tout colporteur, du reste, est fabricant... en paroles...). Mis en confiance, le cultivateur remettait sa récolte à notre homme, contre promesse d'une livraison de toiles

faites avec le lin de son champ... Le colporteur remisait le lin dans sa grange; consciencieusement, quelques mois plus tard, il livrait une pièce de toile quelconque... puis, en fin de campagne, il vendait en filature le stock de lin ainsi ramassé. Ce colporteur, à sa manière, est un protecteur de la culture du lin...

Mais les traditions les plus respectables s'effacent quand l'intérêt en souffre trop et le fermier le plus fidèle aux usages d'antan cessera de semer du lin, s'il ne peut tirer parti de ses pailles.

Dans l'aire de culture comprise entre la frontière belge et la ligne idéale « baie de Saint-Michel-Belfort », la culture du lin suivra la fortune de la Lys, sans chances appréciables d'augmentation, et ce n'est pas du rouissage agricole français que lui viendra une impulsion énergique et décisive...

D'ailleurs, la culture du lin ne pourrait s'étendre que bien difficilement, dans les conditions actuelles du marché des pailles.

Dans les cantons où le lin est en honneur, le « facteur » se croit tenu à certaine correction pour sauvegarder sa clientèle de vendeurs; encore ne se fait-il pas faute de ne pas prendre livraison des récoltes achetées, quand une baisse des cours ou les intempéries ont diminué la valeur de la marchandise achetée. C'est dans les campagnes où quelque cultivateur entreprenant essaie quelques hectares de lin, qu'il faut voir à l'œuvre le courtier : tous moyens sont bons, le marchandage, le « salage », et tous les expédients les plus condamnables.

Les courtiers s'entendent... ils voyagent de concert; découvrent-ils un cultivateur isolé, ils se rendent compte de la valeur du champ, ils se renseignent sur les engrais employés, fixent entre eux le prix à offrir, puis l'un d'eux rend visite au propriétaire et lui fait une offre au-dessous de l'estimation. Si la vente ne se fait pas, c'est souvent le cas, parce que l'offre n'est pas généreuse, le marchand se retire. Quelques heures après un compère se présente, qui fait une offre inférieure à la première... et le pauvre cultivateur, s'il refuse, ne voit plus un acheteur pendant des mois... En fin de campagne, lassé, dégoûté, il accepte un prix trop bas, pour en finir, incapable qu'il a été de trouver acheteur à meilleur compte.

D'autres procédés... voulez-vous des exemples?... Je les tiens d'un industriel de marque, président d'un Syndicat agricole. Les faits se sont passés en septembre dernier... et Pantagruel aurait pu les ajouter aux nombreux moyens qu'il possédait de se procurer de l'argent.

La paille de lin qui se vendait de 22 à 27 fr le quintal dans les premiers mois de 1912, tombait à 13, 16 fr en septembre de la même année, à 14 fr, puis à 12, 10, 8, 6 fr en 1913.

Or, un cultivateur, encouragé par les hauts prix de 1911-1912, avait continué

sa culture en 1913. Visité par un courtier résidant en Belgique, il vend, la mort dans l'âme, sa paille au-dessous du prix coûtant... Pour éviter tout aléa de paiement, l'envoi sera fait contre remboursement. L'expédition faite, l'acheteur conteste... le lin n'est pas de la qualité promise, il ne vaut pas le prix convenu... la livraison ne peut être acceptée que si la gare est relevée de l'obligation de livrer contre remboursement... Le vendeur consent. Son lin s'est trouvé vendu... Mais il n'en a jamais touché l'argent...

Dans des circonstances identiques, un autre vendeur a la faiblesse d'envoyer à l'acheteur les fonds nécessaires pour prendre livraison... l'argent envoyé, le lin et l'acheteur sont restés introuvables depuis ce temps...

Ces gens ont peu de surface ; les poursuivre serait peine perdue... on se résigne... et l'on jure de ne plus semer de lin.

Évidemment, la grande majorité des « courtiers », « facteurs », acheteurs de lin, sont de très honnêtes gens, mais les ventes faites, dont l'acheteur se refuse à prendre livraison, les opérations, les contestations frauduleuses sont trop fréquentes et trop préjudiciables à la culture pour qu'on ne les signale pas énergiquement, à haute voix... l'assainissement du marché s'impose...

Pour prospérer et s'étendre, il faut à la liniculture la certitude de trouver acheteur de sa récolte à prix équitable. Et partout en France le lin prendrait sa place dans les rotations de culture, s'il existait pour le lin ce que la betterave et la chicorée trouvent dans les sucreries, les distilleries et les sécheries.

C'est un lot suffisant pour le fermier, de travailler sa terre, de semer, de courir les aléas de la récolte... Celle-ci faite, il en doit toucher le prix au cours, suivant la qualité de son produit... A d'autres de le transformer et de l'approprier aux besoins de l'industrie.

Le « Board of Agriculture » anglais ne pense pas autrement. Le supplément de son journal qu'il publiait en janvier 1914, sur la renaissance possible de la culture du lin en Grande-Bretagne, contient les phrases suivantes :

1^o Page 52 (1) : « D'autre part, il est évident que la prompte réalisation de la récolte par le cultivateur est de nature à favoriser la culture du lin. La vente de cette récolte aux établissements de rouissage, juste au début de la moisson des blés, serait d'un secours particulièrement heureux aux petits cultivateurs et le lin est spécialement intéressant pour la petite culture. »

2^o Et plus loin, page 54 : « La culture du lin a persisté plus longtemps en Angleterre dans les districts où existaient des stations centrales de rouissage, pour prendre la récolte des mains du fermier dès l'arrachage. Il est raisonnable

(1) *Rapport on the possibility of reviving the flax industry in Great Britain. — Supplement to the Journal of the Board of Agriculture. — Janvier 1914.*

de penser que ces établissements seraient de nature à faire renaître cette culture dans le pays. »

Ainsi pensent les Anglais : ils passent à bon droit pour des hommes avisés et pratiques... Les moyens, dont ils attendent chez eux la renaissance du lin, ne seraient-ils pas bons pour permettre à notre culture de s'étendre?... La création de ces stations centrales de rouissage n'est pas impossible et les inventeurs proposent à notre choix les systèmes susceptibles de s'adapter à tous les cas.

*
* *

Parmi les brevets nombreux pris en la matière au cours des dernières années, quatre procédés paraissent dignes d'être signalés, en raison des essais contrôlés dont ils ont été l'objet :

Ce sont les rouissages : *Legrand-Vansteenkiste, J.-B. Cousinme, Émile Feuillet et Peuffaillit*.

Les deux premiers sont des rouissages semi-agricoles, parce que s'ils règlent les phases, la température et la durée, la nature de la fermentation, ils restent soumis à l'influence des saisons pour le séchage, alors que les deux autres, affranchis de cette dépendance sont, au sens exact du mot, des opérations industrielles.

Les procédés Legrand-Vansteenkiste ont été mis en pratique, pour la première fois, à Bernem-lez-Bruges, puis à Appingedam, en Groningue, et, bien que le supplément du journal « of the Board of agriculture » de janvier 1914 déclare que ce procédé donnait de bonnes fibres, et bien qu'il ait été l'objet d'une récompense (une médaille d'or) accordée par le Comité Linier en 1903 (1), le procédé qui nous occupe n'a pas trouvé dans les usines le succès qu'il méritait, et cela pour des causes accidentelles et locales (2).

« L'usine type telle que la concevait alors MM. Legrand-Vansteenkiste est susceptible de traiter 5000 tonnes de paille par an ; son coût s'élève à 120 000 francs, plus le capital roulant indispensable.

« Le rouissage s'y faisait dans des ballons analogues à ceux en usage à la Lys ; mis en mouvement par un pont roulant électrique, ils étaient plongés

(1) Page 40. It will serve no useful purpose to mention here all the various modifications of Schenk's original scheme and the numerous other fermentation methods in which the retting water is warmed, but a brief account of some of the more successful methods in operation at the present day is here given. The flax factories at Bruges, Courtrai, Oenkerk and Appingedam must be mentioned, all of which are turning out good fibre..., etc.

(2) Archives du Comité Linier de Lille, rapport de M. Louis Nicolle, en date du 6 décembre 1903.

successivement le temps voulu dans des bassins successifs de dégommage, de rouissage, enfin de rinçage, quand il en était besoin...

« L'eau pénétrait dans les bassins par des conduits obliques placés près du fond.

« Le rouissage s'y faisait de façon méthodique, sans importante consommation d'eau.

« Le lin roui à point, le ballon était retiré, laissé en repos d'abord, puis séché industriellement et teillé. »

Mais aujourd'hui, ces chercheurs suppriment de leur routoir tout outillage coûteux, susceptible d'entretien ; ils s'appliquent uniquement à l'industrialisation du rouissage, et persuadés que l'œuvre sociale la plus importante est l'amélioration des conditions du travail, ils proposent maintenant la combinaison suivante :

L'atelier des métiers à teiller est surmonté d'un réservoir d'une capacité suffisante pour alimenter le routoir pendant vingt-quatre heures.

La chambre de la machine et de la chaudière est également couverte d'un bassin réservoir, mais celui-ci est en contre-bas du premier. Le passage de l'eau du premier bassin au second se fait au travers d'un réchauffeur d'eau à grande surface. Le foyer est assez vaste pour tenir la quantité de coke nécessaire pour la nuit. L'écoulement de l'eau est réglé pour alimenter automatiquement, à température régulière, les divers compartiments du routoir. Cette eau d'alimentation arrive dans la partie inférieure, dans l'espace laissé libre au-dessous du faux fonds sur lequel repose le lin ; le mouvement giratoire que l'obliquité des tuyaux d'arrivée imprime, assure la régularité de la température dans la masse liquide. Une tuyauterie, avec point de départ au bas du cuvelage, assure le niveau constant de l'eau, une canalisation placée au fond permet la vidange complète pour le chargement et le déchargement.

Ces opérations se font par les trous d'homme ménagés dans les parois. Le rouissage dure pratiquement trois jours ; il comprend deux parties :

Un premier bain, d'une durée de sept à huit heures, enlève un tiers de la gomme, sans fermentation ;

Le routoir est alors vidé complètement, rempli d'eau fraîche à 28-30° ; deux heures après, la fermentation commence, on alimente modérément et l'évacuation se fait par le trop-plein.

De temps à autre, il faut alimenter plus largement, pour éviter la condensation du bouillon de culture.

Chaque partie du routoir est chargée de 6 000 kg deux fois par semaine. Ces lins étant généralement rouis à double passe, chaque compartiment donne par semaine 6 000 kg de lin entièrement rouis.

La quantité d'eau nécessaire pour opérer dans les meilleures conditions de qualité, de valeur et de temps s'élève à six mètres cubes par 100 kg de paille égrainée, rouie deux fois ; cette quantité ne pourrait être diminuée qu'au détriment du résultat.

Cette importante consommation d'eau, sans inconvénients à la Lys, serait ailleurs une difficulté difficile à vaincre ; aussi MM. Legrand-Vansteenkiste viennent-ils de breveter un système simple de régénération des eaux usées.

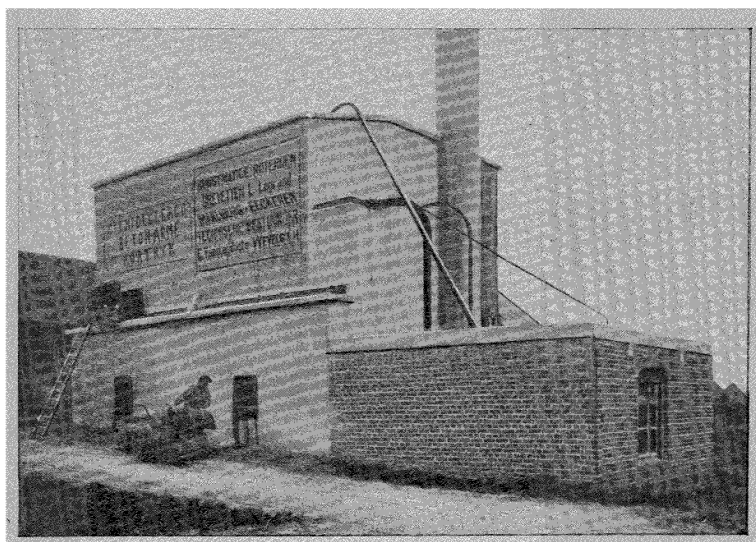


Fig. 7. — Un des routoirs en ciment armé de MM. Legrand-Vansteenkiste ; — a) en briques le bâtiment des machines, surmonté du réservoir d'eau froide ; b) au niveau du sol en arrière de ce bâtiment le routoir proprement dit ; c) au-dessus du routoir le réservoir d'eau à 28°-30°.

Le séchage se fait à l'air libre, le seul qui donne la teinte blonde, habituelle aux lins de la Lys.

Nous considérons ici un procédé qui, tout apte qu'il soit à produire toutes qualités de lin, s'est cependant spécialisé dans la fabrication des lins de Courtrai.

Autour de cette ville, quinze établissements détenteurs de licence Legrand-Vansteenkiste sont en activité et quatre sont en cours de construction. La productivité de ces établissements serait de 45 000 balles.

Ces constructions sont en ciment armé ; elles n'exigent aucun entretien. Le matériel y est réduit au minimum et leur combinaison permet d'occuper toute l'année le personnel, à condition de l'employer alternativement au routoir et au teillage.

Une installation calculée pour une production de 500 t de lin (3500 000 kg de paille battue environ), rouie à double passe, exige une dépense de 30 000 f, terrain et prairies de séchage compris.

*
* *

La méthode de travail des lins imaginée par M. J.-B. Cousinne, d'Halluin, est également un procédé semi-agricole, d'installation première peu dispendieuse, propre à devenir le complément d'une ferme importante, ou mieux encore le fait d'une union coopérative de cultivateurs liniers.

Ce rouissage biologique comprend quatre éléments :

1° Un bac de bois en charge sert : *a*) d'une part, à la préparation du levain obtenu par l'infusion, pendant 6 à 24 heures, de déchets de teillage dans l'eau à 30°; *b*) d'autre part, à l'alimentation au cours de l'opération.

2° Une série de bacs garnis de tuyaux perforés adducteurs d'eau ;

3° Le tout complété d'une chaudière susceptible de porter à la température voulue, 28° centigrades environ, l'eau nécessaire ;

4° Cette eau est refoulée dans le bac à levain par une pompe.

La chaudière, dont il est question, peut être celle d'une locomobile, complément habituel du matériel agricole.

Les bacs peuvent contenir 1 200 kg environ de paille. Les bonjeaux mis en place sont maintenus immergés par des traverses de bois : ils subissent d'abord un premier bain qui lave et commence à dissoudre les gommes solubles. Après six heures, on évacue cette première eau. La cuve est remplie de nouveau avec de l'eau portée au degré convenable, additionnée de levain. C'est le bain de rouissage qui commence. A partir de ce moment, à intervalles réguliers de trois ou quatre heures, on fait de petites chasses d'eau, chacune d'elles correspond à un dixième environ de la capacité de la cuve et l'on remplit au niveau normal.

En 50, 60, 72 heures au plus, suivant la nature des lins, le rouissage est terminé. On vide, la paille égouttée dans la cuve même est mise au séchage sur pré.

Les lins travaillés par cette méthode ont la nuance des lins de la Lys.

De ce type, on connaît en fonctionnement l'installation d'étude d'Halluin, un routoir à Pont-à-Marcq, chez M. Baratte ; un troisième à Saint-Georges, près de Gravelines a été détruit par le feu au cours de l'automne 1913. Les bâtiments abritaient la machinerie, c'est-à-dire la chaudière, la pompe et les bacs du routoir.

Une station du type J.-B. Cousinne, apte à travailler 1000 t de paille en huit mois, coûterait avec ses vingt bacs (à 750 f l'un, tuyauterie comprise), la pompe et ses tuyaux, la machine et les chaudières, une vingtaine de mille francs, plus la valeur du terrain et des bâtiments.

*
* *

Avant de clore ces notes sur le rouissage semi-agricole, il me faut vous signaler une forme de ce procédé vieille de quelques dizaines d'années.

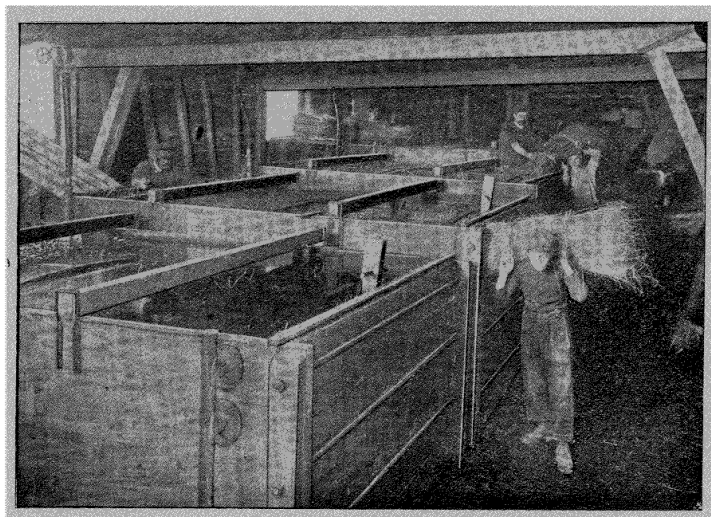


Fig. 8. — Le rouissage J.-B. Cousinne. Le routoir de Saint-Georges, près de Gravelines

M. Larose, meunier à Flines-lez-Raches, possède dans la cour de sa minoterie cinq bassins cimentés qu'il loue aux rouisseurs du village, moyennant une redevance de 25 f par rouissage. Il fournit pour ce prix l'eau de condensation de son moteur (eau préalablement débarrassée des huiles de graissage par un passage à travers un filtre composé de coke, cendres et graviers). Chaque bassin peut recevoir 2000 kg de paille en bonjeaux ; les lins sont maintenus immergés par des pièces de bois et des traverses scellées dans les parois.

L'eau arrive à une température de 28° environ ; elle est évacuée par le bas des bassins. Le premier bain est lâché après 24 heures, puis pendant 6 heures l'eau passe à travers le bassin, la sortie étant préalablement réglée pour que le lin soit toujours sous l'eau.

Cette opération est recommencée trois ou quatre fois. Le rouissage au point, les bonjeaux sont retirés, égouttés, emportés par leurs propriétaires et mis au séchage, d'abord à plat, puis en « étançons ».

Les bassins sont abandonnés chaque nuit; dans la journée ils sont seulement surveillés par le chauffeur de l'usine.

Le lin ainsi obtenu se vend couramment.

Une semblable installation fonctionne, m'a-t-on dit, à Barentin, dans les



Fig. 9. — Flines-lez-Raches. — La cour de la minoterie Larose dans laquelle sont installés les bassins de rouissage.

dépendances de la filature de M. Badin, mais il ne m'a pas été possible de m'en rendre compte personnellement.

*
* * *

Avec la série des brevets Feuillette et la collection de machines ingénieuses qu'ils protègent, nous abordons la transformation industrielle d'une paille, d'un produit agricole, en filasse, matière première de la filature.

Après égrainage, le lin légèrement serré dans une machine spéciale se trouve bottelé automatiquement en bonjeaux de 7 à 8 kg, à 4 liens.

Il faut 150 de ces bonjeaux pour garnir un ballon, sorte de cage de bois de 5 m de long, 1,30 m de haut, 2,30 m de large.

Ainsi chargé, le ballon est immergé d'abord à l'extrémité du routoir, près de la sortie de l'eau, puis chaque jour il est soulevé, retourné, avancé d'une place, jusqu'au moment où, à la fin de l'opération, il occupe la première place à l'entrée du routoir, à cinq mètres de l'arrivée de l'eau. L'expérience a démontré que cette distance était nécessaire pour assurer le mélange homogène et régulier des eaux d'alimentation avec l'eau du routoir.



Fig. 10. — Rouissage Émile Feuillet. La mise en bonjeaux.

Il contient sept ballons et il constitue une véritable rivière artificielle, au courant constant, avec arrivée d'eau au fond et trop-plein partant également du fond. La dépense d'eau est de 15 m³ par ballon roui, sensiblement 1 m³ 1/4 par 100 kg de paille.

La manœuvre volontairement lente des ballons est rendue facile par le pont électrique. De la passerelle, l'opérateur commande la relevée ou le retournement. Des points de repaire indiquent les ancrages qui assurent l'immersion complète.

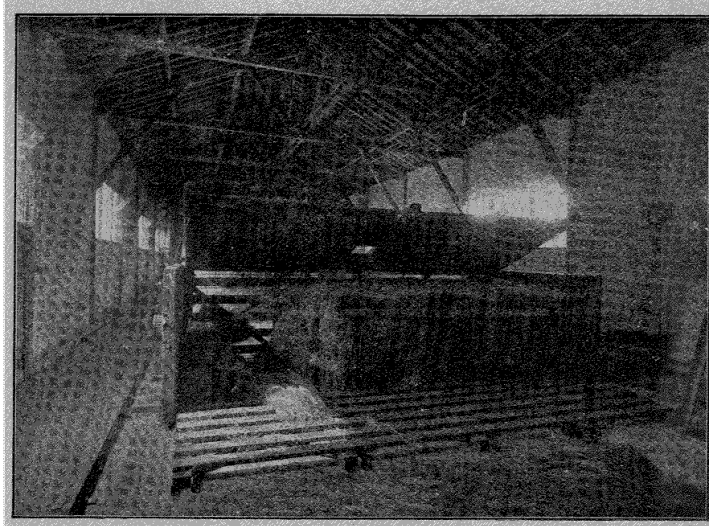


Fig. 11. — Type du « ballon » Émile Feuillette en usage à la Linerie de Goderville.

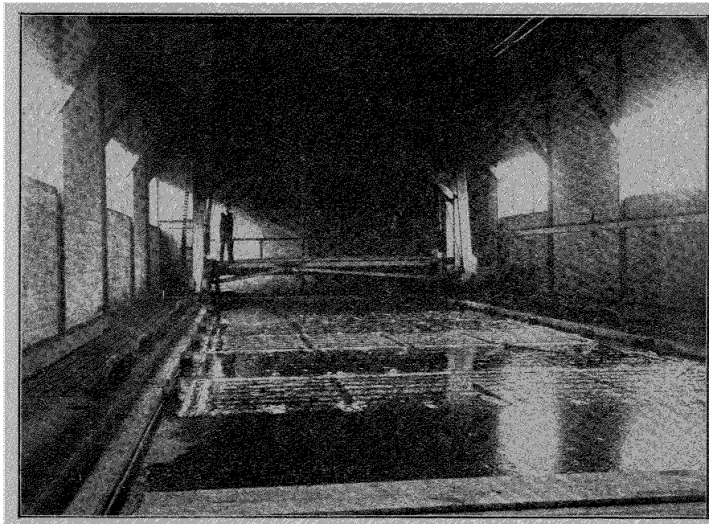


Fig. 12. — Rouissage Émile Feuillette. Le rouitoir,

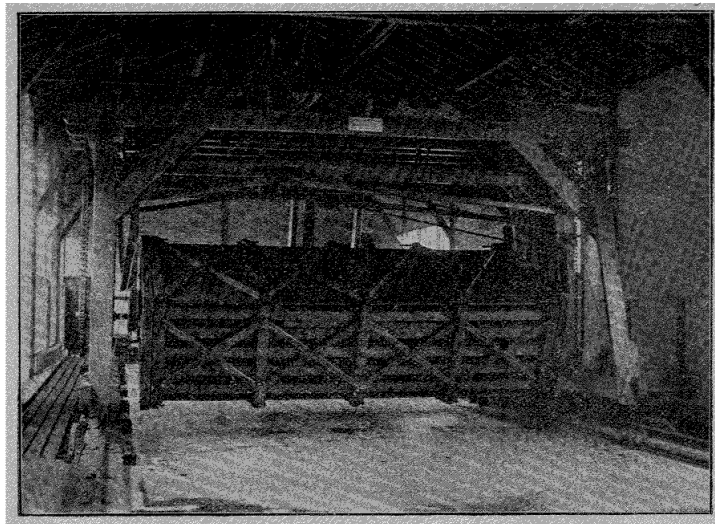


Fig. 13. — La manœuvre des ballons, le retournement.

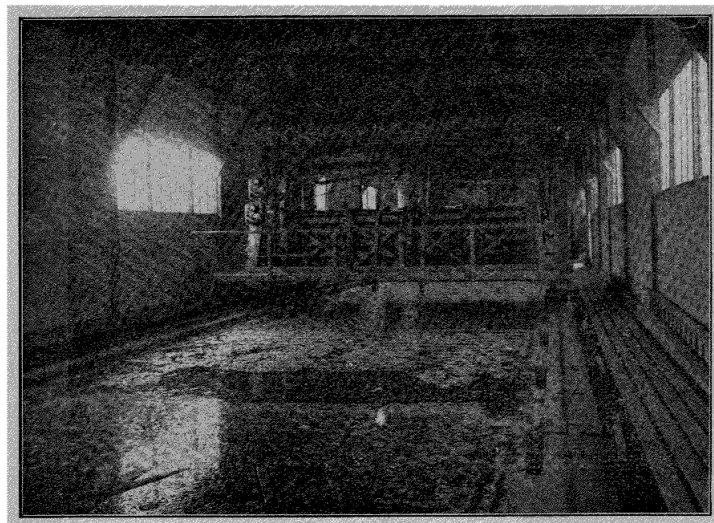


Fig. 14. — Linerie de Goderville. Le pont électrique, vu du côté de la passerelle de manœuvre.

Ces mouvements permettent au lin en fermentation de s'égoutter, à l'eau, par son glissement le long des tiges, de répartir uniformément les gommés et de semer les bactéries sur toute la longueur des tiges.

Le rouissage est complet en sept jours. Le ballon est alors amené à l'entrée du routoir ; les bonjeaux égouttés divisés en 4 poignées sont répartis dans les compartiments de l'essoreuse, les racines à la périphérie, le sommet vers le centre.

Le plateau de base de cette machine mesure 3,50 m de diamètre, il supporte 28 cases dont les côtés coïncident avec les rayons.

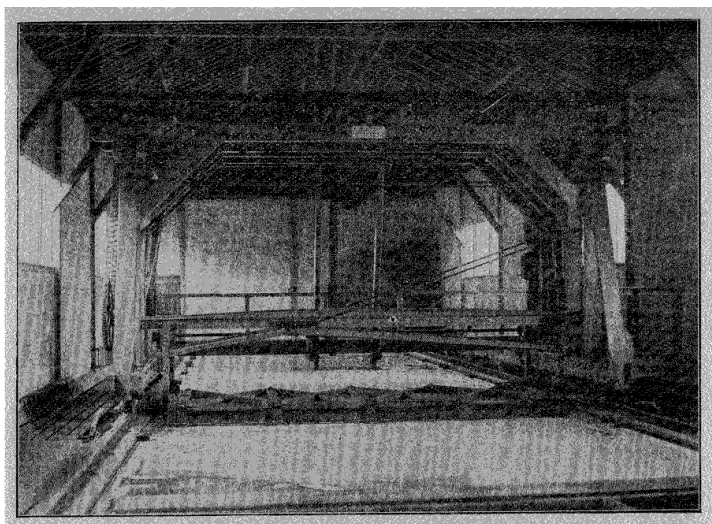


Fig. 15. — L'immersion d'un ballon dans le routoir. Les taquets du pont électrique conduisent le ballon aux loquets d'ancrage.

La machine, au début de son action, tourne d'abord lentement. Elle est laveuse d'abord : la paille reçoit d'un réservoir placé au-dessus des alvéoles une quantité d'eau déterminée. Le lavage terminé, le réservoir vidé se remplit, la vitesse de rotation augmente jusqu'à 150 tours à la minute... en un quart d'heure, la force centrifuge fait perdre au lin une partie notable de l'eau dont il est pénétré.

Le dispositif de sécherie que j'ai vu en activité, à l'usine d'essai de Goderville, comporte un ventilateur puissant, propulsant l'air à travers un radiateur. Cet air chaud est chassé dans un tunnel fractionné en plusieurs caissons. Chacune de ces fractions est une sorte d'étagère où les tiges du lin, par leur position, forment chicane et contraignent l'air à les pénétrer.

10 heures suffisent pour sécher le contenu d'un ballon, une toile sans fin porte à la teilleuse le lin prêt à subir son action.

La défibreuse rend les filasses dans l'état où elles seraient après un passage à la broyeuse de Courtrai, complété d'un premier volantage. Cette machine donne des lins assez pailleux; pour les produire sur le marché, ils ont besoin

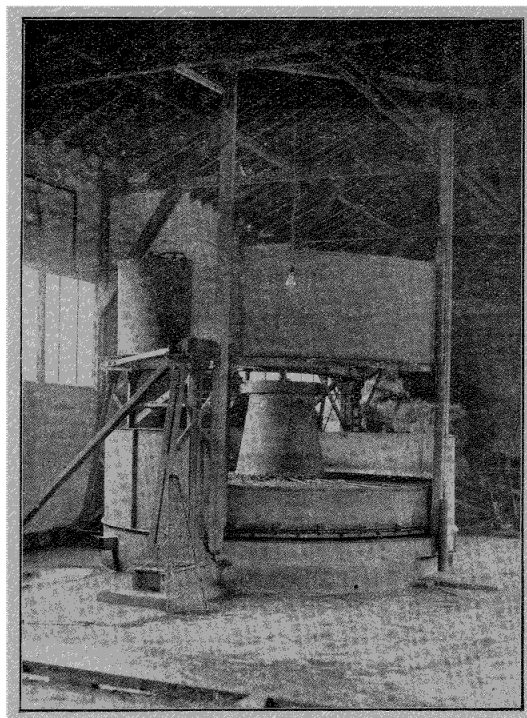


Fig. 16. — L'essoreuse-laveuse inventée par Émile Feuillet en usage dans l'usine de Goderville.

d'une dernière toilette au moulin flamand. Cette manutention sera désormais inutile quand le nouveau type de teilleuse, actuellement en construction, sera mis en service.

Les fibres ainsi produites sont-elles de qualité commerciale et marchande?...

Les produits de l'usine de démonstration ouverte à Goderville ont été vendus à Belfast et à Courtrai.

Les essais de la rue Jenner, contrôlés avec la rigoureuse exactitude de

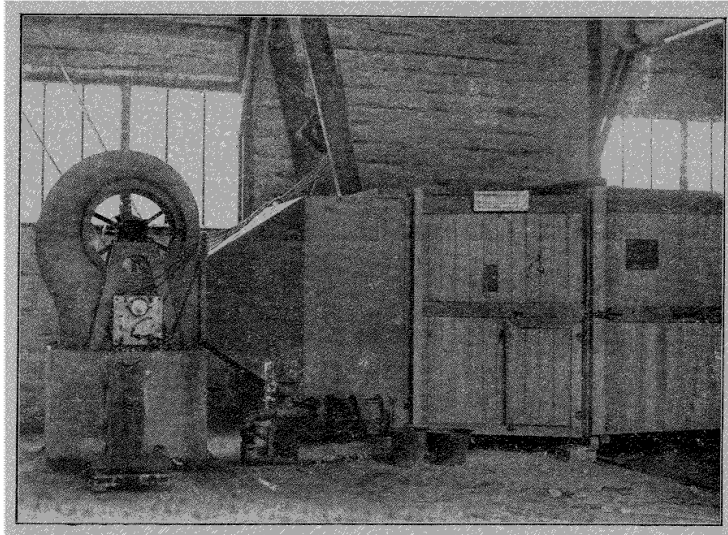


Fig. 17. — Procédés Émile Feuillette. Le séchoir, le ventilateur, la cage du radiateur, la porte d'observation et le premier caisson du tunnel sécheur.

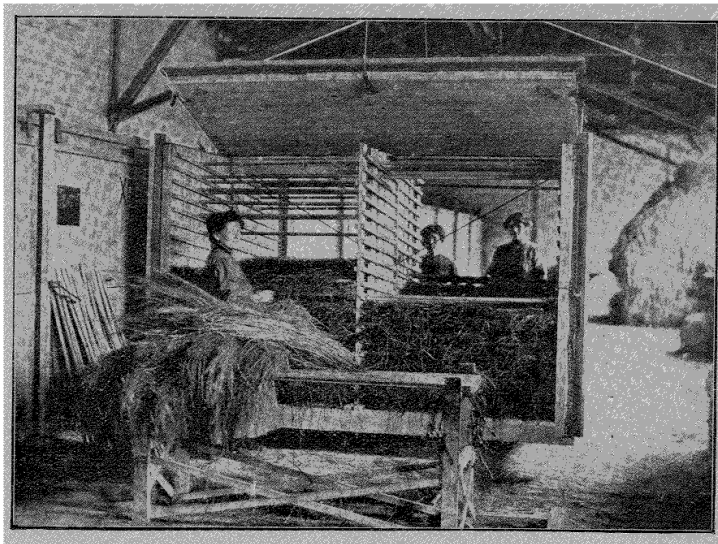


Fig. 18. — L'intérieur d'un caisson de séchoir.

M. Ringelmann, ont donné des filasses que M. Louis Nicolle et M. Albert van de Weghe ont filées. Ces fils étaient de bonne qualité, suivant leur déclaration. Au blanchiment ils ont donné le blanc que devait produire le traitement ordinaire de M. Georges Ovigneur, blanchisseur à Halluin. Au tissage, la maison J. Scribe et Fils en a fait de bonnes toiles.

Ces résultats sont sanctionnés par la constitution de la Société Anon. Émile Feuillette, au capital de 3 000 000 f, — l'Usine de Goderville est en voie d'agran-

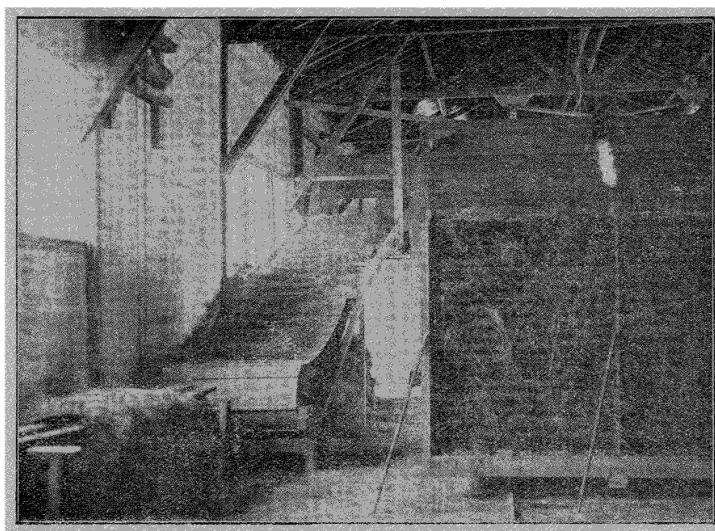


Fig. 19. — Une toile sans fin transporte le lin sec à l'atelier de teillage.

dissement; — une usine sera bientôt ouverte en Irlande et l'on négocie la création d'un troisième centre de production.

Ces réalités, Messieurs, sont un peu l'œuvre de votre Compagnie et la suite des encouragements si judicieusement accordés par vous aux premiers essais de l'inventeur.

* * *

Les systèmes divers que nous venons de voir sont tous des rouissages biologiques, soit à l'eau courante, soit à l'eau dormante, en ballon, ou au plat de l'eau, ou même à terre... mais voici que le dernier de la série est d'une catégorie inattendue dont tous les types étudiés jusqu'ici n'ont causé que des déceptions.

Dans le traitement chimique appliqué aux végétaux en vue d'en extraire les fibres, les produits les plus divers ont été mis en œuvre : l'alcool, la pancréatine, la pepsine, le borax, l'eau oxygénée, l'ammoniaque, l'acide azotique, la soude caustique, etc.

M. Peufaillit découvrit l'action des hydrocarbures sous pression en présence de l'eau. Le résultat obtenu par ce traitement ne trouva d'abord que des sceptiques... la fibre devait être brûlée, les gommes détruites et la filature impossible... Obtiendrait-on des fibres présentables, que leur origine même en

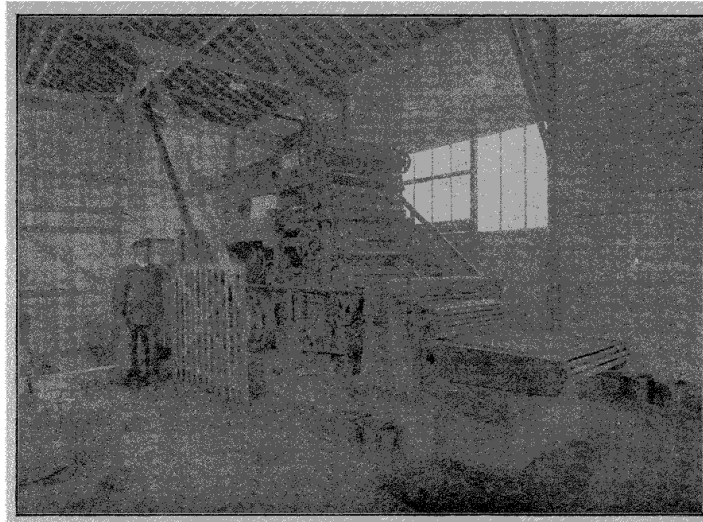


Fig. 20. — La défibreuse et son inventeur, M. Émile Feuillette.

proscrirait l'emploi pour tous les mélanges en usage courant dans la filature... Ces fils, si on les obtenait jamais, manqueraient de force et, jusque dans la toile qu'ils engendreraient, cette matière née du pétrole garderait une odeur nauséabonde... Patiemment, on fit des expériences :

La fibre n'était pas brûlée.... d'une nuance *sui generis* et toujours régulière, elle se distingue au contraire par sa ténacité.

Le lin Peufaillit en mélange avec des rouis à terre ou des rouis à l'eau, donne des fils sains, ne barrant pas.

L'odeur caractéristique du pétrole, perceptible en filasse, déjà presque nulle en filé, disparaît complètement au premier défilage.

Il fallait bien s'incliner devant les essais répétés et contrôlés; le nouveau

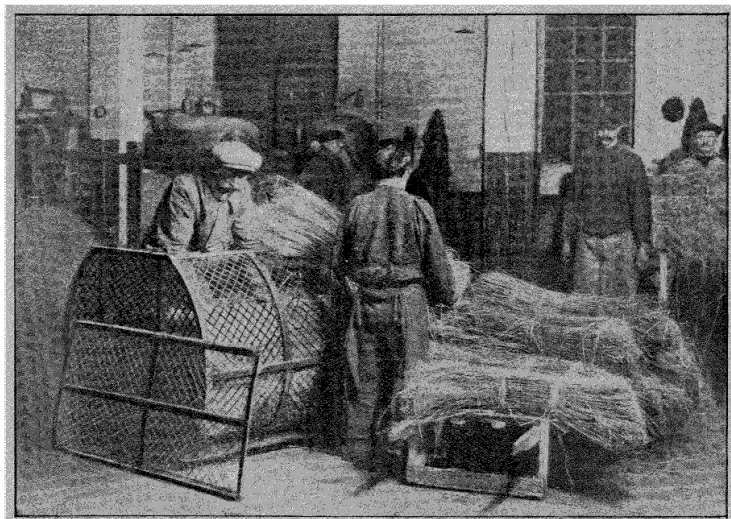


Fig. 21. — Rouissage Peufaillet. L'emballage des bonjeaux dans les paniers métalliques.

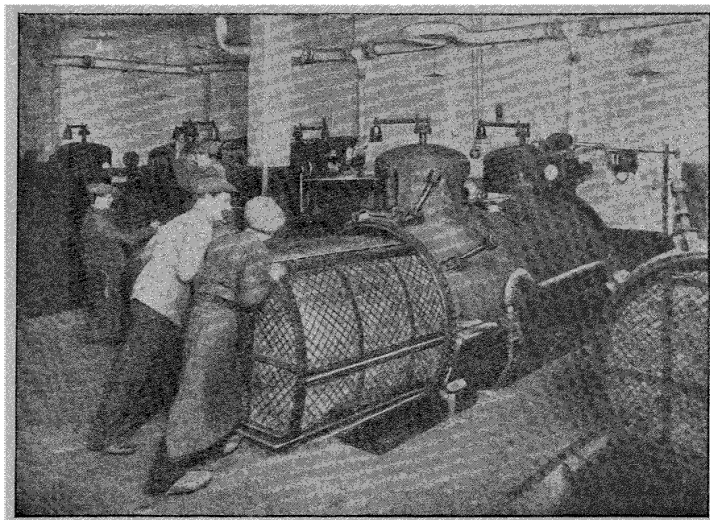


Fig. 22. — Le rouissage Peufaillet, La mise en autoclave.

procédé faisait exception dans la longue théorie de ses aînés restés inapplicables.

Les bottes de lin, pour ce traitement, sont rangées en paniers métalliques : chaque autoclave reçoit deux paniers, — on remplit d'eau ; l'air est évacué ; à ce moment le pétrole lourd est injecté dans la proportion de 4 p. 100 du poids

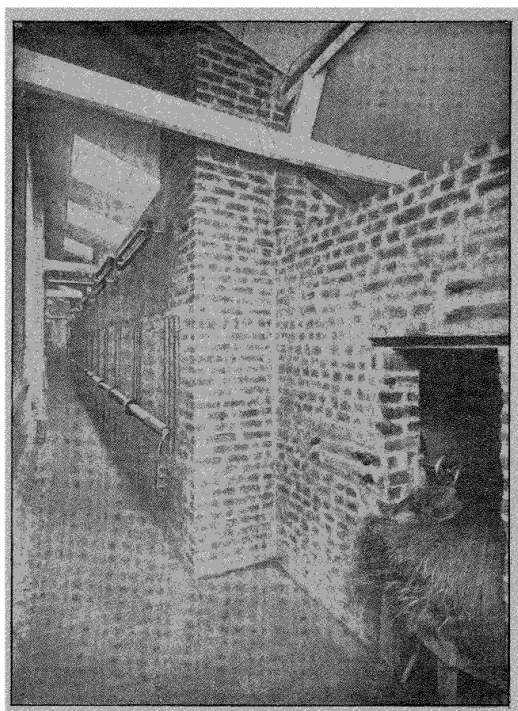


Fig. 23. — Le séchoir de l'usine Peufaillit à Loos-lez-Lille.

des pailles, — on met graduellement en pression à 2 kg 1/2 pendant 8 heures.

Le terme venu, la vidange se fait sous pression ; le ruban de fibres se détache sans se rompre sur toute la longueur de la tige.

Mise au séchoir, la paille se refroidit lentement en même temps qu'elle sèche.

A la sortie la broyeuse rotative ou à cylindres brise la chènevotte et la fibre est décreusée si complètement qu'au sortir du broyage, on secoue les

poignées de filasse, il neige de la chènevotte et *le teillage est inutile*, la fibre est prête pour le peignage... mais une reprise de quelques jours est nécessaire avant cette opération.

Le décreusage complet, les manutentions réduites au minimum, l'économie du teillage, permettent l'extraction complète des fibres avec une production d'étoupe réduite au minimum.

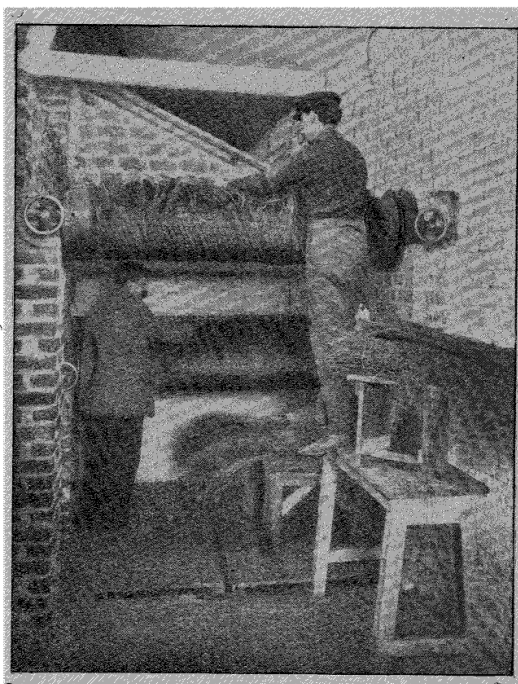


Fig. 24. — Rouissage Penfaillit. L'entrée du séchoir.

Le lin n'est pas le seul textile sensible à l'action des hydrocarbures sous pression : le chanvre, la ramie, le palmier, le papyrus en tiges, ou même en lanières décortiquées, voient se dissoudre leurs gommages et libérer les fibres prisonnières de leurs tissus.

Enfin, ce qui est une autre nouveauté, nous retrouvons dans les eaux résiduaires ces gommages de lin que l'action combinée de la chaleur, de la pression et du pétrole n'ont pas si complètement transformées que le fait d'ordinaire l'action des bactéries. Les chimistes ne tarderont pas à nous en révéler la nature, maintenant que grâce aux procédés évaporatoires Prache et Bouillon, il est pos-

sible de les extraire économiquement des eaux d'autoclaves dans lesquelles ils sont dilués.

Il semble probable, d'ores et déjà, d'après les offres faites à la Société Peuffaillit, que la vente du sous-produit couvrirait une part notable des frais.

* * *

Les rouissages semi-agricoles et industriels que nous venons de passer en

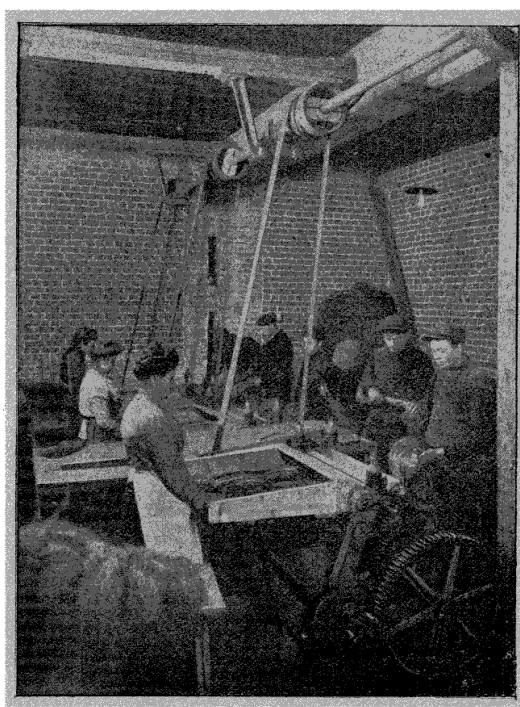


Fig. 25. — Le broyage des lins l'usine Peuffaillit.

revue ont chacun des produits différents, sinon au toucher, toujours à l'odeur ou à la couleur. Ils peuvent simultanément, dans une même contrée, trouver leur application suivant les conditions du problème à résoudre et le but poursuivi.

Mais les Stations centrales ont-elles des chances de succès?...

La réponse n'est pas douteuse, le succès viendra si ces stations ont à leur tête une direction technique compétente, consciencieuse, gardienne de la mé-

thode des inventeurs, si elles ont un capital suffisant pour supporter les pertes inévitables des tâtonnements du début et les hésitations de la filature. Cette hésitation est humaine et nous la retrouvons dans l'histoire de toutes les inventions. Sans sortir du lin qui nous occupe, n'avons-nous pas l'exemple de Philippe de Girard : on contestait la valeur de son invention parce que sa machine ne filait pas du n° 300?... N'a-t-on pas souvent allégué qu'un rouissage ne valait rien parce que sa fibre n'égalait pas la qualité des lins de Courtrai?...

Aujourd'hui, l'usage du moulin flamand est à peu de chose près général, cependant les premiers teilleurs qui l'employèrent durent fermer leurs portes, personne ne consentait à acheter des filasses ainsi travaillées...

Pour un temps encore, les lins du rouissage industriel auront à lutter contre une certaine prévention qu'il faut vaincre par la patience et la bonne fabrication...

« Quoi qu'il en soit, « un immense intérêt se rattache à la solution du meilleur
« mode à employer pour la préparation des lins. Si, comme on en entrevoit
« la possibilité, l'industrie manufacturière vient à s'emparer de cette branche
« de travail, elle atteindra une perfection et sera effectuée à des prix inconnus
« à ce jour. De leur côté, les cultivateurs affranchis de soins minutieux et peu
« connus du plus grand nombre, pouvant livrer le lin en tiges sans plus d'em-
« barras que n'en exigent le foin ou la paille, pourront donner une grande
« extension à cette culture. »

Ces lignes d'une si vivante actualité furent écrites il y a soixante-trois ans déjà, dans un rapport que M. Théodore Mareau présentait en 1851 à M. Dumas, alors ministre de l'Agriculture et du Commerce.

Si depuis lors des tentatives infructueuses ont été faites, si des essais pleins de promesses n'ont pas répondu aux espérances qu'ils avaient fait naître, nous ne devons pas oublier que la vie est une lutte constante pour la conquête du progrès, et nous ne pouvons pas désespérer voir s'établir des méthodes si ardemment cherchées, si vivement désirées par tant de générations.

ALBERT DURAND,

*Secrétaire général du Comité linier
de France.*

MATIÈRES PLASTIQUES

LES VERNIS ET ENDUITS A BASE D'ACÉTATE DE CELLULOSE⁽¹⁾

A. — Généralités.

Dans une précédente communication, nous avons exposé les procédés de fabrication, les propriétés et les emplois de l'acétate de cellulose. Cet éther prend une importance tous les jours plus considérable, qui s'explique par l'importance même des industries qu'il intéresse.

Dans les industries cinématographiques, un pas important a été fait : M. le Préfet de police de Paris, en même temps que les maires de quelques grandes villes, telles que Lyon et Lille, ont récemment pris des arrêtés aux termes desquels l'emploi des films difficilement inflammables deviendra obligatoire à partir d'une date déterminée (2).

Ces intelligentes initiatives, dont plusieurs catastrophes étrangères récentes ont démontré l'absolue nécessité, marquent le point de départ d'un mouvement général de toute l'industrie cinématographique pour remplacer le dangereux film de nitrocellulose par le film de sûreté à base d'acétate de cellulose.

Les industries du celluloïd commencent à s'occuper également du nouveau produit et l'expérimentent de très importante façon.

C'est qu'en effet beaucoup d'objets de celluloïd sont directement dangereux : jouets, fleurs, peignes, etc. ; la substitution de l'acétate de cellulose à la nitrocellulose s'impose d'elle-même, là encore.

Nous allons parler d'une série d'applications très importantes de l'acétate de cellulose, beaucoup plus importantes même que l'on pourrait le penser à première vue, car elles touchent à une foule d'industries. Il s'agit des applica-

(1) Communication faite en séance publique le 8 mai 1914.

(2) Des démonstrations de la sécurité présentée par les films à base d'acétate de cellulose ont été faites devant des commissions officielles et notamment devant la Commission des Théâtres de Paris.

Nous avons eu l'honneur de présenter une telle démonstration au mois de janvier 1913 (*Le Courrier cinématographique*, novembre 1913).

tions des dissolutions comme enduits ou vernis et des emplois véritablement multiples de ceux-ci.

B. — Les dissolvants.

Les nouveaux vernis et enduits sont des solutions colloïdales de l'éther cellulosique dans certains liquides dissolvants organiques.

On peut ajouter à ces dissolutions des produits ignifugeants, des corps organiques plastifiants de l'acétate de cellulose, corps que nous avons signalés dans la précédente communication.

Toutes ces dissolutions sont visqueuses, claires et limpides. Les liquides organiques dissolvants de l'acétate de cellulose sont très nombreux, mais parmi ceux-ci, tous ne peuvent être employés industriellement, soit à cause du prix, soit à cause de leur trop faible ou trop grande volatilité.

Citons par exemple, comme dissolvants les plus communs :

L'acide formique.		
L'acide acétique.		
Le chloroforme additionné de 10 p. 100 d'alcool méthylique.		
Le dichloréthylène	—	—
Le tétrachloréthane	—	—
Le pentachloréthane	—	—
Le formiate de méthyle.		
Le formiate d'éthyle	}	pour certains acétates seulement.
L'acétate de méthyle		
L'acétate d'éthyle		
L'acétone		

A chaud, le mélange d'alcool méthylique et de benzine est un solvant. Parmi les dissolvants moins ordinaires, citons la nitrobenzine, l'aniline, les phénols, la dichlorhydrine, l'épichlorhydrine, la pyridine, le furfurol, etc.

Or tous ces dissolvants ne présentent pas un égal intérêt :

Au point de vue pratique on doit d'ores et déjà éliminer les acides formique et acétique qui ne sont pas des dissolvants commodément employables.

Le chloroforme est à rejeter à cause de ses propriétés anesthésiques, le dichloréthylène est très volatil, de même que le formiate de méthyle.

Nous éliminerons la nitro-benzine, l'aniline, les chlorhydrines de la glycérine, en raison de leur trop faible volatilité, la pyridine et le furfurol en raison de leur odeur.

Il reste donc en présence le tétrachloréthane, le pentachloréthane, les acétates de méthyle et d'éthyle, l'acétone.

Or les solvants solubles dans l'eau ou partiellement solubles, tels que les acétates de méthyle, d'éthyle et l'acétone présentent des inconvénients en raison de cette solubilité. Lors de l'évaporation des dissolutions d'acétate de cellulose dans ces liquides, le froid produit par l'évaporation amène la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique; cette eau pouvant se solubiliser dans le liquide dissolvant précipite l'acétate de cellulose et la pellicule obtenue manque totalement de cohésion, de solidité et est de plus partiellement ou complètement dépolie, blanche, opaque.

Il est donc nécessaire d'opérer le séchage de telles dissolutions en air bien sec, si l'on désire obtenir des pellicules transparentes; les fabricants de pellicules photographiques et cinématographiques opèrent, en effet, par cette méthode.

Il n'en est pas de même lorsque les solvants de l'acétate de cellulose sont insolubles dans l'eau et pour le cas de l'utilisation industrielle pratique des vernis et enduits il fallait trouver un solvant non miscible à l'eau: à la fois peu coûteux et relativement volatil, un produit permettant de travailler sous n'importe quelles conditions atmosphériques d'un atelier ou de plein air et donnant des résultats toujours les mêmes.

A cet égard nous estimons que la palme revient incontestablement au tétrachloréthane qui nous paraît remplir toutes les conditions demandées.

LE TÉTRACHLORÉTHANE ET LES SOLVANTS CHLORÉS

Ce composé était considéré, il y a quelques années seulement, comme un simple produit de laboratoire. La grande extension de l'industrie électrochimique, toujours embarrassée, comme l'on sait, du chlore qu'elle produit en grandes quantités, fit que l'on étudia le moyen de fixer le chlore dans des combinaisons organiques.

C'est ainsi qu'est née cette série des dissolvants chlorés de l'éthane et de l'éthylène (1), dissolvants qui se fabriquent par tonnes aujourd'hui.

Le tétrachloréthane vit industriellement le jour à peu près à la même époque que l'acétate de cellulose, par un de ces hasards curieux qui permettent le développement d'une industrie en lui assurant tous ses éléments de vitalité.

Le tétrachloréthane se prépare par action du chlore sur l'acétylène. Ce dernier gaz, préparé par décomposition du carbure de calcium, est absorbé par du pentachlorure d'antimoine, avec lequel il forme une combinaison décrite

(1) Clément et Rivière, Les dérivés chlorés de l'éthane et de l'éthylène. *L'industrie chimique*, 14 mai 1914.

par Berthelet et Jungfleisch. Par action du chlore sur ce composé, on obtient du tétrachloréthane.

Il se forme en même temps une certaine quantité de pentachloréthane et d'hexachloréthane.

Sa formule chimique est $C_2H_2Cl_4$, c'est un dérivé chloré symétrique de l'éthane, liquide lourd d'une densité de 1,60; son odeur est caractéristique, mais non désagréable, ses vapeurs laissent dans la bouche un goût sucré. Le point d'ébullition de ce liquide est 144° , la tension de vapeur à la température ordinaire est de 11 mm; sa chaleur spécifique est de 0,227, sa chaleur de vaporisation de 52,8 calories, ce qui fait que l'évaporation de ce liquide est relativement rapide. Le point de congélation — 30° .

Ce liquide est miscible à l'alcool, à l'éther, à la benzine, mais presque complètement insoluble dans l'eau.

Le tétrachloréthane est ininflammable aussi bien à l'état de vapeur qu'à l'état liquide.

Ses vapeurs ne sont en aucune façon dangereuses pour l'organisme; bien moins dangereuses même que celles d'autres liquides, de la benzine, par exemple. Le prix de ce produit, très bas (entre 0,75 et 1 franc le kilogramme), lui assure des débouchés pratiques.

Le tétrachloréthane dissout les acétates de cellulose du commerce; employé seul, la dissolution qu'il donne est visqueuse, assez difficile à faire, quelquefois laiteuse, opalescente, à cause d'une humidité que peut posséder l'acétate de cellulose (1).

Mais vient-on à ajouter de l'alcool concentré, éthylique ou méthylique, au tétrachloréthane, immédiatement la dissolution devient plus fluide, s'éclaircit et se produit très facilement. L'alcool méthylique concentré est celui qui donne les meilleurs résultats: mélangé dans la proportion de 10 p. 100 au tétrachloréthane, il assure une dissolution excellente. L'alcool éthylique concentré donne également des résultats analogues.

Avec les alcools relativement dilués, les alcools dénaturés titrant 95° conviennent encore, il se forme un équilibre de dissolution mutuelle entre les trois composants, tétrachloréthane, alcool, eau, et le liquide clair obtenu dissout l'acétate de cellulose.

Nous avons même réussi à obtenir des dissolutions en employant, comme alcools d'addition, des alcools commerciaux dénaturés titrant 90° ; dans ces cas

(1) L'acétate de cellulose a une humidité comprise entre 5 à 8 p. 100, qui disparaît complètement à 100° .

les quantités que l'on doit ajouter sont plus considérables, presque 20 p. 100 du poids du tétrachloréthane et, lors de l'évaporation des dissolutions, on obtient quelquefois une pellicule fort louche par suite de la trop grande quantité d'eau existant dans la dissolution.

Les dissolutions tétra-alcool sont légèrement inflammables par suite de la combustibilité de l'alcool; elles présentent de plus l'inconvénient de posséder comme constituants deux corps de volatilité très différente, ce qui peut occasionner dans certains cas des ennuis dans l'utilisation. Dans certaines machines, sur lesquelles les dissolutions restent exposées à l'air libre, par exemple les étendeuses pour toiles-cuirs dont nous parlerons plus loin, l'évaporation est considérable, l'alcool s'évapore le premier et il reste sur la machine une masse gélatineuse, d'acétate de cellulose dans le tétrachloréthane. L'étendage risque donc d'être mauvais de ce fait.

L'Actien Gesellschaft fur Anilin Fabrikation de Berlin dans son brevet français n° 461,038 a tourné la difficulté. Elle opère la dissolution d'acétate de cellulose au moyen du mélange tétrachloréthane-alcool amylique, liquides dont les points d'ébullition sont sensiblement les mêmes. La dissolution possède la même composition en solvants pendant toute la durée de l'évaporation et l'étendage est très supérieur.

La dissolution est complètement ininflammable, à tel point qu'une allumette en ignition s'éteint lorsqu'elle est projetée à sa surface.

Nous ne voulons pas terminer cette étude des actions dissolvantes du tétrachloréthane sans dire quelques mots des autres solvants de la même série.

Le pentachloréthane C^2HCl^3 . E. = 159°; Densité : 1,70, dissout assez bien les acétates de cellulose lorsqu'il est additionné d'alcool.

L'hexachloréthane C^2Cl^6 sublimable à 185°.

Le dichloréthylène $C^2H^2Cl^2$. E = 52°. Densité : 1,25, est un faible solvant de l'acétate de cellulose même additionné d'alcool.

Le trichloréthylène. E = 88°. D = 1,47

Le perchloréthylène. E = 121°. D = 1,62

Tous les solvants chlorés liquides ont reçu de grandes applications industrielles à cause de leur ininflammabilité et de leur grand pouvoir solvant.

Ce sont déjà par grosses quantités, et pour l'avenir de façon totale, les succédanés des dangereux liquides d'extractions, benzine, sulfure de carbone, éther de pétrole, etc.

FABRICATION DES DISSOLUTIONS

Les dissolutions d'acétate de cellulose s'opèrent très simplement à froid, en faisant tourner dans un malaxeur à palettes l'acétate de cellulose et le

dissolvant. Au bout de quelques heures, on obtient un liquide homogène, pâteux, très limpide, ne comportant plus la présence de grains non dissous. Si cela est nécessaire, on opère la filtration sous pression de ces dissolutions au travers d'un filtre-presse à un ou plusieurs plateaux.

Pour fabriquer des dissolutions très visqueuses, des pâtes même d'acétate de cellulose, il est nécessaire d'utiliser des malaxeurs à palettes, chauffés, tels que les appareils de Werner et Pfeleiderer.

C. — Les applications des dissolutions.

La dissolution concentrée d'acétate de cellulose est désignée sous le nom de collodion, par analogie avec les dissolutions de nitrocellulose.

Les dissolutions plus étendues seront les enduits et vernis.

La mesure des viscosités de ces solutions s'opère au viscosimètre de Coehus, dans lequel on compte le temps mis par une bulle d'air de 1 cm³ à se déplacer verticalement, dans le collodion, entre deux traits marqués; la mesure étant faite à la température de 15°.

Voyons maintenant quelles peuvent être les principales applications des différentes solutions.

PELLICULES TRANSPARENTES

Les collodions concentrés à 10 p. 100 d'acétate de cellulose, dans un quelconque des solvants que nous venons d'examiner, sont des liquides visqueux d'une limpidité parfaite. Dans le cas d'un acétate parfaitement soluble, par évaporation à l'air sec, — s'il s'agit de solutions acétoniques, — en atmosphère libre, — s'il s'agit de collodions à base de tétrachloréthane, — on obtient sur plaque polie une pellicule très souple, transparente et ininflammable. Ces pellicules constituent la matière première du film cinématographique, elles sont très peu perméables à l'eau et aux gaz, elles sont, de plus, de merveilleux isolants électriques.

Elles présentent de très bonnes qualités au point de vue dynamométrique, comme on peut s'en rendre compte à l'examen du tableau suivant :

	Résistance à la traction. kg/mm ² .	Allongement p. 100.	Nombre de froissements.
Pellicule d'acétate de cellulose pur.	9,6	14,4	45
Pellicule du film cinématographique difficilement inflammable	5,9	39	100

Le nombre de froissements est le nombre de pliages que peut supporter une bande mince avant rupture : ce nombre se détermine à l'appareil Schopper, très usité dans l'industrie du papier.

L'éprouvette d'essai mesure 10 cm de long et 15 mm de largeur, elle est placée dans deux mordaches reliées chacune à un ressort, l'éprouvette est placée en son milieu dans une fente pratiquée dans une tige à laquelle on imprime un mouvement rectiligne alternatif. La tige dans son mouvement entraîne l'éprouvette qui se trouve pliée alternativement dans un sens puis dans l'autre. Un compteur de tours indique le nombre de pliages avant la rupture.

Voici maintenant les mêmes résultats dynamométriques fournis par des pellicules ayant séjourné plusieurs heures dans l'eau. Comparativement nous donnons les mêmes résultats obtenus avec des pellicules de cellulose pure (viscose), par conséquent très perméables :

	Résistance à la traction. kg/mm ² .	Allongement p. 100.	Nombre de froissements.
Pellicule cinématographique après séjour dans l'eau	4,3	40	200
Pellicule de cellulose { sèche . .	7,1	23	»
régénérée (viscose). { humide .	0,7	> 100	extrêmement grand.

Comme on le voit, après un séjour très long dans l'eau, le chiffre de la résistance n'est diminué que de 23 p. 100 de sa valeur primitive, pour la pellicule difficilement inflammable, le chiffre de l'allongement n'ayant augmenté que de 2 p. 100.

Ces résultats prouvent que la pellicule d'acétate de cellulose est pratiquement imperméable à l'eau.

On a donc pu utiliser les pellicules ou les plaques transparentes telles que celles préparées par les usines de celluloïd à des emplois pour lesquels la résistance joue un rôle capital, nous voulons parler de la fabrication des ailes transparentes d'aéroplanes.

Les pellicules obtenues en longueurs indéfinies par les usines de films cinématographiques n'ont qu'une largeur actuelle de 55 cm, l'épaisseur étant de 3/10 de mm au maximum.

Les plaques résultant du tranchage des blocs d'acétate de cellulose ont au contraire une longueur limitée : 1,80 m ; l'épaisseur peut être quelconque à partir de 1/10 de mm. Ainsi des plaques transparentes d'acétate de cellulose appliquées sur les châssis aux lieu et place des toiles ont permis de réaliser cette idée, qui aurait pu paraître paradoxale, de l'aéroplane invisible.

A une certaine hauteur dans l'air, le châssis de bois, le moteur, n'appa-

raissent plus que comme de faibles points et l'aile transparente ne peut plus se voir; l'appareil peut donc examiner sans être vu, visé, mis en joue.

La solidité de ces plaques est aussi, sinon plus grande que celle des toiles, leur rigidité absolue. Il s'agit peut-être là d'une grande application de l'avenir, le pilote pouvant en effet commodément examiner la terre au travers des ailes transparentes.

Quelques types de semblables appareils ont déjà volé. A bord des dirigeables Zeppelin, on a adopté, comme fenêtres des nacelles, des plaques d'acétate de cellulose. Quelques automobiles circulent maintenant munies de verres incassables formés par ces mêmes plaques.

IMPERMÉABILISATION DES TOILES. — TOILES RIGIDES

Une des grosses applications des enduits est celle de l'imperméabilisation des matières perméables à l'eau telles que : toiles, étoffes, cartons, papiers, gélatine, etc. Une couche d'enduit, étalée au pinceau ou à la machine, sur les matières que l'on désire imperméabiliser, laisse par séchage, à la surface de cette matière, une pellicule protectrice mince, mais imperméable.

Si l'on ajoute que cette pellicule transparente est invisible sur l'objet même, si elle est suffisamment mince, on conçoit quelles applications il est possible de tirer de ce moyen commode d'imperméabilisation.

Un cas très important est celui de la toile d'aéroplane.

On sait que les ailes d'aéroplanes sont composées d'une double toile tendue sur un châssis de bois; or ces toiles doivent être parfaitement rigides lors même que l'appareil est exposé à la pluie. Autrefois on employait les coûteuses toiles caoutchoutées, lesquelles d'ailleurs, il faut le remarquer, ne sont pas rigoureusement imperméables; car si l'eau ne peut s'écouler au travers de ces toiles, elles en absorbent néanmoins une certaine quantité, elles s'allongent, la rigidité n'existe plus.

Aujourd'hui on utilise de solides toiles de coton, de lin ou de ramie, qui sont fixées sur le châssis constituant l'ossature de l'aile, puis le constructeur lui-même badigeonne cette toile au moyen d'un enduit à base d'acétate de cellulose dont voici deux types de formule :

Tétrachloréthane	gr. 900	Tétrachloréthane	gr. 800
Alcool dénaturé 95°.	400	Alcool dénaturé 95°.	80
Acétate de cellulose.	75	Acétone	120
		Acétate de cellulose.	65

Par séchage, la toile se tend comme une peau de tambour, se brillante et s'imperméabilise.

L'enduisage est fait au moyen de brosses plates, en plein air. On applique en deux ou trois couches 500 g d'enduit par mètre carré de toile. Après l'application de la première couche d'enduit, pour donner un aspect plus régulier à la toile et rendre le grain encore moins apparent, il est utile de poncer la surface. Le ponçage peut se répéter après chaque couche d'enduit et permet d'obtenir une surface absolument lisse.

L'idée de l'enduisage des toiles revient au grand précurseur de l'aviation Chanute, qui, en 1904, préconisait déjà l'emploi de vernis à base de nitrocellulose pour cette application.

Une surface bien lisse diminue la résistance au frottement dans l'air et par suite augmente la vitesse des appareils. Les toiles résistent remarquablement à l'eau et peuvent être utilisées par pluie battante; elles ne sont nullement attaquées par l'essence ou l'huile.

Ci-dessous nous donnons un tableau résumant les constantes dynamométriques des toiles de coton, de lin, de ramie, de soie même.

		Poids au m ² en grammes.	Épaisseur en mm.	Résistance spécifique en kg/mm ² .	Allongement p. 100.
Toile de coton	avant enduisage.	180 à 200	0,19	6,4	11
	après —	212 à 232	0,21	7,8	14
— ramie.		120	0,17	6,2	»
— lin.		145	0,20	9	»
— soie		100	0,07	18	23

L'étude dynamométrique des toiles permet de constater une augmentation de résistance par l'enduisage.

Pour une toile, qui à la traction donne une résistance spécifique de 6,4 kg par mm² et un allongement de 11 p. 100, après enduisage sur un côté (2 couches) la quantité déposée correspondant à 32 g d'acétate de cellulose par mètre carré, on obtient une résistance de 7,8 kg et un allongement de 14 p. 100.

Cette augmentation n'a rien d'anormal puisqu'une pellicule d'acétate de cellulose pure d'une épaisseur de 13/100 de mm a une résistance spécifique de 9,6 kg mm² et un allongement de 14 p. 100.

Notons en passant qu'il est nécessaire d'utiliser pour cette fabrication des produits de bonne qualité et non susceptibles de se décomposer; car les acides mis en liberté auraient une action néfaste sur la solidité de la toile et sa conservation.

La présence de sulfacétates de cellulose, notamment, est une cause d'instabilité.

Quelques heureux perfectionnements ont été apportés à ces enduits pour toiles. Par une incorporation intime de couleurs minérales, solides à la lumière, on réalise des vernis colorés que l'on peut étendre comme des vernis transparents. De tels enduits sont obtenus en broyant entre des cylindres des matières minérales comme le bleu d'outremer, l'oxyde de zinc, etc., ou des laques obtenues par fixation sur alumine ou sur chaux de matières colorantes organiques.

Ce broyage est fait au moyen d'un collodion à 5 p. 100 dans le tétrachlorthane-alcool.

Avec de tels enduits, on réalise les mêmes effets décoratifs que ceux obtenus avec les peintures et vernis siccatis à base d'huile de lin et de gommes. Si, à la surface colorée et mate obtenue, on applique un enduit transparent, la surface colorée est rendue très brillante.

Il est donc possible de vernir en toutes nuances les ailes, de réaliser les couleurs réglementaires permettant, par exemple, dans l'organisation de l'armée de l'air, de reconnaître, de classer les escadrilles.

IMPERMÉABILISATION DES TOILES. — TOILES SOUPLES

Les enduits précédents avaient précisément pour but de tendre la toile, tout en l'imperméabilisant. Mais il est des cas où la toile doit conserver toute sa souplesse, et être cependant imperméable tant aux liquides qu'aux gaz. C'est, en particulier, le cas des toiles servant à la fabrication des enveloppes de ballons libres ou des enveloppes de dirigeables. Jusqu'ici, on a employé des toiles caoutchoutées, elles présentent certains inconvénients, tels que celui très grave de la perméabilité aux gaz. L'hydrogène se dissout dans le caoutchouc, et diffuse ainsi au travers de l'enveloppe. Également, on a employé, surtout dans le cas des enveloppes de ballons libres, qui sont soumis à de nombreuses opérations de gonflement et de dégonflement, des toiles très souples enduites de vernis à base d'huile de lin.

Ces toiles ne sont pas solides; le vernis siccatif à l'huile de lin, en séchant, s'oxyde, et il en résulte une action chimique sur la fibre, action qui augmente avec l'action du temps.

En Allemagne, des essais de fabrication d'enveloppes de dirigeables ont été faits au moyen de vernis spéciaux à base d'acétate de cellulose. Ces vernis sont des dissolutions auxquelles sont ajoutés des plastifiants non volatils de l'éther cellulosique. La surface de toile est recouverte non plus d'acétate de cellulose pur, mais d'une pellicule extrêmement souple composée d'une solution solide de l'acétate dans son plastifiant. Ces essais seront continués sans doute très utilement.

APPRÊTS SUR ÉTOFFES. — RÉSERVES POUR L'IMPRESSION

Les solutions colloïdales d'acétate de cellulose, analogues aux solutions de gommes, de dextrines ou d'amidon, sont aptes à remplacer les épaississants utilisés en impression, ou comme apprêts pour les étoffes. Dans les deux cas, comme l'enduit resserrerait les fibres du tissu, il faut ajouter à la solution un plastifiant qui donne à l'enduit la souplesse désirée.

Les laques fixées par ce nouvel épaississant n'ont pas besoin d'être fixées par la chaleur sur la fibre même du tissu, car l'acétate constitue le lien entre la fibre et la matière colorante.

On peut envisager également la création de réserves pour les bains de teinture ou pour l'impression.

LINGE IMPERMÉABLE

Les précédents enduits s'appliquent également sur le linge, celui-ci devient alors lavable. Sur les apprêts similaires qui ont été faits à base de nitrocellulose, ils présentent l'avantage de ne pas jaunir sous l'action du temps. Ce jaunissement paraît être attribué à une dénitration de l'éther nitrique.

L'enduisage se fera facilement sur le linge : faux-cols, manchettes, plastrons, déjà amidonnés, par trempage dans un bain à 4 à 5 p. 100 d'acétate dans un solvant volatil; la solution pénètre légèrement à l'intérieur du linge, et après séchage elle laissera un enduit non visible, donnant à l'objet amidonné son aspect habituel, tout en lui assurant une certaine imperméabilité. Trois couches d'enduit sont bien suffisantes pour obtenir le résultat cherché.

APPRÊT POUR TULLES

Les tulles, les voilettes de dames sont sensibles à l'action de l'humidité. Un léger enduisage leur donne un peu de raideur, et les rend indéformables sous l'action de l'eau.

L'enduit sera rendu souple par addition d'un plastifiant.

APPRÊT POUR CHAPEAUX

Le même cas se présente avec les chapeaux de feutre, auxquels on peut donner une rigidité et une imperméabilité, en enduisant l'intérieur.

APPRÊT POUR FLEURS

Les fleurs en étoffes pour modes, pour décoration, se décorent au pinceau ou à l'aérographe à l'aide de vernis colorés permettant de réaliser les tons et nuances recherchés.

APPRÊT POUR PAILLES ET PLUMES

Enduisage à l'aide de vernis transparents ou de couleurs.

COLLES POUR TISSUS

Deux tissus sont rendus adhérents en interposant une couche d'enduit. La composition de cet enduit est telle que celui-ci, une fois sec, est parfaitement souple et adhérent. On obtient ce que l'on appelle les tissus biaisés ou doublés. Les tissus sont disposés de manière que leurs fibres se croisent.

ENDUISAGE DE PAPIERS

Nous pensons que sur papier les apprêts d'acétate de cellulose peuvent servir à la protection et au glaçage des affiches, des tableaux-réclames, etc. Les affiches ainsi enduites peuvent séjourner à la pluie, les cartes à jouer sont rendues lavables. Les cartes géographiques, les documents importants sont efficacement protégés.

Dans un autre ordre d'idées, signalons le curieux emploi qui en a été fait en Allemagne, pour l'enduisage de l'une des extrémités des cigares et cigarettes qui deviennent insensibles à l'humidité des lèvres; pour cet usage, on employait autrefois la paraffine.

IMITATION DES PERLES FINES

Une fort curieuse application des préparations à base d'acétylcellulose a été faite en France à la fabrication des perles fines imitées. Cette très intéressante industrie est déjà vieille, puisque c'est vers le milieu du ^{xvii}^e siècle qu'un ouvrier parisien nommé Jacquin eut l'idée d'utiliser, pour cette imitation, les écailles de l'ablette en émulsion ammoniacale, émulsion désignée actuellement sous le nom d'essence d'Orient. Il faut, dit-on, de 20 000 à 30 000 poissons pour obtenir 1 kg d'écailles au dernier degré de traitement, les écailles brutes sont soumises à un traitement fort long, elles sont broyées pour détacher la partie

brillante et nacré des écailles qui seule constitue l'essence d'Orient, puis tamisées.

Jusqu'ici on utilisait l'essence d'Orient en l'incorporant dans une solution de gélatine. Avec la pâte blanche et chatoyante ainsi obtenue on enduisait l'intérieur de petites sphères en verre mince; l'émulsion appliquée contre la paroi de verre, on achevait le remplissage de la perle en coulant à l'intérieur de la cire fondue.

Ces perles n'avaient ni le poids, ni l'aspect de la véritable perle, puisque la surface était constituée par du verre et, de plus, elles étaient fragiles. Un premier perfectionnement consista à enduire l'extérieur de perles pleines en verre, mais la gélatine même formolée était encore trop sensible à l'humidité (transpiration).

Tout dernièrement, l'essence d'Orient a été incorporée à des dissolutions d'acétate de cellulose en opérant la déshydratation de ce produit.

Cette déshydratation est réalisée en remplaçant peu à peu l'eau ammoniacale, par de l'alcool ou par un liquide miscible à l'eau comme l'acétone (1).

Des boules de verre pleines sont enduites de ce nouveau collodion et l'on a ainsi des perles très solides, parfaitement résistantes à l'action de l'humidité.

Par certains tours de main excessivement ingénieux, on donne aux perles l'irisation des perles véritables, de telle sorte qu'il devient très difficile de distinguer, à première vue, la perle vraie de la perle imitée.

Ajoutons que cette fabrication excessivement délicate, nécessite beaucoup d'ingéniosité, de soin et de goût : c'est une industrie essentiellement parisienne.

EMPLOI DANS LES POUDRERIES

Des essais ont été entrepris en vue d'utiliser des solutions d'acétylcellulose au vernissage des brins de poudre de nitrocellulose.

La propagation de la flamme est rendue moins rapide, ce qui a pour effet de retarder et de rendre moins brisant l'effet de l'explosif.

Également signalons le vernissage du papier des gargousses pour les préserver de l'humidité.

Tout ceci est encore du domaine de l'expérimentation.

(1) Jean Paiseau. Brevet français 407.092 et additions 42.922 et 43.035. Brevet français 446.273 et 446.696.

IRIDCHROMIE

Les solutions très étendues d'acétate de cellulose donnent par évaporation des pellicules extrêmement minces dont l'épaisseur atteint même le micron et qui par conséquent peuvent donner lieu à des phénomènes interférentiels.

Si l'on vient à couler à la surface d'un liquide coagulant : eau, benzine, etc., une solution diluée d'acétate de cellulose, il se forme une pellicule irisée qui peut être recueillie sur un papier ou sur une étoffe préalablement apprêtée. Ce sont des étoffes dites changeantes qui présentent, selon les incidences des rayons lumineux, toutes les couleurs du spectre.

Les premières études à ce sujet ont été faites par Ch. Henry en employant des solutions de gomme dans la benzine.

PHOTOGRAVURE

La dissolution à 5 p. 100 d'acétate de cellulose dans le tétrachloréthane alcoolique a trouvé son emploi en photogravure. On sait que dans certains procédés de cette industrie il est nécessaire de pelliculer les clichés, autrement dit de retirer du support de verre la couche impressionnée de collodion photographique. Jusqu'ici pour cette opération on étendait à la surface du cliché à pelliculer une dissolution de caoutchouc dans le sulfure de carbone. Après séchage on pouvait ainsi retirer du verre la double couche. Cette opération s'opère parfaitement en enduisant la couche sensible de la dissolution d'acétate de cellulose. Le tétrachloréthane (qui ne dissout pas la couche sensible de collodion de nitrocellulose) s'évapore et l'on retire de la plaque après séchage un double film très transparent qui peut être reporté sur zinc par exemple.

Ce procédé possède sur le pelliculage au caoutchouc l'avantage de donner des clichés parfaitement transparents et qui par suite se laissent bien pénétrer par la lumière.

SOIES ARTIFICIELLES

La soie artificielle à base de ce nouvel éther cellulosique peut se rattacher à la classe des enduits, car elle s'obtient par filage des collodions.

Elle permettrait de réaliser une jolie soie artificielle, brillante, solide et lavable, qualités qui manquent encore aux autres soies artificielles. Malheureusement le prix de revient légèrement plus élevé à l'heure actuelle et le Trust des soies artificielles sont les deux causes qui ont arrêté les premiers essais de réalisation industrielle. Deux procédés ont été mis en œuvre : 1° par évaporation et filage des collodions avec récupération des solvants; 2° par coagulation

du filament dans de la benzine ou un autre mélange de corps non solvants.

Les mélanges d'acétate de cellulose et de nitrocellulose n'ont aucun intérêt commercial, car il est nécessaire de dénitrer la nitrocellulose (1).

Le tableau suivant emprunté à l'article du Professeur Herzog (Kunststoffe, juin 1914) résume les essais entrepris dans cette fabrication et montre tout l'intérêt qui s'attache à cette question.

NATURE DE LA SOIE.	RÉSISTANCE			RUPTURE par mm ² DE SECTION en kg.		ALLONGEMENT A LA RUPTURE		
	DES FILS secs en gr.	DES FILS humides en gr.	PERTE par humidité p. 100.	sec.	humide.	en p. 100 de la longueur initiale.		En plus p. 100 par humidité.
						sec.	humide.	
Crins d'acétate. . .	894	744	16,8	10,6	8,8	33	42	27,3
— . . .	929	797	14,2	12,6	10,8	30	37	23,3
— . . .	834	685	21,4	13,9	11	25	32	28
— . . .	637	525	17,6	12,1	9,9	36	40	11,1
— . . .	239	194	18,8	15,8	12,9	27	35	29,6
Viscose Vizcellin. .	694	426	38,6	24,7	9	5,4	6,8	25,9
— Helios . . .	615	158	74,3	23,9	2,5	26	29	11,5
— Pan . . .	674	208	69,1	20	4	8,3	11,7	40,3
— Sirius . . .	594	220	63	22,7	4	30	44	46,7

Également on a essayé d'appliquer les solutions d'acétate de cellulose au moulage des tissus artificiels tels que le tulle. Par séchage ou par coagulation des solutions sur des cylindres gravés, présentant en creux le dessin d'un réseau de tulle, on réalise en continu des pièces entières de tulle artificiel, solide à l'eau naturellement et ininflammable.

Des tulles très souples sont réalisés par le même procédé.

VERNIS POUR MÉTAUX ET POUR BOIS

Les vernis pour métaux sont des dissolutions d'une concentration de 2 ou 3 p. 100. On emploie comme liquide dissolvant des mélanges de tétrachloréthane-alcool et d'acétone, ce dernier produit étant destiné à augmenter la volatilité du vernis; également au vernis on peut ajouter une certaine quantité d'un liquide volatil bon marché tel que la benzine, dans le but d'en diminuer le prix de revient.

Ces vernis s'emploient particulièrement pour les métaux.

(1) Brevet français, 402.072, D^r Lederer.

Non colorés, ils conviennent parfaitement pour la protection des métaux polis contre les intempéries. Ils laissent par évaporation à la surface du métal une pellicule invisible, excessivement adhérente, très souple, complètement imperméable. Une plaque polie de cuivre et enduite ensuite de vernis restera polie pendant un temps excessivement long. On voit donc quel champ d'applications est ouvert par cette propriété. Les industries du polissage, du bronzage, etc., peuvent utiliser ces dissolutions qui s'appliquent sur les pièces, indifféremment au trempé ou au pinceau.

Ces vernis ont été proposés pour la protection des armes.

La coloration peut s'effectuer de deux façons : par couleurs solubles ou par pigments minéraux.

Par dissolution des couleurs d'aniline, il résulte des vernis transparents colorés qui permettent de réaliser des effets décoratifs.

Par incorporation de pigments minéraux de toutes nuances broyés dans les vernis, on réalise des peintures « émail ».

Parmi les vernis « émail » de toutes nuances, les vernis noir mat par exemple sont particulièrement employables pour les imitations d'acier oxydé dans les industries de l'optique ; les autres vernis colorés sont employables dans de très nombreux cas : cadres de bicyclettes, lits métalliques, baleines de corsets, ampoules électriques.

Les vernis plus concentrés et colorés s'appliquent sur bois et conviennent parfaitement comme imperméabilisateurs. A ce titre ils sont utilisables dans les industries de l'aviation : vernissage des hélices, des châssis d'hydroaéroplanes. Également ils sont utilisables pour le vernissage des volants d'automobile et des pièces de carrosserie. Dans un autre ordre d'idées, ils servent dans les industries du jouet (poupées en carton), des perles en bois et pour les cuves de développement cinématographique.

Ils possèdent sur les autres vernis l'avantage de n'être pas attaqués par les huiles, par l'essence de pétrole, la térébenthine, ce qui en rend le nettoyage particulièrement commode.

ISOLANTS ÉLECTRIQUES

L'acétate de cellulose est un bon isolant électrique, c'est ainsi qu'une plaque d'une épaisseur de 4 mm supporte une différence de potentiel de 20000 volts. On a donc songé à utiliser les dissolutions pour recouvrir les pièces que l'on désire isoler électriquement : fils (1), câbles, cartons, papiers.

(1) Brevet français, 453 464/1913. Debaugé.

Sous le nom général de fils « émaillés », on trouve dans le commerce des fils de cuivre isolés par ce moyen. Généralement ce sont des dissolutions d'une concentration de 5 p. 100 dans le tétrachloréthane-alcool, contenant une certaine quantité d'un ignifugeant comme le phosphate triphénylique (1) et d'un produit plastifiant quelconque, qui sont utilisées comme enduits. La coloration est obtenue par dissolution d'une couleur d'aniline.

Le fil à enduire passe dans le bain d'enduit, va se sécher dans une étuve ou passe avant dans un bain coagulant et, après avoir décrit de nombreuses boucles à l'air libre, il est enroulé en continu. Le fil ainsi obtenu a un aspect brillant et comme émaillé. Les encombrants guipages de soie ou de coton, les dangereux guipages de caoutchouc, dangereux par suite de la combustibilité, sont ainsi supprimés.

Il est possible de réaliser des nuances quelconques, qui peuvent être très utiles dans l'aménagement des appartements.

Sur des fils pour sonnerie recouverts d'une pellicule dont l'épaisseur était de 1 centième de millimètre, la résistance d'isolement était de 200 volts.

CUIRS ARTIFICIELS

Jusqu'ici une grande quantité de cuirs artificiels à base de nitrocellulose, connus sous les noms les plus divers : pégamoïd, loréïd, dermatoïd, cuiroïd, etc., ont été fabriqués.

Le principe de toutes ces fabrications est le suivant : une dissolution concentrée de nitrocellulose dans l'alcool-éther ou l'éther acétique, solution contenant en outre une certaine quantité de camphre, d'huile de ricin, et de pigments minéraux, est étendue, au moyen de machines nommées « Spreading Machine », sur une face d'une pièce de tissu ou de papier. D'après G. Durst (Kunststoffe, 15 mai 1912) la composition finale à réaliser est :

Celluloïd 25 p. 100
Huile de ricin 35 p. 100
Couleurs minérales 40 p. 100.

Une composition analogue est réalisable avec l'acétate de cellulose :

Acétate de cellulose 25 p. 100
Plastifiant 40 p. 100
Couleurs minérales et charges 35 p. 100.

La pâte est formée au moyen de tétrachloréthane-alcool ou d'acétone dans un malaxeur. Elle est étendue ensuite à la machine à enduire. Celle-ci se compose de deux cylindres horizontaux écartés l'un de l'autre et reliés par un tissu

(1) Emploi de l'hexachloréthane. Brevet français, 418 347 et addition 15 217. Debauge.

épais formant table de couchage; cet ensemble est remplacé dans un autre cas par une table en fonte bien dressée et recouverte d'un drap épais.

Le tissu passe sur la table de couchage, un couteau vertical exerce contre le tissu une pression réglable et assure la répartition de la pâte placée devant le couteau; deux bras horizontaux limitent de chaque côté l'étendage.

A la suite de cette machine vient une table chauffante formée de caisses creuses chauffées à la vapeur, sur laquelle passe le tissu; celui-ci est entraîné à l'extrémité de la table pour achever le séchage et s'enroule devant la machine.

La vitesse d'enduisage est variable, environ 2 m à la minute pour les enduits peu volatils, suivant également la longueur de la table chauffante (4 m). Le nombre des couches, 3 ou 4, dépend de l'épaisseur d'enduit à réaliser.

Dans les machines américaines d'un type un peu différent, le tissu est séché par boucles dans des chambres chaudes.

Après complet séchage, le tissu ainsi préparé est soumis aux opérations du calandrage et du gaufrage. L'opération du gaufrage s'accomplit à chaud par passage du tissu enduit entre des rouleaux gravés. De parfaites imitations du grain naturel du cuir sont réalisées, ou tel motif de décoration que l'on désire.

La propriété des toiles enduites à base de nitrocellulose est l'imperméabilité, l'inaltérabilité sous l'action du froid, la facilité du gaufrage à chaud. Leur inconvénient est d'une part l'odeur désagréable de l'huile de ricin, d'autre part l'inflammabilité. Elles sont évidemment moins inflammables que le celluloid, à cause de la forte charge en huile de ricin et couleurs minérales; elles le sont cependant assez pour que l'on se préoccupe de rechercher l'ininflammabilité.

Les toiles enduites à l'acétate de cellulose présentent tous les avantages des toiles à la nitrocellulose; elles sont, de plus, difficilement inflammables et présentent une souplesse que l'on peut à volonté augmenter par un choix judicieux du plastifiant et des charges. C'est pourquoi nous espérons que cette application se réalisera et se développera. Les applications de ces cuirs artificiels sont en effet nombreuses: ameublement, tentures, maroquinerie, articles de voyage.

CUIRS VERNIS

Dans un ordre d'idées analogues, nous citerons enfin une application qui peut devenir également fort importante: il s'agit du vernissage des cuirs naturels.

Le problème présente de grandes difficultés.

Il est difficile de fabriquer des cuirs vernis, brillants, souples et surtout inal-

térables. Généralement, à l'heure actuelle, le vernissage des cuirs s'accomplit au moyen de vernis à base d'huiles très siccatives contenant en dissolution un copal. L'application se fait en plusieurs couches (5 ou 6 couches). Le séchage de chaque couche est long, puisqu'il procède par oxydation. Ce vernissage terminé, il en résulte des cuirs vernis, souples, brillants, il est vrai, mais qui possèdent le grave défaut de poisser à chaud et de devenir très cassants à froid. Il en résulte donc que l'on ne peut garantir la solidité d'un cuir verni et que telle chaussure achetée bien solide sera peut-être le lendemain fendue, écaillée.

Nous sommes persuadés que la solution de ce difficile problème réside tout entière dans l'emploi des dissolutions d'acétate de cellulose et de plastifiants. La couche déposée sur le cuir possède toutes les propriétés requises : complète imperméabilité, souplesse durable, indépendante de la température. L'étendage se fait simplement à la brosse ou à la raclette, sur des peaux tendues. La solution à 5 ou 10 p. 100 d'acétate de cellulose dans le tétrachloréthane-alcool et contenant en outre les plastifiants nécessaires, est ou non colorée; l'étendage est fait en trois ou quatre couches qui sèchent très rapidement, la première est à une plus faible concentration afin d'assurer une bonne pénétration dans le cuir. L'enduit est naturellement brillant, on peut encore augmenter ce brillant par calandrage des peaux; ces procédés sont, paraît-il, déjà employés en Allemagne et aux États-Unis. Sans doute ils se développeront encore.

CAOUTCHOUCS FACTICES A BASE D'ACÉTATE DE CELLULOSE

Il nous reste à citer une application excessivement curieuse et toute nouvelle. Il s'agit de la réalisation de masses semblables au caoutchouc, fabriquées au moyen de cet éther de la cellulose.

Dans un brevet français n° 463 622, l'Actien Gesellschaft für Anilin Fabrication indique à cet effet un mélange de 5 parties d'acétate de cellulose, 10 parties de triacétine ou d'un autre plastifiant.

A la masse agglutinée on peut ajouter de la poudre de liège ou toute autre charge. Le produit obtenu forme une masse qui à chaud est semi-molle, et qui peut être étalée en feuilles. A froid la masse est dure, élastique, souple. Ce caoutchouc factice peut se mélanger au caoutchouc ordinaire. Une très importante application serait celle de la fabrication des cuirs artificiels et des cuirs vernis.

Par pression dans une calandre comme celles qui sont utilisées dans les machines à gommer, le factice s'étend en une couche très mince, qui, passant entre deux cylindres chauffés et en même temps qu'une toile, se fixe sur le tissu. Pour briller la surface on peut y étendre ensuite, et toujours à la calandre,

une pellicule transparente d'acétate de cellulose. Il en résulte de très jolis effets de faux cuirs vernis. L'imitation du grain du cuir se fait par calandrage entre rouleaux gravés. La fabrication serait ainsi entièrement mécanique, sans emploi de solvants, rendant rapide la fabrication continue des cuirs artificiels.

Ce procédé s'appliquerait également au vernissage des cuirs naturels, il suffirait d'appliquer la couche de factice à la surface du cuir préparé.

CONCLUSION

Dans tout ce qui précède, nous avons essayé de résumer le domaine des applications du nouvel éther cellulosique. On voit combien il est vaste; il augmentera encore néanmoins, car l'acétate de cellulose répondait à un besoin lorsqu'il a été créé.

L. CLÉMENT ET C. RIVIÈRE,

Ingénieurs-chimistes.

MÉTALLURGIE

INFLUENCE DU TEMPS DE CHAUFFAGE AVANT LA TREMPE sur les résultats de cette opération (1)

INTRODUCTION

L'état physico-chimique, la structure et les propriétés d'un alliage donné et, en particulier d'un acier de composition chimique connue, dépendent notamment de la température.

On peut donc, en n'agissant que sur cette seule variable, étudier les modifications d'une propriété déterminée et on notera, en particulier, que la loi de variations présente des discontinuités ou des changements rapides correspondant à des points singuliers ou anomalies de la courbe représentative et que l'on appelle points critiques, ou zones critiques; la position et l'importance de ces phénomènes dépendent non seulement de la température, mais aussi de la loi de variation, des états antérieurs et notamment de l'état initial.

A ce dernier point de vue, si on considère un acier à la température ordinaire, on peut distinguer deux classes d'états physico-chimiques :

1° *L'état recuit*, à partir duquel on peut toujours décrire un cycle de température réversible et retrouver par suite le même état, indépendamment de la température maximum atteinte (2).

2° *Des états trempés*, à partir desquels toute transformation (3) effectuée est irréversible, l'état final pouvant être identique ou différent, autrement dit la transformation pouvant être fermée ou ouverte.

(1) Ces recherches ont fait l'objet d'une subvention de 1 000 francs accordée en 1909 par la Société d'Encouragement à M. Albert Portevin, l'auteur du présent mémoire. Une communication a été faite par lui en séance publique le 13 juin 1913 sur ces travaux.

(2) Nous laissons de côté les modifications structurales et cristallographiques.

(3) Le mot « transformation » étant pris ici au sens général qu'on lui attribue en thermodynamique.

On ne peut passer de l'état trempé à l'état recuit que par une transformation irréversible ouverte.

Inversement on peut passer de l'état recuit à l'état trempé par une transformation irréversible ouverte, mais à la condition que la température maxima atteinte ait dépassé certaine température critique à l'échauffement. L'irréversibilité se manifeste en particulier par ce fait que les températures critiques ne sont pas les mêmes à température ascendante et à température descendante.

Comme nous l'avons dit, l'état final dépend de la ligne de transformation décrite, correspondant à la loi de variation de la température. Parmi les lois de variation de la température possibles conduisant à l'état trempé, nous ne considérerons que celles formées de 3 périodes et que nous représenterons par une courbe OABC :

$$t = f(z)$$

(fig. 1) donnant la variation de température t en fonction du temps z (1).

1^{re} Période à température ascendante (branche OA), période à régime de température variable.

2^{re} Période à température constante (palier AB), nécessairement, d'après ce que nous venons de dire, cette température est supérieure à la température critique à l'échauffement T correspondant à la courbe donnée.

3^{re} Période à température descendante (branche BC).

Autrement dit, nous n'envisageons que le cas d'un chauffage maintenu quelque temps à la température maximum, et suivi d'un refroidissement.

Pour qu'il y ait trempe sensible en partant d'un état recuit, c'est-à-dire différence appréciable de propriétés entre l'état initial et l'état final, deux conditions sont nécessaires :

1^{re} La température de AB doit être supérieure à T .

2^{re} La transformation doit être irréversible : donc la vitesse de refroidissement doit être différente de la vitesse d'échauffement et conséquemment plus grande, puisque nous partons de l'état recuit.

L'étude de l'influence, sur l'état final, de la branche AB a suscité de nombreuses expériences (Brinell, Le Chatelier, Lejeune, Benedicks, Charpy, etc.), dans lesquelles on a examiné l'influence de la vitesse de refroidissement, en modifiant le milieu refroidissant, la grosseur des échantillons, la température initiale, la température du bain de trempe, etc. ; il est facile, pour une température de chauffage donnée, de maintenir constante l'influence de cette période

(1) Nous n'avons pas représenté sur cette courbe les points singuliers correspondant aux températures et aux zones critiques.

en opérant sur des échantillons identiques trempés de la même façon, dans le même bain de trempe.

Quant à l'influence des branches OA et AB, faisons remarquer de suite que celle de la branche OA est extrêmement difficile à étudier, car non seulement, pour un point déterminé de la pièce, les températures varient avec le temps suivant une loi qu'il faudrait définir, mais encore, à un instant donné, les températures varient d'un point à l'autre de la pièce suivant un mode de répartition qu'il s'agirait aussi de connaître. Comme il est à peu près impossible de préciser suffisamment ces deux données, le mieux est de réduire au minimum l'influence de la branche OA en effectuant un échauffement aussi rapide que

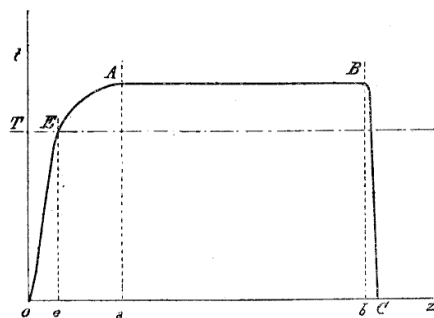


Fig. 4.

possible, de façon à diminuer sa durée Oa , et d'opérer sur des échantillons très petits, pour favoriser également ce résultat et aussi homogénéiser le plus vite possible les températures de l'ensemble des différents points de la pièce.

Une fois le régime uniforme et stationnaire de température obtenu pour la pièce, il est très facile de définir la période AB par son ordonnée, température de chauffage, et par sa longueur, durée de séjour à température constante. La difficulté consiste à déterminer l'origine A à partir de laquelle tous les points de la pièce ont pris la même température : ainsi que nous le verrons plus loin, la durée d'échauffement Oa dépend d'un nombre considérable de facteurs et comme, d'autre part, pour les raisons données plus haut, on doit s'efforcer de la réduire au minimum, nous avons adopté le programme suivant :

1° Étude préalable de l'échauffement des échantillons de façon à connaître la valeur ou, tout au moins, une limite supérieure de la durée Oa d'échauffement en régime variable ; et ceci à différentes températures.

2° Étude des variations des propriétés des aciers après des durées de chauffage variables à diverses températures ; la trempe étant toujours effectuée ensuite

de la même façon, et les échantillons étant identiques pour l'étude des variations d'une même propriété. Étant donné, comme nous le verrons, que la durée totale Oa , de la période d'échauffement est très courte et est maintenue constante, et que, d'autre part, la durée totale de chauffage est toujours supérieure à cette durée d'échauffement en régime variable, on étudiera les variations des propriétés après trempe en fonction de la durée totale de chauffage Ob . L'influence de la durée d'échauffement est d'autant plus faible qu'elle ne se manifeste qu'à partir de la température T et qu'en réalité l'effet dépend, non pas de la valeur de Oa , mais de celle de Ea , qui n'est qu'une fraction de Oa .

Il est nécessaire au préalable d'indiquer par quel mécanisme interne ces différentes régions de la courbe représentant les variations de température, peuvent agir sur l'état final.

Ceci nécessite le rappel des phénomènes physico-chimiques accompagnant le chauffage et le refroidissement de l'acier à travers la zone critique : nous ne faisons qu'indiquer en quelques lignes ce qui se passe, le sujet ayant été amplement traité à maintes reprises.

Un acier ordinaire non trempé est, à la température ordinaire, formé d'éléments appartenant à deux espèces chimiques : la ferrite ou fer α pur et la cémentite ou carbure de fer Fe^3C ; l'état d'agrégation de ces éléments est très différent, de sorte qu'au microscope, on distingue en plus de l'un ou de l'autre de ces deux constituants, un troisième appelé perlite, agrégat très fin eutectoïde de ferrite et de cémentite mélangées en proportions fixes correspondant à 0,9 p. 100 C.

Suivant qu'il y a plus ou moins de 0,9 p. 100 dans l'acier, on a affaire à de la perlite et de la cémentite libre, ou à de la perlite et de la ferrite libre : la cémentite et la ferrite libres, n'entrant pas par suite dans la composition de la perlite, se désignent sous le nom générique de constituants pro-eutectoïdes.

Dès qu'en un point de la pièce, la température a dépassé la température critique à l'échauffement, pour la vitesse d'échauffement utilisée, l'acier est le siège de modifications chimiques internes dont la nature, le sens et l'aboutissement sont indiqués par le diagramme d'équilibre (fig. 2) et qui peuvent se résumer en deux périodes :

1° Transformation de la perlite, agrégat, en une solution solide à 0,9 p. 100 C par mise en solution mutuelle de Fe et Fe^3C .

2° Solubilisation progressive des constituants pro-eutectoïdes, ferrite ou cémentite, dans la solution solide à 0,9 p. 100 C formée précédemment. La concentration d'équilibre de la solution solide étant donnée à chaque température par la ligne GOSE du diagramme de la figure 2.

Toutes ces modifications chimiques ne sont, bien entendu, pas instantanées, elles se font avec une certaine vitesse, de sorte que l'état d'avancement du phénomène dépendra, pour une réaction déterminée :

1° De la température;

2° Du temps;

3° De la grosseur des éléments entrant en réaction, la vitesse de réaction dépendant évidemment des surfaces en contact.

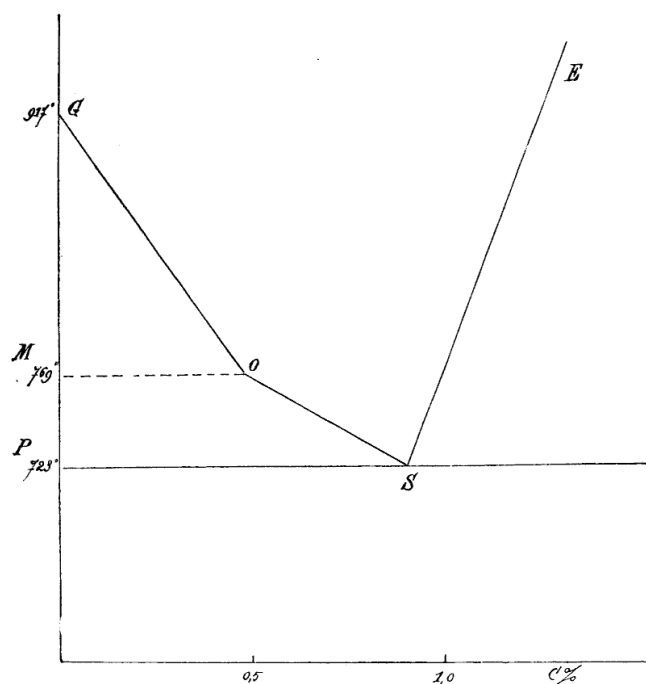


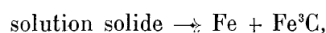
Fig. 2.

Si on néglige, comme nous l'avons dit, en adoptant des conditions expérimentales convenables, la période s'écoulant entre le moment où on franchit la température de transformation à l'échauffement et celle où on atteint la température stationnaire, on peut dire que l'état avant trempe, c'est-à-dire l'état au point B de la courbe, ne dépend que de la position et de la longueur de AB, c'est-à-dire de la température de chauffage et de la durée de chauffage.

Ainsi donc, au point B, selon ces conditions de chauffage, nous aurons tout ou partie du carbone mis en solution solide; la trempe agit ensuite sur la

réaction inverse au refroidissement — dissociation de la solution solide fer- γ -carbone en fer α et Fe^3C — en abaissant plus ou moins la zone de température dans laquelle elle s'effectue, ce qui la ralentit et peut l'empêcher au moins partiellement. On peut donc obtenir le maintien partiel de la solution solide fer- γ -carbone en état hors d'équilibre à la température ordinaire, et en tout cas, on modifie la grosseur, la répartition, l'état d'écrouissage (en raison du changement de volume accompagnant la transformation) des éléments constitutifs.

Mais cet effet sur la transformation au refroidissement :



dépendra naturellement de la quantité de solution solide existant au début B (fig. 1) du refroidissement et par suite, comme nous venons de le dire, des conditions de chauffage. Pour une température de chauffage donnée et pour une trempe donnée (c'est-à-dire pour une courbe BC — fig. 1 — déterminée) nous voyons par quel genre de modifications internes l'état final dépendra de la durée de chauffage, jusqu'à ce que cette dernière soit telle que l'équilibre interne à T° soit atteint avant trempe ; à partir de ce moment, toute prolongation de la durée n'aura pas d'influence sur le résultat final : en supposant, bien entendu, que des phénomènes parasites tels que la décarburation de l'acier, ne viennent pas superposer leurs effets, comme nous le verrons dans la suite.

Ainsi donc, au point de vue théorique, le problème se ramène à faire varier la durée de séjour de l'acier à température stationnaire et uniforme dans la masse, tout en maintenant constant, pour cette température, l'échauffement (branche OA de la fig. 1) et la trempe (branche AB de la fig. 1) et à caractériser l'état de trempe final de façon à voir à partir de quelle durée, pour la température de chauffage choisie, cet état reste invariable.

Au point de vue pratique, la réalisation de ces conditions n'est pas aussi simple qu'elle apparaît de prime abord. En effet, examinons rapidement les quatre points caractéristiques :

- 1° Échauffement ;
- 2° Séjour à température constante ;
- 3° Trempe ;
- 4° Appréciation du résultat final.

1° *Échauffement.* — L'échauffement, période à température variable d'un instant à un autre et d'un point à un autre de la pièce, est impossible à étudier théoriquement dans les conditions expérimentales actuelles : on trouvera dans la note I, annexée au présent travail, des développements à ce sujet et les raisons de ce fait ; pratiquement, on ne peut songer à déterminer expérimentalement les courbes d'échauffement des différents points de la pièce et par suite

l'influence finale de cette période, d'autant plus que cette influence ne se fait sentir en chaque point que lorsque sa température a dépassé la température critique à l'échauffement, laquelle dépend de la loi d'échauffement du point considéré. Cependant, il est nécessaire de connaître la fin de cette période, autrement dit le moment où tous les points de la pièce ont atteint *pratiquement* la température du milieu de chauffage; tout au moins doit-on être fixé sur une limite supérieure de l'échauffement, c'est-à-dire de la durée de cette période.

Il importe d'autre part, étant donné l'impossibilité d'analyser les effets de cette période d'échauffement, de la réduire autant que possible comme nous l'avons déjà dit, en employant un milieu de chauffage rapide; pour cette raison, et pour d'autres, que l'on verra plus loin, on a adopté le chauffage dans les bains salins fondus.

Enfin, pour avoir des données sur la durée d'échauffement, on a été conduit à instituer une série d'expériences réalisant une véritable étude de l'échauffement des échantillons d'acier au bain de sel, étude qui constitue le chapitre 1^{er} de ce travail.

On a pu ainsi, pour des conditions expérimentales données : grosseur de l'échantillon, température et nature du bain salin, arriver à la connaissance d'une durée Z qui était sûrement une limite pratique supérieure de l'échauffement en régime variable et que l'on a adopté dans les expériences comme *durée minimum* de chauffage.

2^o *Séjour à température constante.* — Le mode de chauffage doit être choisi de façon à pouvoir obtenir une température constante, uniforme et la plus exactement mesurable; c'est une nouvelle raison d'adopter les bains de sel comme milieu de chauffage. Le plomb fondu présente bien aussi les avantages qui viennent d'être énumérés, mais il se forme à sa surface, par oxydation, une crasse qui vient se coller aux pièces; on peut atténuer sa formation par l'emploi d'une couche de charbon de bois dans des conditions déterminées de grosseur et de qualité; mais ceci entraîne une complication des dispositifs qui, bien qu'applicable industriellement, gêne singulièrement des expériences dans le genre de celles nécessitées par cette étude.

Par contre, le bain de sel, fait sur lequel on n'a pas assez, à notre avis, attiré l'attention, décarbure superficiellement les aciers. Il nous a paru indispensable d'étudier ce phénomène et d'examiner le rôle des substances ajoutées, telles que les cyanures et ferrocyanures, pour combattre cette décarburation. On trouvera dans la note III annexée en fin de mémoire, les résultats de cette étude. On voit que, de toutes façons, il ne faut pas prolonger outre mesure la durée de séjour au bain de sel et pratiquement cela nous a

conduit à limiter à 1 heure et même à 20 minutes la *durée maximum* de chauffage.

Nous voyons ainsi que l'examen des exigences expérimentales et de leurs conséquences incidentes nous conduit à enserrer les variations du facteur dont nous désirons étudier l'influence, la durée de chauffage, entre des valeurs maximum et minimum.

3° *Trempe. Loi de refroidissement.* — A conditions égales d'état initial avant trempe et de température de trempe, l'effet de la trempe est une conséquence de la branche de courbe BC (fig. 1), c'est-à-dire de la loi du refroidissement. Or la forme de cette courbe est sous la dépendance :

- a) de l'échantillon, par sa nature, sa forme, sa masse;
- b) du bain de trempe qui agit par sa nature, sa masse, sa température et son agitation.

On conçoit qu'il est facile pratiquement dans chaque série d'expériences et pour chaque nuance d'acier de maintenir constants ces facteurs et, par suite, d'éliminer, dans la comparaison du résultat, l'influence des conditions de trempe.

On a choisi la trempe à l'eau à 45°, car, étant donné que nous avons adopté le bain de sel comme mode de chauffage, l'eau est indiquée comme bain de trempe dans ce cas, car elle dissout presque instantanément la couche de sel superficielle qui mouille la pièce au sortir du bain de chauffage; c'est une raison de rejeter l'huile comme bain de trempe pour ces expériences, car elle n'offre pas le même avantage et on aurait, de ce chef, des irrégularités de trempe superficielle. De plus, l'huile s'altère lors de la trempe des pièces et on est moins sûr de garder un bain de trempe rigoureusement identique comme propriétés.

4° *Appréciation du résultat final.* — L'état interne final sera défini par la mesure des propriétés qui en sont les conséquences. A ce point de vue on peut distinguer, dans le cas de l'acier, deux classes de propriétés : les unes, telles que dans la résistance électrique, sont surtout affectées par l'état physico-chimique, c'est-à-dire par la quantité de carbone maintenu par la trempe en solution solide hors d'équilibre; les autres, telles que les propriétés mécaniques et magnétiques, paraissent particulièrement influencées par l'état d'écrouissage interne et de division des constituants.

Il est donc intéressant de guider le choix à faire parmi ces propriétés à la fois sur cette distinction et sur les considérations utilitaires; ainsi :

- a) Au point de vue pratique, ce sont les propriétés mécaniques qui importent le plus et sur lesquelles il est utile d'examiner l'influence de la durée de

chauffage. Nous verrons dans la suite comment, après avoir envisagé tout d'abord les principales propriétés mécaniques, nous avons été conduit, par les résultats obtenus, à nous restreindre à la mesure de la seule dureté.

b) Au point de vue théorique, la résistance électrique qui, d'après Benedicks, est un moyen d'appréciation quantitative des éléments en solution solide, est très intéressante à envisager et viendra ainsi compléter heureusement les résultats des essais mécaniques : elle sera d'autant plus utile que, dans certains cas, pour les essais mécaniques, les causes d'erreur prennent une telle importance qu'il est impossible, d'après les chiffres fournis, de faire une comparaison des états de trempe.

c) Enfin, on adjoindra à tous ces moyens de mesure l'étude micrographique du métal trempé. Pour ne pas encombrer ce travail de microphotographies, dont la plupart des aspects sont familiers aux spécialistes, on ne donnera que quelques types choisis, parmi ceux qui nous ont paru le moins connus, et on caractérisera les autres par quelques indications succinctes.

CHAPITRE PREMIER

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DE L'ÉCHAUFFEMENT DANS LES BAINS DE SEL

1° *Généralités et méthodes.* — On verra dans la note I, annexée à la fin de ce mémoire, l'impossibilité d'utiliser les formules établies pour l'échauffement des corps, en partant de la théorie analytique de la chaleur; il restait donc l'étude expérimentale, et il nous a paru utile, au point de vue documentaire, d'aborder le problème dans sa généralité au lieu de nous limiter exclusivement à l'établissement des données utilisables dans le cadre de nos recherches sur la trempe. Nous nous sommes donc préoccupé d'étudier l'échauffement des pièces d'acier, de grosseurs différentes, immergées dans des bains salins, dont la température variait de 200° à 1 000°, la nature du bain étant choisie de façon à être industriellement utilisable à la température considérée. Si, en effet, seules les températures comprises entre 700° et 1 000° sont employables pour la trempe des aciers ordinaires, par contre on a recours à toutes les autres températures, soit dans la trempe de certains aciers spéciaux, soit, surtout, lors du revenu après trempe.

Le problème peut s'énoncer d'une façon simple : étant donnée une pièce de grosseur déterminée et un bain de sel porté à une certaine température, au bout de combien de temps sera-t-on sûr que tous les points de la pièce auront atteint ou dépassé une température donnée, et en particulier, auront *pratiquement* atteint la température du bain de chauffage?

Cette question nous a paru comme susceptible d'être résolue au moyen de deux méthodes ;

1° *Méthode thermométrique*, consistant à étudier la loi d'échauffement intérieur, au moyen de couples thermo-électriques pénétrant dans l'échantillon.

2° *Méthode calorimétrique*, ou détermination des quantités de chaleur totale, empruntées par le corps en s'échauffant; cette quantité de chaleur, variable pendant la période d'échauffement, devient naturellement constante quand le corps a atteint une température uniforme et stationnaire.

Cette dernière méthode est inutilisable dans le cas de chauffage par bain de sel, car la pièce emporte avec elle une certaine quantité de sel fondu qui la mouille et dont l'introduction dans le calorimètre constituerait une cause d'erreur importante.

On verra, dans la note II annexée, un exemple d'application de cette méthode pour la détermination de la durée d'échauffement de petits échantillons chauffés dans un four à gaz industriel. Cette méthode est en effet particulièrement utilisable pour de petits échantillons, car elle devient plus délicate et nécessite l'emploi d'appareils spéciaux et de grande dimension, lors de l'étude de l'échauffement de pièces plus importantes (1).

Au contraire, la méthode thermométrique ne peut pas être employée dans le cas de petits échantillons, car alors la cavité nécessaire pour loger le couple prend une importance beaucoup trop grande vis-à-vis du volume total de l'échantillon.

En particulier cette méthode n'est pas applicable directement, étant donné leur faible diamètre relatif, aux éprouvettes de traction, de choc et de résistance électrique sur lesquelles porteront les essais de trempe; pour tourner la difficulté, nous avons étudié la loi d'échauffement de pièces semblables, de diamètre variable, mais suffisant pour que l'influence étrangère du couple et de son logement soit négligeable; cela permet, pour des conditions expérimentales données, de connaître empiriquement la courbe $Z = F(D)$ donnant, en fonction du diamètre D , le temps Z nécessaire pour atteindre une certaine température donnée. Comme cette courbe passe nécessairement par le point : $Z = 0, D = 0$, il est facile d'interpoler jusqu'à l'origine de façon à obtenir Z pour des diamètres plus petits.

2° *Dispositif expérimental*. — Les échantillons en acier de cémentation,

(1) Nous croyons cependant que, dans bien des cas, dans l'industrie, elle permettrait, avec des moyens de fortune, d'obtenir des données très utiles, étant donnée l'ignorance étonnante que l'on constate souvent à l'atelier, concernant la durée d'échauffement d'une pièce.

façonnés sous forme de cylindres d'une hauteur égale au diamètre, étaient préparés comme l'indique la figure 3.

Au centre d'une des bases du cylindre, était percé un trou pénétrant jusqu'au milieu de la hauteur; trou destiné à recevoir le couple thermo-élec-

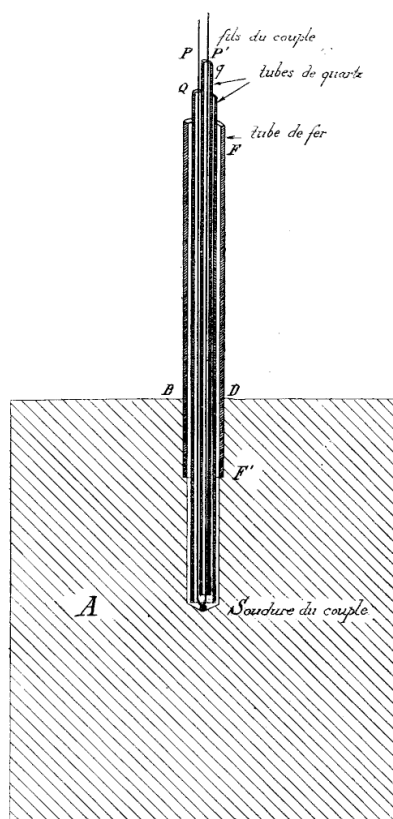


Fig. 3.

trique dont la soudure était en contact avec le fond et dont les fils P, P' étaient isolés l'un de l'autre par un petit tube en silice fondue *q*. Dans ce trou était enfoncé à force, jusqu'à une certaine profondeur *F'*, et maté, un tube de fer *FF'* qui servait à protéger l'ensemble et à soutenir l'échantillon dans le bain de sel fondu; le couple était isolé du contact de ce tube de fer, par un deuxième tube en silice fondue *Q*.

Les fils P et P' du couple étaient reliés à un galvanomètre Siemens et Halske, et, à leur sortie des tubes en silice, étaient isolés par de minces gaines de caoutchouc. On pouvait donc ainsi connaître, à chaque instant, la température du centre de l'échantillon.

Les diamètres des échantillons choisis étaient :

40 m/m, 32 m/m, 60 m/m, 80 m/m, 102 m/m.

Le poids avec montage variait de 0,765 kg à 6,650 kg.

On n'est pas descendu pour le diamètre au-dessous de 40 mm : nous avons craint que l'influence du logement et du montage cessât de devenir négligeable, et nous avons préféré, comme nous l'avons déjà dit, procéder par interpolation.

Le moyen de chauffage adopté étant le bain de sel, les échantillons pouvaient être soutenus par la tige en fer disposée verticalement et maintenue par un collier avec vis de serrage ; ce qui permettait de déplacer l'échantillon en hauteur tout en le maintenant bien centré vis-à-vis du bain de sel.

Ce collier était porté par un étrier reposant sur les bords du récipient contenant le sel fondu, on réglait au préalable la position de l'échantillon de façon qu'il enfonce d'une quantité déterminée dans le bain de sel, et on n'avait qu'à placer d'un seul coup l'ensemble du montage sur le bain de sel pour avoir une introduction très brusque de l'échantillon exactement en position de chauffage, c'est-à-dire centré, par rapport au bain et à hauteur voulue ; cet acte était très important puisqu'il sert d'origine au temps de chauffage.

Bains de sel. — Les sels fondus étaient contenus dans une marmite en acier coulé, contenant en moyenne 16 kg de sel, elle était chauffée au gaz dans un four Perrot, de manière à pouvoir régler très facilement la température.

Les mélanges salins utilisés ont été (1) :

A. — Azotate de potassium	55
Azotite de sodium	45

Ce bain a l'avantage d'être fondu à basse température (P. F. = 137°), par contre on ne peut songer à dépasser 550°, nous l'avons employé dans nos expériences de 200° à 500°, mais son utilisation industrielle n'est pas à recommander pour cette dernière température, car nous avons observé personnellement des cas de décomposition spontanée qui une fois amorcée se poursuivait, la réaction étant exothermique, après extinction du feu et même après introduction de grosses pièces pour essayer de refroidir le bain.

(1) Voir Le Chatelier, *Revue de Métallurgie*, I, 303, 1904.

B. — Chlorure de sodium	1
— potassium	1
— calcium fondu	2
— baryum hydraté	1
— strontium hydraté	3

Ce mélange fond à 500°, il peut donc être employé liquide vers 550° à 600°, ce que ne permet pas le chlorure de potassium seul.

C. — Chlorure de potassium pur.

Ce sel, dans les expériences de trempe, était additionné de ferrocyanure de potassium dans le but d'éviter la décarburation. On verra, dans la note III annexée, que ce n'est qu'une atténuation de cet inconvénient que l'on obtient par ce moyen.

Un deuxième couple plongé dans le sel fondu et relié à un galvanomètre donnait à chaque instant la température du bain de sel.

Marche d'une expérience. — L'équipage formé par l'échantillon, le couple et le support soutenant le tout dans le bain étant préparé et réglé et, d'autre part, le sel étant fondu et amené à la température choisie, on introduit brusquement l'échantillon dans le bain en posant le support sur le rebord du récipient contenant le sel. A partir de ce moment, on note, à des intervalles réguliers, les températures marquées par les deux couples et on construit des courbes en portant le temps en abscisses et les températures en ordonnées.

Résultats. — Courbes d'échauffement. — On obtient ainsi les courbes représentées par les figures 4 à 48, relatives aux températures de 200°, 300°, 400°, 500°, 600°, 700°, 800°, 900° et 1 000°, pour les diamètres d'échantillons de 40, 52, 60, 80 et 102 mm. Sans entrer dans les détails, on peut faire les remarques suivantes :

1° Tant que la température du bain ne dépasse pas 700°, les courbes d'échauffement se développent régulièrement sans anomalies. On peut cependant noter, quand la vitesse d'échauffement n'est pas trop grande (gros échantillons), un point d'inflexion; ce point d'inflexion ne correspond à rien d'anormal; on n'a qu'à se rappeler la forme de la courbe d'échauffement théorique du problème du mur indéfini résultant de l'équation :

$$t = T_1 - (T_1 - T_0) \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u e^{-u^2} du \quad \text{avec} \quad u = \sqrt{\frac{CD}{4k}} \frac{x}{\sqrt{z}}.$$

x étant la distance à la surface et z le temps.

2° La température du bain de sel, dans ces expériences (courbes pointillées), ne reste pas constante, surtout lorsque la grosseur des échantillons est notable,

Température du bain de chauffage $T = 200^{\circ}$

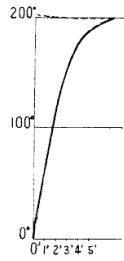


Fig. 4.
 $d = 40 \text{ mm}$
 $T = 200^{\circ}$

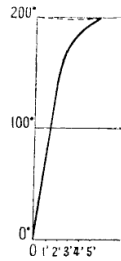


Fig. 5.
 $d = 52 \text{ mm}$
 $T = 200^{\circ}$

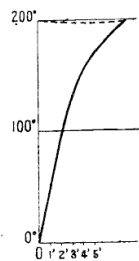


Fig. 6.
 $d = 60 \text{ mm}$
 $T = 200^{\circ}$

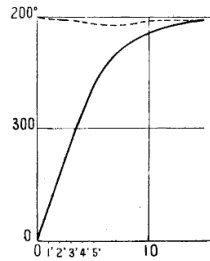


Fig. 7.
 $d = 80 \text{ mm}$
 $T = 200^{\circ}$

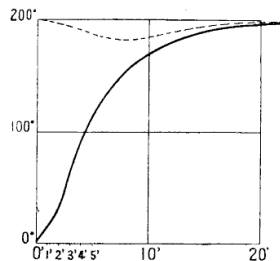


Fig. 8.
 $d = 102 \text{ mm}$
 $T = 200^{\circ}$

Température du bain de chauffage $T = 300^{\circ}$

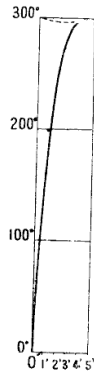


Fig. 9.
 $d = 40 \text{ mm}$
 $T = 300^{\circ}$

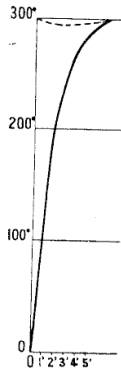


Fig. 10.
 $d = 52 \text{ mm}$
 $T = 300^{\circ}$

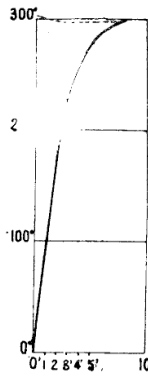


Fig. 11.
 $d = 60 \text{ mm}$
 $T = 300^{\circ}$

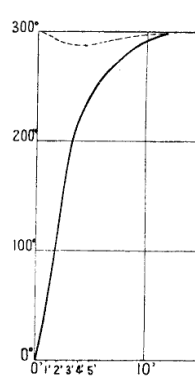


Fig. 12.
 $d = 80 \text{ mm}$
 $T = 300^{\circ}$

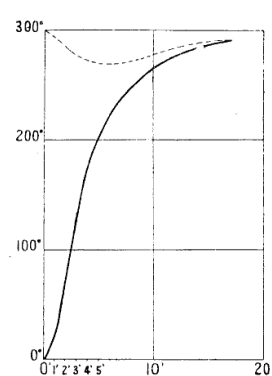


Fig. 13.
 $d = 102 \text{ mm}$
 $T = 300^{\circ}$

Température du bain de chauffage $T = 400^{\circ}$

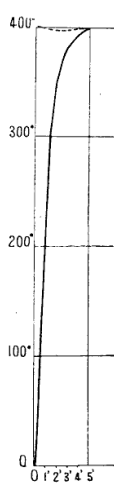


Fig. 14.
 $d = 40 \text{ mm}$
 $T = 400^{\circ}$

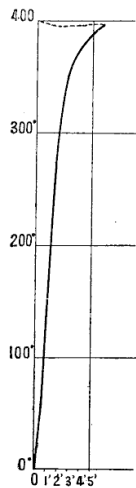


Fig. 15.
 $d = 52 \text{ mm}$
 $T = 400^{\circ}$

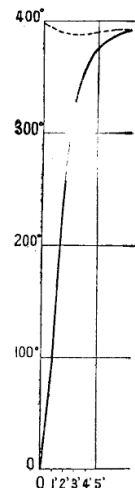


Fig. 16.
 $d = 60$
 $T = 400^{\circ}$

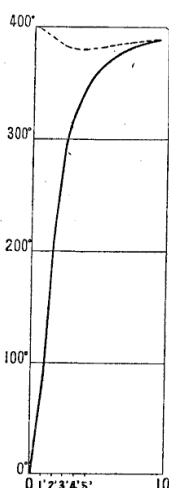


Fig. 17.
 $d = 80 \text{ mm}$
 $T = 400^{\circ}$

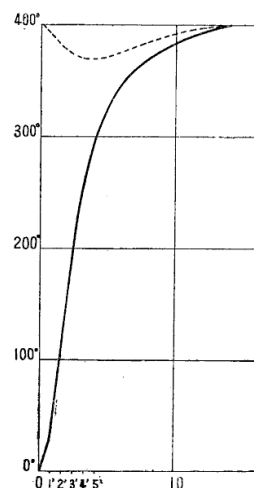


Fig. 18.
 $d = 102 \text{ mm}$
 $T = 400^{\circ}$

Température du bain de chauffage $T = 500^{\circ}$

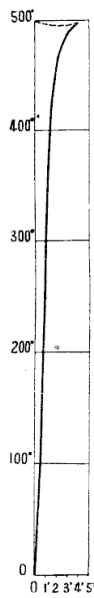


Fig. 19.
 $d = 40 \text{ mm}$
 $T = 500^{\circ}$

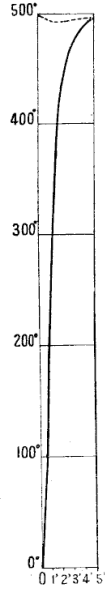


Fig. 20.
 $d = 52 \text{ mm}$
 $T = 500^{\circ}$

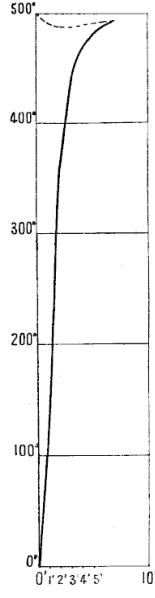


Fig. 21.
 $d = 60 \text{ mm}$
 $T = 500^{\circ}$

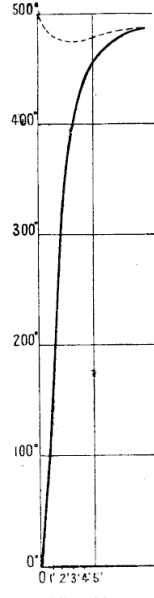


Fig. 22.
 $d = 80 \text{ mm}$
 $T = 500^{\circ}$

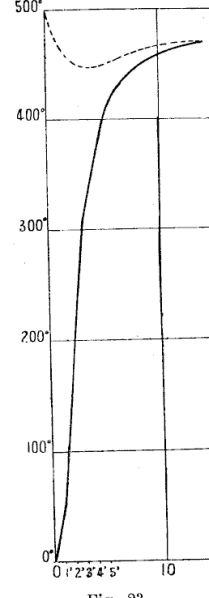


Fig. 23.
 $d = 102 \text{ mm}$
 $T = 500^{\circ}$

Température du bain de chauffage $T = 600^{\circ}$

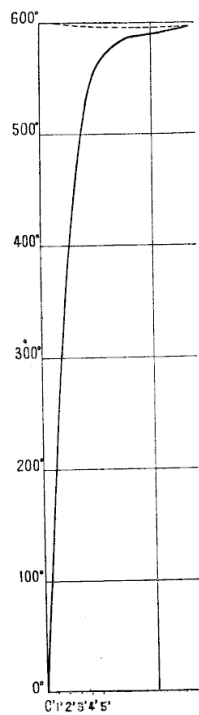


Fig. 24. — $d = 40 \text{ mm}$
 $T = 600^{\circ}$

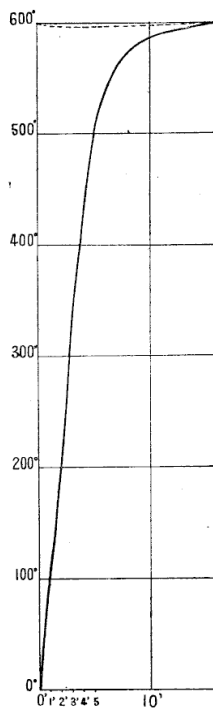


Fig. 25. — $d = 52 \text{ mm}$
 $T = 600^{\circ}$

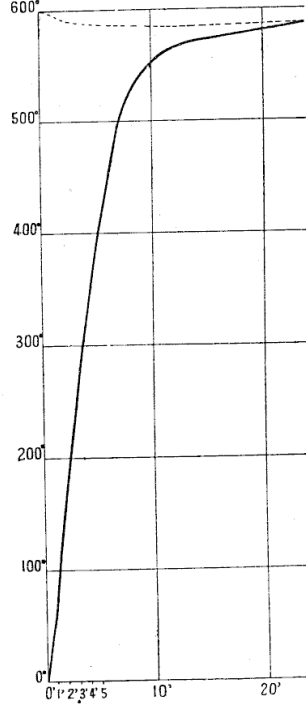


Fig. 26. — $d = 60 \text{ mm}$
 $T = 600^{\circ}$

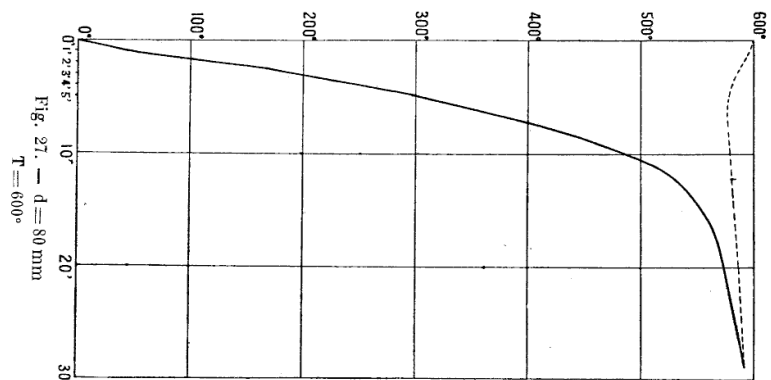


Fig. 27. — $d = 80 \text{ mm}$
 $T = 600^\circ$

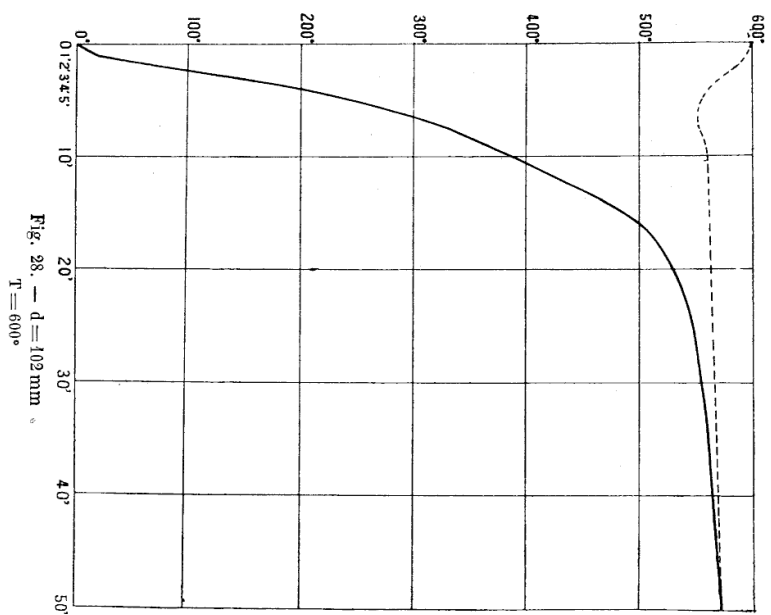
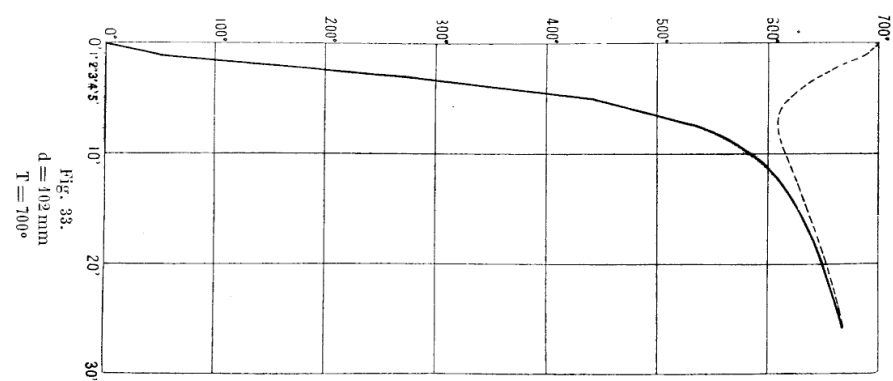
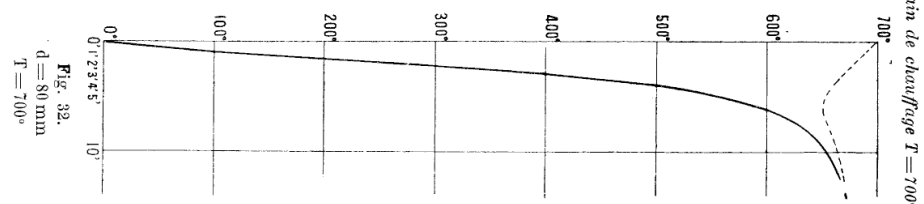
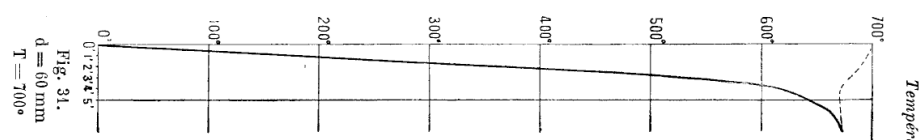
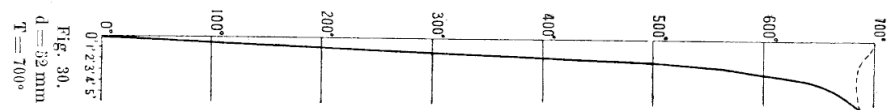
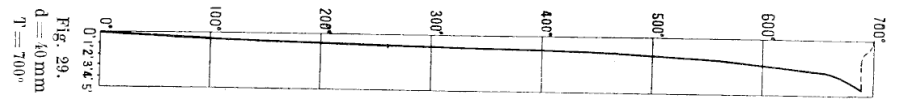
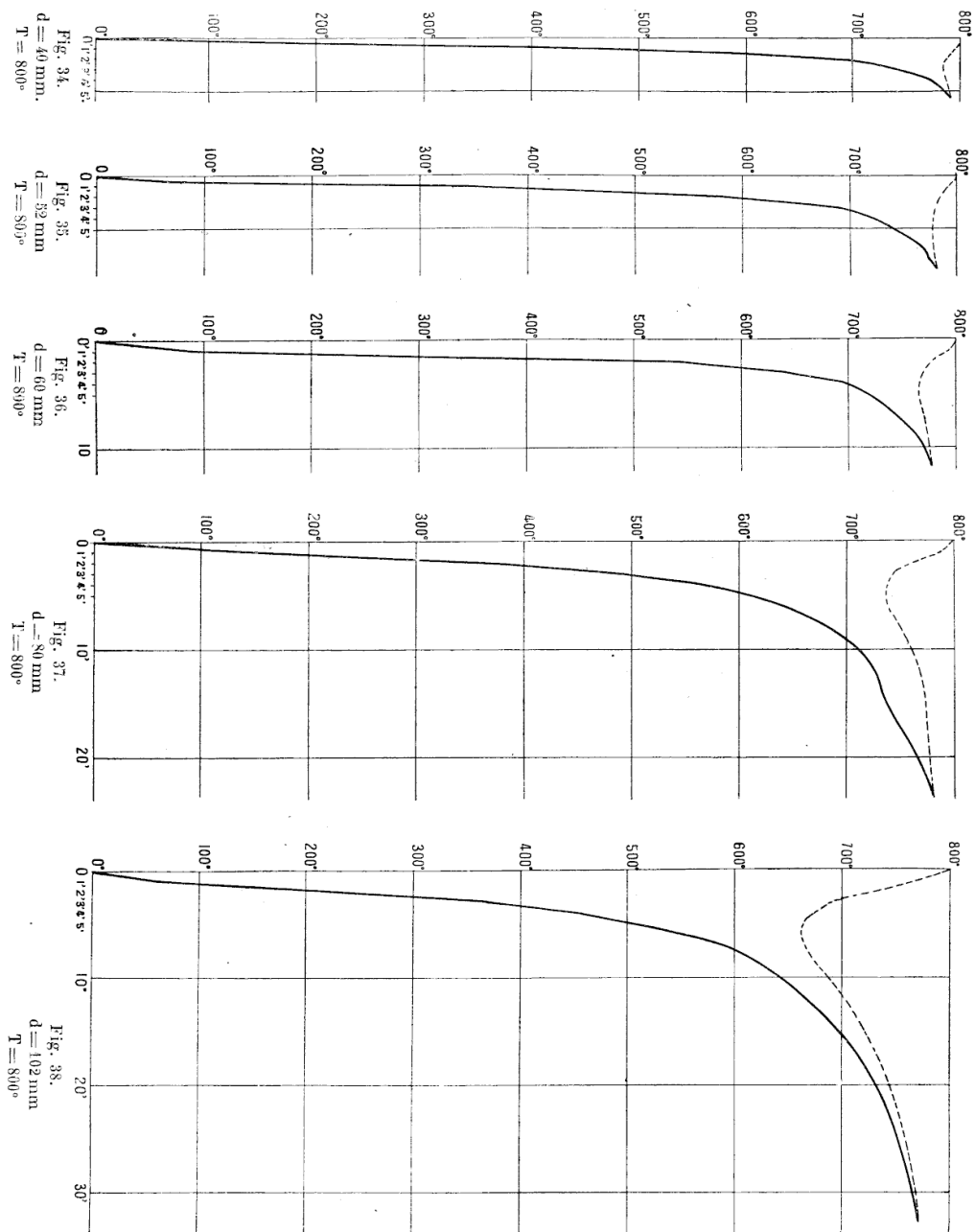


Fig. 28. — $d = 102 \text{ mm}$
 $T = 600^\circ$

Température du bain de chauffage $T = 600^\circ$ (suite).



Température du bain de chauffe $T = 800^\circ$.



Température du bain de chauffage $T = 900^{\circ}$.

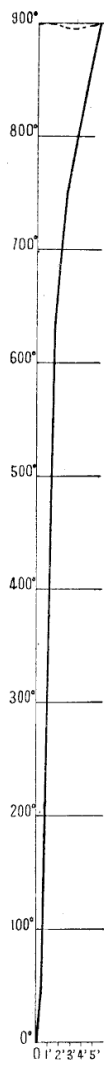


Fig. 39.
 $d = 40 \text{ mm}$
 $T = 900^{\circ}$

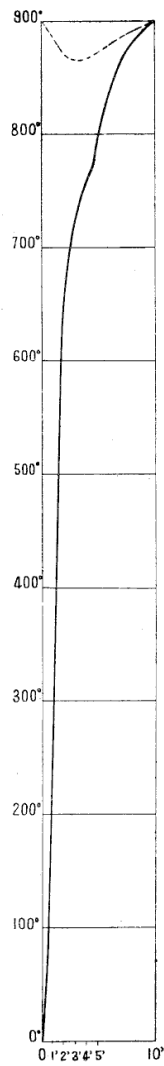


Fig. 40.
 $d = 52 \text{ mm}$
 $T = 900^{\circ}$

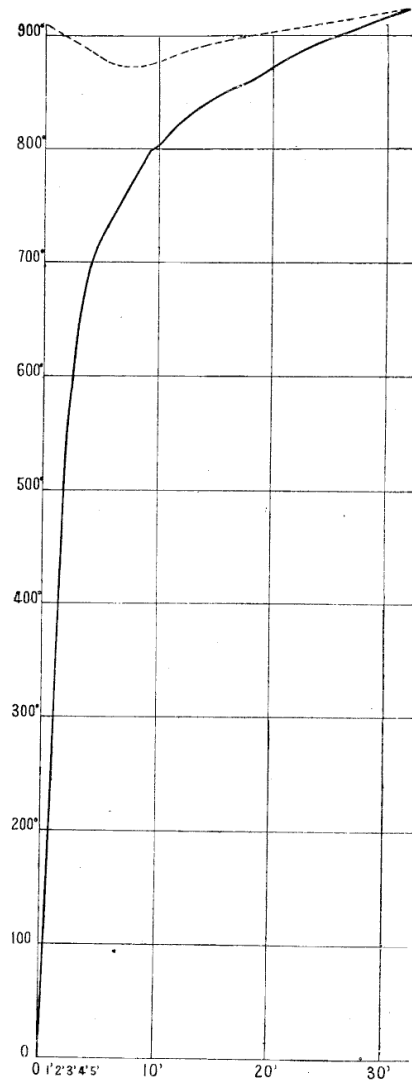


Fig. 41.
 $d = 60 \text{ mm}$
 $T = 900^{\circ}$

Température du bain de chauffage $T = 900^{\circ}$.

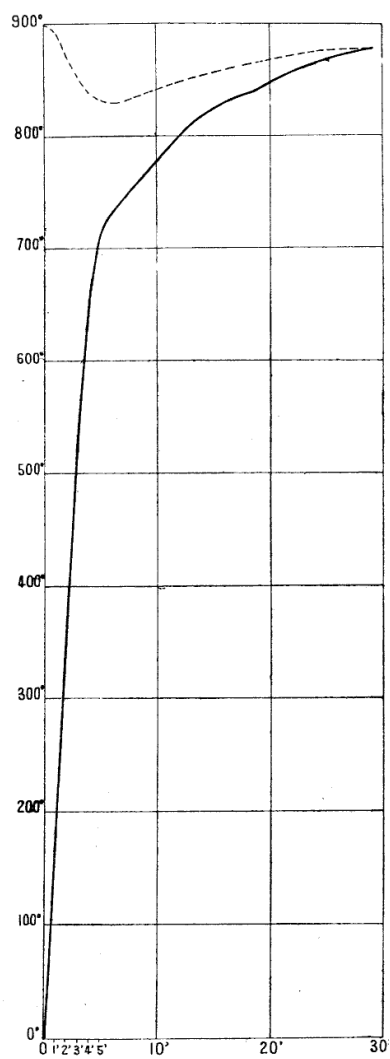


Fig. 42.
d = 80 mm
T = 900°

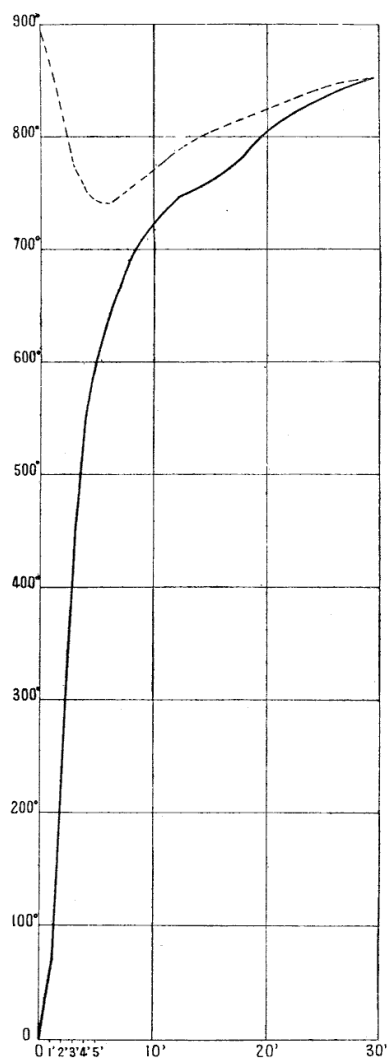


Fig. 43.
d = 102 mm
T = 900°

Température du bain de chauffage $T = 1000^{\circ}$

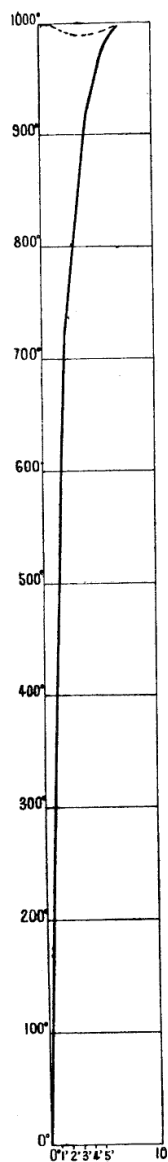


Fig. 44.
 $d = 40 \text{ mm}$
 $T = 1000^{\circ}$

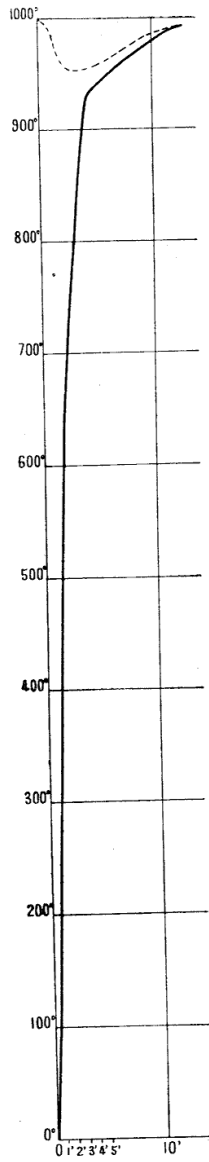


Fig. 45.
 $d = 52 \text{ mm}$
 $T = 1000^{\circ}$

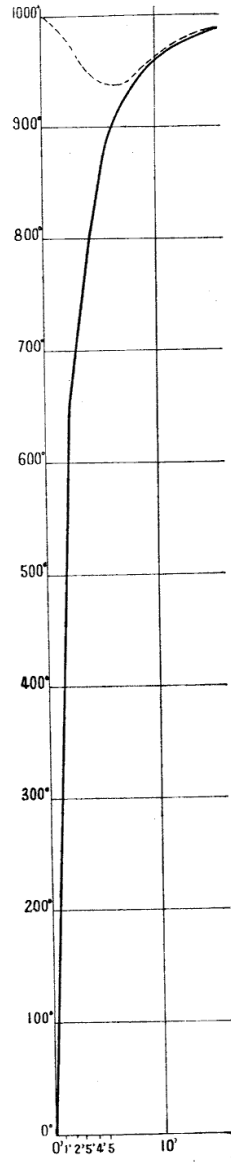


Fig. 46.
 $d = 60 \text{ mm}$
 $T = 1000^{\circ}$

Température de bain de chauffage $T = 1000^{\circ}$

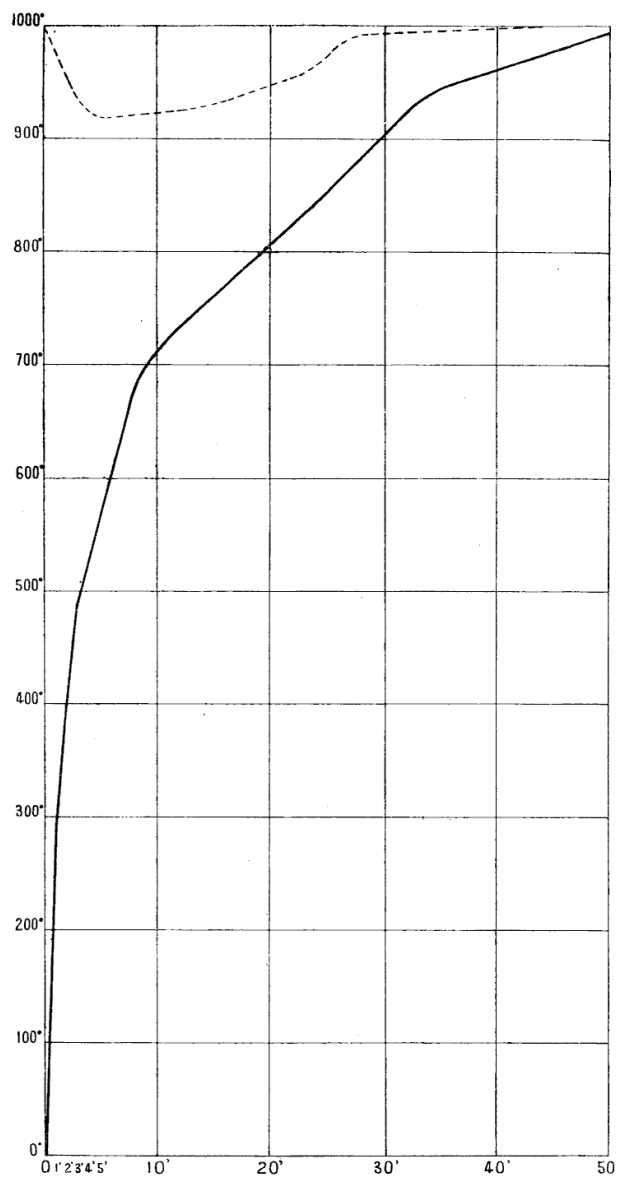


Fig 47. — $d = 80 \text{ mm}$
 $T = 1000^{\circ}$

Température du bain de chauffage $T = 1000^{\circ}$

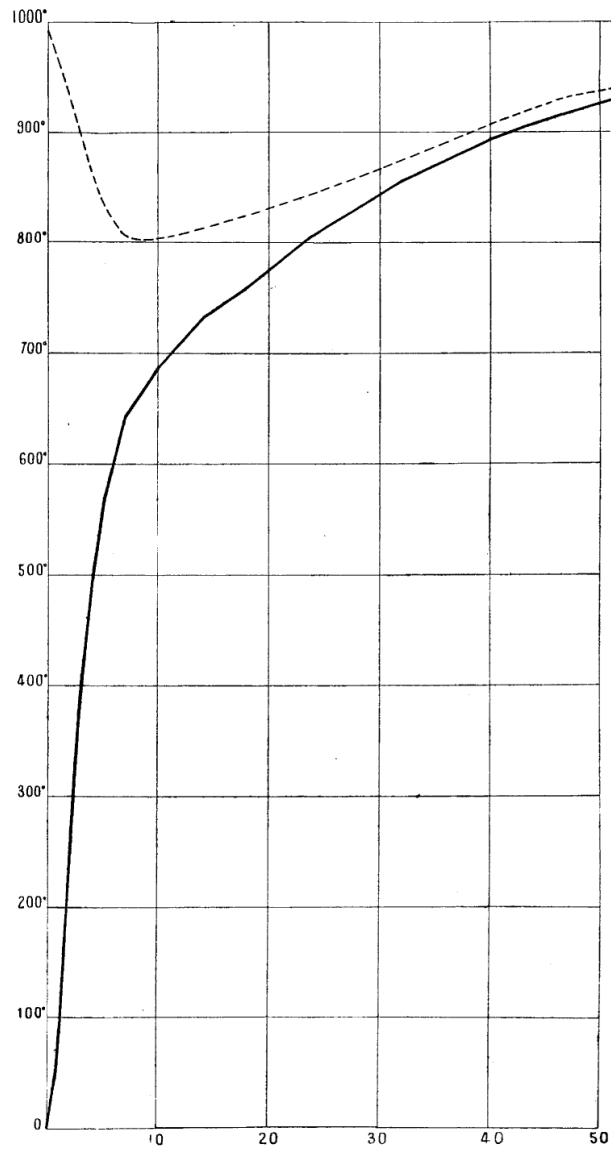


Fig. 48. — $d = 102 \text{ mm}$
 $T = 1000^{\circ}$

Mètres
Diamètre des charillons Edelle 1/2
Ordonnées Temps nécessaire pour atteindre une température déterminée
Echelle 0° 5 par mm

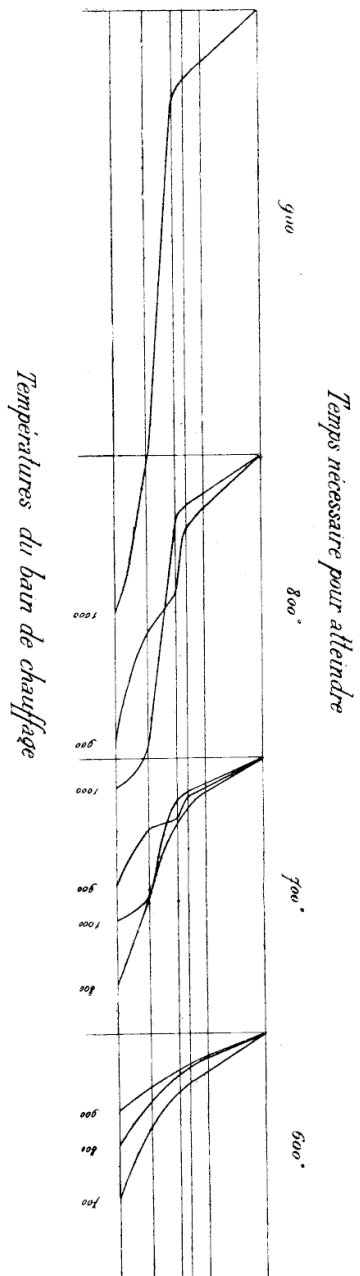
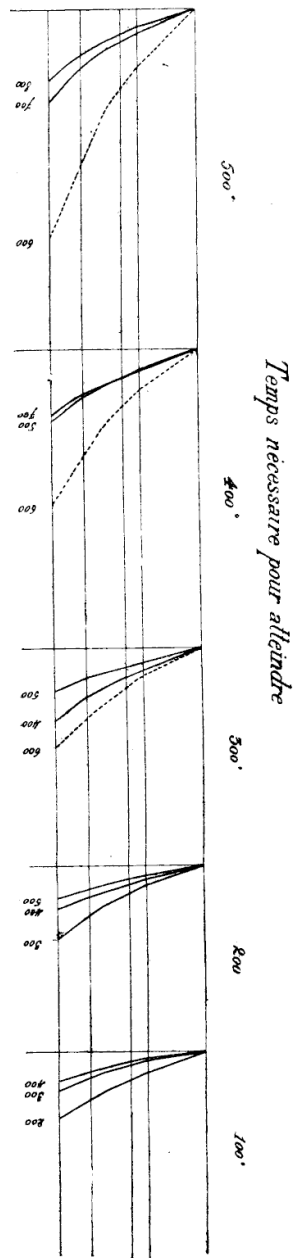


Fig. 49.

elle présente un point d'inflexion, un minimum, puis un deuxième point d'inflexion (1).

3° Quand la température dépasse 700°, on note des déformations et des changements de direction de la courbe d'échauffement, résultats des transformations internes de l'acier; c'est ainsi que dans la figure 48 par exemple (échantillon de 80 mm, température initiale du bain 1000°) la courbe d'échauffement paraît formée de plusieurs branches raccordées entre elles.

Afin de faire la comparaison des bains d'échauffement, nous avons construit (fig. 49) des courbes, en portant en abscisses les diamètres des échantillons d , et en ordonnées le temps Z_t nécessaire pour atteindre une température déterminée t .

$$Z_t = f(d).$$

Ces courbes ont été tracées pour les différentes températures initiales T du bain de sel et pour des températures variant de 100° en 100° entre 100° et 900°. Cependant, pour que les figures restent lisibles, on n'a, pour chaque température t , tracé que trois courbes correspondant aux températures du bain $T = t + 100, t + 200, t + 300$.

Ceci permet de remarquer que :

1° Au-dessous de 600° les courbes $Z_t = f(d)$ semblent en première approximation ne dépendre que de l'écart $T - t$ entre la température du bain de sel et la température à atteindre. Autrement dit, quel que soit le diamètre, on met autant de temps pour atteindre une température t dans un bain à T que pour atteindre une température $t + \theta$ dans un bain à $T + \theta$.

2° Cette loi cesse d'être applicable quand la température du bain atteint 600° (pour le faire remarquer on a tracé les courbes correspondant à $T = 600°$, en pointillé). Cela vient de ce qu'à 600° on a changé la nature du bain de sel en abandonnant le mélange azotate de potassium et azotite de sodium inutilisable à cette température. Ceci met donc très nettement en évidence l'influence sur les lois d'échauffement de la nature du milieu ambiant, facteur dont les formules théoriques d'échauffement ne tiennent pas compte. (Voir note I annexée).

On voit très nettement le relèvement brusque pour 600° des courbes $Z_t = f(d)$.

3° Dès que t dépasse 700° on observe des anomalies considérables des courbes, particulièrement importantes dans les bains à $T = 900°$ et 1000°; anomalies qui sont dues aux points de transformations de l'acier; on notera

(1) Si l'on voulait avoir une expression algébrique empirique, il faudrait essayer des équations du 3° degré. Dans certaines de ces courbes, on a une ressemblance de forme rappelant les hyperboles cubiques.

en particulier l'accroissement considérable de Z_t lorsque d dépasse 60-80 mm.

Cette anomalie se produit pour des diamètres d'autant plus grands que la température du bain est plus élevée.

On voit tout le danger qu'il y aurait à extrapoler et l'accroissement considérable de durée d'échauffement apporté, surtout dans les grosses pièces, par les transformations internes de l'acier. Ce n'est que par déterminations expérimentales qu'on peut en avoir une idée, car aucune formule n'est applicable.

Dans le cas des diamètres inférieurs à 40-50 mm, l'influence des points de transformation ne se fait pas sentir, et comme, d'autre part, la chute de tempé-

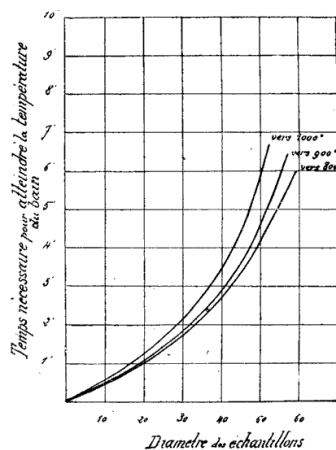


Fig. 50.

rature du bain provoquée par l'introduction de l'échantillon est très faible, on a adopté comme température de chauffage la température du bain. On a tracé (fig. 50) les courbes $Z = f(d)$ donnant en fonction du diamètre le temps Z nécessaire pour que le bain et la pièce soient à la même température; comme ces courbes passent nécessairement par l'origine ($Z=0$ pour $d=0$) on a pu savoir, par des diamètres inférieurs à 40 mm le temps Z nécessaire pour atteindre la température du bain.

Étant donné les diamètres des éprouvettes employées dans les essais de trempes et qui varient de 13,8 à 8 mm, suivant qu'il s'agit d'éprouvettes de traction, de choc, de résistance électrique, on trouve, en consultant les courbes de la figure 50, qu'au bout d'une minute les éprouvettes sont à la température du bain; pour plus de sûreté, on a adopté deux minutes comme durée initiale uniforme de chauffage dans les expériences de trempe dont nous allons parler.

TITRE I. — Aciers ordinaires au carbone**CHAPITRE PREMIER****INFLUENCE SUR LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES**

1° *Matières premières et méthodes d'essais.* — Les aciers utilisés étaient des aciers au carbone laminés en barres d'environ 20 mm de diamètre et contenant une teneur en carbone variant de 0,81 à 2 p. 100; le tableau I donne les natures

TABEAU I
Analyses des aciers pour essais mécaniques après trempe.

MARQUE DE L'ACIER.	NATURE DE L'ACIER.	C	Mn	Si	S	P
A	Acier Martin.	0,18	0,60	traces	0,060	0,072
B	— au creuset Imphy	0,25	0,08	0,07	0,003	0,022
C	— Martin.	0,25	0,47	traces	0,017	0,052
D	— au creuset Imphy	0,84	0,05	0,07	0,013	traces
E	— au creuset Holtzer	1,08	0,10	0,04	0,009	0,005
F	— électrique Allevard.	1,30	0,20	0,12	0,027	0,046
G	— au creuset Edgar Allen.	2,04	0,48	0,27	0,038	traces

de l'acier et les résultats des analyses complètes : le carbone ayant été dosé par la méthode Wiborgh, le manganèse par la méthode au tétraoxyde de bismuth, le silicium pondéralement après attaque sulfonitrique, le phosphore par la méthode au molybdate d'ammoniaque et le soufre à l'état de sulfate de baryte après dissolution dans la liqueur cupropotassique et fusion oxydante du résidu.

Afin de voir l'influence du manganèse sur les aciers, on a expérimenté deux aciers (B et C) à 0,25 p. 100 C, contenant l'un 0,08 p. 100 Mn l'autre 0,47 p. 100 Mn.

Les essais de traction ont été effectués sur barreau normal : $d=13,8$, $L=400$ entre repères, les essais de choc sur éprouvettes Mesnager et mouton Guillery, l'essai de dureté a été exécuté par deux méthodes, la méthode Brinell (bille 10 mm, pression 2 000 ou 3 000 kg) et la méthode Shore (appareil ordinaire à marteau à pointe de diamant ou d'acier trempé).

Les températures de chauffage adoptées ont été 800° et 950°; quant aux durées de chauffage, elles ont été fixées, en raison des diverses considérations développées précédemment, à 2, 20 et 60 minutes.

2° *Résultats. — Essais de traction.* — Les résultats des essais de traction sont rassemblés dans le tableau II, chaque chiffre étant la moyenne de deux essais.

TABLEAU II
Essais de traction.

MARQUE DE L'ACIER.	TENEUR EN CARBONE C %.	TEMPÉRATURE DE CHAUFFAGE.	DURÉE de CHAUFFAGE.	R	E	A %	Σ
		degrés.	minutes.				
A	0,18	0	0	51,2	31,4	29	56
		800	2	78,7	61,7	»	»
		Id.	20	92,9	»	»	»
		Id.	60	101,8	77,3	4	»
		950	2	128	96,5	2	6?
		Id.	20	130,5	85?	4	11
		Id.	60	75,5	51,7	7	»
B	0,25 Mn = 0,08	0	0	46,5	28,1	24	53
		800	2	58	34,3	16	57,3
		Id.	20	62	39	16,5	57,3
		Id.	60	58,6	36,2	18,5	59,5
C	0,25 Mn = 0,47	0	0	45,7	28,2	29	62,9
		800	2	61,2	45,3	4,5	»
		Id.	20	72	53,6	2,5	»
		Id.	60	71,2	46	1,7	»
		950	2	101,3	68,8	2	5
		Id.	20	120,3	90	3,5	10,4
		Id.	60	128,1	95,7	3?	7?
D	0,84	0	0	68,4	36,8	9,5	»
		800	2	70,2	36,1	12,5	24,6
		Id.	20	65,2	35,1	3,5	3?
		Id.	60	93,2	93,2	»	»
E	1,08	0	0	69	33,7	10,5	17,2
		800	2	64,4	55,1	»	»
		Id.	20	85,2	85,2	»	»
		Id.	60	87,8	86	»	»
F	1,30	0	0	75,8	37,3	7	8,4
		800	2	46,5	»	»	»
		Id.	20	50,8?	»	»	»
		950	2	25,4?	»	»	»
		Id.	20	18,2	»	»	»
G	2,04	0	0	71	33,4	1,5	4,5
		800	2	71,8?	»	»	»
		Id.	20	41,1?	»	»	»
		950	2	»	»	»	»
		Id.	20	11,9?	»	»	»

Pour les aciers hypo-eutectiques et eutectiques (A, B, C, D), ils montrent nettement l'influence de la durée de chauffage qui se traduit par un accroissement de la résistance à la rupture R, les autres caractéristiques offrant des résultats moins nets et moins certains. Cet effet est particulièrement sensible sur les aciers A après trempe à 800°, et C après trempe à 930°, c'est-à-dire pour les aciers les moins purs.

On peut noter, dans des conditions de chauffage et de trempe rigoureusement identiques et pour une même teneur en carbone (0,23 p. 100), la diminution considérable des allongements après trempe, apportés par la présence de manganèse : en comparant les aciers B (0,08 p. 100 Mn) et C (0,47 p. 100 Mn), le premier donne des allongements de 16 à 18 et le deuxième de 2 à 5.

Pour les aciers hypo-eutectiques (E, F, G) l'essai de traction est inapplicable par l'effet combiné de l'allongement très faible après trempe et des déformations inévitables ; de sorte que c'est en réalité un essai de flexion que l'on fait ; il est impossible d'avoir une éprouvette droite et de tirer dans l'axe de l'éprouvette. Les chiffres mentionnés par le tableau n'ont aucune valeur et servent à confirmer ce que nous venons de dire ; quant aux autres caractéristiques, elles sont non mesurables et illusoires.

D'ailleurs pour les aciers hypo-eutectiques et eutectiques ces mêmes causes d'erreur agissent : on peut voir que certaines caractéristiques manquent, d'autres sont accolées d'un point d'interrogation et, de plus, l'ensemble présente des irrégularités frappantes ; ces erreurs n'arrivent pas à masquer complètement l'allure des variations de la résistance à la rupture R, mais il n'en est pas moins vrai qu'elles doivent les modifier et qu'il faut les considérer dans l'ensemble, et non leur attribuer une valeur intrinsèque.

L'essai de traction nous a permis de montrer l'influence de la durée de chauffage, mais en même temps les résultats nous ont conduits à l'abandonner dans les essais des aciers spéciaux à carbure trempés, et montrent le peu de certitude qu'il faut leur attribuer dans les essais après trempe.

Essais de choc. — Le tableau III, résume les résultats numériques obtenus. Les décimales proviennent de ce que les résultats donnent des moyennes de plusieurs essais. Comme il fallait s'y attendre, la résistance des aciers après trempe étant très faible, les variations sont en général de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales et on ne peut en tirer aucune conclusion.

Cependant, on peut encore signaler, en comparant les aciers C et B après trempe à 800°, l'influence du manganèse qui diminue la résilience après trempe dans des conditions identiques.

Essais de dureté à la bille Brinell. — On sait que l'essai de dureté à la bille Brinell n'est guère applicable sur les aciers durs trempés ; néanmoins nous

nous étions proposé d'utiliser ce moyen, étant donné les résultats de l'essai de traction dans ce cas, en attribuant aux chiffres trouvés une simple valeur comparative. Les quelques chiffres donnés à titre indicatif dans le tableau IV, offrent des irrégularités et des anomalies telles, que la seule conclusion à tirer est l'impossibilité d'utiliser ces essais dans ce cas. Nous verrons, par contre, que dans les aciers spéciaux à carbure, l'essai de dureté a fourni des renseignements utiles. Ce résultat négatif nous avait conduit à essayer comme moyen d'appréciation l'essai Shore.

TABLEAU III

Essais au choc.

MARQUE DE L'ACIER.	TENEUR EN CARBONE C %.	TEMPÉRATURE DE CHAUFFAGE.	DURÉE DE CHAUFFAGE.	RÉSILIENCE.
B	0,25 (Mn = 0,08 %)	degrés.	minutes.	kgm/mm ² .
		0	0	7,2
		800	2	4,6
		Id.	20	4,3
		Id.	60	4,3
C	0,25 (Mn = 0,47 %)	0	0	9,2
		800	2	2,2
		Id.	20	2,8
		Id.	60	2,2
		950	2	5,9
		Id.	20	5,6
		Id.	60	5,9
D	0,84	0	0	2,5
		800	2	3,2
		Id.	20	2,5
		Id.	60	2,5
E	1,08	0	0	1,5
		800	2	3,1
		Id.	20	2,5
		Id.	60	2,2
F	1,30	0	0	2,2
		800	2	2,5
		Id.	20	2,5
		950	2	2,2
		Id.	20	2,2
G	2,04	0	0	2,2
		800	2	1,9
		Id.	20	2,2
		950	2	1,2
		Id.	20	1,2

TABLEAU IV
Essais de dureté Brinell (bille de 10 m/m).

MARQUE DE L'ACIER.	TENEUR EN CARBONE C %.	TEMPÉRATURE DE CHAUFFAGE.	DURÉE DE CHAUFFAGE.	CHIFFRE DE BRINELL Δ.	OBSERVATIONS.
E	1,08	degrés.	minutes.		
		0	0	195	Sous 3 000 kg.
		800	2	351	
		Id.	20	600	
		Id.	20	571	
		Id.	60	652	
F	1,30			875	
		0	0	201	Sous 2 000 kg.
		800	2	658	
		Id.	20	495	
		Id.	20	632	
		950	2	632	
G	2,04	Id.	20	572	
		0	0	190	Sous 2 000 kg.
		800	2	664	
		Id.	20	496	
		Id.	20	496	
		950	2	496	
		Id.	20	556	

Essai de rebondissement Shore. — Cet essai a été pratiqué sur des échantillons de mêmes dimensions provenant des éprouvettes de choc et en observant les précautions que nous avons signalées avec M. Berjot (4) dans son utilisation.

Mais pour cet essai dans le cas d'aciers trempés, une nouvelle cause d'erreur intervient : l'irrégularité de la trempe dans la masse de l'acier malgré le soin apporté dans cette opération.

Prenons par exemple les éprouvettes de choc de l'acier E (1,08 p. 100 C) après trempe à 800°, les cassures étant sensiblement planes il est possible, sans les échauffer, de les dresser à la meule en refroidissant convenablement pendant cette opération, et d'obtenir ainsi une section droite médiane à travers l'éprouvette. Un essai Shore pratiqué sur cette section polie présente des inégalités notables de rebondissement ; ceci tient à des différences d'état provenant des écarts dans la vitesse de refroidissement entre les différents points de la pièce. Pour le mettre en évidence, il suffit de faire une attaque de la surface polie, à l'acide picrique, on voit immédiatement une inégalité de coloration

(4) Portevin et Berjot, *Revue de Métallurgie*, VII, 61, 1910.

manifeste et dont la figure 51 montre une série d'exemples se rapportant à l'acier E trempé à 800° après différents chauffages.

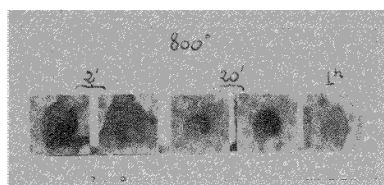


Fig. 51.

D'une façon générale, c'est le centre qui est le plus coloré, mais ce centre coloré est accompagné souvent de ramifications irrégulières et de prolongements également plus colorés.

Nous verrons, plus loin, des différences correspondantes de structure micrographique; mais ce qu'on peut remarquer de suite, c'est la plus faible dureté des parties colorées : — fait qu'il est facile de mettre en évidence avec la scléroscope Shore qui permet d'explorer de très petites régions de surface.

Voici par exemple les moyennes de rebondissement pour les parties colorées et les parties claires pour les éprouvettes d'acier E trempées à 800° :

Chaque chiffre étant la moyenne de 3 à 6 déterminations suivant l'étendue de la surface étudiée :

	Moyenne de rebondissement (marteau à pointe de diamant)	
	dans les parties claires.	dans les parties foncées.
1 ^{re} éprouvette.	46,31	38,25
2 ^e —	54,50	42,25
3 ^e —	52,25	50
4 ^e —	49,8	39,66
5 ^e —	49	38,50

on voit que la différence est toujours dans le même sens, mais qu'elle peut varier dans de larges limites (la différence, qui est voisine de 10 pour toutes ces éprouvettes, n'est que de 2 pour la troisième), il suffit d'écarts dans la vitesse de refroidissement impossibles à éviter, puisque tous ces chiffres ont trait à des éprouvettes de même acier, de même dimensions et trempées à la même température dans les mêmes conditions. Le revenu homogénéiserait la dureté.

Malgré ces graves causes d'incertitude, nous avons rassemblé dans le tableau V quelques-uns des résultats numériques observés : en faisant la moyenne de 8 déterminations on arrive à atténuer considérablement les irrégularités. Quoi qu'il en soit, après avoir analysé les causes d'erreur et les ano-

TABLEAU V

Essais de dureté Shore (marteau à pointe d'acier trempé).

MARQUE DE L'ACIER.	TENEUR EN CARBONE C %.	TEMPÉRATURE DE CHAUFFAGE.	DURÉE DE CHAUFFAGE.	REBONDISSEMENT (moyenne de 8 déterminations).
C	0,25	degrés.	minutes.	
		0	0	18,5
		800	2	32,5
		Id.	20	40
		Id.	60	38,5
		950	2	47
		Id.	20	40
E	1,08	Id.	60	37,5
		0	0	30,1
		800	2	52,7
		Id.	20	80
F	1,30	Id.	60	82,1
		0	0	81
		800	2	31,2
		Id.	20	71
		Id.	20	76,8
G	2,04	950	2	76
		Id.	20	75,2
		0	0	34,6
		800	2	76
		Id.	20	76,7
		950	2	77,8
		Id.	20	73,2

malies, on ne peut tirer aucune conclusion de ces chiffres au point de vue que nous étudions.

Examen micrographique. — Nous n'entreprendrons pas de décrire les résultats de l'étude micrographique de tous les échantillons observés, ce qui serait fastidieux; nous nous bornerons à insister sur l'examen au microscope des irrégularités de trempe que nous venons de signaler à propos des essais Shore, et pour cela, nous prendrons un exemple dans un acier hypo-eutectique et un autre dans un acier hyper-eutectique :

1° *Acier hypo-eutectique.* — Nous choisirons l'acier C à 0,25 pour 100 de carbone.

Cet acier à l'état recuit est formé de perlite et de ferrite (fig. 52). Si on l'examine après trempe à 800° (2 min de chauffage) on peut noter des différences

d'aspect correspondant aux irrégularités de trempe ; dans les parties les plus trempées (bord de l'échantillon) on a affaire au mélange martensite ferrite (fig. 53), la martensite s'étant substituée à la perlite tout en occupant une surface plus grande (comparer fig. 52 et 53), ce qui est logique d'après le diagramme d'équilibre. Cette martensite après attaque peu prolongée ne se distingue pas comme coloration de la ferrite. Par contre, vers le centre de l'échantillon on observe, avec les mêmes attaques, des régions dans lesquelles (fig. 54 et 55) la martensite claire est parsemée d'éléments allongés très colorés (rappelant ce que Kourbatoff avait appelé, dans les aciers trempés très carburés, la troostosorbite) marquant un état plus voisin de l'état d'équilibre.

Entre les échantillons chauffés 2 minutes et ceux chauffés 1 heure, les différences structurales sont telles qu'il est impossible de les préciser (fig. 56 et 57), dans les deux cas on a martensite et ferrite.

Après trempe à 950° le même acier est formé de martensite pure pour les échantillons chauffés 1 heure (fig. 58 et 60); on note encore quelques nodules de troostite dans les échantillons chauffés seulement 2 minutes (fig. 59); mais il serait, à notre avis, imprudent de le présenter comme fait général.

2° *Acier hyper-eutectique.* — Prenons l'acier F à 1,30 p. 100 C et examinons les éprouvettes après trempe à 800°; après polissage et attaque, on remarque, comme nous l'avons déjà signalé à propos de l'essai Shore (fig. 51), des irrégularités très tranchées de coloration; les parties fortement colorées étant de plus faible dureté.

Ce fait s'explique très bien au microscope, les parties colorées étant à troostite et les parties claires à martensite : bien entendu, comme la trempe a été effectuée à 800°, il reste de la cémentite sous forme de petits points inattaqués irréguliers, mais de forme arrondie par suite, sans doute, de la coalescence. La transition entre les zones à cémentite et martensite pure et cémentite + troostite pure, est plus ou moins brusque ; la figure 61 ($\times 60$) offre un exemple de transition lente et la figure 62 ($\times 250$) de passage rapide ; dans tous les cas, il y a une région intermédiaire formée de cémentite inattaquée blanche, de martensite très claire et de troostite très colorée.

L'élévation de la température de trempe se manifeste évidemment par une dissolution plus grande de la cémentite : quant à l'influence de la durée de chauffage, elle se traduit également par une diminution de la cémentite, mais que l'on constate particulièrement à 950°, autrement dit, l'influence du temps de chauffage sur la dissolution de la cémentite est particulièrement visible quand on élève la température de trempe, ce fait s'observe en comparant les durées de 2' et 20'. Malheureusement il est impossible de chiffrer des constatations.

Acier C à 0,25 p. 100 carbone. — Attaques au réactif de Benedicks.

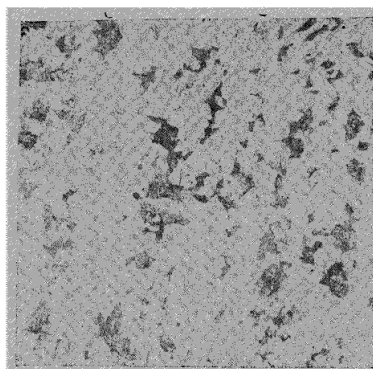


Fig. 52.
Recuit $\times 200$.

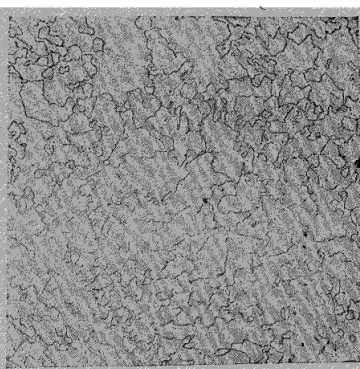


Fig. 53. — Trempe à 800°
après 2 minutes de chauffage $\times 200$.

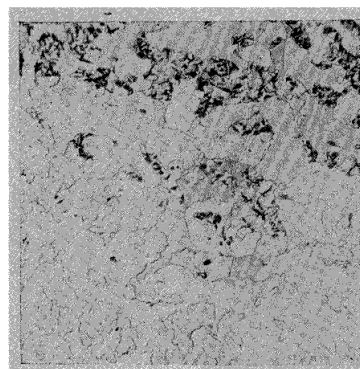


Fig. 54. — Trempe à 800°
après 2 minutes de chauffage $\times 200$.

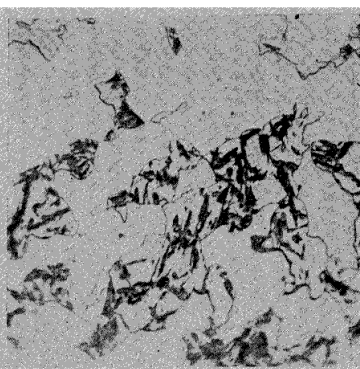


Fig. 55. — Même point
que la figure précédente $\times 900$.

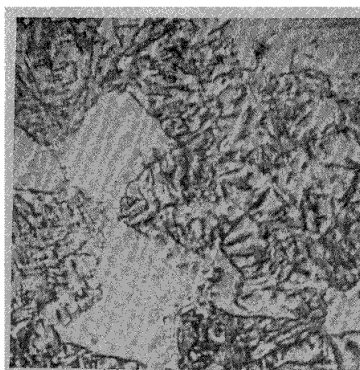


Fig. 56. — Trempe à 800°
après 2 minutes de chauffage $\times 900$.

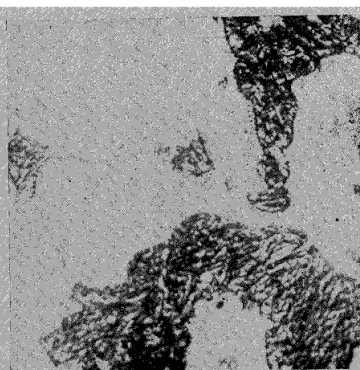


Fig. 57. — Trempe à 800°
après 1 heure de chauffage $\times 900$.

Résumé. — Les essais mécaniques entrepris sur les aciers trempés se sont heurtés à des causes d'erreurs et des difficultés expérimentales qui ont rendu inutilisables, dans beaucoup de cas, les résultats numériques obtenus : cependant, l'essai de traction, en particulier, a montré nettement l'influence de la

Acier C à 0,25 p. 100 carbone (suite). — Trempé à 950°.

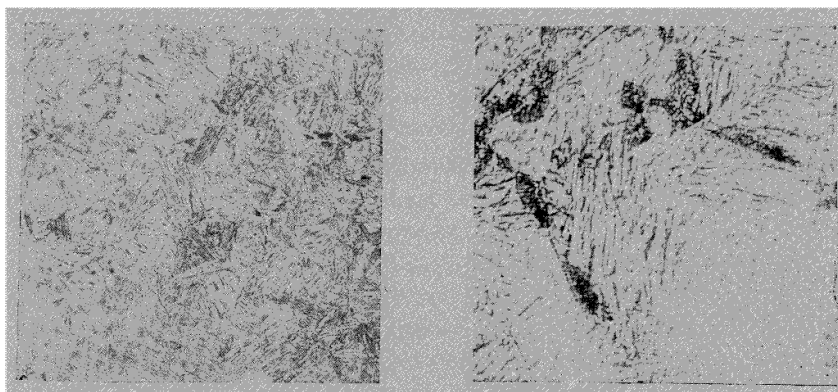


Fig. 58.
Après 1 heure de chauffage $\times 200$.

Fig. 59.
Après 2 minutes de chauffage $\times 900$.

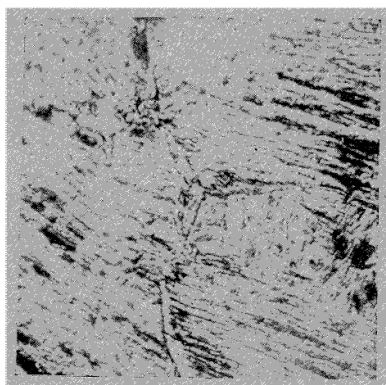


Fig. 60. — Après 1 heure de chauffage $\times 900$.

durée de chauffage sur les aciers hypo-eutectiques et eutectiques. Quant aux aciers hyper-eutectiques, on peut dire que tous les essais mécaniques effectués sont inexacts au point de les rendre complètement illusoires; c'est cet échec, constaté après un très grand nombre de déterminations, qui nous a incité à étudier la résistance électrique dont, d'autre part, l'importance au point de vue théorique a été signalée dans le chapitre introductif à ce travail.

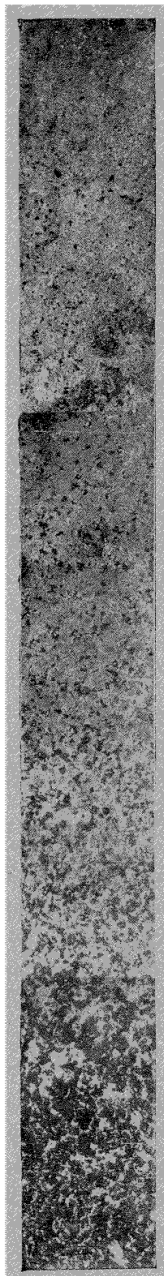
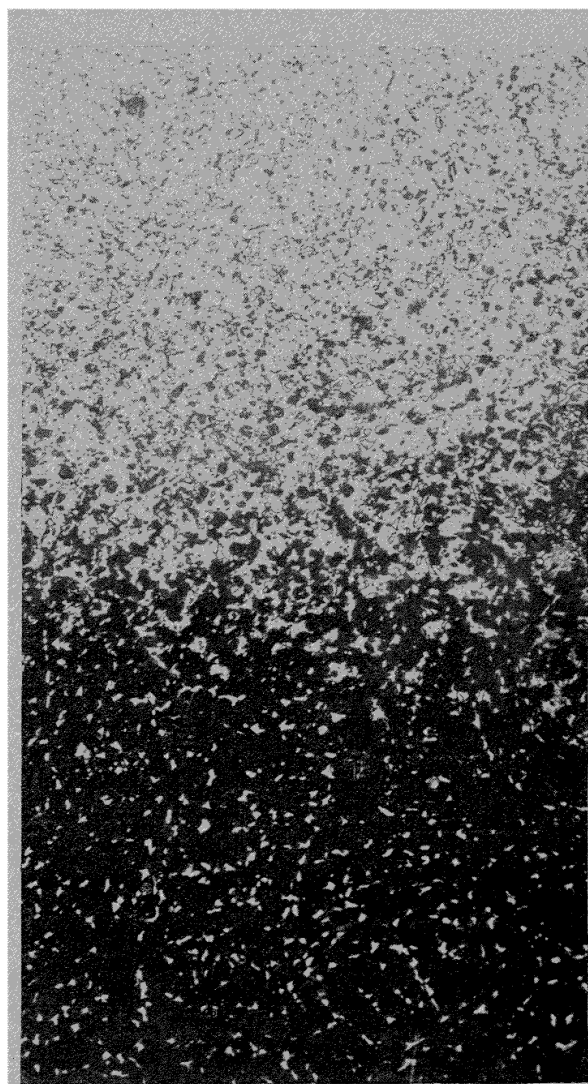


Fig. 61. — Acier C (1,30 p. 100 C) trempé à 800° après 20 minutes de chauffage. Attaqué au réactif de Benedicks $\times 60$.



Cémentite et
martensite

Cémentite,
troostite et
martensite

Cémentite et
troostite

Fig. 62. — Acier F (1,30 p. 100 C) trempé à 800° après 20 minutes de chauffage. Attaque au réactif de Benedicks $\times 250$.

Cependant la micrographie, tout en illustrant l'hétérogénéité de trempe vérifiée au point de vue dureté par l'essai Shore, a permis qualitativement, de constater la dissolution de la cémentite croissante avec la durée de chauffage, surtout à température élevée.

Avant d'entreprendre l'étude de la résistance électrique, nous avons exécuté une série de déterminations de courbes d'échauffement par la méthode différentielle, afin d'essayer d'apprécier calorimétriquement les différents états de trempe : on en trouvera le résumé dans la note IV annexée.

CHAPITRE II

INFLUENCE SUR LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE

Considérations générales. — On sait que la trempe augmente la résistance électrique de l'acier d'autant plus que sa teneur en carbone est plus élevée ; d'autre part, Benedicks (1) a donné la formule suivante pour exprimer la résistance électrique des aciers :

$$\rho = 7,6 + 26,8 \Sigma C \text{ microhms-cc.}$$

avec $\Sigma C = C + \frac{12,0}{28,4} \text{ Si} + \frac{12,0}{55,0} \text{ Mn} + \dots$

c'est-à-dire que la résistance électrique est fonction linéaire de la somme ΣC des valeurs en carbone des éléments en *solution solide* dans l'acier ; on doit en conclure que, dans le cas d'accroissement de résistance électrique par trempe, ce dernier traitement a pour effet de maintenir le carbone à l'état de solution solide. Si l'on corrige l'influence des impuretés, c'est-à-dire si l'on retranche de la résistance électrique la somme des valeurs en carbone

$$\Sigma C - C = \frac{12,0}{28,4} \text{ Si} + \frac{12,0}{55,0} \text{ Mn} + \dots$$

multipliée par 26,8, on peut suivre les variations dues au carbone en solution solide. Cette correction faite, les chiffres obtenus doivent vérifier la relation

$$\rho = 7,6 + 26,8 C$$

si on suppose que par trempe tout le carbone a été mis en solution ; c'est ce qu'admet implicitement Benedicks dans ses essais de trempe exécutés sans doute à température (non indiquée par l'auteur) notablement supérieure au point critique le plus élevé, ce qui l'a d'ailleurs conduit pour des aciers riches en carbone (1,35 et 1,30 p. 100 C) à la chauffer à la forge pour obtenir une résistance cadrant avec la formule. Plus tard (2) le même auteur s'est préoccupé

(1) Thèse Upsala, 1904.

(2) *Revue de Métallurgie*, VI, 499, 1909.

cupé de la question de température de trempe et a trouvé, notamment pour un acier à 1,20 pour 100 C, un accroissement continu de la résistance électrique avec la température, montrant ainsi que dans ces conditions des qualités croissantes de carbone sont mises en solution; d'après ce que nous venons de voir dans le chapitre précédent, ceci s'explique et, de plus, nous devons avoir un résultat dans le même sens, en augmentant la durée de chauffage et avoir ainsi, sinon une mesure, du moins une appréciation de la vitesse de dissolution de la cémentite. Mais avant d'exposer les expériences, il nous paraît intéressant d'envisager, au point de vue général, ce qui n'a pas été fait par Benedicks, l'influence, sur la résistance électrique, de la température de trempe en nous plaçant dans le cas où l'équilibre est atteint à la température de trempe par suite d'une durée de chauffage suffisante et en admettant, pour simplifier, l'hypothèse théorique que l'état de solution du carbone est entièrement maintenu par la trempe. Ceci nous donnera en tout cas une valeur maximum de la résistance après trempe dans les conditions de chauffage envisagées.

Nous admettrons que, dans le cas de mise en solution complète, la résistance varie linéairement selon la formule :

$$\rho = 7,6 + 26,8 \text{ C}$$

et serait par suite représentée (fig. 63) par une droite $a' e'$; son inverse, la conductibilité, serait par suite représentée (même fig. 63) par une branche d'hyperbole équilatère $abce$ ayant pour asymptotes l'axe des x et une perpendiculaire ayant, pour abscisse, l'abscisse à l'origine de la droite $a' e'$.

Ces deux lignes, droite $a' e'$ et courbe $abce$, nous donnent donc, en fonction de leur teneur en carbone, la résistivité et la conductibilité spécifique des solutions solides saturées de carbone supposées maintenues à la température ordinaire et par conséquent provenant de trempes effectuées toutes à des températures supérieures aux points correspondants de la ligne GOSE du diagramme (donnée en haut de la fig. 63). Examinons, avec les hypothèses indiquées précédemment, le cas de trempe effectué à des températures plus basses.

1° Supposons que pour toute la série des aciers la trempe soit effectuée de façon à maintenir l'état existant à la température de l'horizontale ABCD très peu au-dessus de la ligne eutectoïde PSK. Entre A et B nous aurons un mélange de fer pur et de solution solide B ayant la teneur en carbone marquée par l'abscisse du point B, la résistivité et la conductibilité spécifique de ces deux constituants sont données respectivement par les points a' , a pour le fer et b' , b pour la solution solide. Or on sait que la conductibilité d'un mélange de deux constituants est, d'après Le Chatelier, Guertler, Kurnakow et Zemczuznij, fonction linéaire de la conductibilité des deux constituants; la conductibilité spécifique du mélange en question, est donc représentée en fonction de la

teneur en carbone par la droite ab ; son inverse, la résistivité, est par suite

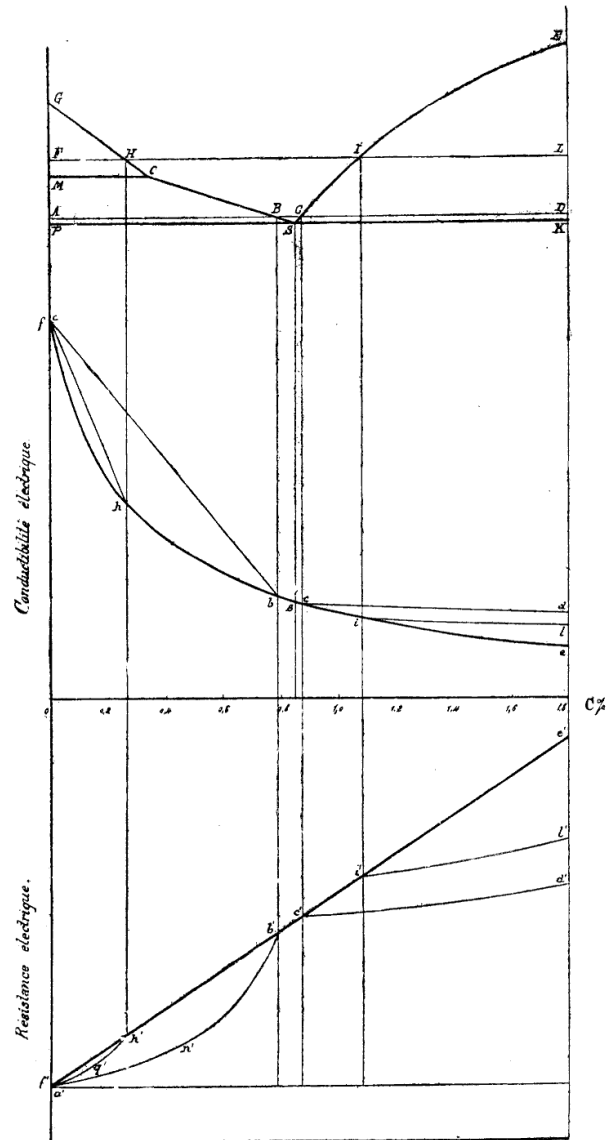


Fig. 63.

donnée par une branche d'hyperbole équilatère $a'n'b'$ passant par les points

$a' b'$ et ayant pour asymptote l'axe des abscisses et une perpendiculaire menée par l'abscisse à l'origine de $a b$.

De B à C on a affaire à une solution solide unique dont la conductibilité et la résistivité sont représentées respectivement par les lignes bc et $b'c'$.

De C à D on est en présence d'un mélange d'une solution solide de concentration en carbone donnée par l'abscisse du point C et de cémentite; la conductibilité est donc représentée, en fonction de la teneur en carbone, par la droite ed réunissant le point e , marquant la conductibilité de la solution solide C au point figuratif de la conductibilité de la cémentite, et la résistance électrique serait figurée par un arc d'hyperbole $c' d'$.

Il en résulte que si par trempe on maintient la constitution correspondant à l'horizontale ABCD, on aura comme ligne représentative de la conductibilité et de la résistivité une série de droites et de branches d'hyperbole équilatère respectivement figurées par $abcd$ et $a'b'c'd'$.

En aucun cas, la trempe effectuée à la température de la ligne ABCD ne pourra, pour la résistivité, donner des valeurs supérieures à celles indiquées par la ligne $a' b' c' d'$ et, pour la conductibilité, des valeurs inférieures à la courbe $a b c d$.

De même, si on maintenait l'état existant à la température de l'horizontale FHI L on obtiendrait, pour les lignes représentatives de la conductibilité et de la résistivité, les lignes $f h i l$ et $f' h' i' l'$ formées d'une succession de droites et d'arcs d'hyperbole.

De toutes façons, on voit l'influence de la température de trempe qui apparaît comme particulièrement importante pour les aciers hyper-eutectiques. La durée de chauffage qui influe sur la solubilisation du carbone agit d'une manière analogue.

Dispositif expérimental. — Les éprouvettes tournées à 8 mm de diamètre exactement (à 2/100 mm près) avaient 130 mm de longueur, étaient placées dans un petit montage formant cage d'écureuil contenant sept éprouvettes et porté par une longue tige en fer permettant l'immersion dans le bain de sel et la trempe. Ce bain de sel avait 150 mm de diamètre et une contenance de 10 kg environ de sel fondu, il était muni d'un couple thermo-électrique. Dans ces conditions, on observait, lors de l'introduction des éprouvettes et du montage, une baisse de 50°, lorsque la température du bain était dans les environs de 800°, cette baisse s'effectuant en moins de 2 minutes. On portait donc le bain à 850°, on introduisait le tout et on était sûr, en raison des expériences et considérations développées dans le chapitre I, que les éprouvettes avaient sûrement et uniformément la température de 800° au bout de 2 minutes. Pour les

durées de séjour supérieures, on réglait le chauffage de façon à maintenir à 800°.

On procédait de la même façon lorsqu'on voulait effectuer le chauffage à d'autres températures; par exemple à 950° on tenait compte d'une baisse de température de 70° déterminée expérimentalement au préalable.

La trempe se faisait dans l'eau froide et constamment agitée.

Après trempe, les éprouvettes étaient passées à la brosse métallique et au besoin légèrement au papier d'émeri de façon à avoir une surface très propre et on déterminait la résistance électrique par la méthode du pont de Thomson entre deux points distants de 100 mm; ceci se faisait très commodément en utilisant un petit dispositif à couteaux en acier trempé contre lequel l'éprouvette était appuyée par des marteaux à ressort servant d'arrivée de courant et qui a été décrit dans notre étude sur la résistance électrique des aciers spéciaux ternaires (Carnegie Scholarship Memoirs, I, 230, 1909 et Rev. de Mét. VI, 1304, 1909).

Aciers employés. — On a étudié neuf nuances d'aciers très purs de teneur en carbone variant de 0,11 à 2,04 p. 100 et dont les analyses sont rassemblées dans le tableau VI : les trois aciers hyper-eutectiques sont les aciers E, F, G des

TABLEAU VI

Analyses des aciers pour essais de résistance électrique.

MARQUE DE L'ACIER.	NATURE DE L'ACIER.	C	Mn	Si	S	P
a	Acier Martin Assailly	0,11	0,36	0,01	0,009	0,017
b	— — — — —	0,17	0,47	traces	0,022	0,033
c	— au creuset Holtzer	0,30	0,12	0,08	0,034	0,025
d	— — — — —	0,37	0,14	0,11	0,023	0,021
e	— au creuset Imphy	0,56	0,14	0,09	0,022	0,022
f	— au creuset Holtzer	0,88	0,14	0,08	0,013	traces
E	— — — — —	1,08	0,10	0,04	0,009	0,005
F	— électrique Allevard	1,30	0,20	0,12	0,027	0,046
G	— au creuset Edgar Allen	2,04	0,48	0,27	0,038	traces

expériences précédentes. Les aciers *c, d, e, f, E* préparés au creuset sont particulièrement purs, ils contiennent moins de 0,15 p. 100 Mn et de 0,11 p. 100 Si.

Les analyses ont été effectuées par les mêmes méthodes que celles indiquées dans le chapitre II.

Pour tenir compte néanmoins des impuretés, on a fait le calcul de la correction que subit de ce fait la résistivité, au moyen de la formule de Benedicks. Les éléments de ce calcul figurent dans le tableau VII.

Résultats. — Pour tous les aciers on a effectué des trempes à 750° après des durées de chauffage variables et une trempe à 1000° après 10 minutes de chauffage : les essais ont été complétés pour certains aciers par des trempes après divers temps de chauffage à 850 et 900°.

TABLEAU VII
Correction due aux impuretés (d'après BENEDICKS).

MARQUE de L'ACIER.	VALEUR EN CARBONE DES ÉLÉMENTS DISSOUS					CORRECTION de la RÉSISTANCE électrique 26,8 ($\Sigma C-C$).
	$\frac{12}{55}$ Mn	$\frac{12}{28,4}$ Si	$\frac{12}{32}$ S	$\frac{12}{31}$ P	Total $\Sigma C-C$	
a	0,078	0,004	0,003	0,006	0,091	2,44
b	0,102	»	0,008	0,021	0,134	3,50
c	0,026	0,033	0,012	0,009	0,880	2,14
d	0,030	0,046	0,009	0,008	0,093	2,49
e	0,030	0,038	0,008	0,007	0,081	2,14
f	0,030	0,033	0,004	»	0,067	1,79
E	0,021	0,016	0,003	0,001	0,041	1,10
F	0,043	0,050	0,010	0,017	0,120	3,22
G	0,104	0,114	0,014	»	0,232	6,22

Le tableau VIII résume les résultats des mesures effectuées, on y trouvera les résistivités constatées, et les mêmes chiffres corrigés d'après le tableau VII suivant la formule de Benedicks : les premiers peuvent servir de comparaison seulement entre les résultats des différents traitements pour un même acier, les derniers au contraire permettent de comparer les divers aciers entre eux.

On voit d'abord l'effet très net de la trempe sur la résistivité, par l'accroissement vis-à-vis des aciers recuits, surtout pour les fortes teneurs en carbone ; c'est ainsi que pour l'acier F à 1,30 p. 100 elle est de 27,80 microhms alors qu'elle n'est que de 1,04 microhms pour l'acier a à 0,11 p. 100 C.

On peut se proposer d'examiner successivement l'influence de la durée de chauffage pour une température donnée et l'effet de cette température pour une même durée de chauffage.

1° *Influence de la durée de chauffage.* — Considérons la température de 750° : à peine sensible pour l'acier a à 0,11 p. 100 C, cette influence est nettement visible pour les aciers b à 0,17 p. 100 C, d à 0,37 p. 100 C, f à 0,88 p. 100 C, E à 1,30 p. 100 C, G à 2,04 p. 100 C.

Pour ce dernier et pour l'acier E à 1,08 p. 100 C, on note une diminution de résistivité après 20 minutes de chauffage, ce qui est vraisemblablement

TABLEAU VIII
Résistance électrique des aciers au carbone après divers traitements.

MARQUE de L'ACIER.	TENEUR en CARBONE.	TEMPÉRATURE de CHAUFFAGE.	DURÉE de CHAUFFAGE.	RÉSISTIVITÉ.	RÉSISTIVITÉ CORRIGÉE (d'après Benedicks).
	p. 100.	degrés.	minutes.	microhms/cc.	microhms/cc.
a	0,11	0	0	13,30	10,86
		750	2	14,26	11,82
		Id.	10	14,31	11,87
		Id.	20	14,31	11,87
		1 000	10	14,36	11,92
b	0,17	0	0	14,61	11,11
		750	2	16,38	12,88
		Id.	10	16,53	13,03
		Id.	20	16,78	13,28
		1 000	10	16,63	13,13
c	0,30	0	0	14,26	12,12
		750	2	15,37	13,23
		Id.	10	15,37	13,23
		Id.	20	15,63	13,49
		850	2	15,97	13,83
		Id.	10	17,38	15,24
		Id.	20	17,74	15,60
		1 000	10	18,21	16,07
d	0,37	0	0	15,17	13,68
		750	2	16,98	14,49
		Id.	10	19,35	16,84
		Id.	20	19,40	16,91
		1 000	10	19,65	17,16
e	0,53	0	0	16,83	14,69
		750	2	16,85	14,71
		Id.	10	17,00	14,86
		Id.	20	20,54	18,40
		1 000	10	23,60	21,46
f	0,88	0	0	16,84	15,05
		750	2	20,12	18,33
		Id.	10	30,11	28,32
		Id.	20	28,72	26,93
		900	2	36,54	34,75
		Id.	10	37,90	36,11
		Id.	20	35,79	34,00

TABLEAU VIII (Suite)

MARQUE de L'ACIER.	TENEUR en CARBONE.	TEMPÉRATURE de CHAUFFAGE.	DURÉE de CHAUFFAGE	RÉSISTIVITÉ. microhms/cc.	RÉSISTIVITÉ CORRIGÉE (d'après Benedicks). microhms/cc.
E	p. 100. 1,08	degrés. 0	minutes. 0	16,62	13,52
		750	2	20,51	19,41
		Id.	10	29,88	28,78
		Id.	20	26,35	25,23
		900	2	35,44	34,34
		Id.	10	36,84	33,74
		Id.	20	36,28	33,18
		1 000	10	38,05	36,95
F	1,30	0	0	20,08	17,86
		750	2	22,78	19,56
		Id.	20	31,32	28,10
		1 000	10	48,88	45,66
G	2,04	0	0	23,12	21,90
		750	2	30,81	27,59
		Id.	20	40,16	34,94
		850	2	46,87	43,65
		1 000	2	54,70	51,48
		Id.	10	54,70	51,48

attribuable à une décarburation superficielle au bain de sel; fait qui s'observe également pour l'acier E trempé à 900°. C'est pour cela que les chiffres obtenus après 20 minutes de chauffage à 750° pour les aciers F et G plus carburés sont sans doute trop faibles de ce chef, et il en est peut être de même pour le chiffre obtenu pour l'acier G après 10 minutes de chauffage à 1 000°.

Quoi qu'il en soit, nous trouvons pour la première fois d'une façon aussi démonstrative, par l'étude de la résistance électrique, une indication sur la vitesse de réaction; cette dernière est loin d'être instantanée, et rien même, dans certains cas, ne prouve que l'état d'équilibre est atteint après 20 minutes de chauffage; mais on ne saurait prolonger cette durée en raison de la décarburation dont l'influence fausserait les résultats.

A l'appui de cette manière de voir, on peut citer les résultats obtenus avec l'acier *f* à 0,88 p. 100 C; étant très voisin de l'eutectique, l'état d'équilibre à 750° est le même que celui à 900° puisque dans les deux cas on doit aboutir à une mise en solution solide complète de tout le carbone de l'acier. Or, on note

un accroissement de résistivité après trempe quand la température de chauffage passe de 750 à 900°; le chiffre obtenu après 2 minutes de chauffage à 900° (34,75 microhms) est même supérieur à celui constaté après 20 minutes de chauffage à 750° (26,93 microhms), montrant que la réaction n'est non seulement pas achevée dans ce dernier, mais se fait avec une vitesse incomparablement plus grande. Si on porte à 10 minutes la durée de chauffage à 900° on obtient encore un accroissement de résistivité après trempe (36,11 microhms) (1).

2° *Influence de la température de chauffage.* — L'accroissement de la température de chauffage peut modifier l'équilibre final et, en tout cas, accroît la vitesse de réaction, c'est-à-dire la solubilisation du carbone. Ce que nous venons de dire au sujet des résultats trouvés avec l'acier *f* à 0,88 p. 100 C démontre nettement ce dernier fait.

De toutes façons, pour ces deux raisons, l'élévation de température de chauffage accroît la résistivité après trempe, surtout dans les aciers hyper-eutectiques; il suffit de considérer les résultats fournis par les aciers *E, F* et *G*. Pour l'acier *F* (1,30 p. 100 C) en particulier, la résistivité est presque doublée quand on passe de la température de 750° à celle de 1 000°.

Ces quelques remarques montrent tout l'intérêt de la résistance électrique pour l'étude des états de trempe, elle nous fournit une preuve convaincante de l'influence des conditions de chauffage pour les aciers ordinaires au carbone, ce que nous n'avons pu obtenir d'une manière aussi décisive par les essais mécaniques. Si maintenant nous examinons dans leur ensemble les résultats obtenus pour des conditions identiques de traitement, on voit que la résistivité des aciers trempés croît rapidement avec la teneur en carbone. Si on extrapole les résultats obtenus par trempe à 1 000° après 10 minutes de chauffage pour les aciers hypo-eutectiques, on trouve, comme résistivité du fer pur, une valeur de 9,3 microhms à 20°, donc supérieure à celle indiquée par Benedicks (7,6 microhms), mais se rapprochant plus des chiffres trouvés directement par divers auteurs, sur du fer pur et notamment sur le fer électrolytique. On peut en particulier signaler les déterminations suivantes :

Lorenz.	10,37 microhms cc.
Kohlrausch.	9 —
Preece.	9,73 —
Meyer.	10,37 microhms cc (2).
Guillet et Portevin	9,98 —

(1) Il convient de noter également que l'accroissement de la température de chauffage tend à faciliter le maintien par trempe de l'état stable à chaud, et, par suite, il ne faut attribuer à ces chiffres aucune valeur de mesure de la vitesse de réaction, même approximative.

(2) Par interpolation à 20° des chiffres trouvés par cet auteur (*Ber. Dtsch. Physik Ges.*, XIII, 691, 1914) à 0° et à 50°.

TITRE II. — Aciers spéciaux à carbure.

C'est un fait déjà signalé que pour les aciers spéciaux à carbure tels que les aciers au chrome, au tungstène, au molybdène, les conditions de chauffage avant trempe ont une influence très sensible sur les propriétés des aciers trempés, en raison, particulièrement, des difficultés de mise en solution solide des carbures dans ses aciers spéciaux; mais aucune étude systématique n'avait été faite sur l'influence de la durée de chauffage. Sans aborder ici l'effet de la température maximum de chauffage sur la position des points de transformation au refroidissement et notamment l'étude des « températures d'abaissement », nous avons envisagé l'effet des durées de chauffage croissantes de 2 minutes, 10 minutes et 3 minutes, à des températures de 800°, 950° et 1050°.

Les aciers choisis étaient au nombre de 11 :

1° 5 aciers au chrome dont 3 contenant environ 0,1 p. 100 C avec 7 à 25 p. 100 Cr et 2 contenant environ 0,7 p. 100 C avec 10 et 25 p. 100 Cr.

2° 4 aciers au tungstène dont 2 contenant environ 0,1 p. 100 C avec 5 et 13 p. 100 W et 2 contenant environ 0,7 p. 100 C avec 10 et 15 p. 100 W;

3° 2 aciers au molybdène contenant environ 0,7 p. 100 C avec 1 et 2,5 p. 100 Mo.

Les résultats des analyses effectuées sont réunis dans le tableau IX.

TABLEAU IX
Analyse des aciers spéciaux à carbure.

MARQUE de L'ACIER.	C	Mn	Si	S	P	Cr	W	Mo
Aciers au chrome.								
1C7	0,10	0	0,25	0,106	0,018	8,82		
1C13	0,13	Trace.	0,34	0,039	0,017	17,24		
1C25	0,08	Trace.	0,42	0,041	0,013	27,42		
8C10	0,75	0,05	0,34	0,028	0,016	10,18		
8C25	0,31	0	2,22	0,041	0,016	29,34		
Aciers au tungstène.								
1T5	0,09	0	0,07	0,019	0,017		5,30	
1T15	0,06	0	0,13	0,041	0,016		13,54	
8T10	0,70	0	0,18	0,049	0,016		10,29	
8T15	0,66	0	0,15	0,039	0,018		15,03	
Aciers au molybdène.								
8MO1	0,72	0	0,18	0,065	0,036			1,19
8MO2	0,77	Traces.	0,16	0,063	0,052			2,53

TABLEAU X
Résistivité des aciers spéciaux à carbure après divers traitements.

MARQUE de L'ACIER.	DURÉE du CHAUFFAGE.	TEMPÉRATURE de CHAUFFAGE.	RÉSISTIVITÉ.
	minutes.	degrés.	microhms/cc.
1C7	2	800	47,34
	10	Id.	50,82
	2	900	49,20
	2	950	52,37
	10	Id.	52,71
	2	1 050	52,71
1C13	2	800	54,34
	10	Id.	54,45
	30	Id.	52,71
	2	900	57,23
	2	950	60,62
	10	Id.	62,48
	30	Id.	60,63
	2	1 050	60,02
	10	Id.	65,26
1C25	2	800	55,55
	10	Id.	56,10
	30	Id.	57,45
	2	900	57,45
	2	950	58,41
	10	Id.	58,02
	30	Id.	57,94
	10	1 050	59,50
8MO2	10	800	39,01
	2	900	39,00
8C10	2	800	45,75
	10	Id.	48,25
	2	900	47,50
	2	950	52,93
	10	Id.	56,10
	30	Id.	57,50
	2	1 050	65,00
	10	Id.	64,62
8C25	2	800	66,26
	10	Id.	66,30

TABLEAU X (Suite)

MARQUE de L'ACIER.	DURÉE du CHAUFFAGE.	TEMPÉRATURE de CHAUFFAGE.	RÉSISTIVITÉ.
	minutes.	degrés.	microhms/cc.
8C25	2	900	66,43
	2	950	65,60
	10	Id.	65,26
	30	Id.	68,31
	2	1 050	66,04
	10	Id.	67,50
4T15	2	800	18,52
	10	Id.	18,48
	2	900	19,05
	2	950	20,09
	10	Id.	21,07
8MO1	2	800	43,17
	10	Id.	39,34
	2	950	39,92
	10	Id.	39,91
	2	1 050	40,91
	10	Id.	42,33

Les éléments habituels des aciers ont été dosés par les méthodes indiquées précédemment à propos des aciers au carbone; pour les éléments spéciaux, on a adopté les méthodes analytiques suivantes :

Dosage du chrome. — La solution chlorhydrique, peroxydée par l'acide azotique et débarrassée de la majeure partie du fer par la méthode de Rothe, est précipitée par l'ammoniaque, et on dose, après fusion avec le peroxyde de sodium, le chrome volumétriquement par la méthode au permanganate et au sulfate ferreux.

Dosage du tungstène. — La solution dans l'eau régale est évaporée trois fois avec l'acide chlorhydrique concentré, on reprend par l'eau et le résidu insoluble est pesé; par l'acide fluorhydrique, on détermine la silice entraînée et on a TuO^3 .

Dosage du molybdène. — On le dose à l'état de MoS après précipitation par H^2S de la solution chlorhydrique.

Étant donnés les mécomptes fournis par les essais mécaniques sur les aciers au carbone trempés, nous n'avons pas voulu recommencer une série de déter-

minations inutiles et nous nous sommes limité à l'étude de la dureté seule, effectuée soit à la bille Brinell, soit au scléroscope Shore.

Par contre, nous avons toutes les raisons d'adopter, comme procédé de mesure, la résistivité, étant donnés les intéressants résultats qu'elle nous avait fournis pour les aciers au carbone.

Nous diviserons donc cette étude des aciers spéciaux à carbure, en deux parties formant chacune un chapitre.

Chapitre III. — Influence sur la résistance électrique.

Chapitre IV. — Influence sur la dureté.

Bien entendu, on a examiné au microscope toutes les éprouvettes d'essais avant et après le traitement et nous dirons quelques mots du résultat de cet examen.

CHAPITRE III

INFLUENCE SUR LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE

Les éprouvettes étaient identiques à celles utilisées dans l'étude des aciers ordinaires, c'est-à-dire sous forme de barreaux de 8 mm de diamètre et 130 mm de longueur : on en mesurait la résistance entre deux points distants de 100 mm au pont de Thomson. Pour le mode opératoire de la trempe des éprouvettes, il n'y a qu'à se reporter à ce qui a été dit à ce sujet dans le chapitre II. Certaines éprouvettes fendues à la trempe ont dû être éliminées.

Plusieurs de ces éprouvettes ayant été confectionnées à la meule, le barreau était tenu à la main par l'ouvrier, les diamètres oscillent entre 8,11 mm et 7,82 mm. On prenait sur chaque barreau la moyenne de plusieurs déterminations de diamètre lors du calcul de la résistivité. Mais pour cette raison et peut-être aussi par suite d'une hétérogénéité fréquente dans les aciers à carbure, les chiffres de résistivité sur barreaux recuits à 850° présentaient de légers écarts : ces écarts spécifiques pouvaient ensuite masquer les différences dues au traitement; on a, tout en donnant, dans le tableau X (page 254), les résistivités calculées pour toutes les éprouvettes après différents traitements, consigné dans le tableau XI l'accroissement par trempe de la résistance totale des barreaux sur 10 cm de longueur; on élimine ainsi sûrement l'influence des irrégularités de diamètre et on a atténué considérablement l'effet de l'hétérogénéité si elle existe. D'ailleurs on peut remarquer que les anomalies qu'on peut trouver dans les chiffres de résistivité du tableau X disparaissent complètement dans le tableau XI.

TABLEAU XI

Aciers spéciaux à carbure.

Accroissement par trempe de la résistance électrique totale de barreaux de 10 cm de longueur sur 8 mm environ de diamètre.

(Les diamètres ont oscillé entre 8,11 mm et 7,82 mm).

MARQUE de L'ACIER.	DURÉE de CHAUFFAGE.	ACCROISSEMENT DE RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE PAR TREMPE (en 10 ⁻⁶ ohms).			
		Chauffage à 800°.	Chauffage à 900°.	Chauffage à 950°.	Chauffage à 1050°.
	minutes.				
1C7	2	35	85	135	160
	10	110	»	153	»
1C13	2	0	4	8	22
	10	0	»	6	20
	30	7	»	8	»
1C25	2	0	0	0	»
	10	0	»	0	4
	30	0	»	0	»
8C10	2	80	152	235	435
	10	140	»	280	455
	30	»	»	320	»
8C25	2	0	0	0	20
	10	0	»	0	30
	30	»	»	0	»
1T15	2	10	20	35	»
	10	10	»	65	»
8M01	2	300	»	340	345
	10	320	»	335	385
8M02	2	»	330	»	»
	10	315	»	»	»

On peut ainsi faire les constatations suivantes (1) :

1° La durée de chauffage avant trempe a un effet net sur la mise en solution des carbures.

(1) Le manque de métal n'a pas permis d'effectuer autant d'essais sur les aciers au tungstène et au molybdène que sur les aciers au chrome.

2° L'accroissement de résistance électrique, et conséquemment la quantité de carbure dissous par trempe, croît avec la température et la durée de chauffage.

3° Par contre, pour les aciers au chrome, le dernier s'oppose à la mise en solution solide par trempe : au point que, pour les aciers 1C25 et 8C25, ce n'est qu'après trempe à 1050° qu'on peut observer un très léger accroissement de résistance électrique.

4° A égalité de teneur en chrome, le carbone augmente l'accroissement de la résistance électrique par trempe.

En résumé, on voit très clairement l'influence de la température de trempe et de la durée de chauffage avant trempe sur la résistance électrique, et, par suite, sur la mise en solution du carbure; les résultats ainsi obtenus sont très nets à cet égard. On voit la lenteur de dissolution du carbure, dès que la teneur en élément spécial est assez grande. Les résultats donnés par les aciers 1C13, 8C10 et 1T15 sont particulièrement démonstratifs.

CHAPITRE IV

INFLUENCE SUR LA DURETÉ

La dureté a été déterminée par la méthode Brinell et par le scléroscope Shore, comme nous le verrons; les renseignements fournis par ce dernier appareil sont moins intéressants en raison de la décarburation superficielle et des tapures.

Dans chaque échantillon d'acier, autant que nous le permettait la quantité du métal dont nous disposions, il a été découpé des éprouvettes cylindriques de hauteur égale de 20 mm. Les bases du cylindre meulées et polies ont servi d'abord à l'examen microscopique, puis successivement aux essais Shore et Brinell.

On a d'abord déterminé sur toutes ces éprouvettes la dureté après recuit, les moyennes de toutes les mesures sont consignées dans la dernière colonne des tableaux XII et XIII.

On a ensuite procédé comme il a été dit, au bain de sel, à des trempes à 800°, 950° et 1050° après des durées de chauffage de 2, 10 et 30 minutes. Après ce traitement et un nouveau polissage, on recommençait les observations microscopiques et les essais de dureté.

La détermination de la dureté a été, dans certains cas, rendue difficile, les aciers ayant tapé à la trempe. C'est ainsi que les aciers au molybdène sont

TABLEAU XII
Essais de dureté Brinell sur les aciers spéciaux à carbure
après divers traitements.

MARQUE de L'ACIER.	DURÉE de CHAUFFAGE.	DURETÉ APRÈS TREMPE.			DURETÉ APRÈS RECUIT (moyenne de toutes les éprouvettes).
		Chauffage à 800°.	Chauffage à 950°.	Chauffage à 1 050°.	
	minutes.				
4C7	2	175	422	512	172
	10	174	463	516	
	30	179	516	524	
4C13	2	179	298	435	164
	10	187	346	487	
	30	190	364	»	
4C25	2	178	179	213	176
	10	179	180	220	
	30	181	189	224	
8C10	2	210	573	»	207
	10	220	586	658	
	30	231	615	701	
8C25	2	191	197	216	189
	10	198	192	248	
	30	196	188	»	
4T5	2	216	263	»	158
	10	246	305	»	
	30	284	289	»	
4T15	2	192	183	291	180
	10	207	192	300	
	30	212	200	315	
8T10	2	260	501	»	223
	10	453	555	»	
	30	473	600	»	
8T15	2	444	664	766	265
	10	658	690	782	
	30	670	695	»	
8MO1	2	707	632	664	321
	10	733	658	713	
	30	744	»	719	
8MO2	2	321	302	695	320
	10	725	652	707	
	30	796	658	»	

régulièrement fendus pour toutes les trempes à 930° et 1 030° et presque toutes les trempes à 800°. Pour les autres aciers, le nombre des échantillons présentant des tapures croît avec la température de trempe et, quoique dans des proportions moindres, avec la durée de chauffage.

C'est en raison de cet accident que certains chiffres manquent dans les tableaux de dureté; nous avons en effet jugé utile de maintenir ces résultats par trop manifestement erronés.

Les chiffres obtenus par l'essai à la bille sont rassemblés dans le tableau XII. Dans leur ensemble, les résultats sont analogues à ceux fournis par l'étude de la résistance électrique : la dureté croît avec la durée de chauffage et la température de chauffage. L'influence de la durée est particulièrement mise en évidence par les essais sur les aciers au tungstène.

D'une manière générale, les traitements ayant laissé inchangée la résistance électrique, ont une influence nulle ou faible sur la dureté; on peut noter que les aciers 1C13 et 1C23 présentent pour des traitements n'ayant pas modifié la résistivité et par suite la teneur en carbure dissous, une action sur la dureté. Dans ce cas, il est vraisemblable d'admettre que cette modification trouve son origine dans un écrouissage interne dû à ce que les changements de volume pendant le refroidissement rapide ne s'effectuent pas simultanément dans toute la masse de l'acier. On peut remarquer, dans le même ordre d'idées, que si on considère les résultats dans l'ordre de température et de dureté croissante, l'effet de la trempe se manifeste plus tôt sur la dureté que sur la résistance électrique.

Sauf pour les aciers au molybdène on a constaté, dans les limites de température et de durée de chauffage étudiées, toujours une augmentation de ces deux facteurs,

Dureté Shore. — Nous ne dirons que peu de mots sur les résultats fournis par les nombreux essais que nous avons pratiqués et dont un certain nombre de chiffres moyens sont résumés dans le tableau XIII. Deux causes d'erreurs sont venues entacher les résultats et ont manifesté leur influence par la discordance avec les chiffres Brinell : la décarburation superficielle et les tapures. Nous avons signalé ce fait antérieurement avec M. Berjot (1), nous n'insisterons donc pas sur les chiffres, qui cependant, dans leur ensemble, montrent l'influence de la température de chauffage.

Examen micrographique. — Nous ne pouvons songer à décrire ici la micrographie de tous les échantillons observés, dont le nombre dépasse 170, ce qui correspond à une centaine de matières différentes, comme composition ou comme traitement, d'autant plus que les résultats sont loin d'être décisifs.

(1) *Revue de Métallurgie*, VII, 61, 1910.

TABLEAU XIII

**Essais de dureté Shore sur les aciers spéciaux à carbure
après divers traitements.**

(Les chiffres entre parenthèses ont trait à des échantillons tapés à la trempe.)

MARQUE de L'ACIER.	DURÉE de CHAUFFAGE.	REBONDISSEMENTS APRÈS TREMPE. (MARTEAU A POINTE DE DIAMANT.)			REBONDISSEMENTS avant TREMPE.
		Chauffage à 800°.	Chauffage à 950°.	Chauffage à 1050°.	
	minutes.				
4C7	2	27,5	62	71	22,6
	10	24,25	62,25	63,50	
	30	25,75	60,50	58,50	
4C13	2	30	44,25	60,50	20,50
	10	26	48,50	60	
	30	23,25	47	59,50	
4C25	2	26,75	27,50	35	23,50
	10	25,50	28,75	35	
	30	23,50	27,25	35	
8C10	2	33,75	77,50	69,25	26
	10	(29)	(74,25)	77,50	
	30	31,50	(75,50)	(70)	
8C25	2	33	28	31,50	25
	10	25	28	34,25	
	30	25	28	»	
4T15	2	34,50	25,50	46,50	24
	10	29,75	32	(39,50)	
	30	27	30	44,75	
4T5	2	38,75	39,75	»	24
	10	43,50	49	»	
	30	40,50	39,75	»	
8T10	2	43,25	85,25	»	31
	10	72,75	80	»	
	30	76	(70)	»	
8T15	2	68,25	85,50	84,75	35
	10	82,25	85,75	86,50	
	30	83	81,25	»	
8M01	2	78,25	81	84,50	40
	10	(74,25)	(75,50)	87,25	
	30	(74,25)	(78,50)	86,25	
8M02	2	51,50	85,25	86,50	43
	10	80,75	83,75	86,50	
	30	(80,25)	86,50	»	

A l'heure actuelle, pour les aciers à carbure double, la micrographie est une méthode d'appréciation qui non seulement n'est pas quantitative, mais de plus est d'une sensibilité inférieure aux deux moyens précédemment appliqués pour qualifier l'état de trempe, la dureté et la résistance électrique.

Acier 1 C 13 (C = 0,13 p. 100; Cr = 17,24 p. 100)
Attaques de 1 minute à l'eau régale glycinée × 200.

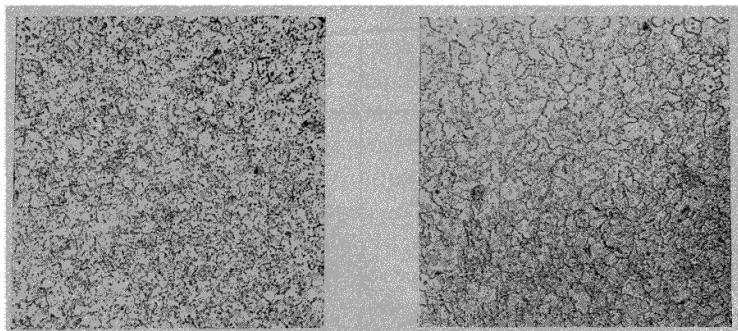


Fig. 64. — Recuit.

Fig. 65. — Trempé à 800°
 après 30 minutes de chauffage.

Acier 1 C 25 (C = 0,08; Cr = 27,42)
Attaques de 2 minutes à l'eau régale glycinée × 200.

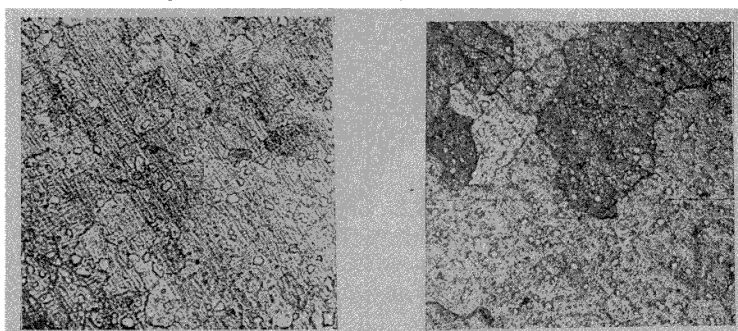


Fig. 66. — Recuit.

Fig. 67. — Trempé à 1050°
 après 2 minutes de chauffage.

Il est effectivement difficile de suivre la dissolution des carbures qui se fait, dans les conditions de traitement adoptées, d'une façon souvent insensible.

On peut cependant faire les remarques suivantes :

1° *Aciers au chrome.* — Pour les aciers 1C7 et C13, on peut apprécier une diminution du carbure avec la température et la durée de chauffage avant trempe (voir fig. 64 et 65), en même temps pour l'acier 1C7 on voit appa-

raître la structure martensitique. Cependant, pour l'acier 1C13, on note encore des petits grains de carbure persistant après chauffage de 30 minutes, à 1050°.

Pour les aciers 1C25 et 8C25, ils demeurent sans changement jusqu'à 30 minutes de chauffage à 950°. A 1050°, on peut noter une diminution du

Acier 1 T 5 (C=0,09; W=5,30)
Attaques de 4 minutes au réactif de Benedicks $\times 200$.

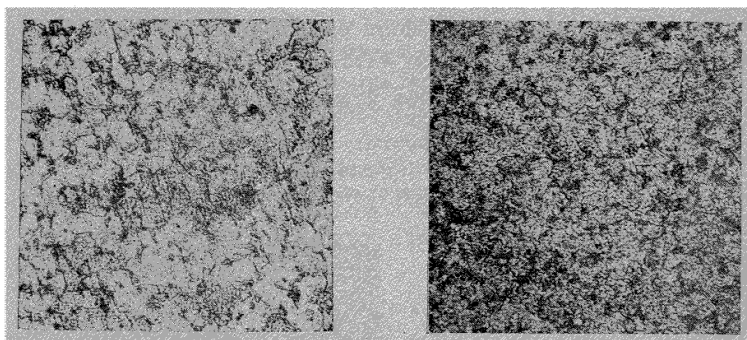


Fig. 68. — Recuit.

Fig. 69. — Trempé à 800°
 après 2 minutes de chauffage.

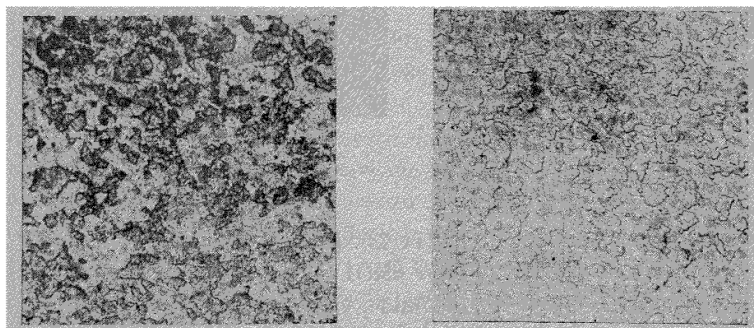


Fig. 70. — Trempé à 800°
 après 10 minutes de chauffage.

Fig. 71. — Trempé à 800°
 après 30 minutes de chauffage.

carbure à peine appréciable, en même temps que la masse s'organise en grands grains (fig. 66 et 67).

Pour l'acier 8C10, l'accroissement de température et de durée de chauffage donne de la troostite, puis de la martensite; mais il reste encore quelques petits points de carbure dans les échantillons trempés à 1050° après 30 minutes de chauffage.

2° *Aciers au tungstène.* — L'acier 4T5 (fig. 68) donne, par trempe, d'abord un mélange de martensite et de troostite, puis de la martensite par augmentation de la durée de chauffage avec trempe. Les photos 69, 70 et 71 montrent ce fait pour la température de 800°.

Pour les aciers à plus haute teneur en tungstène (4T15), la structure ne paraît pas modifiée par trempe, même à 1 050°; le même fait s'observe pour l'acier 8T10 au moins jusqu'à 950°, car il n'a pas été fait, pour lui, d'expériences à 1 050°. En tout cas, le carbure persiste jusqu'à 1 060° même après 30 minutes de chauffage, dans l'acier 8T15.

3° *Aciers au molybdène.* — Après 2 minutes de chauffage à 800°, on a

*Aciers 8MO1 (C=0,72; MO=1,19)
Attaques de 4 minutes au réactif de Benedicks.*

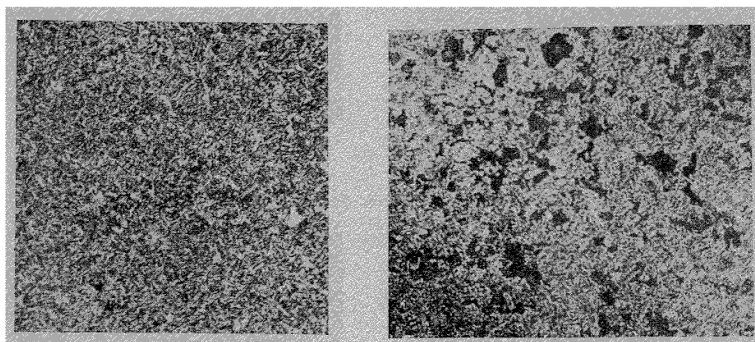


Fig. 72. — Recuit.

Fig. 73. — Trempe à 800°
après 30 minutes de chauffage.

martensite et de la troostite (fig. 72 et 73). Dès que le chauffage a atteint une durée de 10 minutes à 950°, l'acier 8MO1 paraît formé de martensite pure après trempe, cette martensite, colorable, le devient très peu lorsque la température de trempe atteint 1 050°. Des observations analogues peuvent être faites sur l'acier 8MO2; mais on note encore de petits grains de carbure après trempe à 1 050° effectuée après 10 minutes de chauffage.

Telles sont, très condensées, les principales constatations faites au microscope, concernant les échantillons d'aciers spéciaux à carbure trempés. On peut constater la lenteur de mise en solution solide des carbures, l'influence de la température de chauffage et celle de la durée de chauffage, quoique d'une façon bien moins sensible et moins nette qu'au moyen des autres essais; ceci est montré par le peu de résultats fournis par le nombre relativement considé-

rable d'observations au microscope, qui a dépassé 170 et ayant trait à peu près de cent échantillons différents soit comme nature, soit comme traitement.

CHAPITRE V

CONCLUSIONS

Après avoir cherché à éliminer ou à maintenir constants les différents facteurs et les phénomènes parasites qui interviennent dans le résultat d'une opération de trempe, de façon à isoler l'influence de la durée de chauffage à température constante précédant immédiatement la trempe, nous avons réussi, en nous adressant successivement à l'ensemble des propriétés mécaniques, à la résistance électrique, à l'étude calorimétrique et à l'examen micrographique, à mettre en évidence l'influence de ce facteur et à montrer ainsi :

1° Au point de vue théorique, que la vitesse de transformation, c'est-à-dire vitesse de mise en solution solide des éléments constitutifs à température ordinaire de l'acier, est appréciable tout particulièrement, par l'étude de la résistance électrique après trempe, cette vitesse de transformation croissant naturellement avec la température.

2° Au point de vue industriel, que les propriétés d'un acier trempé dépendaient nettement de la durée de chauffage avant trempe.

Les chiffres contenus dans les tableaux insérés dans ce mémoire permettent de se rendre compte de l'ordre de grandeur des variations apportées par ce facteur, pour les aciers au carbone et pour un certain nombre d'aciers spéciaux à carbure. Sans qu'il soit besoin de répéter ici ce qui a été signalé au cours de l'exposé des recherches effectuées dans ce but, pour les aciers durs trempés, tous les essais mécaniques sont entachés d'erreurs, souvent au point d'enlever toute signification aux résultats obtenus; ceci a été une grande cause des difficultés rencontrées au cours de ce travail; il faut y joindre la décarburation superficielle pendant le chauffage. Ce dernier point est développé dans la note III annexée ainsi que les résultats des expériences entreprises par voie calorimétrique dans la note IV.

Mais il ne faut pas oublier, et nous ne saurions trop insister sur ce point, que la durée de chauffage, telle que nous l'entendons ici, est la durée de séjour comptée à partir du moment où tous les points de la pièce ont atteint la même température; il est absolument nécessaire au point de vue industriel, si l'on veut que l'effet d'une trempe soit complet et aussi régulier que possible, de

s'assurer que cette dernière condition a été réalisée. Il est inutile d'employer des pyromètres sensibles et exacts donnant la température de la surface de la pièce ou du four avec toute la précision désirable, si l'on ne sait à partir de quel moment cette pièce sera chauffée uniformément en tous les points de sa masse; les écarts dans les résultats dépassant de ce chef, et de beaucoup, les effets d'une variation de plusieurs dizaines de degrés dans la température.

Nous avons, dans un travail préliminaire, esquissé une étude d'ensemble de l'échauffement pour des pièces d'acier de diamètres allant jusqu'à 102 mm lorsqu'on emploie certains bains salins comme mode de chauffage : dans la note II annexée à ce présent travail, nous avons indiqué une méthode calorimétrique qui pouvait donner, en pratique, des renseignements intéressants dans le cas de fours à gaz : les résultats obtenus peuvent servir de guide et d'indication dans la pratique.

Tant en raison des phénomènes de propagation de la chaleur que des phénomènes de dynamique chimique, le temps apparaît donc comme un facteur primordial de tout traitement thermique; facteur longtemps passé sous silence et encore très souvent négligé, et dont il importait de mettre le rôle en relief.

ANNEXES

NOTE I. — SUR LES LOIS D'ÉCHAUFFEMENT

La propagation de la chaleur à travers les corps a été étudiée par Fourier en 1822, dans sa théorie analytique de la chaleur (1). Il a établi les équations différentielles du problème et en a donné la résolution dans quelques cas simples (sphère, cylindre de longueur infinie, cube solide); même dans ces cas, on est conduit à des calculs, très intéressants au point de vue analytique, mais hors de proportion avec le résultat à atteindre en pratique. Il y a plus, ces équations sont inapplicables dans le cas qui nous occupe et ceci pour diverses raisons que nous allons énumérer.

1° L'équation différentielle de la propagation de la chaleur à l'intérieur d'un solide isotrope est :

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{K}{CD} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (A)$$

v étant la température du point de coordonnées, x , y et z à l'instant t . A cette équation doivent en être ajoutées deux autres : celles représentant l'état initial et une troisième condition relative à l'état de la surface.

Or l'équation relative à l'état de la surface, facile à définir dans le cas d'un refroidissement dans l'air à température constante (2), le devient moins dans celui de l'échauffement par un bain liquide maintenu théoriquement à la même température.

Sans faire intervenir l'hypothèse du saut brusque de température envisagé par Poisson et récemment par M. Émile Picard (3) et étudié expérimentalement par divers auteurs (Despretz, Schaufelberger, Rogowsky, etc.), il est impossible d'admettre que la température de la surface est maintenue constante pendant l'échauffement. De plus, dans le cas d'un bain de sel, les conditions d'apport de la chaleur sont différentes au cours de l'expérience, puisque au début il se forme une couche de sel figé à la surface de la pièce froide, couche

(1) Voir FOURIER, Œuvres complètes, publiées par G. Darboux. Paris, 1888-1890.

(2) On démontre que les températures variables des points de la surface d'un corps qui se refroidit à l'air satisfont l'équation :

$$m \frac{\partial v}{\partial x} + n \frac{\partial v}{\partial y} + p \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{h}{k} v q = 0$$

$mdx + ndy + pdz = 0$ étant l'équation différentielle de la surface qui termine le solide et q étant égal à $(m^2 + n^2 + p^2)^{1/2}$.

(3) C. R., 156, 1119, 1913.

qui disparaît ensuite. D'autre part, l'introduction brusque d'un corps froid, dans un milieu supposé isotherme, détruit dans le voisinage l'équilibre thermique, ce qui donne naissance à une série de réactions calorifiques mutuelles entre le corps et le milieu ambiant.

2° Même en laissant de côté l'influence au milieu ambiant (qui est primordiale comme on peut le voir dans les courbes d'échauffement tracées expérimentalement), l'équation (A) contient des coefficients C, K et D qui sont loin d'être constants, non seulement dans le cas où on traverse les températures ou zones de transformation, mais même en l'absence de transformation.

Il est, de plus, facile de voir (en consultant les formules et données numériques mises actuellement à notre disposition) que les valeurs de ces coefficients et de leurs variations sont loin d'être connues d'une façon suffisamment précise, et pour cela nous allons envisager le cas d'un chauffage au-dessous des points critiques et le cas du passage à travers la zone critique.

3° Variations des coefficients D, C et K au-dessous des points critiques pour le fer.

D. *Densité*. — Les variations de densité peuvent se déduire de la connaissance de la dilatation. Or la dilatation linéaire peut être en première approximation représentée par la formule :

$$l = l_0 (1 + \alpha_T l).$$

α_T étant le coefficient de dilatation linéaire moyen entre 0 et T.

Pour le fer doux on a $\alpha_{10} = 120 \times 10^{-6}$ d'après Fizeau. D'autres expérimentateurs ont trouvé des valeurs légèrement différentes; mais l'ordre de grandeur permet pratiquement et en première approximation de négliger des variations de D avec la température au-dessous du point critique inférieur.

C. *Chaleur spécifique*. — On peut se faire une idée des variations de C avec la température T en jetant un coup d'œil sur le tableau suivant, donnant des chiffres prélevés dans ceux indiqués par Pionchon (1) et Harker (2) :

T	C	
0	0,11014	Pionchon.
100	0,11684	Pionchon.
300	0,1223	Harker.
500	0,1762	Pionchon.
700	0,1338	Harker.
	0,3243	Pionchon.

Quels que soient les désaccords entre les expérimentateurs, on voit que les variations de C avec la température au-dessous de 700° sont loin d'être négligeables.

(1) C. R., **102**, 1122, 1886.

(2) Phil. Mag. (6) **10**, 430, 1903.

K. Conductibilité calorifique spécifique. — Ici l'incertitude sur les données numériques et sur la variation avec la température est encore plus grande. C'est ainsi qu'à 0° pour le fer, Angström donne $K = 0,20$, Berget : $K = 0,158$, Lorenz : $K = 0,166$, Kirchhoff et Hansemann : $K = 0,144$, alors que, pour un acier à 0,01 p. 100 C, Jaeger et Diesselhorst indiquent $K = 0,10$.

On est encore moins fixé sur la variation de K avec la température; si on admet

$$K = K_0 (1 + \beta t)$$

β étant le coefficient de température de la conductibilité calorifique, on trouve, d'après Chwolson, que, pour le fer, Lenz indique $\beta > 0$ et presque égal aux valeurs correspondantes de la conductibilité électrique, alors que Lorenz donne $\beta < 0$. D'ailleurs cette étude n'a été faite que pour des températures peu élevées, mais on a un moyen de se rendre compte, tout au moins de l'ordre de grandeur des variations de K avec la température, en remarquant, avec Kohlrausch, Wiedemann et Franz, que le rapport entre la conductibilité calorifique spécifique et la conductibilité électrique spécifique χ est, pour les métaux, une constante pour une température donnée, et que, d'autre part, ce rapport varie proportionnellement à la température absolue, le coefficient de température étant voisin de 1,3 d'après les déterminations de Jaeger et Diesselhorst.

Nous n'avons donc qu'à examiner les variations de χ avec T pour nous faire une idée de celles de K .

Or χ varie énormément avec la température : d'après Dewar et Fleming, pour le fer le coefficient de température de la résistance électrique,

$$\frac{\varphi_{100} - \varphi_0}{\varphi_0} 100 = 104,1$$

si on admet que la proportionnalité se continue pour les températures plus élevées, on aurait la relation :

$$\varphi_T = 2,04 \varphi_0 T.$$

On voit donc le changement considérable apporté par la température dans la valeur de la résistance électrique φ et par suite de son inverse, la conductibilité électrique χ .

On peut conclure de tout ceci que le facteur $\frac{CD}{K}$ est une fonction complexe de la température et qu'il varie dans de larges limites lorsqu'on étudie l'échauffement *même au-dessous des points critiques*. De plus, même à 0°, il est difficile de lui assigner une valeur déterminée en raison de la divergence des déterminations.

4° Influence des points critiques. — On sait qu'en général les constantes physiques présentent, lors du passage par les points critiques, soit une discon-

tinuité, soit un changement dans la loi des variations avec la température; c'est même une définition, puisque ce sont les anomalies qui servent à démontrer l'existence de ces points.

Il n'est pas besoin d'insister sur ce sujet pour montrer quelles modifications profondes subira la valeur du facteur $\frac{CD}{K}$ par l'effet des transformations internes; il suffit de se reporter, pour D, aux études de dilatation de Charpy et Grenet, pour C aux déterminations de Pionchon et celles plus récentes de Meuthen, et pour K de voir la variation considérable de la résistance électrique résultant des expériences de Boudouard.

En résumé, en se bornant au fer pur, il est impossible d'admettre la constance du facteur $\frac{CD}{K}$ avec la température, et la loi de variation est compliquée et présente des discontinuités au point critique. Les formules d'échauffement sont donc, de ce chef et en dehors de toute autre considération, inapplicables.

§° *Variations avec la composition chimique de l'acier.* — Il suffit de signaler que, si l'on passe du fer aux aciers, les lois d'échauffement varieront puisque les caractéristiques physiques se modifient. C'est ainsi que la chaleur d'échauffement varie avec la teneur en carbone et même d'une façon discontinue (Meuthen). La densité est peu influencée par la teneur en carbone; quant à K on n'a pas de données précises à ce sujet.

NOTE II. — DÉTERMINATION CALORIMÉTRIQUE DE LA DURÉE TOTALE D'ÉCHAUFFEMENT DE PETITS ÉCHANTILLONS DANS UN FOUR A GAZ INDUSTRIEL

Il nous a paru utile d'effectuer une série d'expériences de comparaison pour déterminer, au moins approximativement, les durées nécessaires pour atteindre une température donnée (choisie dans la région ordinaire des températures de trempe) dans un four à gaz industriel. Cette étude, pour des échantillons pas trop petits, pourrait se faire d'une façon analogue à celle utilisée pour l'étude de l'échauffement dans les bains de sel, c'est-à-dire au moyen d'un couple thermo-électrique central; mais nous avons trouvé plus intéressant d'étudier l'échauffement de petits échantillons en ayant recours à une autre méthode qui consiste à apprécier la chaleur totale absorbée par l'échantillon au bout d'un temps de séjour donné. Ici, nous n'avons pas en effet à nous préoccuper de la couche de sel emportée par l'échantillon lors de sa sortie au milieu du chauffage.

Les quelques expériences sont surtout données à titre d'indication, car l'étude complète sortait par trop du cadre de nos recherches sur la trempe;

et, de plus, nous n'avons pas, pour cette raison, jugé utile d'établir des appareils plus spécialement adaptés à ces déterminations.

Principe et dispositif expérimental. — Le principe consiste à étudier au calorimètre les variations de chaleur totales absorbées par un échantillon donné après des séjours croissants dans un four maintenu à température constante.

Si, à partir d'une durée de chauffage Z , la chaleur absorbée reste constante, c'est que l'échantillon a atteint une température uniforme jusqu'au centre. Point n'est besoin de mesurer la chaleur absorbée, il suffit de noter l'élévation de température du calorimètre (toutes les autres données étant maintenues constantes) et de voir à partir de quelle durée de chauffage Z l'élévation de température garde la même valeur.

On s'est servi, comme calorimètre, d'un calorimètre Siemens pour la détermination des températures, ce qui a singulièrement restreint les limites entre lesquelles on a pu faire varier les dimensions des échantillons, étant donnée la sensibilité de l'instrument d'une part, et, d'autre part, la nécessité de ne pas avoir un échauffement trop important de l'eau du calorimètre. Pour une étude complète, il faudrait opérer avec des thermomètres de grande sensibilité et pouvoir faire varier dans de larges mesures la capacité en eau du calorimètre.

Les échantillons prélevés dans un acier extra doux de composition :

Carbone.	0,07
Manganèse.	0,40
Silicium.	0,01
Soufre	0,032
Phosphore.	0,068

étaient usinés sous forme de petits cylindres de hauteur égale au diamètre.

Dans le four réglé à la température désirée (800° ou 1000°), on introduisait d'abord une petite pelle présentant une douille permettant d'y introduire une tige et de la sortir ainsi du four; lorsque cette pelle avait atteint la température du four, ce dont on s'assurait au moyen d'un pyromètre Fery, on déposait dessus l'échantillon froid; au bout d'un nombre de minutes déterminé, on sortait du four la pelle portant l'échantillon et on laissait tomber ce dernier dans le calorimètre amené à ce moment près de l'orifice du four pour éviter toute perte de chaleur de l'échantillon. Toutes les opérations s'effectuaient par un regard du four afin d'éviter le refroidissement dû à l'ouverture des portes. On déterminait ensuite l'élévation de température de l'eau du calorimètre. Bien entendu, le calorimètre ne séjournait près du four que le temps strictement nécessaire, temps suffisamment court pour n'avoir, comme nous l'ont montré des expériences préalables, aucune influence sur la température de l'eau.

Résultats. — Les déterminations figurant sur le tableau ci-contre montrent que, si l'on appelle durée d'échauffement total Z la durée de séjour au four à l'échantillon, à partir de laquelle le calorimètre garde une valeur constante, on obtient les résultats suivants :

Diamètre de l'échantillon d . en mm.	Z	
	pour un four à 800°. en minutes.	pour un four à 1 000°. en minutes.
10	4	3
20	8	6
30	12	9

On pourra donc admettre en première approximation et dans les limites des données expérimentales :

$$Z = 4 d \text{ à } 800^{\circ}$$

$$Z = 3 d \text{ à } 1\,000^{\circ}$$

Z en minutes, d en c/m.

NOTE III. — LA DÉCARBURATION DES ACIERS DANS LES BAINS DE SELS

L'emploi des bains de sels alcalins fondus, pour le chauffage des pièces d'acier avant trempe, se répand de plus en plus dans l'industrie; ils permettent, en effet, un échauffement plus rapide des petites pièces et une mesure aussi exacte que possible des températures de chauffage. Il est en effet facile de rendre uniforme la température d'un bain liquide et de déterminer cette température avec un couple Le Chatelier ou un pyromètre à résistance de platine, avec toute la sensibilité et la précision désirables. De plus, l'oxydation superficielle est supprimée ou du moins considérablement atténuée. Mais, fait sur lequel, à notre avis, on n'a pas suffisamment attiré l'attention, il y a décarburation superficielle, laquelle devient très nette dans le cas de chauffages prolongés.

Nous avons effectué une série d'expériences dans le but d'étudier cette décarburation : nous en citerons quelques-unes.

1° Des échantillons d'acier hyper-eutectique à 1,46 p. 100 carbone, sous forme de petits cylindres de 20 mm de diamètre et 10 mm de hauteur, ont été maintenus dans du chlorure de potassium fondu à 1 000° pendant des temps variables. Pour chaque durée de séjour, on examinait au microscope un échantillon après refroidissement sans trempe, un autre était porté à 750°, puis trempé à l'eau et servait aux déterminations de dureté. Les résultats sont résumés dans le tableau I A. On voit très nettement, avec l'augmentation de séjour au bain, une décarburation croissante marquée à la fois par l'augmentation de l'épaisseur de la couche décarburée, et par la diminution de la

teneur en carbone de la surface qui tombe à 0,2 p. 100 C. Cette décarburation est accusée après trempe, tout particulièrement par le scléroscope Shore, ce qui s'explique facilement, car cet essai n'intéresse qu'une faible épaisseur, alors que le résultat de l'essai Brinell est influencé par la dureté des couches sous-jacentes.

TABLEAU I A

Décarburation des aciers dans un bain de chlorure de potassium fondu à 1000°.

Acier employé : C = 1,46 %; Mn = 0,28 %; Si = 0,10 %; P = 0,025 %.

1° Résultats de l'examen micrographique :

Durée de chauffage. heures.	Épaisseur de la couche hypo-eutectique. mm.	Épaisseur de la couche eutectique. mm.	Teneur en carbone au bord. C %.
1/4	0	0,18	0,9
2	0,48	1,00	0,4
5	0,84	1,50	0,2

2° Résultats des essais de dureté après trempe à 750°.

Durée de chauffage. heures.	Essai Brinell (bille de 10 mm. pression : 3 000 kg).	Essai Shore (moyenne de 5 rebondissements).
1/4	2,39	79,8
2	2,94	41
5	2,89	32

Un deuxième essai a donné des résultats analogues.

Les échantillons étaient de petits cylindres de 20 mm de diamètre sur 10 mm de hauteur.

En opérant à 900° au lieu de 1000°, la décarburation est naturellement moins profonde, mais presque aussi avancée comme abaissement superficiel de la teneur en carbone, comme le montre le tableau II A. Il faut cependant remarquer, dans la comparaison que l'on peut faire de ces résultats, que l'acier employé dans l'expérience à 900° n'avait que 0,78 p. 100 C (0,28 p. 100 Mn, 0,37 p. 100 Si).

Avec ce même acier, on a expérimenté le bain salin préconisé par Brayshaw dans l'utilisation de ses fours de trempe. La composition du sel et les résultats obtenus à 900° sont résumés dans le tableau II A. La décarburation est tout à fait comparable, comme importance, à celle constatée avec le chlorure de potassium pur : en tout cas, l'influence de la petite quantité de ferrocyanure, ajoutée dans le but de combattre la décarburation, ne paraît pas très efficace. Cependant, il semble improbable que le ferrocyanure soit sans action ; aussi nous avons refait des expériences en additionnant, d'une quantité plus importante (10 p. 100) de ferrocyanure, le chlorure de potassium.

En opérant dans les mêmes conditions que pour les essais relatés dans le tableau II A, c'est-à-dire à la température de 900°, sur le même acier (0,78 p. 100 C) et avec des durées de séjour de 1/4, 2 et 5 heures, on constate

TABLEAU II A

Décarburation dans un bain de chlorure de potassium fondu à 900°.

Acier employé : C = 0,78 %; Mn = 0,28 %; Si = 0,37 %; S = 0,013 %; P = 0,011 %.

Durée de chauffage. heures.	Épaisseur de la couche décarburrée. 1/10 mm.	Teneur en carbone au bord. C %.
1/4	1	0,5
2	2	0,3
5	3	0,15

Décarburation dans un bain de sel Brayshaw fondu à 900°.

Même acier que le précédent.

Composition du sel Brayshaw :	chlorure de potassium	39
—	chlorure de sodium	56
—	soude.	5
—	ferrocyanure de potassium.	0,2

Durée de chauffage. heures.	Épaisseur de la couche décarburrée. 1/10 mm.	Teneur en carbone au bord. C %.
1/4	1	»
2	3	0,20
5	4	0,15

Aucune carburation.

également une décarburation qui est même plus profonde, mais qui est moins intense, en ce sens que la teneur en carbone superficielle s'abaisse moins vite (tableau III A).

TABLEAU III A

Décarburation et carburation à 900° dans un bain de chlorure de potassium additionné de 10 % ferrocyanure de potassium.

Acier à 0,78 % carbone.

Durée de chauffage. heures.	Épaisseur de la couche décarburrée. 1/10 mm.	Teneur en carbone au bord (1). C %.
1/4	2	0,5
2	4	0,35
5	6,5	0,25

Fer de Lancaster.

Durée de chauffage. heures.	Épaisseur de la couche carburée. 1/10 mm.	Teneur en carbone au bord (1). C %.
1/4	2,5	0,25
2	3,5	0,3
5	4,5	0,3

(1) Évaluée au microscope.

On avait eu soin, en même temps, de placer des échantillons en fer dépourvus de carbone (fer de Lancaster) qui effectuaient dans le bain des séjours identiques, et on a pu constater la carburation simultanée de ces échantillons; le fait intéressant est que la profondeur de cette carburation croît avec la durée de chauffage, alors que la teneur en carbone superficielle semble demeurer à peu près constante. Malheureusement le phénomène se complique par la décomposition du ferrocyanure, ce que l'on peut constater par la production d'un dépôt boueux au fond du bain de sel; aussi nous avons poursuivi l'étude de ce phénomène en remplaçant le ferrocyanure par le cyanure: c'est donc uniquement des mélanges de chlorure de potassium et de cyanure de potassium dont nous allons nous occuper maintenant. Signalons toutefois, avant d'exposer les résultats obtenus, l'influence d'une faible addition (3 p. 100) de cyanate de potassium sur le bain de sel précédent: comme le montre le tableau IV A, dans lequel sont consignés les résultats, on voit que la décarburation est accrue, et d'autre part, on ne trouve aucune carburation du fer.

TABLEAU IV A

Décarburation à 900° dans un bain de chlorure de potassium additionné de 10 % ferrocyanure de potassium et de 3 % cyanate de potassium.

Acier à 0,78 % carbone.

Durée de chauffage. heures.	Épaisseur de la couche décarburee. 1/10 mm.	Teneur en carbone au bord (1). C %.
1/4	2,5	0,25
2	4,5	0,2
5	6,5	0,1

(1) Évaluée au microscope.

Fer de Lancaster. Aucune carburation.

Mélanges de cyanure et de cyanate de potassium. — L'emploi de ces mélanges nous a permis de constater des équilibres de carburation entre l'acier et le bain; équilibres que nous avons signalés dans une note à l'Académie des Sciences (1) de sorte que l'on peut observer simultanément, dans un même bain, la décarburation des aciers durs et la carburation des aciers extra-doux. Pour cela, on a ajouté au chlorure de potassium des quantités croissantes de cyanure de potassium jusque dans la proportion de 75 p. 100 en poids du mélange total, on a immergé dans le mélange fondu à 900° des échantillons d'acier dur (0,78 p. 100 C, 0,37 p. 100 Si, 0,28 p. 100 Mn) et de fer dépourvu de carbone que l'on laissait des temps variables; on déter-

(1) Voir C. R., CLVIII, 1023, 1914.

minait ensuite au microscope les profondeurs de décarburation et de carburation ainsi que la teneur en carbone superficielle.

Le tableau V A résume les principaux résultats obtenus.

TABLEAU V A
Décarburation et carburation dans les mélanges de chlorure et de cyanure de potassium.

% KCN du bain.	Durée de chauffage. heures.	Acier à 0,78 % C.		Fer.	
		Épaisseur de la couche décarburrée. mm.	Teneur en carbone superficielle. C %.	Épaisseur de la couche carburée. mm.	Teneur en carbone superficielle. C %.
25	1/4	0,09	0,25	0,18	0,25
	2	0,37	0,30	0,37	0,25
	5	0,75	0,25	0,62	0,30
50	1/4	0,12	0,35	0,10	0,15
	2	0,37	0,20	0,37	0,20
	5	0,68	0,25	0,50	0,25
75	1/4	0,06	0,25	0,12	0,25
	2	0,48	0,20	0,44	0,25
	5	0,69	0,25	0,44	0,25

On voit qu'il y a simultanément, dans les mêmes conditions, décarburation et carburation suivant la nuance de l'acier; si l'on considère la plus grande durée de chauffage (5 heures), on trouve comme teneur moyenne superficielle en carbone de l'acier pour les trois mélanges :

Dans les couches carburées 0,26 p. 100;

Dans les couches décarburrées 0,25 p. 100.

Les deux phénomènes paraissent donc tendre vers une limite unique qui serait la concentration en carbone de l'acier qui resterait en équilibre à 900° dans le bain chlorocyanuré; cette limite semble, dans les mélanges expérimentés, être indépendante de la quantité de cyanure de potassium mise dans le bain.

Accessoirement, on a remarqué au microscope que très souvent dans ces bains contenant du cyanure de potassium, comme aussi dans ceux contenant du ferrocyanure de potassium, il apparaissait, dans la ferrite sous-jacente à la couche carburée, des aiguilles d'aspect analogue à celles décrites par Braune (1), dans son travail sur l'influence de l'azote sur le fer et l'acier. La figure 74 en donne un exemple pris à la limite de carburation. On voit encore quelques plages de perlite sur un côté de la figure, mais les grains de ferrite sont traversés d'aiguilles; ces aiguilles sont en trop petit nombre pour qu'on puisse vérifier que dans un même grain il y a, comme cela est vraisemblable, au plus quatre directions.

(1) *Rev. Mét.*, II, 497, 1905.

Ce phénomène d'équilibre de carburation peut être mis en évidence d'une façon plus saisissante, de la manière suivante : On prend du fer fortement cémenté que l'on coupe normalement à la surface cémentée, on obtient donc sur la tranche une décroissance progressive de la teneur en carbone, en d'autres termes, une gamme complète et continue des différentes nuances d'acier : on répète sur des échantillons ainsi préparés les expériences précédentes, et on constate en examinant au microscope une coupe perpendiculaire à la face dont il vient d'être parlé, à la fois la décarburation des zones riches en carbone et la carburation des régions pauvres en carbone. C'est ce que montre

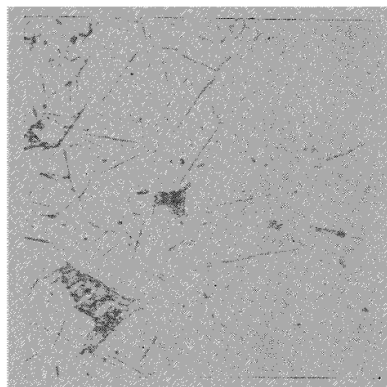


Fig. 74. — Attaque à l'acide picrique $\times 250$.

d'une façon très nette et très démonstrative la figure 75 que nous donnons en manière de conclusion.

NOTE IV. — SUR LA DÉTERMINATION THERMIQUE DE L'INTENSITÉ DE TREMPÉ
DES ACIERS

L'état hors d'équilibre d'un acier trempé est particulièrement mis en évidence par le dégagement de chaleur se produisant à l'échauffement au-dessous du point critique, autrement dit pendant le revenu : ce dégagement de chaleur ayant lieu sous l'effet d'une élévation de température, est nécessairement irréversible et montre donc bien un retour vers un état plus stable.

Ce dégagement de chaleur est de l'ordre d'importance de celui qui se produit lors du passage par le point critique ou refroidissement ; il est donc tout naturel, pour le déceler, d'avoir recours à l'une des méthodes employées, pour

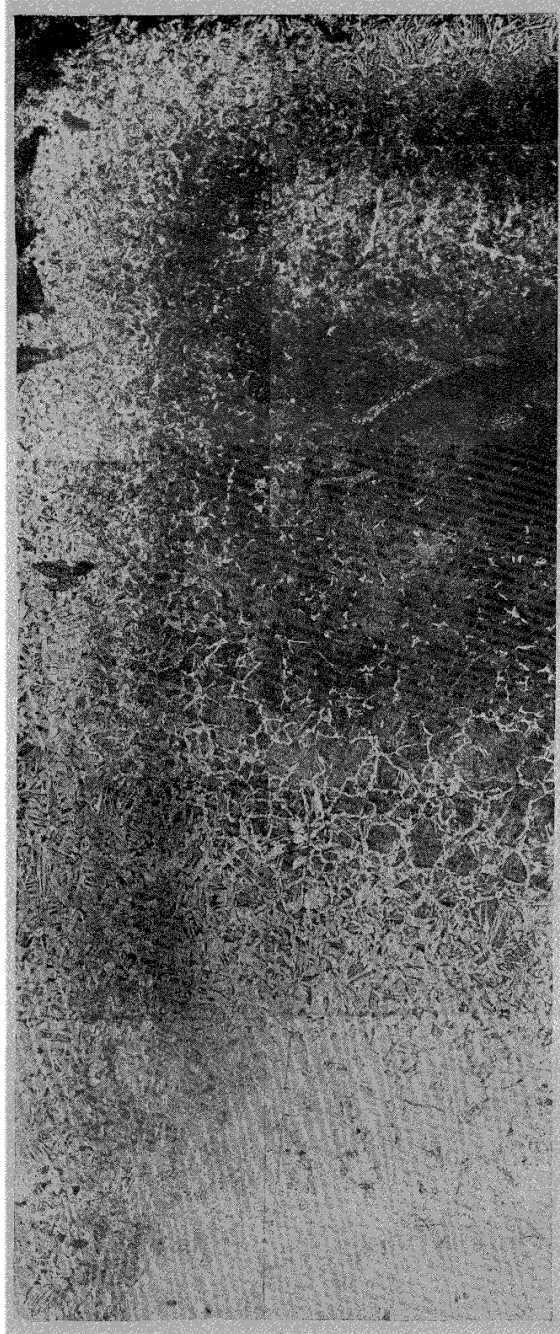


Fig. 75. — Acier cémenté chauffé 5 heures dans un mélange de cyanure et de cyanure de potassium à 75 p. 100 KCN à 850°.

mettre en évidence les points critiques et en particulier à la méthode différentielle de Roberts-Austen.

Nous avons montré (Notes sur le galvanomètre différentiel, *Rev. de Mét.*, V, 293, 1908) que lors de l'utilisation de la méthode différentielle la valeur des dégagements de chaleur pouvait être appréciée par la distance horizontale du point de la courbe des différences qui marque la fin du dégagement de chaleur au prolongement de la partie de cette courbe qui correspond à l'absence de toute transformation (1). L'application quantitative en est difficile, car cela nécessite le tracé de la courbe dans des conditions identiques et sans points de transformation. On peut, comme l'ont fait Heyn et Bauer (2) pour l'étude de l'influence du revenu, employer, comme échantillon de comparaison, le même acier recuit; ceci nécessite le changement de l'échantillon de comparaison, quand on envisage, comme nous l'avons fait, des aciers de différentes nuances.

Nous nous sommes donc proposé de voir si, au moyen du dégagement de chaleur produit lors du rechauffage de l'acier trempé, on pouvait apprécier l'influence de la durée de chauffage avant trempe, autrement dit si on pouvait noter un dégagement de chaleur plus important lors de l'accroissement de cette durée de chauffage pour un même acier, toutes les autres conditions restant les mêmes.

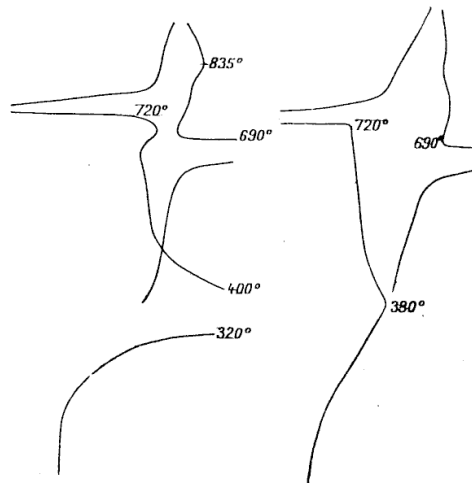
Nous avons donc tracé les courbes d'échauffement, avec le galvanomètre Saladin-Le Chatelier, des aciers après les différents traitements, en employant le nickel comme échantillon de comparaison. Les échantillons d'aciers trempés utilisés ont dû être découpés avec une meule mince en évitant tout échauffement dans les éprouvettes de trempe. L'échauffement progressif et régulier du four électrique se faisait en utilisant une résistance liquide alimentée par un vase de Mariotte, dispositif que nous avons déjà décrit.

En réalité, de nombreuses causes incidentes, notamment les conditions de chauffage et le mode de montage des échantillons influent sur l'allure de la courbe d'échauffement en la déformant (3), de sorte que nous nous sommes borné à des indications qualitatives dont les figures 76 à 83 donnent des exemples. On notera le renflement très net de la courbe d'échauffement qui se produit vers 300° à 400° et qui est supprimé ou atténué lors du deuxième chauffage (le premier chauffage ayant rempli l'office de recuit).

(1) Pour simplifier l'exposé analytique de cette propriété, on a, dans le travail cité, fait intervenir des hypothèses qui sont loin d'être exactes; en particulier la constance de la chaleur spécifique.

(2) *Journ. Iron and Steel Inst.*, LXXIX, p. 126, 1909.

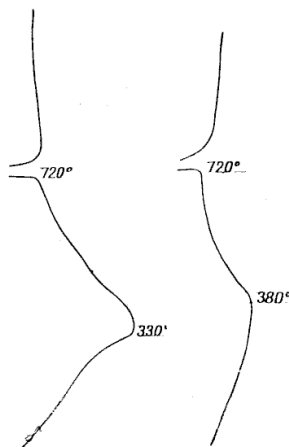
(3) L'influence du point de transformation du nickel formant l'échantillon de comparaison vient également compliquer le phénomène.



Courbe d'échauffement
après trempe.

Courbe d'échauffement
après le chauffage précédent.

Fig. 76 et 77. — Acier 13 (2,04 p. 100 C) trempé à l'eau
après un chauffage de 20 minutes à 950°.



Courbe
d'échauffement
après trempe.

Courbe
d'échauffement
après le chauffage
précédent.

Fig. 78 et 79. — Acier 13 (2,04 p. 100 C) trempé à l'eau
après un chauffage de 2 minutes à 950°.

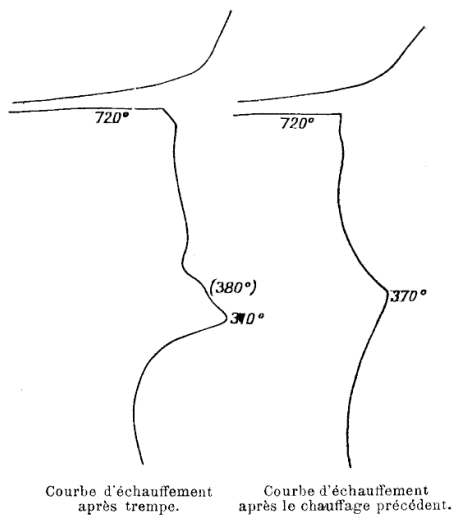


Fig. 80 et 81. — Acier 11 (1,08 p. 100 C) trempé à l'eau après un chauffage de 1 heure à 800°.

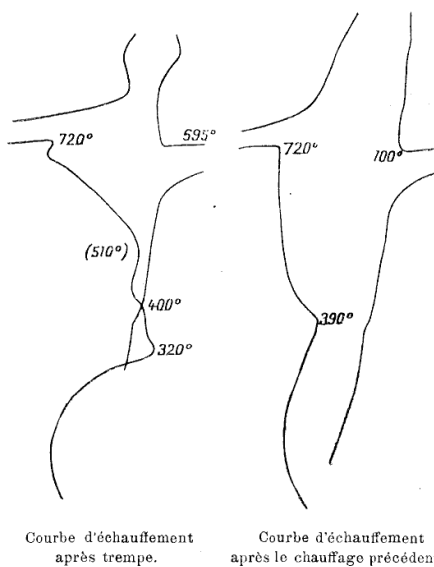


Fig. 82 et 83. — Acier 19 (0,84 p. 100 C) trempé à l'eau après un chauffage de 1 heure à 800°.

Depuis ces déterminations, nous avons étudié, avec M. Bernard, en détail, les conditions de chauffage et le montage des échantillons lors de l'utilisation de la méthode différentielle, et il est probable qu'avec les derniers dispositifs que nous avons adoptés, on aurait des résultats encore meilleurs.

ALBERT PORTEVIN,

*Ingénieur des Arts et Manufactures,
Chef des Travaux de métallurgie et de métallographie
à l'École centrale des Arts et Manufactures.*

NOTES DE CHIMIE

par M. Jules GARÇON

Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES.

Généralités. — Mode spécial de réactions par simple trituration. — Sur la filtration. — Influence des solvants sur le poids moléculaire.

Produits minéraux. — État actuel de l'industrie de la cyanamide. — Applications du marbre dans l'éclairage.

Métaux et Métallurgie. — Les progrès de la sidérurgie, d'après Sir Robert Hadfield. — Les dangers des ferrosiliciums. — Purification du mercure. — Fusions répétées du cuivre.

Combustibles. — Inflammation par l'électricité de mélanges gazeux. — Limites d'inflammabilité des mélanges gazeux.

Produits organiques. — Détermination de l'eau dans un alcool. — Alcool éthylique des résidus de bois. — Action de l'acide chlorhydrique sur l'amidon. — Maltose industriel.

Chimie hygiénique. — Valeurs des divers régimes alimentaires. — Propriétés bactéricides des métaux colloïdaux. — Utilisation d'une eau chargée de plomb.

Un mode spécial de réactions. — Ce sont les réactions par trituration, que M. L. H. PARKER a étudiées à la *Chemical Society de Londres* (voir son *Journal* de juin, p. 1514-1516).

Le fait qu'une force mécanique peut, dans certaines circonstances, mettre en jeu la décomposition chimique de corps simples a été noté par Carey Lea pour le cas des sels halogénés de l'argent (*Philosophical Magazine*, 1891, 5^e série, vol. 34, p. 46); et il a confirmé ce fait pour de nombreux autres composés de nature endothermique (*ibidem*, 1892 et 1893). Il a montré que la trituration à la main dans un mortier peut être plus efficace qu'une pression même énorme, ou encore que la chaleur. Il suppose qu'il se produit une rupture de la molécule, probablement causée par une augmentation de l'amplitude des vibrations des atomes.

Si cette supposition est vraie, il doit en résulter la possibilité de faire réagir ensemble des substances solides par une simple trituration.

La seule indication d'une réaction mise en route par une force de ce genre entre deux substances solides, que donne Carey Lea, concerne le chlorate de potassium. Celui-ci reste inaltéré lorsqu'on le pulvérise seul; mais si on le triture en présence d'azotate d'argent, il se produit du chlorure d'argent résultant de l'action du chlorure de potassium.

D'autres chercheurs ont étudié les réactions qui peuvent se produire entre des substances solides, notamment Spring (*Bull. Soc. chimique*, 1885 et 1886) et Perman (*Chemical News*, 1903 et 1907). Spring a étudié la réaction qui se produit entre le

carbonate de baryum et le sulfate de sodium, sous l'influence d'une pression très élevée. Perman a étudié les doubles décompositions entre sels en se basant sur la considération des changements de couleur obtenus par leur simple mélange.

Comme Perman l'a trouvé, les influences de facteurs étrangers, par exemple l'action mutuelle des sels entre eux, l'action de leurs tensions de vapeurs, sont difficiles à éliminer.

Perman a constaté que des sels à l'état sec peuvent être laissés en contact, dans une atmosphère bien sèche, sans qu'il y ait apparence de réaction; mais si on les pulvérise ensemble, la réaction intervient. L. H. Parker l'a vérifié pour le chlorure mercurique et l'iodure de potassium, le nitrate de plomb et l'iodure de potassium, le chlorure de plomb et l'iodure de potassium, le bichromate de potassium et l'azotate d'argent, le sulfate de cuivre et le ferrocyanure de potassium.

Si l'on pulvérise dans un mortier à l'air libre une petite quantité d'acétate de plomb et de bichromate de potassium, le premier cristallisé avec 3 molécules d'eau de cristallisation, le second séché par fusion, on perçoit au bout de quelques minutes une forte odeur d'acide acétique et la masse devient très humide; elle redevient ensuite sèche, mais il y a coloration jaune très nette due à la formation d'un chromate de plomb. Si on les pulvérise chacun isolément, on n'observe aucun changement. Il est bon de rappeler qu'une solution concentrée d'acétate de plomb ne donne, même à l'ébullition, qu'une faible odeur d'acide acétique; que l'acétate de plomb cristallisé fond dans son eau de cristallisation; que les solutions des deux sels susdits mêlées ensemble ne donnent pas la moindre odeur d'acide acétique après douze heures, tandis que bouillies ensemble elles donnent une faible odeur d'acide acétique.

Si l'on pulvérise du carbonate de sodium anhydre et sec avec du sulfate de baryum sec, on constate qu'au bout de 5, 15 et 30 minutes, des quantités proportionnellement croissantes de carbonate de sodium sont transformées en sulfate, soit 1,1; 1,95 et 2,8 p. 100.

M. Parker a recherché encore si la trituration occasionnait quelque ionisation de l'air autour des sels. Il n'a pas pu la caractériser.

Mais les faits observés permettent-ils de déduire que les réactions se passent entre solides?

Les travaux de Spring semblent démontrer qu'une simple pression, de grandeur assez puissante, est capable de faire naître les réactions dans une substance à l'état solide. Johnston et Adams (*American Journal of Science*, 1913, série 4, t. 35, p. 205) ont mis ces conclusions en doute; il les attribuent à une non-uniformité de la pression, occasionnant des fusions locales ou superficielles. M. Parker se rallie lui aussi à des fusions locales sous le pilon.

Le cas de sels absolument secs, de sorte que tout effet de dissolution se trouve écarté, est plus difficile à expliquer. Il est à noter que, dans les cas étudiés, l'un des sels était toujours aisément fusible ou décomposable par la chaleur. Avec le sulfate de baryum et le charbon, aucun effet n'a pu être obtenu.

Sur la filtration. — Quelle est la proportion de liquide qui peut être retenue par un solide finement divisé, en filtrant sur le vide? L'étude de Hatschek sur la filtration (*J. of the Society of chemical Industry*, 1908, p. 538), l'ouvrage de King et Slichter sur le mouvement des eaux (*Nineteenth annual Report*, United States geological Survey) donnent quelques indications. MM. J. W. BAIN ET A. E. WIGLE, de l'Université de Toronto au Canada (*American Institute of chemical Engineers*, meeting du 17 juin 1914) ont examiné le cas d'un solide insoluble dans l'eau et de la filtration soit sous la pression atmosphérique, soit dans le vide, soit à l'aide d'un appareil centrifuge.

D'après leurs expériences, dans une masse solide en poudre fine, les espaces vides représentent environ 37 p. 100 du volume total. La proportion d'eau retenue par cette poudre solide, sur un filtre ordinaire, est de 11 p. 100 pour une poudre passant au tamis de 20 mailles et de 20 p. 100 au tamis de 100 mailles, après une heure d'égouttage. Lorsqu'on filtre dans le vide, la proportion d'eau retenue est de 7 p. 100, après 15 minutes, pour un vide de 50 mm. Si la couche de poudre solide a 75 cm de hauteur, pour un vide de 127 mm, la proportion d'eau retenue varie entre 4 et 6,5 p. 100 après 15 minutes, selon qu'on envisage la partie supérieure ou la partie inférieure de la couche; une prolongation de 15 minutes réduit encore la proportion d'eau de 0,5 p. 100. Un centrifugeur peut réduire la proportion d'eau à 2,5 p. 100.

Slichter avait trouvé que les espaces vides comprennent de 26 à 47 p. 100 selon que les grains sont de forme cubique ou rhomboédrique. Kling a surtout étudié la filtration sous pression ordinaire.

Influence des solvants sur les poids moléculaires. — Nous donnons quelques résultats principaux des expériences poursuivies par MM. W. TURNER, C. POLLARD, etc. (*J. of. chemical Society*, juillet 1914).

Les sels peuvent être regardés comme des substances associées. Le poids moléculaire d'un sel dissous dépend de la constante diélectrique du solvant; il est en raison inverse. L'association moléculaire et la dissociation électrolytique semblent être parties d'un même phénomène général. La température exerce une influence considérable sur le poids moléculaire d'un sel en solution.

Donc, la constante diélectrique du solvant semble être le principal facteur dont dépende le degré de l'association ou de la dissociation.

Des mélanges d'alkyl et d'aryl-haloïdes sont sans action l'un sur l'autre dans le benzène. Lorsque des sels associés sont mélangés dans un solvant neutre, ils ne produisent pas de dissociation mutuelle, mais plutôt un accroît d'association.

État actuel de l'industrie de la cyanamide. — Il a fait l'objet d'une intéressante conférence de M. E. J. FRANKE devant la section de Nashville de l'*American chemical Society*, en février 1914.

Comme on le sait, la cyanamide se prépare en combinant ensemble l'azote atmosphérique et le carbure de calcium entre 1100° et 1200°. Elle sert comme source d'azote dans les engrais composés.

Le prix de la vie augmente rapidement. De 1900 à 1910, l'augmentation a été aux États-Unis de 26 p. 100; supérieure à celle de l'Angleterre qui fut 9 p. 100; de la France: 12 p. 100; du monde entier: 13 p. 100. L'augmentation des aliments a été de 35 p. 100, c'est-à-dire double de l'augmentation des autres objets; la population, pendant ce temps, s'est accrue de 21 p. 100, alors que la production en céréales n'augmentait que de 10 p. 100. En Europe, les rendements de céréales sont doubles de ceux que l'on obtient aux États-Unis; la cause en est due, pour une part, aux méthodes de culture par rotation, à la sélection des graines, à la plus grande superficie relative occupée par les cultures, et pour une autre part au moins égale, à l'emploi des engrais. L'Allemagne n'a en culture que la treizième partie de la surface cultivée aux États-Unis, mais elle dépense autant pour ses engrais que les États-Unis.

Parmi ces engrais, l'acide phosphorique est probablement aujourd'hui au prix le plus bas, grâce aux énormes gisements de phosphates. La potasse de même, grâce aux énormes gisements de l'Allemagne, etc., et elle peut y rester grâce à la source si puissante du kelp marin. Mais l'azote coûte encore quatre fois plus que l'acide phosphorique et la potasse. Or, il représente la moitié du prix de l'engrais, et son rôle est aussi important pour relever la capacité productive d'un terrain que pour accroître l'influence, dans un engrais composé, des autres agents: l'acide phosphorique et la potasse. Les expériences poursuivies pendant cinquante-cinq ans sur la culture du blé à la station expérimentale de Rothamsted ont donné les résultats suivants (en bushels à l'acre):

	Récolte.	Augmentation.
Sans engrais.	18,9	»
Phosphate et potasse	14,8	1,9
Azote	20,5	7,6
Azote, phosphate et potasse	31,6	18,7

Cet azote peut être obtenu, soit de sources organiques, sang desséché, etc.; mais à cause de l'utilisation de plus en plus grande de tous les sous-produits, l'azote organique se raréfie et augmente de prix; soit de sources minérales, dont les principales sont le nitrate de soude, le sulfate d'ammoniaque et la cyanamide; les prix des premiers, après être restés les mêmes pendant dix ans, tendent maintenant à diminuer, probablement à cause de l'introduction sur le marché de la cyanamide.

La production de celle-ci était de 5000 t en 1904, de 50 000 t en 1909; elle sera de 275 000 t en 1914. L'American Cyanamid Cy a commencé ses opérations à Niagara Falls en janvier 1910, avec une capacité de production de 12 000 t; aujourd'hui, cette capacité est triplée, et se trouvera de nouveau doublée et portée à 64 000 t. Le marché mondial représente déjà une valeur de plus de 70 000 000 de f; quatorze grandes usines assurent cette production.

De grands progrès ont été réalisés dans la fabrication. Le produit ne renferme plus de carbure de calcium. Sans doute, la cyanamide exposée à l'air absorbe de l'humidité et de l'acide carbonique; mais elle conserve tout son azote, pratiquement; et le fait qu'elle peut perdre environ 0,02 p. 100 de son azote total, par chaque augmentation de son poids de 1 p. 100, ne doit pas plus enrayer son application que le fait que les tournures de fer, parce qu'elles se rouillent en une nuit à l'air humide, n'empêchent pas de se servir du fer dans les constructions exposées à l'atmosphère.

Pour éviter l'action irritante et caustique de la poussière de cyanamide sur la peau, les travailleurs doivent se laver avec soin. Si, après avoir respiré de la poussière de cyanamide, on absorbe de l'alcool, il se produit de la congestion et de l'oppression, qui disparaissent assez vite.

On évite ces quelques inconvénients, dans les usines, en renfermant toutes les machines dans des enveloppes, et dans la pratique agricole en utilisant de la cyanamide granulée, mais on est obligé de payer le prix de la granulation.

Quelle est la valeur de la cyanamide comme engrais? Le meilleur moyen de répondre est que le fermier lui-même fasse trois essais sur des parcelles de terrain semblables, l'une avec un engrais composé à la cyanamide, l'autre avec un engrais composé d'égale teneur en azote sans cyanamide, le troisième sans engrais. Les essais faits au laboratoire sur des pots ne donneront pas de résultat aussi concluant. La quantité de cyanamide à employer est de 200 livres anglaises par acre (ou 225 kg à l'hectare). Au-dessus de cette proportion, l'accroissement de la production n'est plus en rapport avec la dépense de cyanamide. L'emploi exagéré de cyanamide seule est surtout nuisible dans les sols sablonneux et acides, où les bactéries nitrofixatrices sont en moindre nombre. S'il est nécessaire d'employer de la cyanamide seule, il ne faut pas dépasser 280 kg à l'hectare; il faut bien la répandre et la mélanger à la terre, et ajouter de la chaux.

D'après la vitesse avec laquelle elles cèdent leur azote aux plantes, les substances azotées ont été rangées dans l'ordre suivant : nitrate de soude, sulfate d'ammoniaque, cyanamide, sang séché, os pulvérisés. La cyanamide est donc un excellent substitut pour engrais de vitesse moyenne; elle n'agirait pas pour forcer une culture.

M. Franke remarque que la presque totalité de la cyanamide employée aux États-Unis l'est en mélange avec des phosphates acides. Il se produit une réaction immédiate; le calcium se fixe à l'état de mono- et de di-phosphates, et l'azote s'hydrolyse à l'état d'urée. C'est ce mélange qui donne des résultats tout à fait satisfaisants, ce qui n'a rien d'étonnant, car l'urée est une substance azotée soluble et directement assimilable par les plantes. Pourtant presque tous les auteurs disent que par ce mélange l'acide phosphorique se trouve insolubilisé. — De même, on peut mélanger la cyanamide avec des laitiers basiques à 15-18 p. 100 de fer et 4 p. 100 de manganèse; ces deux corps sont d'excellents catalyseurs pour transformer la cyanamide en urée; les résultats ont été également très satisfaisants.

L'emploi de la cyanamide dans les engrais composés à des doses ne dépassant pas 27 à 35 kg par tonne d'un mélange contenant 450 kg d'acide phosphorique a donné des résultats satisfaisants.

Si l'on mélange la cyanamide avec du sulfate d'ammoniaque, on peut être exposé à ce que de l'ammoniaque soit libérée. Mais si la dose de cyanamide ne dépasse pas 15 p. 100 du phosphate acide, ce dégagement ne se poursuit pas.

Enfin, comme derniers avantages à l'emploi de la cyanamide, il faut citer : son action dessiccative sur les substances humides mises dans le mélange; la neutralisation des acides libres que renferme le phosphate, et conséquemment une meilleure conservation des sacs et une meilleure préservation du nitrate des mélanges.

Applications du marbre dans l'éclairage. — Les plaques minces de marbre sont translucides; elles peuvent donner de très jolis effets de lumière. Les feuilles de 0,1 à 0,5 mm sont maintenues entre deux lames de verres. Les feuilles de 3 à 20 mm, imprégnées d'huile à haute pression, peuvent être substituées au verre opale, d'après le procédé W. Engel de Hambourg : le marbre Engel laisse passer une quantité moindre de radiations vert jaune, une quantité plus grande de rouge et surtout de bleu que le verre opale. Il absorbe, beaucoup mieux que ne le fait l'eau, les radiations calorifiques.

En prenant pour 100 les radiations calorifiques émises d'une lampe sans écran, elles tombent à 5,4 avec un écran de marbre de 3 mm d'épaisseur. Elles sont de 67,5 avec un écran de mica, de 80 avec le verre clair (2 mm); de 40,6 avec le verre mat (3 mm); de 51,7 avec l'ébonite (0,3 mm); de 4,8 avec une feuille de papier à écrire blanc; de 16,7 si le papier est huilé; de 16,6 avec le verre opale (3 mm d'épaisseur).

En résumé, le marbre préparé par la méthode d'Engel semble une excellente matière pour l'éclairage. Il possède la même dispersion que le verre opale, mais il transmet mieux la lumière. Il donne à la lumière un aspect blanc très agréable et il supprime toute scintillation. Il semble être le meilleur absorbant des rayons de chaleur obscure.

Les progrès de la sidérurgie. — Dans son discours présidentiel à la Faraday Society, le 11 juin dernier (1), notre collègue Sir ROBERT HADFIELD a exposé magistralement quels ont été les progrès de la métallurgie du fer et de l'acier dans les dernières décades. Nous donnons quelques extraits de ce mémoire.

Nous n'avons pas à faire remarquer la situation éminente que Sir R. Hadfield occupe dans l'industrie sidérurgique; on trouvera plus loin le résumé des travaux personnels qui lui ont valu une notoriété mondiale. Nous insisterons cependant sur le fait que ses mémoires sont le plus souvent accompagnés d'une bibliographie très riche, et que cette connaissance des documents lui est très utile dans les exposés si complets et si autorisés qu'il nous donne de ces questions auxquelles il a consacré sa force vive.

Sir Robert Hadfield constate d'abord que Faraday a été l'un des premiers à s'occuper d'études métallurgiques, comme en témoignent ses admirables mémoires sur les alliages de l'acier (*Philosophical Transactions of the Royal Society*, 1827, p. 253. *Philosophical Magazine*, vol. 9, p. 363. Cf *Experimental Researches in Chemistry and Physics*, 1859). Les progrès extraordinaires qui ont été réalisés par l'humanité depuis une vingtaine d'années sont sous la dépendance des nouvelles combinaisons du fer avec d'autres éléments.

Le fer est le métal qui conduit le monde, dit Sir Robert Hadfield. Sans lui, le monde serait encore plongé dans la nuit de la barbarie; et si le fer venait à manquer, comme il est à craindre que le fait ne se produise dans un temps plus ou moins lointain, il est difficile de voir comment le monde continuera à progresser. Les emplois du fer sont de toutes circonstances.

(1) Voir les *Transactions of the Faraday Society*, vol. X, 1914. D'après un tirage à part que Sir Robert Hadfield a eu l'amabilité d'envoyer à l'auteur des *Notes de chimie*.

Faraday prévoit que la métallurgie était destinée à devenir l'une des branches maîtresses des connaissances humaines et que sur ses progrès reposeraient le plus grand nombre des progrès des autres branches. Qui voudrait vivre aujourd'hui sans l'aide que donnent à l'homme le fer et ses alliages?

Stock de fer. — L'étude des alliages du fer a une importance particulière en ce qui concerne la préservation et la meilleure utilisation de ce précieux métal, car une livre d'un acier spécial peut remplacer plusieurs livres d'acier ordinaire. Or les ressources du monde en mines de fer sont loin d'être inépuisables, surtout si l'on considère la production de fer et la consommation croissantes que fournissent en un an les États-Unis (33 000 000 t), l'Allemagne (20 000 000 t), la Grande-Bretagne, la France et la Belgique (20 000 000 t).

L'Allemagne épuiserait rapidement ses ressources en minerais de fer. La France a des réserves puissantes sur son propre territoire, en Lorraine, en Normandie, en Bretagne, en Anjou, particulièrement au Maroc, et Sir R. Hadfield cite ces paroles d'un écrivain français : « Nous sommes destinés, si rien ne vient contrecarrer nos desseins, à devenir la nation métallurgique la plus puissante du monde. »

La sidérurgie française. — Sir Hadfield relie ces remarques préliminaires à une revue de ce que fut la métallurgie française au cours des XVIII^e et XIX^e siècles. Deux ouvrages remarquables ont été publiés en 1846 : *L'art de tremper les fers et aciers*, par Camus, et *Mémoire sur la fabrication et le commerce des fers à acier dans le nord de l'Europe*, par F. Le Play. Camus a traité, d'une façon très pratique, les méthodes qui permettent d'obtenir les meilleures qualités d'un acier destiné à être durci et trempé; un grand nombre de ses informations sont encore applicables aujourd'hui.

Le professeur Le Play montre combien, pendant plus de cent ans, la métallurgie française a été mal aiguillée par l'idée qu'elle pouvait produire le fer en barres, destiné à la fabrication de l'acier, d'aussi bonnes qualités que le fer produit en Suède. Pendant cette période, les Anglais ne pensèrent qu'à introduire les fers suédois et à les traiter pour aciers. Réaumur, si grand savant à d'autres points de vue, contribua à cette fausse direction imprimée à la métallurgie française (voir *L'art de convertir le fer forgé en acier*, Paris, 1722), et le Gouvernement, mal éclairé, appuya malheureusement ce mouvement.

Par contre, il faut constater avec le professeur Le Play la compréhension d'intérêts non seulement privés, mais encore nationaux, qui poussa les Suédois à maintenir leurs fers les plus purs, et qui poussa les établissements du Yorkshire à se confiner dans la fabrication des aciers.

« Notre bon jugement et notre sens pratique, remarque Sir Hadfield, nous maintint en Angleterre dans la voie vraie. Il en résulta que Sheffield devint le centre du commerce des aciers pour le monde, situation qu'elle a pu conserver. La Suède a conservé aussi sa position de premier producteur de fers purs. »

Le Play mentionne que les recherches de Faraday et Stodart en 1820 leur furent inspirées par des analyses d'acier indien Wootz. Des recherches analogues furent entreprises en France, avec l'appui de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Société bien connue, qui existe encore et qui fait « most excellent work ». Cette Société réunit les sommes nécessaires pour réaliser près de 300 essais sur les alliages du fer avec différents métaux. Un rapport lui fut présenté en 1821. Les essais

furent continués jusqu'en 1824, mais ils ne semblent pas avoir produit de résultat utile pour l'industrie. La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale décerna, ensuite, des médailles d'or à plusieurs travaux sur la fabrication des aciers.

Influence des recherches. — C'est aux propriétés précieuses de nombreux alliages de fer, qui sont aujourd'hui fabriqués, depuis les aciers au carbone jusqu'aux aciers si complexes connus sous le nom d'aciers pour outils rapides et qui renferment jusqu'à cinq éléments en dehors du fer lui-même, qu'est dû le progrès remarquable que le genre humain a pu réaliser dans les arts de la paix comme dans ceux de la guerre. Un seul exemple : l'automobilisme, et ses utilisations tant privées que publiques, et l'énorme commerce qui s'est attaché à cette forme de transport, et les commodités qui en résultent pour tant de personnes, et son intérêt si grand pour tant d'individus comme pour tout le public de tous les pays, tout cela n'existerait pas sans les aciers spéciaux employés à la construction; tout cela disparaîtrait si ces aciers spéciaux venaient à manquer; tout cela n'existe que grâce à la combinaison de force et de légèreté due à l'emploi de ces aciers.

L'étude des qualités des alliages du fer avec les autres éléments implique un travail très étendu de recherches. Elle constitue une noble occupation pour l'esprit de l'homme. Si elle frappe moins l'imagination que la découverte d'un nouvel élément, elle ne possède pas une moindre importance. La valeur des recherches a été reconnue depuis longtemps en Grande-Bretagne, puisque dès 1702 on peut lire dans une Histoire de la « Royal Society de Londres », dans la dédicace au roi Charles II, que « De tous les rois de l'Europe, votre Majesté a été la première qui a appuyé ce noble dessein de rechercher par son propre exemple et qui a établi publiquement la Royal Society pour le développement des connaissances naturelles. Entreprise égale aux actions les plus renommées des meilleurs princes. C'est une plus grande gloire d'augmenter la puissance du genre humain que d'augmenter un empire ou d'enchaîner des nations conquises. Une plus grande gloire doit être réservée aux inventeurs qu'aux maîtres de doctrines spéculatives, voire même qu'aux conquérants... »

Les recherches de Sir R. Hadfield. — Au temps où je commençai mes recherches personnelles, en 1882, dit Sir R. Hadfield, on connaissait peu de chose sur le sujet des alliages du fer; on peut même dire que ce sujet était pratiquement inconnu.

Mars, dans son ouvrage *Die Spezialstahle*, a dit : « Les recherches expérimentales les plus considérables, qui ont assis une connaissance approfondie des aciers spéciaux, sont celles que Hadfield a poursuivies à la fin du siècle dernier. Ses travaux sur les aciers au manganèse (1888) et sur les aciers au silicium ont eu une influence décisive sur la technique des aciers spéciaux. »

Pourcel, le distingué métallurgiste français, a dit : « qu'il regardait la production des aciers au manganèse comme l'événement le plus important dans la pratique de la métallurgie au cours des dix dernières années; elle peut être mise au même rang que les résultats des travaux de Gilchrist, Bessemer, Siemens, Martin et Mushet ».

Dumas, dans ses *Recherches sur les aciers au nickel à hautes teneurs*, a dit que mes études sur les alliages étaient la première publication qui ait été faite sur des alliages contenant de hautes teneurs d'autres éléments que le fer.

Bradley Stoughton, dans son excellent ouvrage : *The metallurgy of iron and steel*, a exprimé le même sentiment.

Enfin, Floris Osmond, le grand métallurgiste scientifique français, a dit que ma découverte des aciers au manganèse était de même ordre et de même importance que la découverte faite au temps passé de l'effet de la trempe sur les aciers au carbone.

Action du carbone sur le fer. — Mais qu'est-ce qu'un alliage ? Encore aujourd'hui, dans le public, on tend à croire qu'un alliage résulte de l'addition d'un métal plus commun à un métal plus pur, dans le but d'obtenir par ce mélange un article commercial meilleur marché et donnant un meilleur usage. Cette définition ne s'applique nullement aux aciers spéciaux. On doit dire plus justement que l'alliage est une combinaison par fusion de deux ou plusieurs métaux, ou d'un métal avec un ou plusieurs métalloïdes, dans des buts spécifiques variés.

Le carbone tient une place prééminente dans les alliages du fer, car, à quelques exceptions près, sa présence est absolument nécessaire. Prenons comme exemple l'acier pour outils rapides, qui a procuré une économie considérable dans la pratique des ateliers mécaniques, qui est si bienfaisant pour assurer une production plus rapide et plus grande, et qui permet d'obtenir une précision plus nette dans l'exécution. La proportion du carbone qu'il renferme n'est pas élevée, mais elle doit être suffisante; autrement l'acier ne possède pas les propriétés de coupe voulues. Un acier à outils rapides renferme habituellement 16 à 20 p. 100 de tungstène, 2 à 4 de chrome et environ 0,70 de carbone. Avant son traitement spécial, ce carbone existe à l'état de carbone de carbure 0,56 et de carbone de cémentation 0,18; après le traitement, ces proportions deviennent 0,14 et 0,60. Le changement merveilleux des propriétés de l'acier est dû à la transformation du carbone doux (ou carbone du carbure) en hardénite (ou carbone de cémentation). L'effet du tungstène et du chrome dans les aciers rapides est de maintenir, ou de contribuer à maintenir, la hardénite présente à cet état, de sorte que le tranchant de coupe ne perde pas sa dureté même par la chaleur élevée que dégage le frottement, alors que cette chaleur détremperait entièrement un acier ordinaire.

Ces remarques sont appuyées par des expériences inédites de l'auteur; elles datent de 1903 et illustrent l'importance du carbone dans les aciers rapides. Elles portent sur les deux aciers 1 et 2.

	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Chrome.	Tungstène
Acier 1. . .	0,74	0,10	0,04	0,03	0,28	2,84	18,00
Acier 2. . .	0,35	0,10	0,03	0,03	0,33	2,82	18,95

Nous renvoyons au mémoire original pour les caractéristiques de résistances de ces deux aciers. Ils ont la même composition, sauf en ce qui regarde la proportion du carbone qui varie du double au simple. Or le second fut reconnu sans aucune utilité pour outils; il ne renfermait guère de carbone de cémentation, tout son carbone étant à l'état de carbure.

Le premier, au contraire, après avoir été chauffé à 1 400° et refroidi à l'air, fut trouvé renfermer 0,60 p. 100 de hardénite, au lieu de 0,18, alors que le carbone de carbure tombait de 0,56 à 0,14. L'essai de dureté à la bille, qui était de 235 avant le traitement, fut de 565 à 760 après le traitement.

L'acier 2 renferme 22 p. 100 d'éléments étrangers, tungstène et chrome, comme l'acier 1; mais on ne peut pas le durcir. L'essai de dureté à la bille, analogue à celui utilisé pour l'acier 1, donna 202 à l'état forgé, 184 après refroidissement à 885°; 161

après refroidissement de 1 140° à 1 160°, c'est-à-dire qu'on ne put augmenter sa dureté.

Le même élément, le carbone, qui est si important dans les aciers au carbone, est donc d'égale importance dans les aciers deviennent inutilisables pour outils.

Les travaux de Abel, Müller, Arnold, Ladenburg et autres sur les formes du carbone existant dans les aciers m'ont vivement impressionné, conclut sir R. Hadfield, et ont contribué à faire de moi un carboniste plutôt qu'un allotropiste. Il semble bien prouvé qu'il n'existe pas de forme adamantine bêta du fer. La théorie du fer allotropique ne me semble plus soutenable, et les recherches doivent s'en détourner, et se porter maintenant sur d'autres points, par exemple sur le rôle joué par le carbone dans la transformation merveilleuse de l'acier doux en acier dur de 100° Brinell à 600°, 700° et même 800°; sur les traitements thermiques, sur les traitements à basse température, qui augmentent les résistances à la traction et modifient les conductibilités électriques.

*
* *

Cette adresse présidentielle à la Faraday Society est appuyée d'une autre adresse sur le même sujet que Sir R. HADFIELD a prononcée à une réunion tenue à New-York, en février 1914, par l'American Institute of Mining Engineers; j'en donne ici l'analyse bibliographique.

Après avoir traité de l'œuvre de Faraday en métallurgie, de la métallurgie du fer et de l'acier dans l'antiquité, des expériences de Faraday en 1822, Sir R. Hadfield donne la liste des écrivains qui ont traité le sujet, depuis Aristote (384-322 av. J.-C.), jusqu'à Fr. Wöhler (1800-1882). Réaumur, Lavoisier, Berthelot, Vauquelin, Berthier sont les Français cités parmi 49 noms.

L'avenir des mines de fer, la métallurgie française aux XVIII^e et XIX^e siècles sont ensuite exposés. Puis l'auteur insiste sur la valeur des recherches scientifiques et sur son œuvre personnelle, sur l'œuvre de l'Iron and Steel Institute, dont le secrétaire est M. G. C. Lloyd, sur les bourses Carnegie, sur l'œuvre de l'American Institute of Mining Engineers.

Ces différents exposés servent de préambule à l'étude des travaux entrepris sur les aciers spéciaux, sur les ferromanganèses, sur l'influence du carbone sur le fer. Sir R. Hadfield offre un prix de 5 000 f pour la détermination des formes sous lesquelles le carbone existe dans les aciers. Il relate des expériences inédites sur les aciers spéciaux pour outils, à faible ou à haute teneur de carbone. Il insiste sur l'importance de l'œuvre de A. Ledebur et donne la liste de ses mémoires concernant les relations du carbone et du fer, puis celle de ses mémoires personnels depuis 1888.

Quelques réflexions sur l'importance et l'avenir des recherches, sur les études microscopiques des aciers (1), sur le rôle des institutions de recherches terminent ce magistral exposé.

Les dangers des ferrosiliciums. — Le Bulletin de notre Société a parlé de ce sujet (voir *Bulletin* de janvier 1909, p. 197; de mars 1909, p. 596; d'octobre 1910, p. 283), et il a relaté des accidents mortels et déjà nombreux que le transport ou l'emmagasinage

(1) Instaurées en 1863 par Sorby, vice-chancelier de l'Université de Sheffield.

des ferrosiliciums a occasionnés, par la production de gaz toxiques, en particulier d'hydrogène phosphoré et arsénié.

Sur la question, nous avons comme documents principaux :

Un rapport de Dupré et Lloyd, publié dans le *Journal of the Iron and Steel Institute* de mai 1904 ;

Un rapport de Lehnkening, de Duisberg ;

Un rapport de Copeman, Bennett et Hake, publié comme supplément au 38^e *Annual Report of the local Government Board*, en 1904.

Il faut leur ajouter un rapport tout récent dû à M. Ch. E. Pellew, des États-Unis, et publié dans le *Journal of the Society of chemical Industry* du 13 août 1914.

Ce dernier document relève les cas les plus frappants de morts survenues au cours de transports par bateaux qui renfermaient des ferrosiliciums dans leur cargaison. Les rapports de Copeman, Bennett et Hake ont amené l'Angleterre et d'autres pays à interdire le transport des ferrosiliciums sur les navires qui reçoivent en même temps des passagers. Sous l'inspiration de ces rapports, on regarda comme dangereux les ferrosiliciums ayant une teneur de 30 à 70 p. 100 de silicium et renfermant des impuretés : arsenic, phosphore, carbure de calcium.

Mais les États-Unis ont besoin de ferrosiliciums tenant une dose élevée de silicium, pour l'introduire dans les traitements sidérurgiques. On répondit à ce besoin par une fabrication de ferrosiliciums très purs, qui d'après M. Pellew ne présentent aucun danger de décomposition, même si la teneur en silicium est élevée. La Carborundum Cy des chutes du Niagara produit du ferrosilicium (silicium 92,56 ; fer 3,09 ; aluminium 2,75 ; carbone 1,60 ; phosphore, arsenic, carbure traces), extrêmement résistant à l'air, à la chaleur, à l'humidité, aux acides. L'Electrometallurgical Cy produit chaque année des milliers de tonnes de ferrosiliciums, à teneur de phosphore inférieure à 0,03 p. 100, sans qu'il y ait eu le moindre accident aux usines, aux magasins, aux transports. De même, l'Electrometals Cy de Welland.

M. Pellew conclut que les ferrosiliciums tenant de 30 à 70 p. 100 de silicium ne sont pas nécessairement dangereux. Ce n'est pas le pourcentage du silicium, d'après lui, mais uniquement la présence du phosphore, de l'arsenic et du calcium qu'il faudrait envisager pour la réglementation des transports.

Purification du mercure. — Au bout d'un certain temps d'emploi dans les laboratoires, le mercure est souillé par des métaux étrangers, tels que le zinc, le cuivre, le plomb, l'étain, qui proviennent des emplois mêmes auxquels ce métal sert : contacts et interrupteurs électriques, amalgamation. Pour rendre le mercure de nouveau apte à servir, on doit le purifier.

D'abord, un simple filtrage sur papier percé de très petits trous ou par pression à travers un tissu serré éliminera les poussières et les oxydes métalliques. On utilise aussi un entonnoir à très long col obturé par une peau de chamois.

Pour éliminer les métaux dissous, il faut recourir à des procédés d'ordre chimique. Le plus suivi est l'emploi de l'acide azotique étendu. On peut employer aussi une solution de bichromate et d'acide sulfurique étendu ou une solution de perchlorure de fer. Un excellent dispositif consiste à placer le mercure sale dans un entonnoir

effilé que l'on dispose au sommet d'un large tube de verre de 1 m 50 renfermant la solution nettoyante. On lave ensuite à l'eau et on dessèche au-dessus de 100°.

Le procédé électrolytique est très long.

Un procédé plus efficace consiste à distiller le mercure dans une bouteille de fer. Mais il nécessite, d'après Meyer (*Berichte*, 1887, t. 20, p. 448), douze distillations successives pour être satisfaisant, si l'on opère à la pression atmosphérique. La distillation dans le vide donne des résultats plus rapides, mais les fabricants des appareils spéciaux recommandent de ne traiter que du mercure ayant déjà subi un nettoyage chimique aussi parfait que possible.

M. C. MARGOT, dans une communication faite à la Société de physique de Genève, le 2 juillet 1914, a cherché à perfectionner le procédé qui consiste à faire traverser le mercure par un courant d'air, dont l'effet est d'oxyder les métaux tenus en dissolution. Bien que ce procédé soit déjà ancien, dit M. Margot, il est peu connu malgré son efficacité. Il a été décrit pour la première fois par M. J. M. Crafts, professeur à l'Institut de technologie de Boston (*Bulletin de la Société chimique*, 1888, p. 849 et 856). Il consiste à faire barbotter de l'air dans le mercure contenu dans un tube de verre de 80 cm de long et 2 à 3 cm de diamètre et légèrement incliné. En opérant sur un métal relativement pur, au bout de sept à huit jours de fonctionnement, on obtient un métal parfaitement débarrassé des métaux étrangers.

M. Margot a perfectionné ce procédé, en chauffant le mercure pendant le barbotage d'air. L'oxydation des métaux étrangers se trouve singulièrement activée, et il a pu ainsi purifier en vingt-quatre heures du mercure abominablement souillé de métaux étrangers.

Fusions répétées du cuivre. — A la réunion du 8 septembre 1914 de l'American Institute of metals, M. F. O. CLEMENTS a communiqué un mémoire concernant l'influence que les fusions répétées peuvent exercer sur les propriétés du cuivre. Les lingots deviennent moins résistants. L'addition de 100 gr de sous-oxyde de bore par kg de cuivre, à une température d'environ 1260°, donne au contraire des résultats supérieurs, surtout si l'on empêche tout accès d'air, par exemple si l'on chauffe au moyen de l'énergie électrique.

Une discussion très longue a suivi cette communication. D'après M. Gillett, il n'est pas certain que cette diminution de la résistance soit due à la présence du soufre. M. Wallace dit qu'une seconde fusion améliore l'aluminium.

Inflammation par l'électricité de mélanges gazeux. — La question vient d'être étudiée d'une façon approfondie par le professeur W. M. THORNTON, de l'Armstrong College, Newcastle-upon-Tyne (voir *Proceedings of the Royal Society*, vol. 90 A, p. 272-297).

Dans l'inflammation d'un mélange gazeux par une étincelle électrique, on considère en général l'inflammation comme causée par la chaleur de l'étincelle; on peut calculer la vitesse de l'onde explosive au moyen des constantes caloriques du gaz et de l'air, et il existe une température minimum d'inflammation. On pense que l'inflammation est précédée d'une période de combustion lente et d'échauffement qui provoque l'explosion.

En 1910, lors de la discussion d'une communication de W. A. Bone sur la combustion des gaz (*Brit. Assoc. Report*, 1910, p. 501), J. J. Thomson attira l'attention sur l'influence possible des électrons dans la préparation de l'explosion au moyen de l'ionisation des gaz. S. R. Thomson a fait récemment, à ce sujet, une importante série d'observations (*Phys. Zeitschr.*, vol. 19, janvier 1913, p. 11-15, et *Science Abstracts*, vol. 16, n° 631, avril 1913). Il a trouvé qu'on peut faire exploser un mélange gazeux froid en envoyant des rayons X sur une lame de platine plongée dans le mélange; et qu'en provoquant l'explosion par un fil de platine chauffé, celle-ci commence à la température à laquelle les ions se dégagent du métal. Ces expériences prouvent que l'explosion et l'ionisation sont intimement liées entre elles.

On a un aperçu de l'action électrique qui, dans des conditions normales, provoque l'explosion de mélanges gazeux, par la différence d'action des étincelles de rupture des courants continus ou alternatifs. Si l'inflammation était due uniquement au pouvoir thermique de l'étincelle, la variation d'intensité du courant minimum, qui provoque l'inflammation en faisant varier le pourcentage du gaz combustible, devrait être proportionnelle au carré de l'intensité, que le courant soit continu ou alternatif, toutes choses égales d'ailleurs. Or, quand le courant est alternatif, il faut une intensité bien plus grande pour provoquer l'inflammation du gaz, par exemple 56 fois plus grande à 200 volts pour le gaz méthane. M. W. M. Thornton, dans une communication à l'Inst. of Mining Engineers (vol. 44, 1^{re} partie, p. 145-174, oct. 1912 : Inflammation du gaz de houille et du méthane par des arcs électriques momentanés), conclut que l'inflammation du mélange gazeux par l'étincelle de rupture dépend surtout, pour le courant continu, de la nature de l'arc, et pour le courant alternatif, de la nature du gaz.

Pour le courant continu, l'intensité minimum exigée pour l'inflammation varie en sens inverse du voltage. Les courbes obtenues ont la même forme quelle que soit la proportion du mélange gazeux, dans les limites où il est inflammable, et quel que soit le gaz étudié. M. Thornton a étudié la relation entre l'intensité minimum exigée pour l'inflammation et la proportion de gaz combustible dans le mélange pour les gaz chimiquement analogues

Les limites d'inflammabilité des mélanges gazeux ont été étudiées par Le Chatelier et Boudouard (*Comptes Rendus*, 1897, vol. 126, p. 4510 : Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs), et pour les carbures saturés par Burgess et Wheeler (*Chem. Soc. Journal*, vol. 99, 1911, p. 2013 : Sur les limites inférieures d'inflammation des mélanges de carbures saturés et d'air), et les derniers ont trouvé que les limites supérieures étaient également nettes. Pour le méthane, les mélanges sont inflammables si la proportion de gaz combustible est entre 5,60 et 14,80 p. 100, pour l'éthane, entre 3,10 et 10,70; pour le propane entre 2,17 et 7,35; pour le butane entre 1,65 et 5,70; pour le pentane entre 1,35 et 4,50.

Les courbes donnant les intensités minima de courants continus provoquant l'inflammation ont la même forme pour ces gaz, et se composent d'une partie formée par une ligne droite passant à peu près à l'origine des coordonnées. Vers la limite inférieure, une courbe très rapprochée de la verticale marque un passage rapide entre le mélange le plus inflammable et le mélange ininflammable; à la limite supérieure, la transition est moins brusque. Le courant demandé pour enflammer le mélange le plus inflammable est le même pour les cinq gaz examinés, malgré les différences de leurs

pouvoirs calorifiques. Le mélange le plus inflammable correspond à un mélange ayant un excès d'air.

Les courbes d'inflammabilité des vapeurs d'alcool méthylique et éthylique présentent la même forme que celle des carbures saturés. Les limites d'inflammabilité sont entre 5 et 21 p. 100 pour l'alcool méthylique; entre 3 et 8,4 p. 100 pour l'alcool éthylique. Les mélanges les plus inflammables sont ceux à 9,7 d'alcool méthylique et 5,6 d'alcool éthylique; les mélanges correspondant à une combustion complète sont ceux à 12,3 et 5,65 p. 100. L'alcool éthylique est moins inflammable que l'alcool méthylique.

La courbe d'inflammabilité des vapeurs de benzine est bien différente. Elle ne présente pas de partie rectiligne. Les limites sont 1,24 et 6,37 p. 100. Le mélange le plus inflammable correspond à 4,8 p. 100, tandis que celui correspondant à la combustion complète est 2,73 p. 100. On trouve avec le courant alternatif une courbe de même forme comprise dans les mêmes limites. Cela paraît prouver que la benzine brûle d'abord en formant de l'oxyde de carbone qui, par la suite, forme avec l'oxygène de l'acide carbonique. La combustion avec formation d'oxyde de carbone seul correspond à 4,47 et est donc voisine de la proportion donnant le mélange le plus inflammable.

Le sulfure de carbone, qui se trouve toujours dans le benzol, a été aussi étudié. Les limites d'inflammabilité des mélanges de 2 à 45-50 p. 100 n'ont pas été très exactement déterminées, mais la courbe d'inflammabilité se rapproche de celle des carbures saturés et des alcools, sous l'action du courant continu. Les points caractéristiques sont la faiblesse du courant provoquant l'inflammation : 0,32 A. La proportion correspondant à la combustion complète est presque le mélange le plus facilement inflammable, soit celui à 6,5 p. 100. La sensibilité du sulfure de carbone à l'inflammation par une étincelle électrique s'accorde avec l'observation d'Hemptinne que les mélanges de sulfure de carbone et d'oxygène explosent à une pression beaucoup plus faible que la plupart des gaz, soit environ 13 mm. L'explosion est toujours très violente.

Pour les mélanges d'air et d'hydrogène, le courant minimum continu provoquant l'inflammation est constant, sauf aux environs des proportions voisines de la limite d'inflammabilité. L'inflammabilité est alors une propriété moléculaire indépendante de la concentration, exigeant seulement une certaine intensité de mouvement moléculaire. Au point de vue thermique, il faut une certaine température de l'étincelle; et au point de vue des propriétés moléculaires, une certaine énergie de projection des molécules. Avec le courant alternatif, on a une partie droite, légèrement inclinée vers l'origine.

Avec l'oxyde de carbone, les courbes présentent la particularité inverse. La courbe d'inflammabilité par courant continu présente une partie droite inclinée vers l'origine et celle par le courant alternatif une partie droite horizontale.

Si l'on change le voltage du courant, on change l'inclinaison de la droite d'inflammabilité d'une manière régulière et rapide. La variation est à peu près proportionnelle au cube du voltage; à 125 V, le courant d'inflammabilité est presque constant. Le voltage n'a pas d'influence sur la plus grande inflammabilité.

Pour les courants alternatifs, il y a à tenir compte non seulement du voltage et de l'intensité, mais aussi de la fréquence du courant. Une étude a été faite sur les mélanges d'air et de méthane donnant la combustion parfaite.

Pour tous les voltages, il faut un courant beaucoup plus intense pour enflammer le mélange gazeux qu'avec le courant continu. Au-dessous de 200 V, il faut des courants très intenses; de 200 à 600 V, on a une certaine constance d'intensité minima, puis ensuite celle-ci diminue jusqu'à 0,2 A pour 2000 V. Si la fréquence augmente, l'intensité nécessaire augmente jusqu'à 100 fréquences, limite des mesures pratiques. Mais l'allure de la courbe montre que l'on atteint un maximum. La fréquence pour laquelle la portion horizontale de la courbe est la plus grande est la fréquence 50.

Pour étudier la relation entre l'intensité minimum donnant l'inflammation et la composition du mélange, il faut un plus grand nombre d'essais qu'avec le courant continu, car on peut rompre le circuit quand le courant est presque nul ou bien lorsqu'il est à son maximum. Les courbes obtenues pour les gaz hydrocarbures saturés sont de même forme et la difficulté d'inflammabilité augmente si l'on s'adresse à un gaz plus élevé dans la série. Le pentane demande trois fois plus d'énergie électrique que le méthane. Le mélange gazeux le plus facilement inflammable par l'étincelle du courant alternatif est celui qui offre la composition moyenne entre les deux mélanges limites; pour les hydrocarbures saturés, le produit du courant minimum et du pourcentage pour lequel on le trouve est constant pour tous les gaz.

La différence d'action entre le courant alternatif et le courant continu résulte de ce que le champ électrique changeant rapidement de sens entre les deux pôles à travers lesquels se produit l'étincelle fait passer les ions d'un pôle à l'autre et les empêche de se répandre dans le gaz. Pour un même voltage, les courants alternatifs produisant l'inflammation doivent être bien plus intenses que les courants continus. La différence s'accroît lorsque la durée de la période du courant se rapproche de la durée de l'étincelle de rupture. L'intensité du courant provoquant l'inflammation reste constante entre certaines limites du voltage.

Pour les carbures saturés, le nombre d'atomes contenus dans l'unité de volume des mélanges les plus inflammables est constant. Le courant alternatif provoquant l'inflammation est à peu près proportionnel au nombre d'atomes du groupe d'une molécule de gaz combustible et du nombre d'atomes d'oxygène formant le mélange explosif. Les hydrocarbures saturés s'enflamment plus aisément quand ils sont en proportions telles que la combustion donne un mélange égal d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. La benzine s'enflamme plus aisément quand le mélange doit donner de l'oxyde de carbone, et l'alcool quand il doit donner de l'acide carbonique. Vu la grande différence d'action des courants alternatifs et continus, il semble probable qu'une sorte d'ionisation précède la combustion; et il paraît presque certain que lors de l'inflammation par électrification, il se produit une modification chimique semblable à l'ionisation, peut-être due au choc produit dans le gaz par l'étincelle dont la température est très élevée. Si un gaz a une température d'inflammation, cela veut dire que l'ionisation débute à cette température avec absorption d'énergie de la source électrique ou bien en suite de l'énergie fournie par les atomes qui se combinent. Quand l'énergie fournie par la combustion d'une molécule est plus forte que celle exigée pour l'ionisation d'une autre molécule voisine, il y a explosion. Il est probable que tous les genres de mouvements moléculaires ont part à l'ionisation et que la température d'un mélange est parfois d'une importance secondaire.

Limites d'inflammabilité des mélanges gazeux. — Un mélange gazeux inflammable peut être dilué par un excès de l'un des composants ou par l'apport d'un autre gaz ou d'un autre mélange, jusqu'à ce que l'inflammabilité cesse. Un très grand nombre d'observations ont été faites sur ces limites d'inflammabilité, mais les résultats ne sont pas concordants et MM. COWARD et F. BRINSLEY, de l'Université de Manchester, ont, à juste titre, étudié à nouveau ces limites (voir *Journal of the chemical Society of London*, juillet 1914, p. 1859 à 1885).

Voici d'abord, d'après eux, le relevé de quelques observations :

MÉLANGES D'HYDROGÈNE ET D'AIR	
Observateurs.	Limites en p. 100 d'oxyde de carbone.
Wagner (<i>Bayerisches Industrie und Gewerbeblatt</i> , 1876, t. VIII, p. 186)	7,7-8,3 à 50-60
Mallard et Le Chatelier (<i>Annales des Mines</i> , 1883, 8 ^e série, t. IV, p. 347)	6 à 80
Broockmann (<i>J. für Gasbeleuchtung</i> , 1889, t. XXXII, p. 489)	7 à 75
Roszkowski (<i>Zeitsch. für physikalische Chemie</i> , 1891, t. VII, p. 485; <i>J. für Gasbeleuchtung</i> , 1890, t. XXXIII, p. 491, 524, 535 et 533)	9,2-9,5 à 64,7-63,0
Clowes (<i>Detection of inflammable Gas and Vapours</i> , 1896)	5 à 72
Le Chatelier et Boudouard (<i>Comptes rendus</i> , 1898, t. CXXVI, p. 1516)	10
Bunte (<i>Berichte</i> , 1898, t. XXXI, p. 49)	6,3 à 80
Eitner (<i>Habilitations-schrift, München</i> , 1902)	8,7 à 75,5
— Dans une sphère d'un litre	9,4-9,5 à 66,3-66,5
— Dans une burette Bunte	8,5
— Dans un cylindre avec inflammation au-dessous	4,5
— au-dessus	9,73-5,96 à 62,75-63,38
Teclu (<i>J. für praktische Chemie</i> , 1907, [ii], t. LXXV, p. 212)	

MÉLANGES D'HYDROGÈNE ET D'OXYGÈNE	
Observateurs.	Limites en p. 100 d'oxyde de carbone.
Humboldt et Gay-Lussac (<i>Journal de Physique</i> , 1805, t. LX, p. 129 et <i>Ann. Phys. Gilbert</i> , 1805, t. XX, p. 38)	9,5-10,0
Davy (<i>Phil. Trans.</i> , 1817, p. 45)	6-7-8,3 à 95,2-96,3
Turner (<i>Edin. Philos. Jour.</i> , 1824, t. XI, p. 311)	4,4-5,1 à 95,8-96,7
Regnault et Reiset (<i>Annalen</i> , 1850, t. LXXIII, p. 129)	10,0-11,1 à 91,2-92,5
Bunsen (<i>Gasometry</i> , 1857, p. 247)	5,7-6,7 à 92,4-93,2
Wagner (<i>loc. cit.</i>)	13-14 à 91-92
Bunsen (<i>Gasometry</i> , 2 nd éd., 1877, p. 338)	5,8-6,4
Roszkowski (<i>loc. cit.</i>)	9,4-9,7 à 90,8-91,0
Eitner (<i>loc. cit.</i>)	9,1-9,3
Fischer et Wolf (<i>Berichte</i> , 1911, t. XLIV, p. 2936)	5,45 à 94,7

MÉLANGES DE MÉTHANE ET D'AIR	
Observateurs.	Limites en p. 100 d'oxyde de carbone.
Davy (<i>Phil. Trans.</i> , 1816, p. 1)	6,2-6,7 à { 20-25 14,3-16,7
Mallard (<i>Annales des Mines</i> , 1875, 7 ^e série, t. VII, p. 335)	7,7 à 14,5
Wagner (<i>loc. cit.</i>)	5,9-6,25 à 12,5-14,3
Coquillon (<i>Comptes rendus</i> , 1876, t. LXXXIII, p. 709)	5,9-6,2 à 12,5-14,3
Mallard et Le Chatelier (<i>loc. cit.</i>)	5,6 à 16,7
Wüllner et Lehmann (<i>Ber. der Preuss. Schlagwetterkommission</i> , 1886, B, t. III, p. 193)	5,9 à 12,5-14,3
Broockmann (<i>loc. cit.</i>)	5,5 à 13,5
Le Chatelier (<i>Annales des Mines</i> , 1891, 8 ^e série, t. XIX, p. 388)	6,1

Observateurs.	Limites en p. 100 d'oxyde de carbone.
Roszkowski (<i>Zeitsch. physikal. Chemie</i> , 1891, t. VII, p. 485)	5,8-6,1 à 12,4-12,8
Clowes (<i>loc. cit.</i>)	5,7-6,0 à 13,0-13,2
Bunte (<i>loc. cit.</i>)	5 à 13
Couriot et Meunier (<i>Comptes rendus</i> , 1898, t. CXXVI, p. 750)	6 à 11
Le Chatelier et Boudouard (<i>loc. cit.</i>)	5,5 à 17
Eitner (<i>loc. cit.</i>)	5,5 à 15-12,25
Teclu (<i>loc. cit.</i>)	6
Perman (<i>Nature</i> , 1911, t. LXXXVII, p. 416)	6,0-6,2 à 12,7-12,9
Burgess et Wheeler (<i>T.</i> , 1911, t. XCIX, p. 2013)	6,3
	5,5
	3,20-3,67
	2,5
	5,6 à 14,8

MÉLANGES D'OXYDE DE CARBONE ET D'AIR

Observateurs.	Limites en p. 100 d'oxyde de carbone.
Wagner (<i>loc. cit.</i>)	14,3-16,7 à 75-80
Roszkowski (<i>Zeitsch. physikal. Chemie</i> , 1891, t. VII, p. 485)	14,1-14,3 à 74,6-74,8
Clowes (<i>loc. cit.</i>)	13 à 75
Le Chatelier et Boudouard (<i>Comptes rendus</i> , 1898, t. CXXVI, p. 1344)	15,8-16,0 à 72,5-76,5
Eitner (<i>loc. cit.</i>)	14,4
	16,4-16,6 à 74,8-75,1

Pourquoi cette discordance dans les résultats obtenus par les divers observateurs? Ont-ils songé à chercher la cause de ces discordances? Tiennent-elles à la nature de l'appareil utilisé pour les déterminations? à ce qu'on n'a pas bien posé la notion même à déterminer?

Les observateurs ont-ils même connu les recherches antérieures aux leurs? Ils auraient eu grand intérêt à connaître, par exemple, celles de Humboldt et Gay-Lussac qui ont observé que, dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène, l'inflammation peut commencer, puis s'arrêter.

Donc, il faut définir l'inflammabilité. En laissant de côté l'inflammabilité spontanée, on dira qu'un mélange gazeux est inflammable lorsqu'une élévation suffisante de température produit une flamme dans ce mélange; et lorsque, pour une température et une pression données, cette flamme se propage indéfiniment. Il y a indépendance complète de la forme et de la grandeur des vases qui renferment le mélange, indépendance aussi de la nature des moyens employés pour faire naître la flamme, une fois qu'ils sont assez puissants. Les auteurs ont eu soin d'opérer dans des enceintes d'une capacité assez grande, 170 litres au moins, et de faire naître la flamme à la partie inférieure du mélange, car une flamme peut ne pas se propager dans des mélanges faibles si on l'excite à la partie supérieure.

Les auteurs font la critique des observations antérieures aux leurs; ils expliquent pourquoi ces observations varient; ils exposent leur appareil. Nous renvoyons au mémoire pour le détail de ces divers points.

Les conclusions de MM. Coward et Brinsley sont les suivantes :

La limite d'inflammabilité d'un mélange gazeux est atteinte lorsque l'addition d'une fort petite quantité du diluant empêche le mélange de s'enflammer. L'inflam-

mabilité est une propriété caractéristique et spécifique d'un mélange gazeux, pour des conditions définies de température et de pression. Un mélange est inflammable *per se*, à une température et à une pression données, s'il propage la flamme indéfiniment, la partie du mélange non brûlée étant maintenue à la même température et à la même pression.

Pour obtenir des observations satisfaisantes, il faut que le vase renfermant le mélange soit construit de façon à permettre l'expansion des produits chauds de la combustion, et conséquemment à éviter une compression des gaz non brûlés; que le vase ait une capacité suffisante pour que la flamme se propage sans refroidissement appréciable des parois; que la flamme se propage à une distance suffisante pour donner l'impression qu'elle pourrait se propager indéfiniment dans le mélange donné, c'est-à-dire que sa propagation soit indépendante du mode de mise en marche; enfin, que la vitesse de propagation de la flamme dans les couches d'un mélange faible soit supérieure à la vitesse des courants de transport mécanique causé par la flamme même, sinon la propagation pourrait s'arrêter pour une cause purement physique.

Par conséquent, un mélange peut brûler complètement dans certaines conditions sans pour cela être réellement inflammable, et un mélange peut ne pas brûler entièrement tout en constituant un réel mélange inflammable.

Les limites inférieures d'inflammabilité de l'hydrogène, du méthane et de l'oxyde de carbone dans l'air, en mélange saturé de vapeur d'eau, vers 17°-18° et sous la pression atmosphérique, sont (en p. 100) :

Hydrogène 4,1; Méthane 5,3; Oxyde de carbone 12,5.

Détermination de l'eau dans un alcool. — La méthode ordinairement suivie pour déterminer la composition des mélanges d'eau et d'alcool est une simple observation des densités. D'autres méthodes, plus ou moins heureuses, ont été proposées par Wiley (*Journal of american Society*, 1896, p. 1063), Gaunt (*Zeitschrift für analytische Chemie*, 1905, t. 44, p. 186), Wagner (*ibidem*, 1907, t. 46, p. 508). Certaines reposent sur l'observation des troubles obtenus par mélange avec d'autres liquides. Ainsi Curtis (*Journal of physical Chemistry*, 1898, t. 2, p. 371) a essayé le toluène; Siderski l'éther (*Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie*, 1909, t. 27, p. 562); d'autres le pétrole. MM. M. Jones et A. Lapworth (*Journal of chemical Society*, juillet 1914, p. 1806), proposent l' α -bromonaphtalène. Ils ont pu déterminer par son emploi des proportions d'eau de 0,03 p. 100.

Alcool éthylique des résidus de bois. — Les notes de chimie ont déjà traité ce sujet; mais l'utilisation des résidus de bois à la fabrication de l'alcool éthylique est si intéressante, en principe, qu'il est utile de signaler les nouveaux documents. Le plus récent, à notre connaissance, est la communication que M. F. W. KRESSMANN a faite à la réunion de l'American chemical Society d'avril 1914.

Tous les bois conviennent à cette transformation. Il suffit de les traiter, sous pression, par un acide minéral étendu, pour les transformer en sucres de pentoses et d'hexoses, et de faire fermenter ces derniers.

Le procédé Ekström (brevet allemand n^{os} 191 112 et 207 354, brevet français n^o 380 358), basé sur l'action de l'acide sulfurique concentré, n'a pas obtenu de succès commercial; cependant Flechsig (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, 1882) a montré, il y a plus de vingt ans, que la cellulose du coton traitée par ce procédé fournit quantitativement du dextrose et de l'alcool. Willstätter et Feichmeister (*Berichte*, 1913, p. 2401) l'ont confirmé pour l'action de l'acide chlorhydrique fumant. Mais la dépense en acides est trop élevée.

Le premier travail en date est celui de Braconnot, 1810. Le premier qui renferme des recherches systématiques est celui de E. Simonsen (*Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1898, p. 195, 962, 1007. Cf Thorner, 1908, p. 2353). Ce travail a donné lieu à plusieurs brevets et quatre usines se sont établies aux États-Unis, mais sans réussite commerciale.

On consultera aussi une thèse de Neumann (Dresde, 1910).

Cohoe a étudié l'action de l'acide chlorhydrique comme agent, non plus de masse, mais de catalyse.

D'après Simonsen, le rendement en alcool est environ de 6 p. 100 du bois sec.

Le travail de M. F. W. Kressmann a été fait au Laboratoire des produits forestiers. Il porte sur l'influence qu'exercent la pression, la température, la durée du traitement de digestion.

Le rendement maximum en sucre a été obtenu, dans ses expériences, sous une pression de 7,5 atm. Au-dessus et en-dessous de cette pression, il y a une chute rapide du rendement. Avec la sciure de bois, le mieux est de cesser la cuite dès que cette pression est atteinte. Avec la sciure de sapin blanc, le rendement est de 22 à 23 p. 100 en sucre, dont à leur tour les 70 p. 100 fermentent et fournissent un rendement en alcool presque théorique, soit 21,63 à 21,70 gallons américains d'alcool absolu par tonne de bois sec. Le sapin blanc fournit aussi environ 1,4 p. 100 d'acide acétique provenant d'une substance à radical acétyl (peut-être la lignine). Le rendement en acide formique est très variable; sa formation indique plutôt une décomposition d'hexose qu'une hydrolyse de substance à radical formyl.

Action de l'acide chlorhydrique sur l'amidon. — Willstätter et Zechmeister ont montré (*Berichte*, 1913, t. 46, p. 2401) que si l'acide chlorhydrique concentré ordinaire (à 37,6, p. 100 de HCl) agit avec lenteur sur la cellulose à la température ordinaire, par contre l'acide fumant (de 39,9 à 41,4 p. 100 de HCl et de $D = 1,204$ à 1,212), dissout la cellulose en quelques secondes et l'hydrolyse rapidement en cellobiose, puis en dextrose. Le rendement en dextrose est presque quantitatif au bout de vingt-quatre heures. La possibilité d'étendre cette action au dosage de la cellulose, puisqu'on peut doser l'amidon et les pentosanes à part, a amené M. A. J. DAISH (*Journal of the chemical Society*, août 1914, p. 2053) à poursuivre une série de recherches sur l'action de l'acide chlorhydrique fumant.

Si l'on laisse de l'amidon en contact pendant plusieurs jours avec l'acide étendu (à 7,5 p. 100 de HCl), l'amidon est converti en amidon soluble. Si on chauffe pendant plusieurs heures, il se forme de la dextrose. La dernière réaction a déjà été utilisée au dosage de l'amidon, mais elle manque de précision (Davis et Daish, *Journal of agricul-*

tural Science, 1914, t. 6, p. 152). On considère cette dextrose comme se formant directement, ce qui différencie l'action enzymatique de la diastase qui conduit au maltose.

Flourens (*Comptes rendus*, 1890, t. 90, p. 204), Lintner et Düll (*Berichte*, 1895, t. 28, p. 12) n'admettent pas la formation du maltose dans l'action des acides sur l'amidon. Par ailleurs, Weber et Macpherson (*Journal of american chemical Society*, 1895, t. 17, p. 312) ont constaté la présence du maltose en quantités dans les glucoses du commerce fabriqués à l'acide; Rolfe et Defren (*ibidem*, 1896, t. 18, p. 869) en ont trouvé jusqu'à 44 p. 100; le reste semblant un mélange à parties égales de dextrine et de dextrose. Rolfe et Haddock (*ibidem*, 1903, t. 25, p. 1015), Fernbach et Schoen (*Bulletin de la Société chimique*, 1912, p. 303) ont isolé également la maltosazone dans les produits de l'hydrolyse de l'amidon par les acides.

Il n'y a donc pas de motif, remarque M. Daish, pour regarder l'action des acides sur l'amidon comme essentiellement différente de celle des enzymes, en ce qui concerne les produits formés qui sont l'amidon soluble, les dextrines, le maltose et enfin le dextrose. De même, il n'y a de différence lorsqu'on fait agir soit l'acide chlorhydrique concentré à froid, soit l'acide fumant, que dans la durée de la phase de production des trois premiers; avec l'acide fumant, cette phase est très courte, puisque 86 p. 100 du dextrose théorique se forment en 135 minutes.

Dans l'action de l'acide chlorhydrique fumant sur la cellulose et l'amidon, il se forme des petites quantités de carbohydrates autres que le dextrose, et l'on ne peut, en conséquence, utiliser cet acide pour doser la cellulose, même si on évite toute destruction de dextrose.

L'acide fumant (à 41 p. 100 de HCl) hydrolyse l'amidon dix fois plus rapidement que l'acide concentré ordinaire. Les limites de concentration de l'acide dans lequel l'amidon de pommes de terre se dissout aisément à la température ordinaire sont comprises entre $D=1,083$ et $D=1,049$.

Maltose industriel. -- Découvert par De Saussure en 1819, ce sucre reçut son nom de Dubrunfaut en 1847. C'est à lui et à son collaborateur Cuisenier que l'on doit faire remonter l'origine de l'industrie des sucres et sirops dérivés du malt, si on en excepte l'industrie spéciale du Japon.

Le maltose a un rival : le glucose, ce compétiteur du sucre de cannes. Il se préparait à partir du maïs ou de l'amidon, en employant 15 à 25 p. 100 du malt d'orge pour produire l'amylolyse ou hydrolyse de l'amidon. La fabrication comprenait la cuite, la saccharification, le raffinage, la concentration.

Le procédé primitif avait de nombreux inconvénients : les amidons utilisés donnaient un empois; ils étaient impurs; la proportion de malt était exagérée; des pertes excessives se produisaient; le raffinage était imparfait; le produit final coûteux.

D'après M. Chester B. DURYEA (*Journal of industrial Chemistry*, mai 1914, p. 419), un bon maltose supporte la cuisson aussi bien que le meilleur glucose; il est plus dur que lui; il fournit des candis plus brillants; il est plus agréable au palais et ne laisse pas l'arrière-goût âcre que présente le glucose; enfin, les candis au maltose restent toujours secs. Sans doute, le maltose n'est pas aussi dur que le d-glucose, qui est déjà

inférieur au sucrose ou sucre de cannes sous ce rapport. Mais l'impression sur le palais, finalement, est supérieure avec les maltoses. Les sirops de maltose se conservent mieux.

Toutes les bases de la fabrication du maltose, conclut l'auteur, se trouvent dans l'ouvrage d'Effront : *Les Enzymes*, et dans celui de Stadler : *Industrial organic Chemistry*.

Valeurs des divers régimes alimentaires. — Nous donnons ici les résultats obtenus par le Dr J. KÖNIG de Munster, d'après une traduction publiée dans le *Bulletin de la Société scientifique d'hygiène alimentaire* et d'alimentation rationnelle de l'homme.

Il faut, en moyenne, compter par jour avec les adultes au repos ou fournissant un travail modéré : 100 gr de substances protéiques, 60 gr de graisses et 400 gr d'hydrates de carbone. Si l'on calcule les calories fournies par ces diverses substances, on trouve en chiffres ronds, pour la valeur calorifique des aliments, 2500 calories, ce qui signifie qu'un adulte au repos ou fournissant un travail modéré a besoin d'une ration alimentaire quotidienne susceptible, en brûlant, et toujours en chiffres ronds, d'élever de 1° la température de 2500 kg d'eau.

Le besoin d'aliments est maximum au cours des premières années de la vie ; il baisse ensuite, pour arriver, dès 18 ou 20 ans, à une valeur constante qui ne s'accroît que proportionnellement au travail fourni. Durant la vieillesse, le besoin de substances alimentaires s'abaisse, pour un même poids de corps, au tiers de celui de l'enfant.

Suivant que le travail produit est plus ou moins grand, le carbone excrété augmente ou diminue dans l'air expiré. Si, durant le sommeil, la vapeur d'eau dégagée est plus grande que pendant l'état de veille ou de repos, cela tient à ce que durant le sommeil les échanges cutanés sont très actifs.

Lorsqu'on se trouve fixé sur les besoins alimentaires de l'homme, il reste encore deux points très discutés à résoudre. Il faut savoir dans quelles proportions les différentes substances alimentaires doivent entrer dans la ration, et ensuite s'il suffit que le besoin alimentaire soit seulement exprimé par le besoin d'énergie ou calorifique total?

Quelle est la quantité de substances protéiques qui doit entrer dans l'alimentation de l'homme adulte?

Dans l'établissement de rations pour des groupes d'individus, on pourra s'en tenir au chiffre de Voit : 118 gr de protéine, même si cette valeur n'est pas nécessaire pour tous, mais seulement pour quelques cas particuliers.

Pour ces derniers, une alimentation insuffisante en protéines aurait en effet comme conséquence une perte d'azote de l'organisme. Une telle perte, causée par une nourriture insuffisante, n'est compensée que peu à peu et est ainsi susceptible de provoquer des désordres de santé, des diarrhées par exemple, rapidement dangereuses. Un excès de protéines, comme l'a dit justement M. Rübner dans « Questions d'alimentation populaire » (1908, p. 41), peut être, au contraire, considéré comme une pratique de sécurité.

Les besoins alimentaires de l'homme peuvent-ils être uniquement exprimés en calories (valeur calorifique)?

Doit-on, malgré l'équivalence de la valeur calorifique, malgré la diversité des aliments constituant ce régime, professer que le rapport des trois groupes de substances alimentaires n'a réellement aucune influence sur la croissance et la prospérité de l'enfant? On ne peut pas faire abstraction des proportions respectives des trois groupes de principes alimentaires dans l'établissement des bilans, pas plus qu'on ne peut le faire lorsqu'il s'agit de fixer des régimes de diète.

Dans un état d'esprit différent a été conçu le manuel et le livre de cuisine pratique de Chr. Jürgens (Berlin, 1910). Ce livre, qui contient 1 891 recettes, ne donne que la valeur calorifique totale (celle des protéines, entre parenthèses), sans considérer les proportions respectives des trois substances alimentaires.

Pour une même quantité de calories, on observe une assez grande différence du prix des mets. Les mets riches en protéines sont les plus chers, et c'est à ces préparations que donnera la préférence celui qui n'est pas limité par sa bourse. Par contre, dans les cas où il faut encore tenir compte des moyens dont on dispose et en particulier pour l'entretien de groupes d'individus, on choisira les préparations les moins chères.

Dans l'étude de l'alimentation, pour juger de la valeur d'un régime, on ne peut pas s'appuyer sur la connaissance exclusive de la quantité de calories que contiennent les aliments. Il est impossible de ne pas s'occuper en même temps des proportions respectives des différents groupes de substances alimentaires correspondant à cette valeur calorifique. Le prix mérite aussi qu'on lui prête une grande attention.

Tous les aliments riches en substances protéiques sont les plus chers. Si l'on compare ces derniers au point de vue de leur teneur en substances digestibles et de leur prix de vente, on voit que les protéines sont toujours payées cinq fois, les graisses trois fois plus que les hydrates de carbone. Ce qui revient à dire, si l'on tient compte des prix de vente, que les valeurs des protéines, des graisses et des hydrates de carbone sont respectivement de 5, 3 et 1. En multipliant par ces chiffres la quantité de substances digestibles que contient 1 kg d'aliment et en additionnant ces produits, on obtient la somme des unités nutritives et on peut par comparaison avec le prix avoir une idée de la valeur de l'aliment. Ainsi 70 p. 100 des 24 centièmes de substances azotées apportées par les haricots étant digérés, de même que 30 p. 100 de leurs 3 centièmes de graisses et 84,5 p. 100 des hydrocarbures qu'ils contiennent, on a :

Substances azotées	240 × 0,70 × 5 = 840	} Unités nutritives utilisables.
Graisses	20 × 0,30 × 3 = 18	
Hydrates de carbone	520 × 0,845 × 1 = 440	
Total	1 298	

Le kilog de haricots contient donc 1 298 unités de valeurs alimentaires utilisables.

Soit c son prix en centimes. Pour 1 franc, on aura $1298 \times \frac{100}{c} = N$ unités nutritives utilisables.

En résumé, les viandes riches en graisses sont généralement préférables aux viandes maigres. Parmi les substances d'origine exclusivement animale, ce sont, au point de vue économique, à part quelques poissons, le saindoux, le lard et les laitages qui se placent au premier rang, ils sont même supérieurs aux légumes. Parmi ces derniers, les pommes de terre et les légumineuses sont particulièrement avantageuses.

La plupart des légumes verts sont, par suite de la petite quantité de substances nutritives qu'ils contiennent, d'un prix supérieur à celui de la viande.

Propriétés bactéricides des métaux colloïdaux. — Les agents de destruction des bactéries, qu'il s'agisse de la chaleur, de la lumière solaire, des produits chimiques, de l'émanation du radium, ont, en même temps, une action destructive sur les tissus vivants.

Les solutions de métaux colloïdaux, préparées par la méthode de Bredig, possèdent des propriétés bactéricides puissantes. M. H. CROOKES, dans un mémoire lu devant la Royal S. of medicine, en avril dernier (voir *Chemical News*, 8 mai 1914), expose comment il a préparé des métaux à l'état colloïdal qui possèdent les mêmes propriétés bactéricides que l'émanation du radium, mais sans présenter la même action irritante sur les tissus vivants. Les *collosols* de M. H. Crookes présentent, en outre, la propriété d'être stables, et de ne pas être précipités dans un liquide renfermant du sel même en faible proportion, tel que le sang qui en renferme 7 pour mille; enfin, ils ne renferment que 1/2000^e de métal.

La grosseur d'un coccus est de l'ordre des μ (1/1000 de mm), la grosseur des métaux colloïdaux est de l'ordre des $\mu\mu$ (1/1 000 000 de mm). Le rapport entre les bacilles et les métaux colloïdaux est, en moyenne, de 330 à 1, environ le même qui existe entre un éléphant et un chien.

Le nombre des particules de colloïdes qui se trouvent dans un liquide renfermant 0,05 gr d'or par litre (c'est-à-dire 0,005 p. 100) est de 1 milliard par mm³, suivant Zsigmondy. En supposant que chaque particule ait un diamètre de 15 $\mu\mu$, il serait le double du nombre de particules d'argent, vu la différence des densités. Comme le collosol d'argent renferme 0,05 p. 100, le nombre des particules présents serait

$1\ 000\ 000\ 000 \times 2 \times 10 \times 1000$, par cm³ de 15 gouttes, c'est-à-dire 20 trillions.

Utilisation d'une eau chargée de plomb. — La ville de Lowell, aux États-Unis, puisait son eau potable dans un puits qui fournissait aux consommateurs une eau chargée de plomb. L'on sait combien ces eaux sont nuisibles à la santé. La présence du plomb provenait de ce que l'eau du puits était très riche en acide carbonique libre, et cet acide corrodait les conduites en plomb. Résultat : la présence du plomb dans l'eau de consommation sous forme de carbonate de plomb.

Pour obvier à cet inconvénient si grave, on a réussi à enlever à l'eau du puits son acide carbonique et son caractère corrosif, par une aération.

On peut neutraliser l'acide carbonique en traitant l'eau soit par de la chaux ou de la soude, soit par le fer. Le traitement par la chaux a l'inconvénient d'augmenter la dureté de l'eau. On peut éliminer l'acide carbonique en aérant l'eau au moyen d'un injecteur d'air à tuyères très fines. Sous une pression de 2,5 kg, on peut réduire la proportion d'acide carbonique de 0,00045 à 0,000033; la proportion ainsi réduite est pratiquement sans effet nuisible.

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. HITIER

membre du Conseil.

L'AGRICULTURE BELGE

Depuis trois mois les armées allemandes ont envahi la Belgique et depuis trois mois le peuple belge tout entier, avec un héroïsme qui fait et fera à tout jamais l'admiration du monde entier, lutte pour son indépendance et pour reconquérir le sol de sa patrie. Bientôt, nous en avons la pleine confiance, ce but sera atteint, et les armées alliées auront chassé l'ennemi au delà des frontières de la Belgique.

Ce qu'est cette terre belge, ce que l'agriculture belge avait su en tirer, voilà ce que nous aurions voulu résumer en ces quelques pages de nos notes d'agriculture. Si imparfaites soient-elles, nous souhaitons qu'elles puissent tout au moins donner une simple idée de l'effort gigantesque qu'avait su faire le peuple belge pour amener son agriculture au très haut degré de prospérité où celle-ci se trouvait ces dernières années.

Sur les 2 945 557 ha qui forment le territoire de la Belgique, la surface cultivée (terres de labour et prairies), recensée en 1908, s'élevait à 1 773 597 ha, soit un peu plus de 63 p. 100 du territoire total. D'autre part, les bois et forêts, d'après la statistique de 1895, auraient couvert 521 495 ha, soit 17,6 p. 100 de l'ensemble du royaume.

Sur cette étendue relativement très restreinte de terres arables et prairies, les agriculteurs belges, par l'emploi de méthodes culturales des plus intensives et admirablement adaptées aux conditions des milieux naturel et économique, arrivent à produire, bon an, mal an, 4 millions de quintaux de blé, 6 millions de quintaux de seigle, 1 million de quintaux d'orge, plus de 6 millions de quintaux d'avoine, près de 35 millions de quintaux de pommes de terre, et surtout ils entretiennent un bétail excessivement nombreux et de grande valeur : 262 000 chevaux, 1 861 000 bovidés, 1 348 000 porcs, etc. (1).

De tels résultats sont obtenus sur des fermes de petite et de moyenne étendue, car 48 p. 100 de la surface cultivée l'est par des exploitations de moins de 10 ha, et 40 p. 100 par des exploitations de 10 à 50 ha.

Beaucoup de terres de la Belgique cependant sont loin d'être naturellement fertiles, et il a fallu toute l'énergie du paysan, pour mieux dire, de la famille paysanne belge, pour arriver à en tirer ces récoltes si abondantes et variées, fruit d'un travail judicieux et incessant, aidé par toutes les ressources techniques de la science agronomique moderne et par toutes les forces que peut procurer l'association sous ses formes les plus diverses.

Le sol de la Belgique, disions-nous, est loin d'être partout naturellement fertile. Au centre du royaume, sans doute, la partie des Flandres, du Hainaut et du Brabant qui constitue la région des collines et des plaines de la Moyenne Belgique, possède

(1) Chiffres de la statistique de 1912.

de riches limons profonds et frais dans lesquels toutes espèces de culture sont possibles; mais au Nord et à l'Ouest, la Basse Belgique, de l'autre partie des Flandres, des provinces du Limbourg et d'Anvers, ne renferme guère que des dunes et des sables, tels ceux qui ont engendré cette contrée jadis absolument stérile des landes de la Campine. Au Sud-Est, dans la Haute Belgique, la plus large surface des provinces de Namur et du Luxembourg se rattache au plateau montagneux de l'Ardenne dont le climat rude et froid ne vaut guère mieux que le sol de schiste ou de grès dur.

Entre la France et la Belgique, il n'existe pas de frontières naturelles, — les mêmes plaines s'étendant uniformes autour de Lille, de Tournai et de Courtrai, les hautes fagnes de l'Ardenne commençant au Nord même de Mézières — et les diverses régions naturelles de la Belgique ont leurs similaires dans notre France : les limons de la Hesbaye rappellent nos limons du Cambrésis et du Santerre, les sables et les landes de la Campine rappellent la Sologne, et quand on traverse le pays de Herve avec ses herbages clos de haies, plantés de grands arbres et de pommiers, on croirait être encore en Normandie ou en Thiérache.

Répartition et rendement des différentes cultures

Le tableau A indique, d'après les plus récentes statistiques belges, la répartition et les rendements des différentes cultures (1) :

TABLEAU A

Plantes cultivées.		Nombre d'hectares		Pour 100 hectares de l'étendue recensée		Rendement moyen à l'hectare (grains)	
		en 1908	en 1907	en 1908	en 1907	en 1908	en 1907
A. Cultures principales.						qx.	qx.
I Céréales et farineux.	Froment	152 803	158 845	8,62	8,99	23,85	27,13
	Épeautre	17 623	19 602	1,00	1,11	18,92	22,87
	Méteil	9 834	10 725	0,53	0,61	19,05	20,89
	Seigle	258 135	259 723	14,55	14,70	21,84	22,97
	Orge d'hiver. . .	30 659	32 578	1,73	1,84	27,62	30,81
	Orge d'été. . . .	4 919	4 644	0,28	0,26	22,99	24,34
	Avoine	254 978	248 423	14,38	14,06	24,51	26,84
	Sarrasin.	1 956	2 015	0,10	0,11	15,58	14,32
	Total	730 907	736 555	41,21	41,68		
II Légumineuses cultivées pour la pro- duction des graines.							
	Fèves	9 100	9 465	0,52	0,54	24,83	25,37
	Pois	5 364	5 535	0,30	0,31	22,60	23,21
	Total	14 364	15 000	0,82	0,85		
III Plantes industrielles.	Lin	20 716	22 672	1,17	1,28		
	Colza	588	829	0,03	0,05	18,35	21,44
	Tabac	3 153	2 834	0,18	0,16	26,76	21,71 (feuilles sèches)
	Houblon	2 060	2 341	0,12	0,13	18,78	13,16 (cônes)
	Chicorée à café .	6 617	6 365	0,37	0,36	333,47	334,30 (racines)
	Betteraves à su- cre	51 640	53 322	2,91	3,02	302,08	272,59 (racines)
	Total	84 774	88 363	4,78	5,00		

(1) Les chiffres de ces tableaux et des suivants sont extraits de la *Statistique de la Belgique. Recensement agricole de 1908, publié par le Ministre de l'Agriculture.*

Plantes cultivées		Nombre d'hectares		Pour 100 hectares de l'étendue recensée		Rendement moyen à l'hectare (grains)	
A. Cultures principales.		en 1908	en 1907	en 1908	en 1907	en 1908 qx.	en 1907 qx.
IV Plantes racines.	Betteraves four- ragères	65 155	62 443	3,67	3,54	583,07	527,33 (racines).
	Carottes en cul- ture principale	2 182	2 339	0,12	0,13	295,26	282,72 (racines).
	Navets et rutaba- gas en culture principale. . .	4 274	5 184	0,21	0,29	272,72	284,53 (racines).
	Pommes de terre.	141 340	142 749	7,97	8,08	159,52	168,14 (tubercules).
	Total	212 951	212 735	12,01	12,04		
V Fourrages.	Trèfle incarnat. .	10 505	11 657	0,59	0,66	246,83	265,81 (fourrage vert).
	Trèfle rouge. . .	100 976	99 348	5,69	5,62	55,17	53,75 (foin).
	Autres trèfles . .	30 422	29 046	1,72	1,64	38,57	36,57 (foin).
	Luzerne.	13 906	14 006	0,78	0,79	58,61	58,50 (foin).
	Sainfoin.	7 930	8 336	0,45	0,47	45,20	45,39 (foin).
	Prairies fauchées.	228 781	226 372	12,90	12,81	40,14	39,31 (1 ^{re} coupe).
	Prairies pâturées.	258 908	248 375	14,60	14,05		
	Vergers.	65 570	64 053	3,70	3,62		
	Raygrass et fléole	8 914	8 615	0,50	0,49	41,10	40,89 (foin).
	Mélanges fourra- gers de légumi- neuses et de cé- réales.	4 539	4 742	0,26	0,27		
Total		730 451	714 551	41,18	40,43		
Total des cultures principales.		1 773 597	1 767 204	100,00	100,00		
B. Cultures dérobées.							
Navets.		134 446	139 651	7,58	7,90	143,75	239,71 (racines).
Carottes.		11 927	12 177	0,67	0,69	126,17	141,16 (racines).
Spergule.		25 270	24 184	1,42	1,36	128,72	112,52 (fourrage vert).
Total des cultures dérobées.		171 643	176 012	9,68	9,96		

Les céréales occupent, en Belgique, 41 p. 100 des surfaces cultivées et, parmi les céréales, la première place revient au *seigle* qui, à lui seul, estensemencé sur plus de 258 000 hectares. C'est surtout dans les provinces d'Anvers, du Limbourg, de la Flandre orientale que le seigle est cultivé; c'est que l'on rencontre dans ces régions un ensemble de circonstances favorables à la culture de cette céréale qui est particulièrement appropriée à leurs terres sablonneuses. De plus, la maturation hâtive du seigle permet un nettoyage efficace des terres en y rendant possible la pratique des secondes récoltes ou récoltes dérobées. Or, cette pratique a une importance capitale dans les terres légères où les déperditions des nitrates sont particulièrement à craindre quand la terre est nue et où elle assure un supplément considérable de fourrage et de racines pour le bétail. Depuis l'emploi courant des engrais phosphatés s'ajoutant aux fumures les rendements du seigle n'ont cessé de s'accroître, de 14 quintaux en moyenne au milieu du XIX^e siècle à 18 quintaux vers 1895 et ils atteignent actuellement 21 à 23 quintaux.

L'*avoine* est maintenant bien près de couvrir en Belgique d'aussi larges surfaces que le seigle, les débouchés pour le grain augmentant d'année en année en vue d'une meilleure alimentation du bétail. L'avoine occupe 250 000 hectares et les rendements

dépasse certaines années 26 qx à l'hectare, plus de 32 hl. C'est surtout dans la province du Luxembourg que les agriculteurs consacrent une forte étendue de leurs terres à l'avoine.

Le froment avait été la plante de grande culture dont les produits furent le plus atteints par la crise économique de la fin du XIX^e siècle ; sous l'influence de la baisse des prix, provoquée par la concurrence des blés américains, les agriculteurs belges de 1880 à 1893 réduisirent leurs emblavures en blé de 35 p. 100 ; depuis, il y a une légère tendance à donner une place moins réduite au blé, du moins dans les régions où la constitution physique du sol permet d'obtenir de bons rendements. Dans le Hainaut, dans le Brabant, dans la Flandre occidentale, de 14 à 10 p. 100 des surfaces cultivées sont encore réservées au blé, tandis que la proportion tombe à 5 p. 100 dans le Limbourg, à 2,18 p. 100 dans le Luxembourg et à 1,83 p. 100 dans la province d'Anvers. En 1907, très bonne année pour le blé, la statistique belge indique le rendement très élevé de 27,13 qx par hectare.

Plantes industrielles. — La large place réservée aux plantes industrielles dans les assolements est une des caractéristiques de l'agriculture belge ; toutefois, depuis quelques années la baisse des prix avait amené de fortes réductions dans les cultures de lin, (20 000 ha en 1908 au lieu de 30 000 encore en 1895), de la chicorée à café (6 000 ha au lieu de 11 000), du houblon (2 000 ha au lieu de 3 700) ; par contre, le tabac a gagné d'étendue et la betterave à sucre s'est bien maintenue.

Cette dernière plante est de beaucoup aujourd'hui la principale plante industrielle de la Belgique ; dans le Hainaut, la province de Liège, le Brabant, une partie du Limbourg ; cette culture est la base de judicieux assolements ; on y obtient de gros rendements de racines, et les pulpes permettent aux fermes à betteraves de ces pays d'entretenir beaucoup de bétail.

C'est dans les Flandres que la culture du lin conserve toujours son importance ; les qualités du sol, la régularité du climat, l'abondance de la main-d'œuvre, le voisinage de la Lys sont autant de facteurs favorables au maintien des emblavures du lin dans ces pays.

En Flandre également, mais surtout dans la Flandre occidentale, les petits cultivateurs ont pu réaliser de gros bénéfices dans la culture du tabac ; aussi consacrent-ils à cette plante une place importante dans leurs champs.

Plantes racines et fourrages. — Dès 1895 l'auteur de la statistique belge, commentant les résultats du recensement agricole effectué à cette époque, écrivait : « Notre agriculture évolue ; plus que jamais la production des végétaux directement utilisables pour l'alimentation humaine est laissée aux pays à culture extensive, la culture intensive trouve plus de profits dans la transformation préalable des végétaux par les machines animales. »

De 1895 à 1914, ce mouvement, ou plutôt cette évolution de l'agriculture belge n'a fait que s'accroître ; si l'on prend l'ensemble des surfaces occupées par les plantes racines, les fourrages et les cultures dérobées destinées, elles aussi, à l'alimentation du bétail, on trouve un total de 1 415 045 hectares, soit 62,87 p. 100 de l'étendue cultivée.

Les betteraves fourragères occupent maintenant plus de 65 000 ha ; leur surface ne s'étendait que sur 26 000 ha en 1880 ; les prairies pâturées couvraient 165 237 ha en 1895 et, en 1908, 238 908 ha ; les vergers 47 591 ha en 1895 et aujourd'hui 65 570. Les

profits que donne l'élevage du bétail, le besoin moins grand de main-d'œuvre avec les prairies expliquent l'extension de celles-ci.

« L'augmentation du nombre de têtes de bétail dans les fermes et la rareté de la main-d'œuvre provoquent la transformation des terres arables en prairies et en pâtures. » Statistique de la Belgique, recensement agricole de 1908.

Les prairies fauchées avec 228 781 ha occupent 12 90 p. 100 des surfaces cultivées, les prairies pâturées avec 238 908 ha, 14 60 p. 100, les vergers avec 65 570 ha, 3,70 p. 100.

Les prairies fauchées occupent proportionnellement la plus grande surface dans les provinces du Luxembourg et d'Anvers, puis dans celles du Limbourg et de Liège; les prairies pâturées prédominent dans les provinces de Liège, de la Flandre occidentale, du Hainaut, du Luxembourg; les vergers dans les provinces de Liège et du Limbourg.

Parmi les prairies artificielles, de beaucoup le trèfle rouge occupe le premier rang, ce qui s'explique étant donné le climat de la Belgique et la nature des terres; le Brabant, la Flandre orientale consacrent surtout de grandes surfaces à cette légumineuse.

Enfin les cultures dérobées et, parmi celles-ci, la culture des navets, sont très répandues dans certaines régions de la Belgique, notamment dans les Flandres et la province d'Anvers; elles y rencontrent, il est vrai, des conditions de culture essentiellement favorables; un sol meuble, sablonneux et sablo-limoneux, un climat quasi maritime, une population agricole dense, un bétail nombreux qui permet de faire beaucoup de fumier et d'incorporer par conséquent au sol de grandes quantités d'engrais organiques, etc.

Aussi dans tous les assolements de ces régions les cultures dérobées jouent un rôle important (1) :

Le navet, par exemple, est, pour ainsi dire, le seul aliment frais dont le cultivateur de la Campine dispose pour son bétail pendant l'hiver. Donné en quantité modérée (10 à 20 kg), avec un supplément d'aliments secs et d'aliments concentrés, il permet de composer des rations très convenables pour les vaches laitières et même pour les bêtes à l'engrais (2).

(1) Voici quelques types de ces assolements :

Région de Gand.		Région de Nivelles.		Campine.	
1 ^{re} année.	Pommes de terre.	1 ^{re} année.	Seigle suivi de navets.	1 ^{re} année.	Pommes de terre.
2 ^e —	Orge d'hiver suivi de navets en culture dérobée.	2 ^e —	Avoine.	2 ^e —	Seigle avec spergule.
3 ^e année.	Seigle.	3 ^e —	Trèfle.	3 ^e —	Seigle avec navets.
4 ^e —	Avoine.	4 ^e —	Froment.		
5 ^e —	Lin.	5 ^e —	Seigle suivi de navets.		
6 ^e —	Trèfle.	6 ^e —	Féveroles.		
7 ^e —	Blé.	7 ^e —	Orge suivi de navets.		
8 ^e —	Seigle suivi de navets.	8 ^e —	Betteraves.		

(2) Deux variétés de navets sont surtout cultivées : le *navet rond à collet vert* et le *navet long à collet violet*; le premier n'étant autre que le turnep de Hollande, le second, le navet rose du Palatinat. Le navet rond est demi-hâtif; c'est une variété très rustique, assez productive, de longue garde, ses racines se conservent pendant toute la saison d'hiver. Il convient parfaitement pour la culture dérobée. Le navet long est moins hâtif, sa racine ne se conserve pas; aussi le fait-on consommer avant l'hiver, et c'est dans des pommes de terre ou des pois, à la Saint-Jean, qu'on sème cette variété.

On estime le rendement moyen des navets, en culture dérobée, de 10 000 à 17 000 kg de racines, à l'hectare.

Comme procédés de culture, après la coupe du seigle, qui précède le navet, et déjà avant l'enlè-

Le bétail

253 431 chv; 1 861 412 bovins; 1161 761 porcs, tels sont les chiffres du bétail recensé en Belgique, l'année 1908, ce qui correspond pour l'ensemble du royaume, par 100 ha cultivés, à 14,30 chv, 104,95 bêtes bovines, 66,50 porcs.

L'accroissement du cheptel bovin est surtout très remarquable : de 1895 à 1908, il se serait accru, en effet, de plus de 400 000 têtes (1). La moitié de ce cheptel est constituée par des vaches laitières, 912 781, alors que l'on ne compte que 31 000 bœufs de trait; ces chiffres indiquent quelle importance a prise en Belgique l'industrie laitière, ces dernières années : du reste les professeurs F. Reyziger et A. Raeymaeckers, de Gembloux, dans un rapport présenté en 1913 au Congrès international d'agriculture de Gand, estimaient à 2 392 936 961 l la production laitière des vaches belges, ce qui, à 13 c le l, représente la somme de 307 182 195 f.

Les provinces les plus riches en bovidés sont les provinces de la Flandre occidentale (139,69 bêtes bovines par 100 ha cultivés), la province d'Anvers (124,01), la province de Liège (115,53), de la Flandre occidentale (112,19).

L'élevage du cheval n'est pas moins florissant en Belgique et l'on sait comment nos voisins sont passés maîtres dans l'art de la réclame et de la belle présentation de leurs chevaux aux différentes expositions nationales et internationales. Le commerce d'exportation du cheval belge est très prospère; en 1912 encore, la Belgique avait exporté 29 667 chv pour une valeur de 37 830 930 f.

Dans le Hainaut et le Brabant on compte 18,12 et 16,40 chv pour 100 ha cultivés dont 8,53 et 7,67 juments de plus de trois ans.

La dernière statistique n'indique pas le nombre des moutons dans les fermes belges; à vrai dire, le chiffre doit en être très faible; dès 1895, il n'était plus que de 235 000, en diminution de 65 p. 100 sur les chiffres du troupeau en 1846.

Mais il faut signaler les chèvres, 260 000 têtes, qu'on rencontre nombreuses dans les Ardennes, dans la Campine et les Flandres, et qui constituent, avec les porcs, le cheptel animal de toutes les petites exploitations.

Nous avons vu l'importance des surfaces consacrées aux plantes fourragères en Belgique; mais les agriculteurs belges ne se contentent pas, pour nourrir leur bétail, des denrées qu'ils ont pu récolter, ils achètent au dehors une masse énorme de résidus industriels, pour compléter et améliorer les rations alimentaires de leurs animaux, et c'est même là un des progrès les plus caractéristiques de l'agriculture belge.

vement de la récolte, on procède au déchaumage, qui est suivi de hersages plus ou moins nombreux suivant que la terre est plus ou moins sale. Le navet est semé à la volée, à raison de 3 à 5 l de graines à l'hectare; on sème quelquefois et, c'est très recommandable, en lignes, ce qui permet d'obtenir une levée plus régulière et ce qui facilite les binages indispensables pour obtenir une récolte élevée.

Après les premières gelées en octobre, début de novembre, les racines sont arrachées à la main. On les conserve en petits tas, recouverts d'une mince couche de paille et d'un peu de terre.

Bien entendu, ces cultures dérobées de navets sont amendées avec grand soin : soit avec le fumier de ferme, presque toujours employé à raison de 15 à 20 000 kg à l'hectare, soit avec des engrais liquides à la dose variable de 60 à 100 hl; dans quelques fermes les engrais chimiques sont seuls utilisés, le nitrate de soude surtout, à la dose de 100 à 200 kg par hectare.

(1) D'après ces chiffres il y aurait donc en Belgique plus d'une tête bovine par hectare cultivé (terres de labour et prairies); en France, sur 37 millions d'hectares cultivés, nous avons 14 300 000 bovidés, pas même une demi-tête de bovidé par hectare.

Ainsi en 1908 l'agriculture belge aurait employé comme denrées alimentaires du commerce :

		Soit par tête de bovin une consommation annuelle de
	qx	kg
Tourteaux et farines de lin	2 425 292	130,29
Tourteaux et farine de coton	172 271	9,23
Autres tourteaux et farines de tourteaux alimentaires. .	316 574	17,01
Farine de viande	4 092	0,22
Germes d'orge et d'autres grains (radicelles, touraillons, déchets de malt)	109 016	5,86
Mais et farine de maïs	831 976	44,70
Drèches séchées	178 896	9,61
Drèches fraîches ou égouttées de distillerie, brasserie, etc.	4 871 198	261,69
Pulpes de sucrerie	11 493 756	617,58
Son et rebulets (ne provenant pas de la ferme)	2 552 252	137,11

Dans les provinces d'Anvers et des Flandres, la consommation des tourteaux est excessivement élevée, elle correspondrait annuellement par tête bovine à plus de 330 kg, alors que dans la province de Luxembourg elle ne serait que de 9,46 kg.

Par le fait même de la très grosse quantité de bétail qu'il entretient, l'agriculteur belge dispose de très grosses quantités de fumier et de fumier très riche, puisque les animaux, dont ce fumier provient, sont très bien nourris. Cet engrais de ferme est à répartir sur une étendue relativement restreinte de terres labourables; le praticien belge cependant ne s'en contente pas pour fertiliser ses terres; il utilise, en outre, amendements et engrais commerciaux sur une très large échelle ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants.

MATIÈRES FERTILISANTES EMPLOYÉES PAR L'AGRICULTURE BELGE [ANNÉE 1908]

		Quantités totales employées en 1908.	Soit par 100 ha cultivés	
Nature des matières fertilisantes.		qx	en 1908.	en 1903.
		kg	kg	kg
Amendements . . .	Chaux et cendrée de chaux	1 065 347	6 007	3 160
	Écumes de défécation, chaux de sucrerie. .	845 595	4 768	6 237
	Marnes	216 961	1 223	1 574
	Plâtre	7 022	40	34
	Nitrate de soude	899 605	1 405	383
Engrais azotés . . .	Sulfate d'ammoniaque	249 254	5 072	4 753
	Poudres de sang, de viande, de corne, de cuir	10 589	60	52
	Déchets de laine	108 677	613	449
Engrais phosphatés.	Guanos	256 469	1 446	1 268
	Superphosphate	1 234 168	6 958	5 917
	Phosphate de scories (phosphate basique). .	1 027 394	5 793	4 257
	Phosphate de chaux (phosphate minéral)..	16 343	92	59
Engrais potassiques.	Chlorure de potasse	48 725	273	158
	Sulfate de potasse	26 226	148	83
Engrais organiques.	Kainite, carnallite, etc.	319 156	1 799	1 126
	Tourteaux	120 330	678	1 017
Engrais composés .	Préparés par le fabricant.	753 280	4 247	3 960

Ce tableau montre, en même temps, combien, depuis quelques années surtout, l'emploi des engrais azotés et des engrais potassiques s'est généralisé en Belgique.

Bien entendu, ici encore, l'utilisation de ces engrais, comme celle des alimens pour le bétail, est loin d'être uniforme sur toute l'étendue de la Belgique; les provinces du Luxembourg et de Namur en font une consommation restreinte tandis que dans les Flandres et notamment dans la Flandre occidentale, le petit cultivateur répand l'engrais à profusion pour ses cultures de lin, de chicorée, de betteraves, de tabac... 13 717 kg de nitrate de soude par 100 ha + 6 972 kg de sulfate d'ammoniaque + 15 241 kg de superphosphate + 2 950 kg de tourteaux + 2 616 kg d'engrais chimiques composés, + de la kaïnite, de la chaux, de la marne, etc., etc.

Étendue des exploitations agricoles

Ainsi s'expliqueraient déjà les très hauts rendements obtenus dans l'ensemble de la Belgique et que nous avons signalés au début de cet article, de 27 qx de blé à l'hectare, 30 qx d'escourgeon, 26 qx d'avoine, etc. Mais, en outre, la terre est presque partout judicieusement cultivée, soumise à un assolement rationnel, et travaillée par une main-d'œuvre abondante qui, dans la majorité des cas, est ici une main-d'œuvre familiale. Le caractère, en effet, le plus saillant de l'économie rurale de la Belgique est la part prépondérante de la petite culture dans l'exploitation du sol.

NOMBRE ET ÉTENDUE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

De	Catégories.	Nombre		Surface	
		absolu.	relatif (1).	absolue en ha.	relative (2).
	1 ha et au-dessous	11 016	3,69	9 614	0,54
	1 à 2 ha	89 213	29,89	129 438	7,30
	2 à 3 ha	51 404	17,22	127 252	7,17
	3 à 4 ha	31 959	10,71	111 321	6,28
	4 à 5 ha	21 647	7,25	97 452	5,49
	5 à 7 ha	28 147	9,43	167 177	9,43
	7 à 10 ha	24 016	8,05	201 094	11,34
	10 à 15 ha	18 830	6,31	222 096	12,92
	15 à 20 ha	8 283	2,77	142 415	8,03
	20 à 30 ha	7 099	2,38	172 133	9,71
	30 à 40 ha	2 636	0,88	90 983	5,13
	40 à 50 ha	1 404	0,47	62 713	3,54
	50 à 100 ha	2 314	0,78	160 433	9,05
	100 à 150 ha	437	0,15	54 619	2,91
	De plus de 150 ha	103	0,03	20 836	1,17
	Total	298 508	100,00	1 773 596	100,00

Ainsi les exploitations au-dessous de 10 ha forment à elles seules 87 p. 100 du nombre total des exploitations et cultivent 48 p. 100 de la surface totale cultivée en Belgique; les exploitations de 10 à 50 ha ne représentent que 12 p. 100 du nombre des exploitations, mais elles cultivent 39 p. 100 du territoire et enfin les exploitations au-dessus de 50 ha forment moins de 1 p. 100 du nombre total des exploitations et ne cultivent que 13 p. 100 de la surface cultivée totale.

Les quelques grandes exploitations se rencontrent dans les provinces du Hainaut, de Liège, du Brabant, de Namur; dans cette dernière province, 794 exploitations de plus

(1) Pour 100 exploitations, nombre d'exploitations de 1 ha et au-dessous, de plus de 1 à 2 ha, etc.

(2) Pour 100 ha d'étendue cultivée, nombre d'hectares compris dans les exploitations de 1 ha et au-dessous, etc.

de 50 ha cultivent 35,67 p. 100 de la surface du territoire, alors que les petites exploitations au-dessous de 5 hectares n'en cultivent que 18,34 p. 100. — Dans la Flandre orientale au contraire, au-dessus de 50 ha on ne compte que 39 exploitations qui ne cultivent que 1,41 de la surface du territoire, mais 37 000 exploitations de 5 ha et au-dessous cultivent à elles seules plus de 31 p. 100 de la surface cultivée de cette province.

Types d'exploitation agricoles

Afin de préciser ce qu'est l'agriculture belge, voici quelques exemples d'exploitations agricoles prises dans des situations différentes et bien caractéristiques.

Dans les environs de Tournai, à Chin, une ferme de 7 à 8 ha est regardée comme d'étendue moyenne pour le pays; nous en avons visité une précisément de 7,60 ha, depuis trois siècles cultivée de père en fils par la même famille. Les cultures y étaient réparties de la façon suivante : blé environ 1 ha, seigle 75 ares, avoine 1,50 ha; betteraves 1,50 ha, dont 0,50 en betteraves sucrières; lin, 0,50 ha; tabac 0,50; pommes de terre 0,50 ha; trèfle violet 1 ha et, en cultures dérobées, seigle en vert 0,25 ha; navets 0,50 ha.

Dans l'écurie il y avait deux chevaux de race belge pour effectuer tous les travaux et les charrois. Dans l'étable, six vaches à lait et, sous le toit à porcs, deux porcs à l'engrais.

La caractéristique d'une telle exploitation qui est bien, nous le répétons, la ferme ordinaire du pays, c'est donc, d'une part, la forte proportion des terres réservées aux cultures industrielles, d'autre part l'importance de l'étable.

Sur les 7 ha, 3 étaient consacrés aux plantes industrielles et plantes racines : betteraves à sucre, tabac, lin.

La betterave à sucre est faite surtout en vue des pulpes que la sucrerie retourne au cultivateur, et qui sont utilisées par le bétail. Le lin et le tabac sont cultivés sur des surfaces relativement importantes, car il n'est pas rare d'en retirer un produit brut argent qui atteigne 1 500 f par ha.

Mais ces cultures ne sont possibles, étant donnée la main-d'œuvre qu'elles exigent, que si le fermier peut les faire avec le seul concours des bras de sa famille.

Dans cette petite ferme, l'emploi des engrais est de pratique courante : pour les betteraves et les pommes de terre, par exemple, outre une fumure abondante, l'agriculteur apportait à ses champs 300 kg de nitrate de soude et 500 kg de superphosphate à l'hectare; pour le tabac il utilisait 2000 k de tourteaux délayés dans du purin.

Les produits végétaux des 7 ha de l'exploitation étaient tout à fait insuffisants, malgré leur abondance, pour assurer l'alimentation de 2 chevaux, 6 vaches, 2 porcs toute l'année. Mais aussi, chaque semaine, le fermier de cette petite exploitation achetait, au dehors, pour 40 f d'aliments concentrés tels que tourteaux, farines d'orge ou de seigle, farine de lin, etc.

Dans le même village, voici une ferme, celle-ci de 20 ha, c'est une des plus grandes du pays et dont les terres appartiennent en propre, pour la majorité, au fermier.

La culture y est tout aussi intensive, toute la famille du cultivateur travaille aux champs comme à l'intérieur de l'exploitation; mais l'aisance du fermier propriétaire se

révèle par le confort et le bon goût des pièces de la maison d'habitation, par l'éducation donnée aux enfants. A côté de la cuisine, par exemple, une fort jolie pièce de réception et une série de chambres sont meublées avec goût et entretenues, bien entendu, avec la plus minutieuse propreté.

Les enfants, qui s'occupent de tous les travaux de la ferme, nous le répétons, ont reçu une instruction soignée dans une pension de la ville voisine : les filles y ont appris la mandoline et le piano, mais en même temps elles y ont suivi les cours de l'École ménagère, des cours théoriques et pratiques de laiterie ; car, dans toutes ces pensions et couvents de jeunes filles en Belgique, on réserve, à côté de l'instruction générale et des arts d'agrément, une bonne place à l'enseignement agricole et ménager, parce qu'on sait que les élèves, pour la plupart, venant de la campagne, sont destinées à y retourner et que leurs parents veulent en faire des femmes instruites sans doute, mais aussi des fermières capables de diriger plus tard avec compétence l'intérieur d'une exploitation agricole.

M. Émile Saillard, dans son rapport si plein de renseignements intéressants, — Enquête sur la culture de la betterave à sucre en Allemagne, en Autriche-Hongrie et en Belgique, — nous a donné des détails sur le système de culture suivi dans quelques-unes des plus importantes fermes à betteraves de ce pays. Dans une de ces grandes exploitations, en Hesbaye, par exemple, nous rencontrons encore les caractéristiques de l'agriculture belge : part très grande occupée par le bétail dans l'économie de la ferme, emploi sur une très large échelle des engrais et des tourteaux, livraison des produits à des coopératives, etc., etc.

La ferme de M. B. à P., dans la Hesbaye, a une étendue de 220 ha qui se partagent comme suit, entre les différentes cultures :

Betteraves, 50 ha; avoine, 45 à 50 ha; blé, 35; escourgeon (orge d'hiver), 15; trèfle, 12 à 15; pâtures permanentes, 35; pâtures roulantes ou temporaires, 10; etc.

Ainsi une surface importante est réservée dans cette « ferme à betteraves » à la prairie, à la production fourragère, mais aussi l'on y entretient 70 à 75 bêtes à cornes dont 12 à 15 vaches, 90 chevaux et poulains; la ferme se livre à l'élevage du cheval belge.

Non seulement pour la betterave, mais pour les céréales, l'usage des engrais est régulier. Outre 20 à 40 000 kg de fumier de ferme, outre un chaulage revenant tous les dix ans et consistant en 10 000 k de chaux vive par ha, la terre destinée aux betteraves reçoit, par ha, 400 kg de sulfate d'ammoniaque, 800 kg de superphosphate, 600 kg de kainite.

A l'avoine, qui suit la betterave, on donne 100 kg de nitrate, 50 kg de sulfate d'ammoniaque, 400 kg de superphosphate, 400 kg de kainite; pour les blés, les orges, même emploi des engrais chimiques, et cela dans des terres naturellement fertiles dont la valeur foncière est de 4 000 à 5 000 f par ha, et qui se louent 110 à 180 f suivant l'emplacement.

Mais aussi les rendements pour la betterave atteignent 35 à 40 000 kg à 16, 16,5 p. 100 de sucre; les blés donnent 35 qx, les avoines 45 qx à l'ha.

Enfin notons que le lait des vaches est livré à une beurrerie coopérative; que l'orge va à une malterie coopérative du voisinage.

Produit brut. — Capital d'exploitation

MM. F. Ryziger, ingénieur agricole, et A. Raeymaeckers, professeur d'économie rurale à l'Institut agronomique de Gembloux, ont, dans le rapport qu'ils ont présenté au Congrès international d'agriculture de Gand en 1913, tenté de calculer quelle pouvait être la production agricole annuelle brute de l'agriculture belge, et ils sont arrivés au chiffre de 1 844 118 796 f, soit un produit brut de plus de 1 000 f par ha cultivé (production fourragère et animale bien entendu).

Quant au capital d'exploitation, d'après les données qu'ils ont recueillies auprès des agronomes de l'État, il varierait de 500 f à 1 200 f par hectare suivant les provinces,

	Par ha. f.
Provinces d'Anvers	800
— du Brabant	800
— de la Flandre occidentale .	1 200
— — orientale	1 200
— du Hainaut	800
— de Liège	800
— du Luxembourg	500
— de Namur	500

ce qui représenterait une valeur totale de 1 554 857 900 f pour l'ensemble des terres cultivées de la Belgique, ou 800 f en moyenne par ha.

Enfin estimant à 2 900 f la valeur moyenne de l'hectare comme valeur foncière, les mêmes auteurs estiment que le capital agricole belge, capital foncier et capital d'exploitation, s'élève à 7 milliards de f, soit presque le double, pouvaient-ils écrire alors, de la dette totale (consolidée et flottante) de la Belgique.

Tous ces chiffres sont singulièrement éloquentes dans leur aridité et témoignent de l'intensité de l'agriculture belge (1).

Les associations agricoles

Cette agriculture n'a pu, du reste, réaliser de pareils résultats qu'en sachant merveilleusement profiter de l'aide puissante que donne l'association aux petits cultivateurs, et, avant d'entrer dans quelques détails sur le développement des associations agricoles en Belgique, donnons-en un exemple, que nous relevions il y a déjà près de quinze ans, dans un des cantons de la Flandre orientale, celui de Herzele. Ce canton comprend 9 043 ha sur lesquels on comptait 6 328 exploitations agricoles, de sorte qu'en moyenne une ferme ne comprenait que 1 h,4 ; les plus grandes exploitations n'y dépassaient pas 25 ha. C'est donc un pays de toute petite culture et qui se trouve, en outre, hors du rayon des cultures industrielles qui rapportent gros, telles que le tabac, la betterave à sucre, la chicorée, etc. Les cultivateurs y faisaient peu d'engraisement

(1) Il est bien difficile d'établir à ce sujet une comparaison avec la France; mais enfin précisément le rédacteur de notre dernière statistique agricole annuelle (1912) a donné, dans quelques tableaux, des chiffres qui se rapportent à ces mêmes questions. Le produit brut de nos 36,5 millions d'ha cultivés s'élèverait à 18 milliards 630 000 000, environ 500 f par ha. — Le capital d'exploitation à 19 500 000 f ou 530 f par ha.

de bétail ; ils devaient tirer profit des autres produits, tels que grains, beurre, etc., dont les prix vers 1900 avaient subi une grosse baisse.

Dans ces conditions les fermiers comprirent que chacun d'eux, isolément, ne pouvait rien ou pas grand'chose pour améliorer sa situation et que l'association s'imposait ; aussi, dès 1899, on comptait dans ce canton 8 sociétés communales d'assurances du bétail, une société coopérative d'achat pour la sélection des semences, 4 laiteries coopératives (1), 4 syndicats d'élevage, une caisse de crédit Raiffeisen, une société d'éclairage électrique, une distillerie coopérative, une section d'expériences agricoles, une coopérative pour l'achat d'instruments agricoles, etc.

Toutes ces associations diverses se groupaient autour du Comice agricole de Herzele qui les avait suscitées et en avait retiré, du reste, des moyens d'action singulièrement puissants. C'est ainsi qu'il avait pu organiser une section dite des expériences agricoles, laquelle avait des champs d'expériences pour résoudre les questions relatives aux meilleures formules d'engrais, aux meilleures variétés de plantes, aux méthodes de sélection, etc., laquelle encore avait entrepris toute une série d'analyses des terres du canton. Le Comice, même, avait envoyé en Allemagne son secrétaire pour étudier les procédés de sélection des plantes, etc.

Tous les résultats obtenus étaient communiqués aux agriculteurs dans des réunions mensuelles ayant lieu, à tour de rôle, dans chaque commune ; outre cela, des *affiches* instructives, disposées de manière à attirer l'attention des cultivateurs, étaient largement distribuées, ainsi que de nombreux *tracts*. Une bibliothèque agricole très complète se trouvait enfin à la disposition des agriculteurs au secrétariat du Comice.

Par cet ensemble de groupements et d'œuvres, le Comice agricole de Herzele put contribuer de la façon la plus efficace à assurer l'augmentation des bénéfices des cultivateurs du canton, et l'on comprend ce que de tels exemples ont pu faire pour entraîner les agriculteurs belges, en général, dans la voie si féconde du développement des associations agricoles.

Celles-ci, sous les formes les plus variées, couvrent maintenant tout le royaume : le ministère belge de l'Agriculture et des Travaux publics publie chaque année, dans son bulletin, une série de cartes indiquant les sièges de ces différentes associations, laiteries, syndicats, caisses de crédit, d'assurances, etc. ; ces cartes sont tout à fait curieuses à lire et donnent nettement l'impression de la multiplicité des associations agricoles aujourd'hui en Belgique, surtout dans les centres de petite culture ; nous ne pouvons malheureusement les reproduire ici et force nous est de nous contenter de donner quelques chiffres tirés de la dernière enquête sur les associations agricoles en Belgique, enquête faite en 1912 et se rapportant à la fin de 1911 (Bulletin 1913, tome III, numéro 3. Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics).

(1) Une de ces laiteries, du reste très perfectionnée comme outillage, eut l'idée d'éclairer les voies publiques et les habitants du village où se trouvait son siège, par l'électricité en utilisant son moteur ; et pour cela l'administration communale pour la voie publique, la fabrique de l'église pour son église, le chemin de fer pour sa halte, les cultivateurs, aubergistes, dentellières ont souscrit à autant d'actions de la coopérative qu'ils désiraient avoir de lampes de seize bougies. Les actionnaires, en même temps consommateurs, sont ainsi directement intéressés à assurer la plus grande économie dans le service de l'éclairage.

Les sociétés sont groupées en cinq catégories qui sont :

a) Unions professionnelles agricoles (comices et ligues agricoles, cercles de fermiers, sociétés agricoles, avicoles, syndicats pour l'amélioration du bétail) ; il en existait, au 31 décembre 1911, 1 978 dont 814 ligues agricoles, 253 syndicats d'élevage de bêtes bovines, 340 de syndicats d'élevage de chèvres, 154 sociétés d'aviculteurs, etc.

b) Sociétés ou syndicats pour l'achat des semences, d'engrais, d'aliments du bétail, de machines agricoles ; la statistique pour 1911 indique 1 260 sociétés de ce genre, comprenant 77 850 membres, dont les achats, pour l'année 1911, se sont élevés à plus de 20 millions de francs.

c) Sociétés ou syndicats pour la vente du lait, la fabrication ou la vente du beurre, du fromage (laiteries coopératives). Le nombre des laiteries coopératives en 1911 était de 675 dont 559 en exercice, comprenant 57 474 sociétaires (103 en moyenne par société) qui possédaient 196 338 vaches (3,4 en moyenne par sociétaire).

d) Sociétés de crédit agricole (comptoirs agricoles, caisses Raiffeisen, caisses centrales de crédit agricole, banques Schulze-Delitzsch). Les comptoirs agricoles servent d'intermédiaires à la Caisse générale d'épargne pour des prêts aux agriculteurs. Il en existe 16 qui ont fait, en 1911, 796 prêts pour une valeur de 3 034 670 f.

Enfin 8 caisses centrales de crédit dont le fonctionnement est aussi facilité par la Caisse générale d'épargne, mais qui, en réalité, n'y ont guère recours et agissent par leurs propres moyens, comptaient 629 caisses affiliées du type Raiffeisen. Le montant de leurs ouvertures de crédit s'était élevé à 990 032 f. en 1911.

e) Sociétés d'assurance agricole (assurance du bétail, assurance des produits agricoles). A la fin de 1911, en Belgique, 1 339 mutuelles, qui comptaient un ensemble de 115 246 sociétaires, assuraient 320 605 têtes de bétail pour une valeur de 119 604 026 f. La plupart des mutuelles locales (73,22 p. 100) étaient réunies en fédérations ou caisses provinciales pour la réassurance.

L'assurance des chevaux d'usage agricole était exercée en Belgique, en 1911, par 250 mutuelles reconnues avec 33 344 sociétaires pour 68 855 têtes de bétail d'une valeur totale de 64 035 820 f. Sur les 250 mutuelles, 242 étaient réassurées à 11 fédérations.

494 sociétés s'occupaient de l'assurance des chèvres (216 en Flandre orientale, 195 en Flandre occidentale) ; elles avaient assuré 63 785 chèvres pour une valeur de 1 240 383 f.

Enfin 149 mutuelles avaient assuré 23 695 animaux de l'espèce porcine appartenant à 11 994 sociétaires (1).

Parmi toutes ces sociétés, il en est une dont l'importance est prépondérante dans le mouvement de coopération agricole en Belgique : c'est le *Boerenbond* ou ligue des paysans dont le siège est à Louvain. Son action est de plus en plus féconde, et il est intéressant de donner quelques détails sur son organisation et ses différents services.

Précisément au sujet du *Boerenbond* (ligue des paysans), l'Institut international d'agriculture de Rome, dans un de ses derniers bulletins mensuels des Institutions

(1) La statistique de 1895 donnait, relativement aux associations agricoles en Belgique, les chiffres suivants :

	Syndicats.	Laiteries coopératives.	Caisses Raiffeisen.	(Sociétés d'assurances mutualistes des bêtes bovines.
1895	357	69	33	279

économiques et sociales, en a montré toute l'activité en analysant le rapport du chanoine E. Luytgaerens, secrétaire général du *Boerenbond* belge, sur l'exercice 1912.

Le *Boerenbond* est l'organe le plus important du mouvement de coopération agricole en Belgique. Fondé en 1890 avec son siège social à Louvain, il a une triple mission : 1) la défense des intérêts religieux, moraux et matériels des paysans ; 2) le perfectionnement de la législation agricole ; 3) l'organisation coopérative de l'agriculture.

Il groupe autour de lui les *boerengilden*, ou associations paroissiales de paysans, semblables à nos syndicats français et qui donnent naissance à des formes coopératives diverses (sociétés d'achat et de vente, caisses rurales, laiteries, sociétés d'assurance mutuelle, etc.) destinées à procurer aux agriculteurs des avantages notables.

Pour mener à bien ses multiples tâches, le *Boerenbond* se divise en diverses sections qui sont : 1° la ligue des fermières ; 2° la fédération générale des horticulteurs ; 3° le comptoir d'achat et de vente ; 4° la caisse centrale de crédit ; 5° le service d'inspections ; 6° la section des assurances ; 7° le service des consultations, conférences, etc., etc.

Le *Boerenbond* est administré par un *Comité de direction* et par un *Conseil supérieur*. Le premier se compose d'un président, d'un vice-président, de quatre commissaires, d'un secrétaire général, chargé d'expédier les affaires courantes de toutes les sections et d'un trésorier. Le second comprend les membres du comité de direction et les délégués des *gildes* affiliées, désignés par province,

Les différents bureaux du *Boerenbond* occupaient, à la fin de l'année 1912, 101 employés. Ils n'en avaient que 12 en 1903.

Au 31 décembre 1912 le *Boerenbond* comptait 560 *gildes* ou associations adhérentes avec 50 614 membres, ce qui représente un nombre égal de familles. (De 1903 à 1914 le nombre des membres a passé de 21 812 à 50 612, soit une augmentation de 28 800).

Ce succès des ligues adhérentes s'explique par les services qu'elles exercent principalement dans les pays où prédominent les petites exploitations : leur activité est très grande et s'exerce de multiples façons ; ainsi la *Gilde agricole de Kinroy* (Limbourg) compte 171 membres de la commune. Elle a une section pour les achats collectifs, un office d'assurance, une laiterie à vapeur, une caisse de dépôts et prêts. Et le correspondant local du *Boerenbond* écrit au sujet des résultats obtenus par cette association : « Dans le domaine économique, le progrès est général depuis la fondation de la Société (1906), notamment parmi les petits agriculteurs qui peuvent se procurer facilement les ressources nécessaires à l'achat des terres, du bétail, des engrais, etc., en ayant recours à la caisse Raiffeisen. L'élevage du bétail laitier s'est amélioré, grâce au contrôle exercé sur la quantité de substances grasses contenues dans le lait ; la fabrication du fromage s'est perfectionnée grâce à la laiterie à vapeur ; enfin le rendement du sol s'est élevé par suite de la meilleure qualité des semences employées ainsi que du fumage et de la préparation plus rationnelle des champs et des prairies. »

Dans le domaine intellectuel, poursuit ce même correspondant, les sociétaires ont acquis une plus haute idée d'eux-mêmes et un plus grand attachement pour leur profession d'agriculteurs. En même temps, les conférences, la lecture des bons journaux et des échanges de vue fréquents sur les diverses questions d'économie rurale ont

contribué à augmenter leur instruction professionnelle. De sensibles progrès enfin se sont aussi réalisés dans le domaine moral et religieux.

Du reste, à ce dernier point de vue, il y a lieu de signaler parmi les institutions dont le *Boerenbond* s'est fait le promoteur, les *Cercles d'aumôniers*. Ce sont des associations fondées parmi les prêtres qui sont les directeurs spirituels des gildes rurales, afin de leur permettre d'échanger des idées et de se mieux préparer à la mission qui leur est confiée. Cette mission consiste essentiellement à veiller à ce que, au sein de la gilde et de ses sections, « l'esprit de justice et de charité chrétienne » soit conservé.

Quelques chiffres maintenant donneront l'idée de l'activité des diverses sections du *Boerenbond*. La *ligue des fermières*, fondée seulement le 6 juillet 1911, groupait déjà en décembre 1912, 67 cercles de fermières comprenant 7 371 adhérentes ; dans le but de consolider l'instruction professionnelle des fermières, des réunions furent organisées à des époques déterminées, avec des conférences et des leçons pratiques ; de petites bibliothèques furent instituées.

Le *comptoir d'achat et de vente* acheta en 1912, pour le compte des sections d'achat des gildes agricoles affiliées et des sociétaires, pour 2 002 879 f d'engrais (730 000 en 1900), pour 8 073 068 f de produits alimentaires pour le bétail (1 111 168 f en 1900), pour 102 233 f de semences (13 529 f en 1900), pour 81 864 f de machines, etc., etc.

La *caisse centrale de crédit* comptait, à la fin de 1912, 363 caisses Raiffeisen adhérentes. Le mouvement de caisse durant l'exercice 1912 a été de 48 461 987 f, de plus de 4 millions par mois. Depuis 1904, la caisse centrale a ouvert une *section de crédit foncier* pour les agriculteurs, — au taux de 4,25 p. 100, — par l'intermédiaire des caisses locales.

L'*assurance contre l'incendie*, organisée par le *Boerenbond*, groupait, en 1912, 9 457 assurés pour une valeur de 107 997 795 f ; les primes de l'exercice 1912 se sont élevés à 148 062 f et les indemnités pour sinistres à 53 653 f (37 p. 100 des primes).

Le *Boerenbond* sert enfin d'intermédiaire pour faire stipuler dans les campagnes des assurances sur la vie, 16 contrats représentant un capital assuré de 193 000 f furent ainsi stipulés par son entremise en 1912.

L'Enseignement agricole

Enfin, nous n'aurions garde d'oublier parmi les facteurs qui ont le plus contribué aux progrès de l'agriculture en Belgique, le rôle joué par les Écoles d'Agriculture, les laboratoires de recherches, etc. Il n'y a peut-être pas de pays au monde, en effet, où l'enseignement agricole sous toutes ses formes ait été mieux compris qu'en Belgique et où enseignement de l'État et enseignement libre aient rivalisé davantage de zèle pour la diffusion de la bonne semence aussi bien dans les Instituts et écoles supérieures d'Agriculture que dans les plus modestes écoles de campagne, et en même temps par des conférences publiques, la création d'écoles ambulantes, des cours d'adultes, etc., etc.

Commerce extérieur des produits agricoles

Au 31 décembre 1910 la Belgique comprenait 7 423 784 habitants, soit une densité de 250 habitants au kilomètre carré, densité qui n'est atteinte par aucun autre peuple d'Europe (France 73 habitants, Iles Britanniques 133, Allemagne 112, etc.).

Si grands soient les progrès réalisés par l'agriculture belge, si intensives soient ses méthodes de culture et d'exploitation du bétail, la Belgique néanmoins est loin, très loin de pouvoir tirer de son sol les produits qui sont nécessaires pour l'alimentation de ses 7 millions et demi d'habitants, et elle doit faire un large appel à l'étranger.

Voici, pour l'année 1912, par exemple (qui peut être considérée comme une année normale à ce point de vue), quelques données sur le commerce extérieur des principaux produits agricoles de la Belgique, d'après les statistiques publiées dans le bulletin du Ministère de l'Agriculture (Statistique agricole annuelle 1912) :

TABLEAU B

EXCÉDENT DES IMPORTATIONS SUR LES EXPORTATIONS (ANNÉE 1912)

Articles.	Quantités. têtes.	Valeur. f
Espèce bovine	84 834	36 396 311
Espèce ovine	175 802	8 319 144
	kg	
Viandes fraîches de bœuf	429 531	1 431 277
Saindoux	3 344 000	5 684 000
Margarine	1 354 000	2 508 000
Beurre	5 745 000	18 488 000
Fromages	14 113 000	20 976 000
	hl	
Lait	13 060	278 000
	pièces	
OEufs	104 430 000	6 411 000
Total des produits animaux		100 511 732
	kg	f
Blé	1 586 275 000	308 578 000
Avoine	138 097 000	28 644 000
Orge	372 170 000	71 829 000
Seigle	115 132 000	49 345 000
Maïs	556 016 000	94 976 000
Riz	49 163 000	12 291 000
Fèves	54 683 000	16 131 000
Fruits	10 000 000	10 000 000
Total des produits végétaux		561 791 000
	kg	f
Son	13 600 000	2 000 000
Tourteaux	170 931 000	37 605 000
	hl	
Vins	319 222	35 756 000
Bières, cidres	308 000	11 200 000
Total général		748 863 732

TABLEAU C

EXCÉDENT DES EXPORTATIONS SUR LES IMPORTATIONS (ANNÉE 1912)

Articles.	Quantités. têtes.	Valeur. f
Chevaux (1)	—	42 630 000
Porcs.	430	42 888
	kg	
Viande de porc.	1 040 534	1 875 300
Volailles	—	1 098 519
Farine	63 006 000	46 499 006
Pommes de terre.	456 000 000	11 466 000
Sucre.	452 398 000	55 000 000
Légumes	—	19 000 000
Total.		117 581 707
Excédent des importations sur les exportations . . .		631 282 025 francs.

Mais si ce sont là les chiffres pour une année normale, il ne faut pas oublier quelle est la situation de l'année actuelle. C'est au moment même de la moisson que le territoire de la Belgique a été envahi par les armées allemandes ; presque aucune récolte n'a pu être faite, et là où la moisson était plus avancée, c'est l'ennemi qui s'est emparé des grains récoltés, c'est l'ennemi également qui s'est emparé du bétail qui peuplait les fermes. On comprend donc quelle est la détresse actuelle du peuple belge, et de quels secours la population de ce vaillant pays a besoin dès maintenant et aura besoin au cours de cet hiver et de l'année prochaine.

Le roi Albert, du reste, écrivait dernièrement au Comité londonien des secours à la Belgique :

« Malgré tout ce que l'on pourra faire, les souffrances, au cours de l'hiver qui approche, seront terribles, mais le fardeau que nous devons accepter sera allégé si l'on peut éviter à mon peuple les tourments de la faim avec leurs épouvantables conséquences de maladies et d'actes de violence. »

Un tel appel sera entendu par les peuples civilisés et le sera en particulier par la France, qui sait et comprend tout ce qu'elle doit à la Belgique pour sa résistance actuelle à l'ennemi commun et qui se souvient des secours que les agriculteurs belges ont su apporter aux agriculteurs français des régions envahies à la suite de la guerre de 1870-1871.

M. Risler, dans son cours d'agriculture comparée à l'Institut agronomique, à propos de la Bretagne, aimait à rappeler une vieille légende de ce pays qu'il y avait entendu chanter par un pauvre mendiant aveugle.

« Jeanne de Montfort, surnommée Jeanne la Flamme, renfermée dans Hennebont assiégé en l'année 1341 par Charles de Blois, alla elle-même pendant la nuit mettre le feu au camp des Français, et le lendemain, en voyant le camp détruit, elle s'écria en souriant :

(1) La Belgique importe plus de chevaux qu'elle n'en exporte, mais ceux qu'elle exporte ont une valeur beaucoup plus grande ; ainsi en 1912, elle a importé 53 809 chevaux pour 25 200 949 f et les 29 667 chevaux qu'elle a exportés, avaient une valeur de 37 830 938 f.

« Mon Dieu, quelle belle Écobue j'ai fait cette nuit, nous aurons 10 grains de blé pour 1. » Les anciens disaient vrai : « Il n'est rien de tel que les os des Gaulois broyés pour faire pousser le blé. »

« C'est que, ajoutait notre très regretté collègue et maître, les os des Gaulois broyés apportaient à la terre bretonne la chaux et l'acide phosphorique qui lui manquaient. »

Certes la terre belge n'avait pas de tels besoins, mais le sang des soldats des armées alliées, qui s'y est si généreusement répandu, ne sera pas non plus perdu pour la Belgique, qui puisera dans la lutte héroïque, que soutiennent ses enfants, une vigueur et une sève nouvelles; aussi nous pouvons bien redire ici :

Demain sur vos tombeaux
Les blés seront plus beaux.

Et du reste le passé de l'agriculture belge ne nous est-il pas le plus sûr garant de ce que sera demain son brillant avenir.

H. HITIER.

NOTES DE MÉCANIQUE

par M. A. SCHUBERT

Les avaries des tubes de condenseurs, d'après un discours présidentiel fait à l'Institute of Metals, par HENRY S. ORAM, Ingénieur en chef de la marine anglaise (*The Engineer* du 20 mars 1914). — Quoique la corrosion des tubes de condenseurs de navires constitue une avarie importante, les plus grands ennuis que l'Amirauté britannique ait éprouvés ont eu pour cause les tubes fendus en service; et cependant le nombre d'incidents dus aux tubes fendus est beaucoup moindre que ceux qui résultent des tubes rongés ou percés, mais les conséquences en sont beaucoup plus graves.

Pour éviter ces causes d'avaries, il faut évidemment prendre un métal assez doux et ductile, mais il faut aussi que ce métal ne soit pas trop doux pour qu'il puisse résister à la pression de sertissage nécessaire pour éviter les fuites. Il est difficile de se tenir dans un juste milieu.

L'Institute of Metals a chargé un Comité d'étudier la question de la corrosion. Le Comité a publié plusieurs rapports dont le dernier a rendu compte des bons résultats obtenus avec un alliage contenant 2 p. 100 de plomb; il est possible, en effet, qu'un pourcentage de plomb, ne variant que dans de très faibles limites, donne à l'alliage les propriétés physiques requises; en tout cas, il est nécessaire qu'il existe une collaboration très intime entre le fabricant et l'usager pour pouvoir réaliser un perfectionnement sérieux au point de vue du choix du métal à adopter.

De son côté, l'Amirauté a suivi la question de près et il est intéressant d'examiner de quelle façon elle est arrivée depuis vingt-cinq ans aux conditions qu'elle prescrit actuellement.

Avant 1890, les tubes de condenseurs devaient être fabriqués avec un alliage de 70 p. 100 de cuivre et de 30 p. 100 de zinc; puis on a remplacé 1 p. 100 de zinc par 1 p. 100 d'étain; en 1891, on a prescrit l'emploi du cuivre à 99, 3 p. 100 et la fabrication des tubes en partant de billettes forées et tournées avant l'étirage. Le nombre des tubes fendus a considérablement augmenté vers 1900 avec l'apparition des contre-torpilleurs; la plupart des fournisseurs consultés ont été d'avis que la cause des tubes fendus ne se trouvait pas dans les impuretés de l'alliage. En 1901, les spécifications ont prescrit un essai d'écrasement à la moitié du diamètre primitif sans recuit préalable, un chauffage au rouge sombre sans que le tube se fende, un examen interne d'un tube du lot choisi et scié en long, enfin l'étirage des tubes sur un mandrin. L'essai d'écrasement ayant donné lieu à un très grand nombre de rebuts et à des réclamations des fournisseurs, l'Amirauté ne l'a conservé qu'à titre de renseignement. En 1904, les spécifications ont été de nouveau modifiées et on a ajouté les clauses suivantes: la quantité de matière enlevée par le tournage et le forage des billettes doit être suffisante pour faire disparaître les défauts superficiels; la tolérance du diamètre extérieur des tubes doit être de 0,127 mm; l'essai d'écrasement est de nouveau imposé, un tube de

16 mm devant être réduit à 12,7 mm, et chaque tube devant être essayé. En 1906, après avoir pris connaissance des observations des fournisseurs, l'Amirauté a fait paraître une nouvelle spécification imposant l'emploi d'un cuivre à 99,6 p. 100 au moins; la somme des impuretés ne doit pas dépasser 0,625 p. 100 et la quantité de matière enlevée par forage ne doit pas être inférieure à 6,3 mm sur le diamètre. Cette spécification est encore en vigueur et on y a ajouté l'autorisation d'employer le cuivre électrolytique.

L'auteur estime que la clause la plus avantageuse au point de vue de la prévention des avaries provenant des tubes fendus a été celle qui a imposé l'essai d'écrasement sur chaque tube.

En 1908, sur un total de 2 800 000 tubes en service à la mer sur la flotte britannique, on a compté 21 tubes fendus et 69 tubes corrodés ou perforés, soit $\frac{1}{28\ 000}$.

En 1913, le nombre de tubes en service s'élevait à 3 500 000 et on a constaté, pour les deux années 1912 et 1913, 16 tubes fendus et 115 tubes corrodés ou perforés, soit $\frac{1}{60\ 000}$ par an.

Le progrès est donc considérable, d'autant plus que cette proportion contient un grand nombre de tubes anciens reçus d'après les anciennes spécifications.

Au sujet des corrosions et des perforations des tubes, il semble que la cause première de ces avaries soit due à l'existence de criques sur leur surface interne (voir le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, Notes de Chimie d'avril 1913, p. 553); pour les éviter, l'Amirauté a prescrit récemment un examen très minutieux de cette surface. De même pour réduire les corrosions en service, elle a prescrit de faire marcher les pompes de circulation à grande vitesse à des intervalles rapprochés pour purger les tubes et les débarrasser des matières étrangères, car le rapport du Comité de l'Institute of Metals recommande de les maintenir à basse température; or les obstructions ralentissent la vitesse du courant d'eau et favorisent l'élévation de sa température.

Essais des bois à la compression, d'après PERCY W. SMITH (*The Engineer* du 10 avril 1914). — Les essais des bois à la compression faisant l'objet de la présente note ont été effectués à l'Institut Polytechnique de Northampton au moyen d'une machine verticale à simple levier système Wickstead (fig. 1) ayant une puissance maxima de 68 t.

La pression était transmise à l'éprouvette par une traverse supérieure agissant sur une plaque par l'intermédiaire d'un appui sphérique de façon à obtenir une pression toujours normale aux deux faces de l'éprouvette. Les charges étaient mesurées au moyen d'une balance romaine dont le poids mobile était commandé par l'électricité ou à la main, de façon que le levier restât toujours horizontal; ce poids se déplaçait sur le levier avec une vitesse correspondant à un accroissement de charge de 136 kg/sec et la pression nécessaire pour équilibrer cette charge était obtenue par la manœuvre à la main de la soupape d'admission de la presse hydraulique.

Les essais ont été effectués sur de très nombreux échantillons de bois de diverses dimensions, mais le plus souvent cubiques de 76 mm de côté, les uns parallèlement, les autres perpendiculairement aux fibres. On a constaté que la rupture se produit suivant une surface inclinée à 45°. En effet, d'après la théorie de l'élasticité, considérons un élément

de matière ABCD (fig. 2) et une section oblique à laquelle sont appliquées des forces égales et opposées, P étant la charge totale et p la charge unitaire. Les composantes de

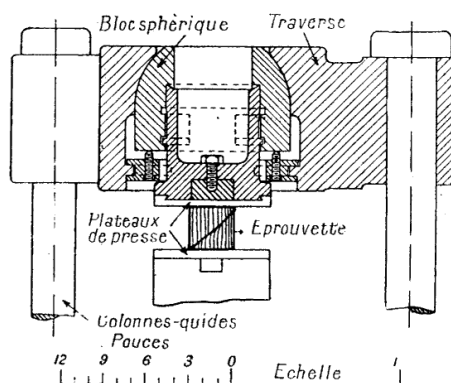


Fig. 1. — Machine à essayer les bois à la compression.

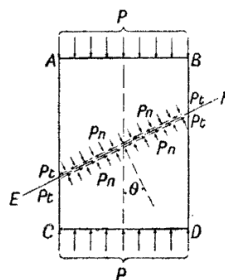


Fig. 2. — Surface de rupture d'un bloc comprimé.

la force P perpendiculairement et parallèlement à la section EF seront $P \cos \theta$ et $P \sin \theta$, θ étant l'angle de la normale à cette section avec la direction de la force P . La surface de la section oblique sera $\frac{a}{\cos \theta}$, a étant la surface de la section droite. Donc les efforts unitaires seront :

$$p_n = \frac{P}{a} \cos^2 \theta = p \cos^2 \theta.$$

$$p_t = \frac{P}{a} \sin \theta \cos \theta = p \cos \theta \sin \theta.$$

p_n est la fatigue unitaire due à la compression, p_t est l'effort tranchant.

Or l'effort tranchant p_t sera maximum lorsque $\cos \theta \sin \theta$ sera maximum, ce qui a lieu pour $\theta = 45^\circ$.

En réalité, l'angle du plan de rupture est variable ; la résistance est naturellement beaucoup plus grande dans le sens des fibres que dans le sens perpendiculaire. Dans le premier cas, la résistance totale est la résultante des résistances de chaque fibre, tandis que dans le second, elle dépend surtout de l'adhérence des fibres entre elles.

La figure 3 représente la courbe des variations de la compression unitaire par rapport à l'écrasement pour un cube de 76 mm de côté. On voit qu'une fois la rupture obtenue, l'écrasement continue à augmenter jusqu'à un maximum, pendant que la

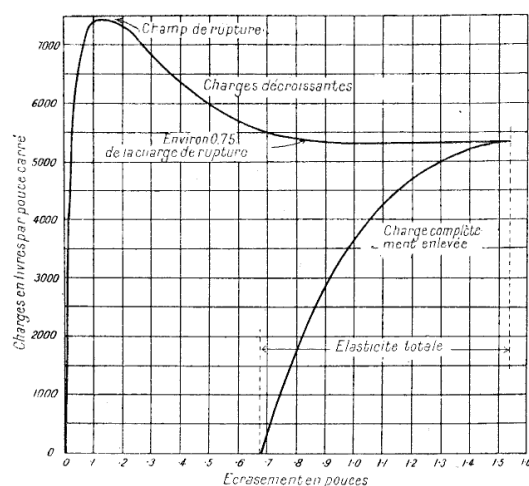


Fig. 3. — Diagramme des pressions et des écrasements.

charge diminue et qu'ensuite l'écrasement diminue, c'est-à-dire que les fibres, quoique rompues, ont conservé une assez grande élasticité.

Les nombreux essais effectués ont permis de dresser le tableau suivant :

DÉSIGNATION.	CHARGES DE RUPTURE moyennes en kg/cm².		RAPPORT DES CHARGES de rupture.	CHARGES DE RUPTURE DES BOIS IMMERGÉS				POIDS D'UN MÈTRE CUBE en kg.	RAPPORT.	RÉSISTANCE COMPARATIVE PAR RAPPORT au pitchpin.		
	Sans des fibres.	Sans perpendiculaire		pendant une semaine.		pendant deux semaines.						
				R _m	Rapport	R _{m2}	Rapport					
					R _m		Rapport				R _{m2}	Rapport
					R _l		R _t				$\frac{R_l}{R_t}$	R _m
Acajou	522,4	136,4	0,26	348,7	0,69	316,4	0,60	574	0,910	1,5		
Teck	521,7	120,9	0,23	476,7	0,91	398,6	0,76	574	0,908	1,5		
Sapin jaune	489,3	52,7	0,11	258,7	0,53	187,7	0,38	517	0,945	1,4		
Frêne	445,0	51,3	0,11	316,4	0,64	210,9	0,48	493	0,902	1,28		
Pin blanc d'Amérique	413,4	98,4	0,24	268,1	0,65	227,1	0,55	452	0,913	1,18		
Bouleau	407,8	91,9	0,23	234,1	0,57	217,2	0,53	444	0,918	1,17		
Hêtre	384,6	65,4	0,17	258,0	0,67	234,1	0,61	452	0,850	1,10		
Orme	372,6	71,5	0,20	350,1	0,94	328,3	0,88	411	0,906	1,07		
Chêne d'Amérique	354,5	141,3	0,40	249,6	0,70	210,9	0,59	411	0,862	1,02		
Pitchpin	318,7	58,3	0,17	281,2	0,80	168,0	0,48	384	0,908	1,00		

On voit par ce tableau que la résistance dans le sens perpendiculaire aux fibres n'est qu'une faible fraction de la résistance dans le sens parallèle; l'immersion des bois dans l'eau nous montre qu'au bout d'une semaine d'immersion, l'orme et le teck ont perdu peu de leur résistance et qu'au bout de deux semaines, c'est l'orme qui a conservé la résistance maxima, le teck venant en deuxième ligne et les autres bois assez loin derrière. Cependant l'immersion continue ne détériore pas beaucoup les différents bois, ce sont les alternatives de sécheresse et d'humidité qui leur font perdre leur résistance.

Le rapport entre la résistance à la compression dans le sens des fibres et le poids d'un mètre cube est à peu près constant et égal en moyenne à 0,902, de sorte que, connaissant le poids d'un mètre cube de bois, il suffit de le multiplier par le coefficient 0,902 pour obtenir sa charge de rupture à la compression.

Les résultats des essais de bois sont beaucoup plus variables que ceux d'autres matériaux; des échantillons provenant du même arbre fournissent souvent des résultats différents. Ces différences sont dues au sol, au climat, à l'âge de l'arbre, à l'époque à laquelle il est abattu et surtout à la façon dont il est traité; la résistance peut souvent être doublée par un traitement convenable.

Les essais ont tous été effectués sur des arbres provenant directement du marchand de bois, sans choisir spécialement les meilleurs morceaux, de sorte qu'ils présentent beaucoup plus de garantie d'exactitude pratique que les essais effectués sur des morceaux choisis.

Procédé de mesure des températures rapidement variables, d'après ALFRED PETERSEN (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* du 18 avril 1914). — Il existe en physique, en chimie et en mécanique de nombreux cas dans lesquels il est important de pouvoir mesurer des températures variant très rapidement, c'est-à-dire dans un espace de temps inférieur à une seconde (par exemple dans l'intérieur d'un cylindre de moteur à explosions). Pour y arriver, on ne peut employer que des appareils électriques, thermo-élément ou pyromètre à résistance et ces appareils doivent remplir les conditions suivantes ou s'en rapprocher suffisamment :

- 1) La masse de l'élément thermométrique doit être négligeable par rapport à celle du corps ou de l'espace dont on cherche la température.
- 2) Il doit être formé d'une matière à haut point de fusion et dont la chaleur ne modifie pas les propriétés chimiques.
- 3) L'appareil qui sert à mesurer les variations de courant électrique résultant des variations de température doit avoir une inertie presque nulle et n'exercer aucune influence perturbatrice sur ce courant.

Parmi les métaux réfractaires, on a choisi pour le thermo-élément un fil de 0,02 mm de diamètre formé d'un alliage de 90 p. 100 de platine et 10 p. 100 de rhodium soudé avec un fil de platine chimiquement pur, et pour le pyromètre à résistance un fil de 0,02 mm de diamètre formé d'un alliage de 65 p. 100 de platine et 35 p. 100 d'iridium. Le premier supporte sans modification une température de 1 650° et le second de 1 850°.

Les appareils formés d'un cylindre de terre de Marquardt plus réfractaire que la porcelaine avaient la forme des figures 1 et 2.

Pour mesurer l'intensité du courant produit par ces appareils, on s'est servi d'un galvanomètre à fil d'or de 0,0075 mm de diamètre d'Einhoven (fig. 3) employé en médecine et en physique. Dans cet appareil, les variations de courant sont mesurées par les oscillations du fil parcouru par le courant dans un champ magnétique de 8 000 à

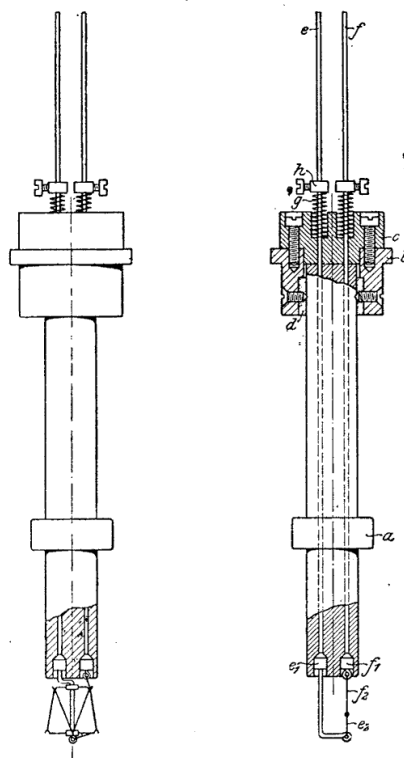


Fig. 1. — Thermo-élément.

Fig. 2. — Pyromètre à résistance. — *a*, corps de l'appareil en terre de Marquardt. — *b*, bague en laiton. — *c*, isolant en fibre. — *d*, plâtre. — *e*, fil de platine de 0,6 mm de diamètre. — *e*₁, cône en platine. — *e*₂, fil de platine de 0,02 mm de diamètre. — *f*, fil de platine-rhodium de 0,6 mm de diamètre. — *f*₁, coin de platine-rhodium. — *f*₂, fil de platine-rhodium de 0,02 mm de diamètre. — *g*, ressort de tension des cônes. — *h*, bague de fixation à vis.

10 000 unités C.G.S. Ces oscillations sont observées au moyen d'un microscope à réticule pouvant servir d'appareil à projections sur un écran ou une plaque sensible.

L'étalonnage des appareils a été fait au moyen d'un four en platine dont la température était donnée par un thermo-élément platine platine-rhodium de Le Chatelier étalonné au laboratoire royal de physique.

Ce four est formé d'un cylindre creux en platine que l'on chauffe par le passage

d'un courant de 200 ampères et dans lequel on installe les appareils étalon et à étalonner; la température peut y être considérée comme uniforme et peut s'élever à 1 600°.

Les écarts du fil de galvanomètre ne sont pas proportionnels à la température et

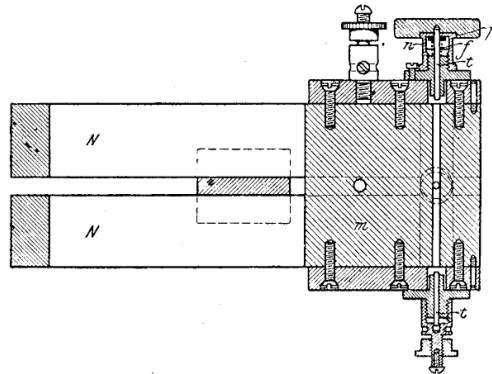


Fig. 3. — Galvanomètre à fil. — NN, électro-aimant. — *m*, plaque de laiton. — *n*, écrou à chapeau. — *f*, ressort spirale de tension du fil d'or. — *tt*, armatures en laiton dans lesquelles est soudé le fil d'or. — *p*, plaque d'appui de l'armature supérieure.

l'on constate que sa sensibilité diminue au fur et à mesure que la température s'élève. On a tracé les courbes d'étalonnage des thermo-éléments et des pyromètres à résistance.

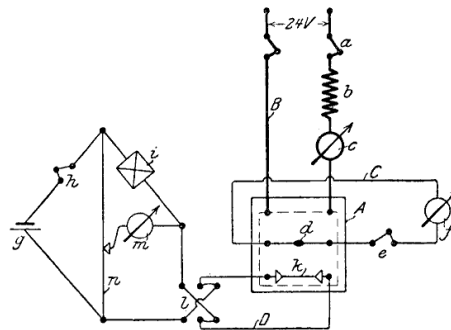


Fig. 4. — Connexions du four en platine pour la détermination du coefficient de température du pyromètre à résistance. — A, four en platine. — B, circuit de chauffage. — *a*, interrupteur bipolaire. — *b*, rhéostat de réglage. — *c*, ampèremètre de 200 ampères. — C, circuit du thermo-élément. — *d*, thermo-élément. — *e*, interrupteur. — *f*, voltmètre de précision. — D, circuit du pont de Wheatstone. — *g*, accumulateur. — *h*, interrupteur. — *i*, résistance de précision. — *k*, bolomètre. — *l*, commutateur. — *m*, galvanomètre. — *n*, fil d'équilibre.

On a également déterminé le coefficient de température de l'alliage de platine iridié du pyromètre à résistance par la méthode du pont de Wheatstone (fig. 4). On a ensuite déterminé l'influence des oscillations propres du fil du galvanomètre et on a constaté qu'on pouvait la négliger; en effet, elles sont de 140 périodes par seconde, alors que

dans un moteur faisant 600 t/min (10/sec), les oscillations de températures ne sont que de 5 périodes par seconde.

Enfin il restait à évaluer en combien de temps la température d'un corps de masse déterminée peut suivre exactement la variation de température du milieu environnant.

En effet, si nous considérons un moteur à quatre temps tournant à 600 t/min, l'appareil de mesure doit indiquer les variations de température depuis le moment de l'explosion jusqu'au début de l'aspiration suivante, c'est-à-dire une variation de 180° pendant la durée d'un tour, soit 0,1 sec. A cet effet, on a fixé le thermo-élément sur un plateau tournant de façon qu'il passe à travers la flamme de deux becs Bunsen par tour et on a constaté que seuls les thermo-éléments à fils de 0,02 et de 0,03 mm et le

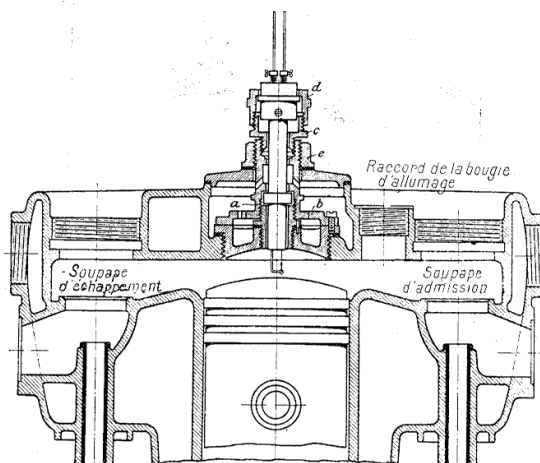


Fig. 5. — Montage du thermo-élément sur le moteur. — a, e, écrous de fixation de l'appareil. — b, bague de sûreté. — c, garniture en deux pièces. — d, contre-écrou.

pyromètre à résistance à fil de 0,02 mm se mettaient en équilibre de température dans le temps prescrit; de plus, seul le pyromètre à résistance reprenait complètement sa température primitive au bout de 0,1 sec.

Les essais de mesure des températures à l'intérieur du cylindre d'un moteur à explosions, l'appareil étant installé comme l'indique la figure 5, ont fourni des courbes semblables à celle de la figure 6 (thermo-élément) dans laquelle la température maxima est de 1410° et la température minima de 137° ; les fils de 0,02, 0,025 et 0,03 donnent les mêmes variations de températures, et le fil de 0,6 n'accuse aucune variation; par suite les premiers doivent bien fournir les températures exactes et il n'est pas nécessaire de se servir de fils plus fins. Les courbes fournies par le pyromètre à résistance sont à peu près identiques à celles des thermo-éléments en ce qui concerne les températures d'aspiration, de compression et d'explosion; seule la branche de courbe de la température de détente est plus verticale. Il est probable que l'inertie un peu plus grande du thermo-élément provient de l'augmentation d'épaisseur résultant du point de soudure. On voit donc qu'en employant un fil de 0,02 mm on peut mesurer exactement

des variations de température dont la durée n'est que de 0,1 sec ; cependant il ne faut pas oublier que l'on n'a pas ainsi la température exacte des gaz, à cause du rayonnement des parois des cylindres alternativement chaudes et froides auxquelles les appareils sont exposés ; il faudrait pouvoir les soustraire à son action de même qu'un thermomètre doit être soustrait au rayonnement du soleil, lorsqu'on désire qu'il donne la température exacte de l'air. Il n'est guère possible de déterminer la grandeur de l'erreur que l'on commet ainsi, car on ne connaît pas le coefficient de conductibilité des gaz brûlés, ni la température de la paroi interne du cylindre. Le thermo-élément présente l'avantage de mesurer la température au seul point de soudure qui peut

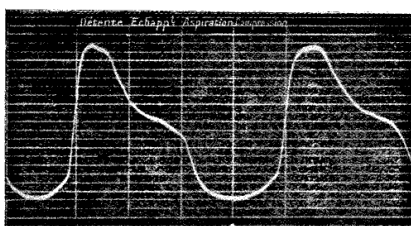


Fig. 6. — Diagramme fourni par un thermo-élément à fil de 0,03 mm.

être parfaitement isolé de l'influence de refroidissement par conductibilité du fil de connexion, mais, ce point de soudure étant d'un diamètre un peu plus grand que le fil, il en résulte une certaine inertie de l'appareil. Cet inconvénient n'existe pas dans le pyromètre à résistance dont la fabrication est plus facile ; cependant il est moins bien protégé contre le refroidissement et fournit des indications un peu trop basses. Si l'on pouvait réussir à fabriquer des fils à plus haute teneur d'iridium ou en iridium pur, le pyromètre à résistance pourrait permettre la mesure des températures atteignant 2 200°.

Ce procédé de mesure des températures rapidement variables peut rendre de grands services dans l'étude des phénomènes calorifiques se passant par exemple à l'intérieur des cylindres et dans les parois des cylindres des grands moteurs à combustion et il peut permettre d'en déduire des conséquences intéressantes au point de vue de leur établissement.

Réchauffage à haute température de l'eau d'alimentation des machines des bateaux à vapeur, d'après OFTERDINGER (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* du 18 avril 1914). — Pour profiter dans une plus large mesure des grands avantages que procure le réchauffage de l'eau d'alimentation des machines à vapeur (amélioration du rendement et conservation de la chaudière) ordinairement effectué à une température voisine de 100°, il est avantageux d'élever encore cette température à 140° et même davantage ; mais pour cela, il faut réchauffer l'eau en deux fois puisque la température de 140° correspond à une pression de 3,7 kg/cm² et qu'on ne peut employer pour cela la vapeur d'échappement puisqu'il en résulterait une contre-pression beaucoup trop élevée pour la machine. On peut donc employer le procédé suivant : on réchauffe d'abord l'eau d'alimentation au voisinage de 100° dans un premier appareil avec la

vapeur d'échappement des machines auxiliaires du navire et comme appoint la vapeur du réservoir intermédiaire du cylindre à basse pression, puis on élève la température de l'eau au moyen de la vapeur empruntée au réservoir intermédiaire du cylindre à moyenne pression en ayant soin que la pression dans le second réchauffeur ne s'abaisse pas. Les deux réchauffeurs (fig. 1) sont des réchauffeurs à surface semblables et sont intercalés dans le circuit de refoulement de la pompe d'alimentation; on pourrait d'ailleurs également intercaler le premier réchauffeur dans le circuit d'aspiration de la pompe et prendre un réchauffeur par mélange. Cependant le premier système est préférable. Pour maintenir la pression dans le deuxième réchauffeur, il faut installer un purgeur d'eau de condensation sur sa conduite de sortie qui évacue cette eau dans le premier réchauffeur; bien entendu, toute l'eau de condensation doit ensuite être retournée à l'aspiration de la pompe ou au réservoir de la pompe à air, de façon à éviter les pertes de chaleur. Ce procédé de réchauffage à haute température n'avait

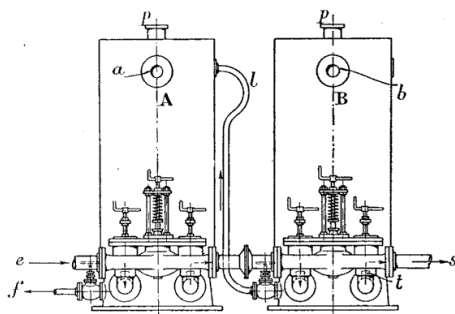


Fig. 1. — Réchauffeur double. — A, réchauffeur à basse pression (1 kg/cm²). — a, arrivée de la vapeur du réservoir intermédiaire à basse pression et de la vapeur d'échappement des machines auxiliaires. — e, arrivée de l'eau d'alimentation froide. — f, sortie de l'eau de condensation vers la pompe à air ou la pompe d'alimentation. — B, réchauffeur à haute pression (4 à 5 kg/cm²). — b, arrivée de la vapeur du réservoir intermédiaire à moyenne pression. — s, sortie de l'eau d'alimentation chaude. — t, supports des thermomètres. — l, tuyau d'évacuation de l'eau de condensation du réchauffeur à haute pression dans le réchauffeur à basse pression. — p, purge d'air et d'huile.

pas encore été appliqué et pour prouver son efficacité l'auteur a entrepris des essais sur une machine à triple expansion à condensation par surface, à surchauffeur Schmidt de 396 m² de surface de chauffe et 9,5 m² de surface de grille, les réchauffeurs à basse et à haute pression avaient chacun une surface de 7,5 m². On a fait marcher la chaudière avec un réchauffeur, puis avec les deux et on a constaté une économie de chaleur de 3,5 p. 100, la température de l'eau d'alimentation étant de 126°; cette économie est montée à 4,2 p. 100, la température de l'eau étant de 136° pendant une autre série d'essais. Cette économie de chaleur correspond à une économie du charbon; il semble que dans une machine neuve, il serait avantageux d'augmenter quelque peu les dimensions du cylindre HP.

L'auteur se basant sur cette économie de chaleur de 3 p. 100 calcule l'économie en argent résultant de la moindre dépense du charbon pour une machine de 1 400 à 1 500 chv. L'installation du réchauffeur double coûterait environ 3 400 f, l'amortis-

sement, l'intérêt et l'entretien reviendraient à 515 f par an; la consommation de charbon étant d'environ 20,5 t par jour, en comptant 200 jours de marche par an, on économiserait $20\,500 \times 200 \times 0,03 = 123\,000$ kg par an qui représentent, avec du charbon à 22,50 f la tonne une somme de : $123\,000 \times 22,5 = 2\,767,50$ f. L'économie annuelle serait donc de : $2\,767,50 - 515 = 2\,252,50$ f, c'est-à-dire que la dépense d'installation du deuxième réchauffeur serait amortie en un an et demi. Il faudrait encore ajouter à cette économie la réduction des dépenses d'entretien de la chaudière et la possibilité de diminuer un peu sa surface de chauffe, puisque son rendement est augmenté.

Ce procédé existe actuellement sur six vapeurs et son application est d'autant plus à recommander que leurs voyages sont plus longs et le prix du charbon plus élevé. Il pourrait d'ailleurs être encore amélioré dans les machines à quadruple expansion et les turbines à vapeur par l'adjonction d'un troisième réchauffeur.

Locomotive articulée à trois groupes moteurs à quatre essieux couplés de la Com-

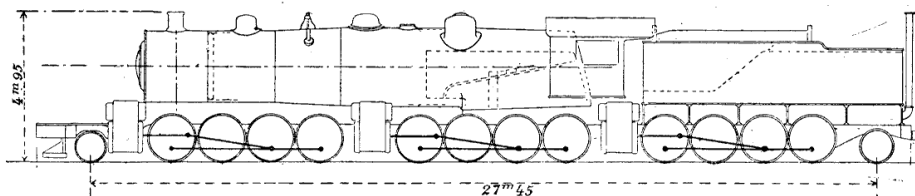


Fig. 1. — Schéma de la locomotive-tender articulée Compound à surchauffe à trois groupes moteurs de la Compagnie de l'Erie Railroad.

pagnie de l'Erie Railroad (*Railway Age Gazette* du 8 mai 1914). — Cette locomotive (fig. 1 et 2), construite par les ateliers Baldwin à Philadelphie d'après les brevets de

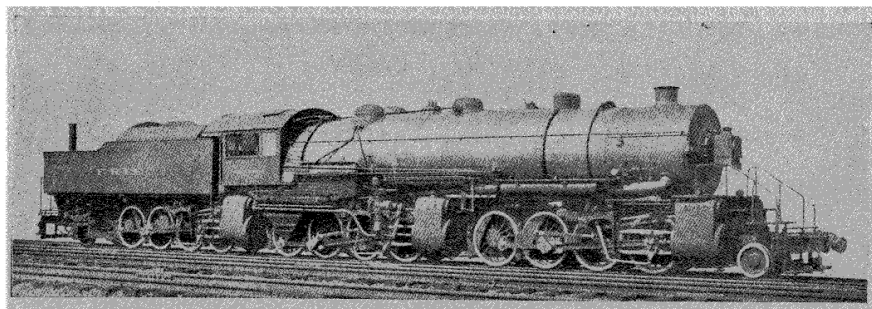


Fig. 2. — Vue de la locomotive tender articulée Compound à surchauffe à trois groupes moteurs de la Compagnie de l'Erie Railroad.

M. Henderson, est portée par trois groupes moteurs de chacun quatre essieux couplés et deux essieux porteurs, un à l'avant, l'autre à l'arrière. Le tender fait partie intégrante de la machine qui est articulée en arrière du premier et du second groupe

moteur. Le deuxième groupe moteur est à haute pression et les premier et troisième sont à basse pression : chaque groupe possède deux cylindres de 917 mm de diamètre et 813 mm de course : les six cylindres sont identiques. L'un des cylindres du groupe moteur intermédiaire à haute pression alimente les deux cylindres à basse pression du groupe d'avant, et le deuxième cylindre à haute pression alimente les deux cylindres du groupe d'arrière, le rapport des volumes $\frac{HP}{BP}$ est donc égal à 0,5. L'échappement des

cylindres BP du groupe d'avant se fait directement dans la boîte à fumée; et celui des cylindres du groupe d'arrière se fait à travers un réchauffeur d'eau d'alimentation tubulaire dans un tube vertical placé à l'arrière du tender; le réchauffeur d'eau d'alimentation est formé de 31 tubes de 63,5 mm de diamètre et de 7,315 m de longueur contenus dans un tube de 508 mm de diamètre et parcourus par la vapeur d'échappement; l'eau chaude est refoulée dans la chaudière par deux pompes à plongeur de 178 mm de diamètre et 254 mm de course : pendant les arrêts, l'alimentation se fait par deux injecteurs Hancock débitant chacun 34 m³/h.

Le foyer à berceau cylindrique possède une voûte système Gaines à rentrées d'air supplémentaires et une chambre de combustion (voir *Revue de mécanique*, n° du 31 janvier 1914, p. 80). Il est alimenté par un chargeur mécanique système Street. La chaudière est munie d'un surchauffeur Schmidt à 53 éléments.

Cette locomotive est à adhérence presque totale (89 p. 100 du poids total) et possède, comme on le voit, toutes les dispositions les plus modernes destinées à rendre son fonctionnement aussi économique que possible. Elle sera affectée au service de renfort sur une rampe de 13 km de longueur et d'une inclinaison de 11 mm/m et constitue la locomotive la plus puissante existant actuellement.

Les principales caractéristiques sont les suivantes :

Cylindres	{	deux à haute pression	{	diamètre	914 mm
		quatre à basse pression	{	course	813 mm
Tiroirs cylindriques, diamètre.					406 mm
Diamètre des roues	{	motrices	1,600 m		
		bissel AV.	0,850 m		
		bissel AR	1,067 m		
Diamètre de la chaudière	{	maximum	2,593 m		
		minimum	2,387 m		
Tubes	{	longueur	7,315 m		
		nombre	{	petits tubes	326
			{	gros tubes	53
	diamètre	{	petits tubes	57 mm	
		{	gros tubes	140 mm	
Foyer	{	longueur	4,114 m		
		largeur	2,742 m		
Grille	{	longueur	3,048 m		
		surface	8,36 m ²		
Surface de chauffe	{	du foyer	25,27 m ²		
		de la chambre de combustion	10,03 m ²		
		des tubes	596,23 m ²		
		des tubes de la voûte	8,17 m ²		
Totale.					639,70 m ²
Surface de surchauffe.					147,15 m ²
Timbre de la chaudière.					14,7 kg/cm ²

Empâtement	{	rigide.	5,029 m
		des roues motrices.	21,792 m
		Total.	27,431 m
Charge	{	sur les roues motrices.	341,74 t
		sur le bissel AV.	14,33 t
		sur le bissel AR.	26,94 t
		Totale.	383,21 t
Capacité	{	des caisses à eau.	45 m ³
		des caisses à charbon.	16 t
Effort de traction			72 510 kg

A. SCHUBERT,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN

membre du Conseil.

Expériences contrôlées de Culture mécanique,

Organisées en 1914 par le Ministère de l'Agriculture.

Les essais relatifs aux labours de printemps et l'application des appareils de Culture mécanique à la récolte des fourrages et des céréales se sont poursuivis régulièrement à Grignon et à Neuville.

Les essais de Neuville se sont terminés dans la matinée du samedi 1^{er} août, et le soir du même jour l'ordre de mobilisation générale était affiché dans tout le pays, remettant à une date ultérieure la suite des expériences organisées par le Ministère de l'Agriculture.

Emploi du mazout dans les Appareils de Culture mécanique.

Les agriculteurs tunisiens désirent que les moteurs de leurs appareils de Culture mécanique soient établis pour fonctionner avec le *mazout*. Les Services de l'Agriculture au Maroc demandent que les moteurs destinés à actionner diverses machines, et notamment des pompes élevant les eaux nécessaires aux irrigations, fonctionnent avec le *mazout* comme combustible.

En Tunisie, alors que l'essence minérale vaut 42 à 44 francs l'hectolitre, les pétroles lampants (marques Adriatic et Atlantic) valent 20 à 22 francs l'hectolitre, le mazout n'est vendu que 9 à 12 francs les 100 kilogr. par la Compagnie tunisienne des pétroles qui en a constitué un dépôt à Bizerte.

Le mazout, de provenance roumaine, est un résidu de la distillation des pétroles des bassins de la mer Noire; c'est un liquide très dense, d'une coloration noire se rapprochant du goudron, pouvant être employé dans les moteurs à quatre ou à deux temps; dans les moteurs à forte compression, la combustion serait complète sans occasionner plus d'encrassement que le pétrole lampant.

L'emploi de combustibles moins volatils et moins coûteux que l'essence minérale ou le benzol est également indiqué pour l'Algérie comme pour les colonies.

A partir de 1894, M. Ringelmann s'est occupé à la Station d'essais de Machines des moteurs utilisant les combustibles lourds (pétroles, huiles), des carburateurs, etc.

Les résultats ont été publiés dans différents rapports et dans son ouvrage sur les *Moteurs thermiques et les gaz d'éclairage applicables à l'agriculture*; les essais relatifs aux moteurs utilisant le pétrole lampant de provenance russe ont fait l'objet d'une communication de M. Ringelmann à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, en 1894.

Les huiles lourdes, résidus de la distillation des pétroles, ont une densité de 790 à 890; leur point d'ébullition oscille de 270 à 390 degrés centigrades. Elles présentent beaucoup de similitude avec les huiles de schistes, et peuvent très bien être utilisées avec certains carburateurs signalés alors par M. Ringelmann (moteurs Griffin, Priestman, Diederichs, Brouhot, Ragot). Mais il convient d'ajouter qu'en 1894-1896, les constructeurs, surtout ceux qui s'occupaient d'automobiles dont la mise au point fut si laborieuse, trouvant plus simple le carburateur à gazoline ou à essence minérale, se lancèrent dans cette voie en abandonnant les avantages de sécurité, d'économie, etc., que les combustibles lourds présentent sur l'essence minérale, dont il était à prévoir que le prix ne pouvait qu'augmenter dans l'avenir.

Application aux Colonies des essais de culture mécanique de Grignon,

par M. F. MAIN, Ingénieur agronome.

En nous plaçant au point de vue spécial qui intéresse les cultures tropicales (1), et en cherchant quel enseignement on pourra retirer des expériences de Grignon, on voit facilement que cet intérêt est considérable. Nous nous trouvons d'abord en présence d'essais contrôlés, dont le programme a été établi par des personnes d'une compétence scientifique indiscutable, qui ont, néanmoins, tenu à conférer, au préalable, avec des praticiens expérimentés, lesquels ont même mis leurs terres à la disposition des expérimentateurs et qui pourront ainsi comparer d'une façon tout à fait précise le travail des machines avec celui qu'auraient effectué dans les mêmes conditions leurs instruments ordinaires tirés par des attelages, puisqu'ils ont fait ce travail sur les mêmes terres depuis de longues années.

Au point de vue du prix de revient, les conclusions seront de tout premier ordre, car si ces mêmes praticiens connaissent admirablement le prix que leur coûte tel ou tel travail fait dans leurs champs, nous pouvons être certains que les dépenses de combustible, de main-d'œuvre, d'entretien ont été et seront exactement contrôlées, tandis que celles d'amortissement, d'intérêt du capital engagé et toutes les dépenses que nous appellerons *non apparentes* seront estimées aussi rigoureusement que possible.

Quant à la nature des travaux à effectuer, examinons le choix qui en a été fait, et voyons quelle peut être son application aux cultures des pays chauds.

Tout d'abord, nous constatons la place relativement importante donnée aux labours à faible profondeur (moins de 0^m20), qui seront pendant longtemps encore presque

(1) Extrait d'un article du *Journal d'Agriculture tropicale*, mars 1914, p. 72.

de règle dans les contrées tropicales, en raison à la fois de la richesse de certaines terres et de l'importance des réactions organiques du sol. Cependant, cette prépondérance n'a pas exclu, dans le choix des organisateurs, certains labours de défoncement (0^m,35 et sous-solage de 0^m,20) qui présenteront un intérêt spécial pour la préparation de certaines terres destinées à recevoir des cultures arbustives, ou de sols ayant porté de la forêt dont seules les grosses souches ont été extraites, laissant à une profondeur encore faible des débris de racines moins importants, mais dont on connaît le danger au point de vue de la propagation de certaines maladies parasitaires.

Si les enfouissements de fumier ne sont pas primordiaux pour nous, les enfouissements de feuilles de betteraves et surtout de cultures dérobées (épreuves obligatoires et facultatives d'automne) nous ramènent au cas de plus en plus fréquent où nous aurons à pratiquer l'enfouissement de légumineuses cultivées comme engrais vert. Le labour d'une luzernière, d'un chaume de blé, et le retournement d'une prairie artificielle trouvent également leur application immédiate dans la culture des régions chaudes. Enfin, si nous considérons un pays non pas nettement tropical, mais dont la prospérité nous oblige à nous occuper de plus en plus, l'Afrique du Nord, il est peu d'essais prévus au règlement officiel, qui ne s'y trouvent réalisés dans la pratique journalière.

Une autre question se pose maintenant, c'est celle des appareils admis au concours. Nous avons, en effet, fréquemment affaire à des plantations arbustives, d'une étendue généralement beaucoup plus grande que les rayages admis dans la pratique française ne le permettent, et avec des écartements de lignes plus faibles que ceux que permet la largeur des appareils. A ce point de vue, les seuls appareils qui trouveraient leur emploi dans cette catégorie de plantations sont les appareils indépendants, sans câble, et les appareils de largeur telle qu'ils pourraient, par exemple, circuler dans des rangs de vignes. La question n'est du reste pas neuve, et il nous souvient d'avoir étudié spécialement le problème pour le Midi de la France, lorsque, il y a quelques années, nous avons procédé aux essais du premier tracteur à pétrole importé d'Angleterre en France (1904-1905).

Un point se pose également qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est le poids des appareils. Indépendamment du poids que peuvent supporter certains terrains affectés à des cultures irriguées, et dont la dureté n'est jamais absolue à l'époque où les travaux sont possibles (rizières), il ne faut pas oublier que les appareils sont destinés à être d'abord transportés, puis débarqués en certains points où le maximum de poids qu'on peut manutentionner est souvent très faible. Certaines machines d'origine américaine seraient probablement susceptibles d'une diffusion limitée, leur poids atteignant fréquemment 5 tonnes, avec des fractions indivisibles qui en dépassent généralement deux.

Pour terminer, n'oublions pas la question du combustible; le pétrole lampant est à peu près le seul combustible qu'on trouve couramment dans le monde entier, à l'exclusion de l'essence et du benzol préconisés pour la France par certains constructeurs, mais qu'il faut éliminer pour les colonies.

Pièces de rechange et outillage des tracteurs et treuils,

par M. MAX RINGELMANN.

Les tracteurs et treuils avec moteur à explosions doivent, comme toute automobile, porter un certain nombre de pièces de rechange et de l'outillage. Nous ne pouvons que donner la liste suivante représentant le minimum indispensable.

Pièces de rechange :

— <i>Carburateur</i> ,	gies et circulation d'eau.	1 bout de chaque genre
1 flotteur,	— <i>Pistons</i> ,	de tuyau de caoutchouc
1 gicleur.	1 jeu de segments.	servant de raccord pour la
— <i>Allumage</i> ,	— <i>Soupapes</i> ,	circulation d'eau,
1 nécessaire de magnéto,	1 exemplaire complet de	1 cuir d'embrayage cône
4 bougies,	chaque type de soupape	ou un jeu de disques (s'il
1 jeu d'écrous, boulons	(aspiration et échappe-	s'agit d'un embrayage à
avec écrous, rondelles et	ment), avec ressort, bague-	disques multiples),
goupilles de bougie,	cuvette et clavette.	1 exemplaire de chaque
1 bout de câble conduc-	— <i>Divers</i> ,	type de roulements à billes,
teur.	1 exemplaire de chaque	1 jeu des pièces frot-
— <i>Joints</i> ,	type de graisseur à graisse	tantes de chaque frein (mâ-
1 jeu complet de chaque	consistante,	choires, segments, bandes
oint pour soupapes, bou-	1 courroie de ventilateur,	ou patins).

Outillage :

En plus de toutes les	1 lime demi-douce,	1 éponge; des chiffons,
clefs et tournevis néces-	1 lime très douce pour	1 jeu de broches,
saires au démontage com-	les contacts,	1 entonnoir pour l'es-
plet du moteur et de la	1 marteau,	sence, avec tamis en toile
transmission :	2 burins,	métallique,
1 jeu des divers boulons,	1 petit étau à main,	1 entonnoir pour l'eau,
rondelles, écrous et gou-	1 lampe à souder,	avec tamis,
pilles du moteur et de la	1 boîte de potée d'émeri,	1 seau en toile,
transmission,	1 boîte à graisse,	1 cric,
1 clef à molette,	1 bidon de pétrole,	1 clef pour les écrous
1 chasse-goupille,	1 bidon d'huile,	d'essieux,
1 tournevis emmanché,	2 burettes à huile,	2 ou 3 mètres de fil de
1 pince à gaz,	1 seringue à huile,	fer recuit n° 12,
1 pince universelle,	1 seringue à essence,	2 m. de fil de cuivre rouge,
1 petite pince brucelle,	1 seringue à graisse,	1 pelote de corde.

Faisons remarquer que les listes ci-dessus ne sont pas limitatives; au contraire, il est probable qu'à l'usage on trouvera utile d'y apporter des additions.

Pour les automobiles et les camions, actuellement presque tous au service de l'armée, il faut ajouter ce qui est relatif aux bandages pleins ou pneumatiques.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 26 JUIN 1944

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

M. HITIER, *secrétaire*, dépouille la correspondance et analyse les ouvrages offerts à la Société depuis la dernière séance.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

Législation de l'hygiène publique en France en ce qui concerne plus spécialement l'assainissement, par M. B. BEZAULT, Ingénieur sanitaire expert;

Conférences de radiumbiologie faites à l'Université de Gand en 1943, par MM. Jacques DANNE, Paul GIRAUD, Henri COUTARD et Gaston DANNE;

Échappements d'horloges et de montres. Exposé technique, descriptif et historique des échappements d'horlogerie, par M. Charles Gros;

La question des cours professionnels. L'œuvre scolaire du Dr Kerschensteiner à Munich, par M. Élie BERTRAND, professeur à l'École nationale d'Arts et Métiers d'Angers;

International Engineering and Machinery Exhibition, Olympia, London 1942. — Official Catalogue;

Dictionnaire des principales rivières de France utilisables pour la production de l'énergie électrique, par M. Henri BRESSON;

Les appareils de levage. Manuel théorique pour l'étude et la construction, par M. Hugo BETHMANN, ingénieur. Traduit sur la 2^e édition allemande, par M. Ch. JUDAIS, Ingénieur des Arts et Métiers;

Charbon et pustule maligne. Évolution et traitement dans la région de Saint-Denis, par MM. P. PERRIN, chirurgien-adjoint de l'Hôpital de Saint-Denis, et H. MODOR, médecin aide-major de l'armée, avec la collaboration de M. C. DABOUST, Ingénieur-chimiste;

Traité de culture potagère (petite et grande culture), par M. J. DYBOWSKI, Inspecteur général de l'Agriculture coloniale, 4^e éd.;

La plume des oiseaux et l'industrie plumassière, par M. E. MORIN;

Industries des os, des déchets animaux, des phosphates et du phosphore, par M. L. VÉZIEU, Ingénieur-chimiste;

Éléments de sylonomie. Économie et politique forestière. Cours libre professé à la Faculté des Sciences de Bordeaux, par M. Paul DESCOMBES, Directeur honoraire des Manufactures de l'État;

Mécanique générale. Erreurs et lacunes à la base de la mécanique classique actuelle. Principes et formules nouveaux complémentaires, par M. E. E. MARCHAND-BEY, Ingénieur des Arts et Métiers;

En quoi consiste la stabilité, par M. Alexandre SÉE, Ingénieur-architecte;

L'impôt sur le capital et le mode d'évaluation des immeubles. Rapport de M. Roger DELOMBRE, secrétaire général du Comité central d'Études et de Défense fiscale;

Les immeubles forestiers des compagnies d'assurances, par M. Paul DESCOMBES, Directeur honoraire des Manufactures de l'État;

Le sciage des roches par le fil hélicoïdal, par M. Félix FROMHOLT, ingénieur-conseil;

Disposition des turbines hydrauliques couchées pour des chutes de 3 à 30 m, par M. Johann HALLINGER, ingénieur (en allemand, français, anglais).

M. HITIER signale que M. L. Lindet, Président de la Société, a fait don à notre Bibliothèque des ouvrages suivants :

Dictionnaire des termes employés dans la construction, par Pierre CHABAT. 2^e édit. Tomes I à IV;

Traité de physique industrielle, par L. SER. Tomes I et II;

La pisciculture dans les eaux douces, par BROCCHI;

Traité de zoologie agricole, par P. BROCCHI;

Étude historique et statistique sur les moyens de transport dans Paris, par Alfred MARTIN;

L'air et le monde aérien, par Arthur MANGIN ;

Cours de physique et de météorologie professé à l'Institut agronomique, par E. DUCLAUX ;

Recherches expérimentales sur les conditions de la vie dans les eaux, par Paul REGNARD ;

Métamorphoses, mœurs et instincts des insectes, par Émile BLANCHARD, 2^e éd.

Au nom de la Société, M. Hitier exprime tous ses remerciements à M. Lindet.

Il signale aussi le don fait par M. M. TERRÉ, membre du Comité des Arts mécaniques, de l'ouvrage intitulé :

La chaleur solaire et ses applications industrielles, par A. MOUCHOT.

M. M. TERRÉ, *membre du Comité des Arts mécaniques*. — Dans une des dernières séances du Comité des Arts mécaniques (1), la question des applications directes de la chaleur solaire ayant été soulevée, le nom de A. MOUCHOT, qui fut un précurseur en cette matière, vint à être prononcé et un regret fut émis sur ce que l'ouvrage où les idées de cet auteur ont été exposées ne faisait pas partie de la bibliothèque de notre Société.

J'eus la bonne fortune dans ma jeunesse d'être l'élève et l'ami de A. Mouchot.

Maintes fois il eut la bonté de m'initier à ses travaux sur la chaleur solaire, de me faire part de ses espérances et, plus tard, de ses regrets sur ce que sa fin, qu'il sentait proche, ne lui permettrait pas d'assister au succès de ses idées.

Depuis la mort de A. Mouchot, l'emploi direct de la chaleur solaire n'est pas entré plus que de son vivant dans le domaine des faits ; mais cela tient à des raisons d'ordre purement pratique.

Rien ne manque dans l'exposé des idées de A. Mouchot qu'il a réunies dans son ouvrage pour montrer que l'utilisation directe de la chaleur solaire est parfaitement réalisable.

Les auteurs qui se sont occupés après lui de la question n'ont rien ajouté à sa doctrine et n'ont fait que confirmer l'originalité et la largeur de ses idées.

Ayant reçu de la main même de A. Mouchot deux exemplaires de son ouvrage que j'ai toujours conservés précieusement, je suis heureux de la cir-

(1) Voir les Notes de Mécanique, Bulletin de juin 1914, p. 780.

constance, qui m'est offerte aujourd'hui, de faire hommage d'un de ces exemplaires à notre Société.

Il ne sera nulle part mieux placé que dans notre Bibliothèque où il sera utile à plus d'un lecteur et où il pourra contribuer à augmenter le nombre de ceux qui garderont dans leur souvenir le nom du véritable précurseur qu'a été A. Mouchot.

M. LE PRÉSIDENT dit que la Société a reçu les remerciements de :

1° La Société de Constructions aéronautiques « Astra », anciens Établissements Surcouf, à qui la Société a pu donner les renseignements techniques qu'elle demandait ;

2° La Bibliothèque municipale Forney (Bibliothèque professionnelle d'art et d'industrie, 12, rue Tison, Paris, 9^e), à qui la Société a accordé le service gratuit de son Bulletin ;

3° M. Adrien Mathiot, inventeur d'un canon lance-tout, duquel un rapport favorable a été fait en séance publique et a paru dans le Bulletin.

La Société a reçu en dépôt, le 22 juin 1914, un pli cacheté de M. Henri MAILLARD, 19, rue d'Aligre, Paris, 12^e, relatif à un *Procédé de préparation des métaux alcalins et alcalino-terreux*.

Sont admis comme membres de la Société :

M. BOCHEUX (Léon), la CHAMBRE DE COMMERCE DU HAVRE, M. ORCEL (Jacques), M. COUTURIER (Albert), M. COLLARD (Maurice), la SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS BOULARD (procédés nouveaux de fermentation),

qui ont été présentés dans la dernière séance.

Deux membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. DUMAY (Henri), rédacteur en chef de *La science et la vie* à Paris, présenté par MM. Lemaire et Lindet ;

M. BROU (Henri), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, présenté par MM. Lemaire et Alby.

Leur admission est prononcée.

Sur la proposition du Comité des Constructions et Beaux-Arts, le Conseil d'Administration a désigné M. Paul PRACHE, Ingénieur des Arts et Manufactures, comme bénéficiaire d'une subvention de 2000 f, précédemment votée, pour étudier les moyens de prévenir ou d'atténuer les trépidations produites dans les immeubles par le passage des véhicules.

M. TERRÉ fait un rapport, présenté au nom du Comité des Arts mécaniques, sur la *Machine à trier, marquer et classer par le poids les tôles minces*, de M. JEAN BARDET. Ses conclusions sont adoptées.

M. ACHILLE LIVACHE lit un rapport présenté au nom du Comité des Arts chimiques, sur la *Répartition, pour l'exercice 1914, des revenus des fondations dépendant du Comité des Arts chimiques*. Ses conclusions sont approuvées.

M. LE PRÉSIDENT. — Notre collègue du Conseil, M. Livache, veut bien, tous les ans, être le répartiteur des secours à des ouvriers malheureux que diverses subventions nous permettent de distribuer. Il serait à souhaiter que d'autres industriels veuillent bien instituer de nouvelles fondations en faveur des ouvriers de leur profession; nous nous en ferions volontiers les dépositaires.

Depuis le 1^{er} janvier 1914, la Société d'Encouragement a voté un crédit de 16 700 f pour subventionner des recherches et travaux techniques.

Elle a versé, pour participer aux travaux de groupements divers, 490 f.

Elle a accordé pour 883 f d'annuités de brevets et 300 f de secours; elle vient d'accorder, comme M. Livache vient de l'exposer, 3 600 f de secours à des ouvriers malheureux, âgés ou chargés de famille. Toutes ces allocations représentent une somme totale de 21 973 f.

M. LE PRÉSIDENT. — Notre collègue, M. Eyrolles, a entretenu la Société, en janvier 1907, des efforts qu'il faisait à cette époque pour établir un cours de technique industrielle par correspondance. Ce cours, créé sans aucun appui officiel, s'est développé depuis et compte aujourd'hui 13 000 élèves. M. Eyrolles a voulu ne pas restreindre à ce mode d'enseignement les services que sa grande compétence peut rendre aux jeunes gens soucieux de devenir des ingénieurs spécialisés dans les entreprises de travaux publics; il a donc créé une nouvelle école, dans les mêmes conditions que la précédente, divisée entre les bâtiments de la rue Du Sommerard à Paris et le Polygone d'application d'Arcueil (Seine). C'est ce Polygone, où ont lieu spécialement les exercices pratiques, les séances de dessin, les répétitions, etc., que les membres de notre Société ont été appelés à visiter le samedi 13 juin. Ils ont été reçus par M. Eyrolles, directeur, M. Étève, directeur adjoint, et par M. Marsollier, directeur des études, auxquels j'adresse nos remerciements.

M. J. E. LUCAS, Ingénieur-agronome, fait une communication sur *La trayeuse mécanique suédoise, système Alfeven*.

M. Lucas présente à la Société une nouvelle machine à traire du type à pression. La traite se fait entre une contre-plaque métallique et une série de doigts qui imitent le mouvement de la main.

L'appareil, très facilement démontable, est facile à nettoyer et exige une dépense d'énergie électrique très faible, 3 watts-heure par machine.

La machine à traire se suspend sous la vache à l'aide d'une sangle double qui passe de chaque côté de la hanche de la vache. Elle est maintenue en place par un étrier qui s'appuie sous le ventre de la bête.

Les animaux s'habituent lentement mais sûrement à cette machine : au bout de huit jours l'accoutumance est complète. La bête donne tout son lait et, grâce à cette machine, on a pu traire des vaches en expérience autant de lait que de celles traitées à la main.

Les vaches restent dans un état de santé parfaite, le lait n'est nullement modifié et se maintient aussi propre que lorsqu'il est traité à la main.

Au point de vue économique la machine à traire permet de réduire le personnel d'un tiers et coûte approximativement autant que la traite à la main.

M. LE PRÉSIDENT. — Ce n'est pas la première fois que notre collègue, M. J. E. Lucas, entretient la Société de cette question de traite mécanique ; la communication d'aujourd'hui sur ce nouvel appareil Alfeven complète ce qu'il nous a déjà appris et je lui demande de nous en réserver la description pour notre Bulletin. Quand la rareté de la main-d'œuvre obligera les cultivateurs à employer ces appareils, ils sauront, par les observations et les nombreuses déterminations scientifiques que M. J. E. Lucas a faites, depuis quatre ans, dans sa ferme de Gournay-sur-Marne, les services qu'ils pourront en attendre.

M. E. COLLETTE, professeur à l'École Jean-Baptiste-Say, fait une communication sur *Les applications du cinématographe à l'enseignement*.

Le nouveau matériel scolaire, création des Établissements Gaumont, a été établi d'après les données du corps enseignant.

Il se compose de deux appareils, absolument distincts :

1° Un « chrono » pour la projection de tous les films cinématographiques de perforation universelle ; 2° un projecteur pour clichés fixes 8,5 cm × 10 cm ; fixés sur la planchette d'un pied à trois branches. Le passage instantané de la projection fixe à la projection animée, et inversement, est assuré par un commutateur relié à chacun d'eux.

La source lumineuse est fournie par une petite lampe « G », à filament métallique au tungstène, dont le régime normal est de 12/14 volts, sous 3 ampères. Elle permet une bonne projection, sur écran de 3 m², à une distance de 5, 6, 7 et 8 m, dans les salles de classes ou de conférences, comme dans les préaux d'écoles de 15 à 20 m de longueur, devant un auditoire de 300 à 400 personnes ; elle ne chauffe pas le film. L'opérateur peut, à son gré, fixer sur l'écran telle ou telle image sans redouter l'échauffement ou la détérioration de la pellicule dont le support est à base d'acétate de cellulose ininflammable.

Le corps de l'appareil pour projection de vues fixes, constitué par deux montants, supporte un condensateur de 115 mm. Un jeu de tubes relie le condensateur à la lanterne et permet d'obtenir instantanément le centrage parfait de la source lumineuse.

Placée à l'avant, une platine avec objectif, maintenue par deux tubes, sur lesquels il suffit d'agir d'avant en arrière, ou réciproquement, assure la mise au point parfaite de l'image à projeter.

Le « chrono » a toutes ses pièces extérieures amovibles. Il pèse environ 20 kg.

Le nouveau matériel scolaire fonctionne :

sur courant continu 110 volts avec régulateur, arc électrique et lanterne ordinaire de projection ;

sur courant continu 110 volts, avec résistance et lampes « G » ;

sur courant continu 110 volts, avec lampes Nernst ;

sur courant alternatif 110 volts, avec transformateur et lampes « G », si l'on dispose du courant électrique ;

avec accumulateurs et lampes « G », dans le cas contraire.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous devons féliciter notre collègue M. Gaumont du développement qu'il se préoccupe de donner à l'enseignement par la cinématographie. Espérons que les crédits alloués aux écoles primaires leur permettront un jour de posséder un appareil de projection et d'avoir, par abonnement, un nombre suffisant de films pour instruire et, en même temps, amuser les enfants de nos campagnes.

Nous demandons à M. Gaumont de nous donner, pour notre Bulletin, la description de son ingénieux appareil qui permet de projeter simultanément des vues fixes et des vues animées, d'arrêter le déroulement du film et même de faire marche arrière. La Société qui, dès le début de leur apparition, a encouragé l'emploi des films en acéto-cellulose, se félicite d'en trouver là une nouvelle application.

Je remercie très vivement M. Collette de l'excellent enseignement qu'il nous a donné ; nous avons beaucoup appris ; j'adresse également mes remerciements à M. Laudet, ingénieur, et à M. Mauger, chef du Service de l'Enseignement, tous deux attachés aux Établissements Gaumont, qui ont bien voulu venir ici ce soir assister M. Collette.

La séance est levée à 22 h. 30 m.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

SÉANCE DU 5 MAI 1914

Subvention de 3000 francs accordée à M. Ch. Fremont, pour recherches sur les limes. — M. Fremont a relevé un grand nombre de diagrammes pour étudier le travail de la lime, sur différents métaux avec différentes limes, la lime étant maniée par des ouvriers différents. L'appareil, qu'il a disposé à cet effet, comprend un manche spécial de lime et un tambour enregistreur de Marey. Cet appareil a coûté 1600 francs.

Il a essayé en outre 200 limes environ sur différents métaux, à l'aide d'une machine d'essai prêtée par les aciéries du Saut-du-Tarn.

Enfin, cette machine ne lui paraissant pas satisfaisante de tous points, M. Fremont a étudié et fait construire, par le mécanicien Mathivet, une nouvelle machine d'essai, qui coûtera environ 3000 francs, cette machine lui sera livrée à la fin de juin 1914.

Toutes les observations de M. Fremont ont été accompagnées d'examen et de photographies au microscope.

SAUVAGE.

COMITÉ D'AGRICULTURE

SÉANCE DU 20 MAI 1914

Les recherches sur le *rouissage des fibres textiles* subventionnées par notre Société sont très avancées.

M. Kayser a isolé plusieurs microbes spécifiques et les a étudiés au point de vue morphologique et physiologique ; il les a cultivés dans différents milieux et ainsi déterminé leurs températures optima et mortelle, leur vitalité, leur manière de se comporter dans des conditions très variées, sur les tiges de lin, de chanvre, de ramie, de jute, etc., ainsi que dans divers milieux artificiels.

On peut considérer que le travail auquel notre Société s'est intéressée est en très bonne voie et donnera lieu — vraisemblablement avant la fin de l'année — au dépôt d'un important mémoire.

A.-CH. GIRARD.

COMITÉ DU COMMERCE

SÉANCE DU 7 MAI 1914.

Rapport présenté au *Comité du Commerce* sur l'activité de la Société de protection des apprentis.

Depuis le 1^{er} janvier, la Société a continué à participer au fonctionnement des deux cours de fin d'après-midi des électriciens appareilleurs (rue des Vertus) et des menuisiers en parquets (rue Lemercier) et à la gestion des deux cours précédemment créés et repris par la Ville, — sous la direction de comités de patronage — rue des Boulets, 129 (tôliers) et rue Eugène-Varlin.

Elle poursuit la publication de ses monographies professionnelles — dont quatre relatives aux :

Industries mécaniques à Paris : *fondeurs en bronze*, mécaniciens électriciens,

Bâtiment : menuisiers en bâtiment,

Industrie du livre : compositeurs typographes,
viennent de paraître.

Deux sont au tirage, savoir :

Instruments de chirurgie, et maçons. Actuellement, voici le détail des monographies établies, parues et en préparation :

Industries mécaniques : mécaniciens de précision, mécaniciens, fondeurs en bronze, mécaniciens électriciens, parues ; instruments de précision en tirage.

Fondeurs, tourneurs, décolleteurs, chaudronniers, mécaniciens dentistes en préparation.

Bâtiment : peinture en bâtiment, couverture et plomberie, charpentiers en bois, menuisiers en bâtiment, maçons, serruriers en bâtiment, fumistes, au tirage ; charpentiers en fer, en préparation.

Industries du livre : compositeurs typographes, parue ; imprimeurs, imprimeurs lithographes, graveurs, relieurs, brocheurs, en préparation.

*

Industries de la voiture : ferreurs en voiture, en préparation.

La Société s'est assuré, dans le Sud-Ouest, le Centre et le Nord, la collaboration de personnalités éminentes pour adapter ses monographies aux conditions générales de l'apprentissage dans ces diverses régions.

Elle poursuit la publication des documents d'intérêt général dans son bulletin.

Comme vous le voyez, l'activité de la Société reste toujours grande et la subvention que la Société lui a accordée se trouvera bien utilisée.

MAURICE ALFASSA.

SÉANCE DU 2 JUILLET 1914.

Le Comité de Commerce a mis actuellement à l'étude deux questions pour lesquelles il a sollicité et obtenu du Conseil un appui financier.

A une époque où se posent, dans plusieurs de nos colonies et pays de protectorat, de graves questions en ce qui concerne la politique à suivre vis-à-vis des indigènes, il nous a paru intéressant de recourir de nouveau à la collaboration de M. Polier, professeur à la Faculté de Droit de Toulouse, momentanément détaché comme professeur à l'École de Droit du Caire.

Nous lui avons demandé une étude sur la *Situation administrative et économique des indigènes en Égypte*.

M. Polier nous annonce qu'il sera sous peu de semaines en mesure de nous remettre ce travail.

Par les subventions qu'elle accorde à la Société de Protection des Apprentis, et par les récompenses qu'elle a attribuées aux organisateurs des cours pour les apprentis, et aux meilleurs élèves de ces cours, la Société d'Encouragement témoigne du grand intérêt qu'elle porte à ce problème de la meilleure formation des apprentis.

Il est un pays, voisin du nôtre, — la Suisse, — où la question de l'apprentissage est l'objet de la sollicitude constante des pouvoirs publics et des industriels. Des solutions différentes ont été appliquées dans divers cantons. L'exposition nationale Suisse a été l'occasion de réunir des données nombreuses sur la question.

Il a paru à votre Comité de Commerce qu'il pouvait y avoir là des enseignements à recueillir, et il a été heureux d'obtenir pour cette étude la collaboration de M. Jully, dont vous avez plusieurs fois apprécié la haute compétence en ces questions, et de notre dévoué collègue, M. M. Alfassa.

Ces deux messieurs veulent bien consacrer cet été plusieurs semaines à poursuivre cette étude en Suisse — et nous comptons qu'ils pourront à l'automne apporter pour notre Bulletin et pour nos séances un exposé documenté du fonctionnement de l'apprentissage en Suisse (1).

E. GRUNER.

Quelques-uns des vœux exprimés par l'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises (note par M. G. GRUNER, membre du Conseil).

L'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises que préside M. Eugène Touron, a, dans son assemblée générale annuelle du 26 mai 1914, émis divers vœux qui touchent à des questions sur lesquelles la Société d'Encouragement a, en diverses circonstances, porté son attention et que nous croyons utile de signaler à tous nos collègues pour qu'ils puissent joindre leurs efforts à ceux des membres de l'Association.

Culture du coton. — Notre Société a en particulier, sur la proposition de notre regretté collègue M. Gustave Roy, porté son attention sur le développement de la culture du coton dans les colonies françaises et voté à cet effet diverses subventions à l'association cotonnière coloniale.

Dans un moment où certain pays, tel que la Russie, fait des efforts considérables en vue de rendre son industrie textile indépendante des États-Unis, et par des améliorations considérables apportées à l'irrigation de vastes terrains en Transcaucasie et dans le Turkestan, a déjà porté sa production en coton à la moitié de sa consommation annuelle et compte arriver à bref délai à rendre son industrie textile entièrement indépendante de l'étranger, nous ne saurions trop insister pour que ce même résultat soit l'objectif de notre action dans nos colonies africaines, ainsi que le demande le vœu émis par l'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises :

Considérant que la production du coton en général et en particulier celle des États-Unis, où l'industrie française puise surtout sa matière première, n'augmente pas régulièrement aussi rapidement que la consommation mondiale; d'où souffrance pour l'industrie;

Considérant, d'autre part, que les Colonies françaises sont pour la plupart propres à cette production; que les tentatives faites par les soins de l'Association cotonnière coloniale avec le concours des gouvernements locaux au Dahomey et dans les autres parties de l'Afrique occidentale française, comme en Algérie et en Nouvelle-Calédonie, ont été encourageantes;

Considérant que la prospérité des populations indigènes intéresse au plus haut point les colonies et la métropole et que la culture du cotonnier peut y contribuer largement;

Émet le vœu :

Que les Pouvoirs publics, loin de restreindre leurs concours, favorisent au contraire cette culture coloniale par les subventions les plus larges possible.

Réglementation du travail. — Pleinement persuadée qu'il est du devoir du gouvernement de prendre des mesures efficaces pour protéger les travailleurs, et en particulier les femmes et les enfants, notre Société s'est honorée en donnant son adhésion à toute modification légale destinée à mettre fin à des abus constatés. Mais elle ne

(1) Cette mission, préparée avec le plus grand soin, et pour laquelle le Comité avait recueilli en Suisse même le plus bienveillant appui, n'a pu avoir lieu par suite des événements survenus au cours de l'été.

saurait sans crainte voir préparer des lois qui mettront notre pays dans une situation difficile en présence de la concurrence internationale. C'est cette préoccupation qui a inspiré le vœu suivant de l'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises :

Considérant que la position d'avant-garde prise par la France vis-à-vis des autres nations en ce qui concerne la réglementation du travail, place l'industrie nationale dans une situation d'infériorité réelle à l'égard de la concurrence étrangère ;

Considérant que l'insuffisance numérique de notre population nous impose une réserve extrême en matière de mesures pouvant restreindre la productivité de notre main-d'œuvre ;

Considérant qu'une telle réserve est plus que jamais de rigueur, au moment où les nécessités de la défense nationale vont retirer à l'industrie et à l'agriculture un contingent important de travailleurs ;

Émet le vœu :

1° Que la limitation à dix heures de la durée du travail des hommes adultes ne soit pas adoptée, tout au moins sans qu'une convention internationale soit intervenue pour l'application simultanée d'une telle mesure par tous les pays européens ;

2° Que la proposition excluant les femmes et les enfants du travail de nuit dans les usines à feu continu ne soit pas adoptée par le Sénat ;

3° Que la proposition de loi de M. de Mun sur l'application obligatoire de la semaine anglaise soit repoussée ;

4° Que la loi du 30 mars 1900 soit révisée dans le sens de la proposition Waddington-Maxime Lecomte, votée par le Sénat le 18 mars 1904 ;

5° Qu'à l'exemple des législations anglaise et allemande, le jeune ouvrier soit considéré comme adulte à l'âge de seize ans ;

6° Que le Gouvernement ne donne son adhésion et ne se fasse représenter officiellement à aucune conférence internationale ayant pour objet de nouvelles réglementations du travail qu'après avoir consulté au préalable sur les points en cause les organes officiels de la production nationale.

Régime des mines. — L'insuffisance de la production minière en France devrait engager le gouvernement à encourager tous les efforts tentés en vue de mettre en exploitation de nouveaux gisements et à renoncer à la politique qui tend à enrayer les recherches et à grever les produits des concessions nouvelles plus lourdement que ceux des mines anciennes.

C'est cette double préoccupation qui a dicté à l'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises le vœu suivant :

Considérant que l'industrie minière est entravée dans son développement par la non-application systématique de la loi de 1810, en ce qui concerne les concessions ;

Considérant que les quelques concessions accordées en ces derniers mois ne l'ont été que dans des conditions qui, non seulement sont étrangères au régime légal actuellement en vigueur, mais encore sont de nature à éloigner les industriels véritables de toute recherche ultérieure, au profit des seuls spéculateurs disposés à toute surenchère ;

Émet le vœu :

Que le Gouvernement applique dans toutes ses dispositions la loi minière actuelle, sans y introduire aucune aggravation.

E. GRUNER.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUILLET, AOUT, SEPTEMBRE ET OCTOBRE 1914

- MASSÉ (RENÉ). — **Le gaz**. In-4 (28 × 19). Tomes I, II et III. Paris, Ch. Béranger, 1914. **15320-2**
- LIEFMANN (ROBERT). — **Cartells et trusts**. Évolution de l'organisation économique. Traduit d'après la 2^e éd. allemande par SAVINIEN BOUYSSY. In-8 (23 × 14), de vi-263 p. Paris, M. Giard et E. Brière, 1914. **15323**
- SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — **Travaux du Laboratoire central d'électricité**, publiés par M. P. JANET. Tome III (1912-1913). Paris, Gauthier-Villars, 1914. **15324**
- EFFEL (G.). — **Nouvelles recherches sur la résistance de l'air et l'aviation**, faites au Laboratoire d'Auteuil. In-f° (33 × 23) de viii-406 p., 267 fig. et Atlas de viii-67 p., XXXIX pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15325-6**
- FIGUIER (LOUIS) et NANSOUTY (MAX DE). — **Les merveilles de la science. Chemins de fer. Automobiles**. In-4° de 392 et 396 p., 330 et 368 fig. Paris, Boivin et C^{ie} (Don de M. E. Lemaire, Agent général de la Société). **15327**
- MARTIN (LOUIS) et COURCELLE (L.). — **Code rural**. (Bibliothèque du Conducteur des Travaux publics.) In-8 de 738 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15328**
- CARNEGIE (DAVID). — **Liquid steel**. Its manufacture and cost. In-8 (24 × 15) de xxv-320 p., 232 fig., X pl. London, Longmans, Green and Co, 1913. **15330**
- CARPENTIER (ÉTIENNE). — **Dictionnaire juridique de l'industrie électrique**. In-8 (25 × 16) de xii-391 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15331**
- MAURER (P.). — **La téléphonie et les autres moyens d'intercommunication dans l'industrie, les mines et les chemins de fer**. (Description, montage et entretien des appareils.) In-8 (23 × 16) de viii-232 p., 115 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15332**
- DAVID (EUG.). — **Nouveau manuel pratique des marques de fabrique et de commerce**. In-8 (21 × 13) de viii-136 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15333**
- GUILLLOT (ÉMILE). — **L'hygiène dans la construction et l'habitation. La maison salubre**. In-8 (21 × 14) de viii-620 p., 172 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15334**
- SCHOUTEN (J.-A.). — **Grundlagen der Vektor und Affinoranalysis** [Bases de l'analyse des vecteurs et des affinors]. (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de x-266 p. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. **15335**
- WOLFF (E.-B.). — **Temperatuurmetingen in een Dieselmotor** [Mesure des températures dans un moteur Diesel]. (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de x-48 p., 4 fig., X pl. Amsterdam, A. H. Kruyt. **15336**

354 OUVRAGES REÇUS EN JUILLET, AOÛT, SEPTEMBRE ET OCTOBRE 1914.

TAVERNE (N.-J.-A.). — **De oxydatie en de polymerisatie van sojaolie** [Oxydation et polymérisation de l'huile de soja]. (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de viii-102 p., 15 fig. Leiden, Eduard Ijdo, 1913. **15337**

HEYMANN (J.-A.). — **De voeding des oester** [La nutrition de l'huître]. (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de vi-132 p., 5 fig. S' Gravenhage, Mouton and Co., 1914. **15338**

RUEB (J.). — **Over het verwerken van tinertsen** [Le travail des minerais d'étain]. (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de xiv-131 p., 1 pl. Den Haag, Mouton and Co., 1914. **15339**

RUYS (J.-D.). — **Drinkwaterreiniging met hypochlorieten** [Épuration des eaux potables par les hypochlorites]. (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de x-125 p., 14 fig., 1 pl. Rotterdam, Nijgh and Van Ditmar's, 1914. **15340**

KLUYVER (A.-J.). — **Biochemische suikerbepalingen** [Décomposition biochimique des sucres]. (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft). In-8 (25 × 17) de xii-226 p., III pl. Leiden, E. J. Brill, 1914. **15341**

FERRUS (MARCEL). — **Le Comité consultatif de règlement amiable des entreprises de travaux publics**. 2^e éd. In-8 (25 × 16) de 111 p. Paris, Syndicat professionnel des Entrepreneurs de Travaux publics de France, 1914. **15342**

OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. — **Monographies industrielles**. Groupe III : **Industries de la construction mécanique**. Tome IV : fascicule B. Bruxelles, J. Lebegue et C^{ie}; Albert Dewit, 1914. **15343**

SIGNOREL (JEAN). — **L'électrification des grandes lignes de chemins de fer**. In-8 (22 × 14) de xxxiv-230 p. Paris, Berger-Levrault, 1911. **15344**

Guides to the Library of the Patent Office. — New series: BM-BZ : Subject list of works on the fine and graphic arts (excluding Photo-mechanical printing and photography); CA-CC : Subject list of works on photo-mechanical printing and photography; CD-CK : subject list of works on the silicate industries (Ceramics and glass); CK15-CO17 : Subject list of works on enamelling, art metalwork, furniture, costume and hair dressing and working; FS-GF : subject list of works on general physics (including Measuring, calculating and mathematical instruments, and meteorology); GG-GP : subject list of works on sound and light (including Music, musical instruments, and general optical instruments). London, 1914. **15345-15350**

Sixth Congress international Association for Testing Materials. New-York, 2-15 september 1912. **Official Guide**. In-12 (19 × 12) de 174 p., fig., 1 carte. **15351**

* *

ANXIONNAT (E.). — **Louis Passy (1830-1913)**. (*Le Vexin*, 10 août 1913, 25 p.).

Pièce 12122

VIDAL (E.). — **Les fusées et les bombes paragrêles**. (*Revue de viticulture*, 1911, 16 p.).

Pièce 12123

VIDAL (E.). — **Les expériences officielles des tirs contre la grêle en Italie**. (*Bulletin de la Société nationale d'Agriculture de France*, mai, juin et juillet 1907, 21 p., 1 carte).

Pièce 12124

LE CHATELIER (HENRY). — **Le système Taylor**. Science expérimentale et psychologie ouvrière (*Bulletin de la Société des Amis de l'Ecole Polytechnique*, 1914, de 40 p.).

Pièce 12125

COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDES ET DE DÉFENSE FISCALE. — **L'inquisition fiscale.** Examen du projet d'impôt personnel sur le revenu actuellement soumis au Sénat. In-8 de 49 p. Paris, 1914. **Pièce 12126**

Nouvelles Darracq Ltd (Les). — In-8 de 36 p., fig. 1914. **Pièce 12127**

CORBIN (PAUL). — **La stéréoautogrammétrie.** (*Revue générale des sciences pures et appliquées*, 30 mars 1914, 32 p., 17 fig., VI pl.). **Pièce 12128**

PHÉLIZOT (ED.). — **L'industrie aux environs de Verneuil.** Communication faite au Congrès provincial de l'Association normande le 30 mai 1913. (*Annuaire de l'Association Normande*, 1914, 25 p.). **Pièce 12129**

TOBIANSKY D'ALTOFF (ALFRED). — **L'agriculture scientifique** (*Bulletin de la Société française des Ingénieurs coloniaux*, 1914, 17 p.). **Pièce 12130**

COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDES ET DE DÉFENSE FISCALE. — **L'inquisition fiscale.** Texte des articles de la loi de finances du 18 juillet 1914 instituant l'impôt personnel et inquisitorial sur le revenu global. In-8 de 23 p. Paris, 1914. **Pièce 12131**

LE CHATELIER (HENRY). — **Les encouragements à la recherche scientifique.** Rapport présenté à la Section des Études économiques du Musée social. (*Le Musée social, Mémoires et documents*, juillet 1914, p. 58-88). **Pièce 12132**

* * *

MINISTÈRE DE LA MARINE. — **Mémorial du Génie maritime.** 3^e série, fasc. XVI. Paris, Imprimerie nationale, 1914. **Pér. 294**

U. S. DEPARTEMENT OF LABOR. BUREAU OF LABOR STATISTICS. — **Bulletins n^{os} 138, 139.** **Pér. 35**

NORTH OF ENGLAND INSTITUTE OF MINING AND MECHANICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXIV (1913-1914), parts 3, 4, 5. **Pér. 20**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. CXCIV, 1912-13; CXCV and CXCVI, 1913-14. **Pér. 189**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE MACHINES ET INSTRUMENTS AGRICOLES DE FRANCE. — **Annuaire 1914.** **Annuaire**

SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO KNOWLEDGE. — Vol. 27 : n^o 3 (Publication 1948) : **Langley Memoir on mechanical Flight.** Washington, 1914. **Pér. 40**

Génie Civil (Le). — III^e Table générale des matières. Tomes XLI à LX, 1902-1912. **Pér. 154**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — DIRECTION DES MINES, DES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pendant l'année 1912.** Paris, Imprimerie nationale, 1914. **Pér. 138**

SOCIÉTÉ DES ARTS DE GENÈVE. — **Comptes rendus de l'exercice 1913.** **Pér. 152**

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY. — **Bulletin 56.** Washington, 1914. **Pér. 25**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1912.** Paris, Imprimerie nationale, 1914. **Pér. 242**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal**, II^e série, 18^e cahier (1914). **Pér. 281**

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. LABORATOIRE D'ESSAIS MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES. — **Rapport sur le fonctionnement pendant l'année 1913**, par M. ROGER. **Pér. 308**

356 OUVRAGES REÇUS EN JUILLET, AOUT, SEPTEMBRE ET OCTOBRE 1914.

- Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics.** 2^e série, Tome XXI, année 1912. **Pér. 144**
- SOCIÉTÉ LIBRE D'ÉMULATION DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE DE LA SEINE-INFÉRIEURE. — **Bulletin.** Exercice 1913. **Pér. 6**
- ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — **Assemblée générale extraordinaire du 30 mars 1914.** **Pér. 408**
- SYNDICAT DES MÉCANICIENS, CHAUDRONNIERS ET FONDEURS DE FRANCE. — **Annuaire 1914.** **Annuaire**
- SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. — **Annuaire 1914-1915.** **Annuaire**
- INSTITUT ÉGYPTIEN. — **Mémoires**, Tome VI, fascicule V (novembre 1913) : **Bulletin**, 5^e série, Tome VIII (1^{er} fasc.), année 1914. **Pér. 32**
- OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. — **Annuaire de la législation du travail.** 16^e année, 1912. Tomes I et II. **Pér. 278**
- COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire 1914-1915.** **Annuaire**
- Congrès des Sociétés savantes, Paris 1914.** — Discours prononcés à la séance de clôture du Congrès par MM. CH. DE LA RONCIÈRE et BIENVENU-MARTIN. **Pér. 26**
- INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. — BUREAU DES RENSEIGNEMENTS AGRICOLES ET DES MALADIES DES PLANTES. **Table des matières du Bulletin mensuel, année 1913.** **Pér. 340**
- INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. — **Index du Bulletin bibliographique hebdomadaire, année 1913.** **Pér. 340**
- SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — **Table générale des matières du Bulletin, 2^e série : 1901-1910.** **Pér. 39**
- OBSERVATOIRE MUNICIPAL (Observatoire de Montsouris). — **Annales.** Tome XII, années 1911 et 1912. **Pér. 188**
- INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Charter, supplemental Charters, By-Laws, and List of Members, 1914.** **Pér. 189**
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — **Procès-verbaux et Résumés des communications faites pendant l'année 1913.** **Pér. 36**
- Annales du commerce extérieur.** — 1914, fasc. 1, 2 et 3 : Situation commerciale de la France. Exposé comparatif pour la période décennale 1903 à 1912-1913. **Pér. 107**
- INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings.** 1914, parts 1-2. **Pér. 114**
- INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LVI, 1914. **Pér. 222**
- DIRECTION DES CHEMINS DE FER. — **Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1910.** Intérêt général : France, Algérie et Tunisie. Intérêt local et tramways : France, Algérie et Tunisie. Melun, Imprimerie administrative, 1912 et 1913. **Pér. 64**

L'Agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

AGRICULTURE

Rapport présenté par M. HENRI HITIER, au nom du Comité d'Agriculture,
sur l'ouvrage : *Les petites industries rurales et leur évolution*, de
M^{lle} LOUISE ZEYS.

La dépopulation des campagnes et l'exode des jeunes gens et des jeunes filles vers les villes sont loin d'être des faits de date récente; mais dans tous les cas, cette dépopulation et cet exode ont pris, à la fin du XIX^e siècle et au début de ce XX^e siècle, un caractère d'acuité et de gravité tel qu'agriculteurs, économistes et moralistes placent ces questions au premier rang de celles qui doivent préoccuper l'opinion publique à l'heure actuelle.

Naturellement, ce ne sont pas les remèdes, proposés pour combattre le mal, qui font défaut; mais, parmi ces remèdes, combien d'utopiques, combien même de dangereux! parce qu'ils méconnaissent l'origine et les causes véritables de la situation dont nous souffrons tous. Les vrais remèdes, parce qu'ils s'adressent à la mentalité même des jeunes gens et des jeunes filles, exigent beaucoup de patience, — c'est en réalité une éducation à refaire; — ils ne peuvent donc produire un résultat qu'à très longue échéance, et c'est pourquoi beaucoup les dédaignent. Le même reproche est fait à des moyens indirects, comme le développement des petites industries rurales, dont l'effet, évidemment, ne peut non plus être immédiat.

Les hommes qui se sont le plus préoccupés des questions sociales le

recommandent cependant tout spécialement : « Contre cet abandon des campagnes, un des remèdes les plus efficaces, écrit M. le comte d'Haussonville dans la préface qu'il a donnée en tête du livre de M^{lle} Louise Zeys, est de combattre l'afflux des campagnes vers les villes, qui encombre les grandes villes d'ouvrières de la couture, et, pour y parvenir, remettre en honneur les industries rurales, qui sont en grande majorité des industries féminines, de tourner de ce côté les aspirations des jeunes filles et de les y préparer. »

M^{lle} Zeys a eu un tel but en vue, dans la publication de son récent ouvrage : *Les petites industries rurales et leur évolution*. C'est un livre qui vient à son heure.

Il rendra service parce qu'il fait connaître quelle est actuellement la situation des petites industries agricoles et rurales en France, quelle est cette même situation des industries rurales dans les pays étrangers, notamment en Angleterre, en Italie, en Suède et en Russie, et parce que la comparaison, que M^{lle} Zeys a pu ainsi établir après de minutieuses enquêtes personnelles, lui a permis d'indiquer quelles réformes nous devrions introduire dans nos campagnes, et quelle évolution devraient subir les petites industries rurales y existant encore. M^{lle} Zeys a fait, du reste, devant les membres de la Société d'Encouragement, une conférence, reproduite depuis dans notre Bulletin (1), dans laquelle elle a su exposer avec éloquence et grande clarté ses idées personnelles sur un tel sujet.

Mais M^{lle} Zeys n'avait pu, dans sa communication, qu'effleurer, en quelque sorte, ces questions; elle les traite au contraire à fond dans son livre, « très sobre de ton, très positif, nourri de faits colligés avec le plus grand soin et rapportés avec la plus grande précision (2) ».

Sans aucun doute, de vieilles industries rurales existent encore dans les campagnes de nos diverses régions de la France : bonneterie, passementerie, ganterie de peau, tressage de la paille et de l'osier, travail du bois, et surtout tissage, lingerie, broderie, dentelle, etc.; mais, à côté de ces anciennes industries rurales qu'il s'agit de sauver ou de ressusciter, des industries nouvelles sont à créer de toutes pièces sur une échelle bien autrement vaste en utilisant « les progrès mêmes de cette mécanique, qui semblait être

(1) Voir le Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale de mai 1914, p. 565.

(2) Préface de M. le comte d'Haussonville.

l'ennemie implacable de nos industries rurales et devoir les condamner à une disparition fatale » ; l'auteur faisant allusion ici à l'électricité qui permet de distribuer la force par un simple fil à de petits moteurs domestiques.

Toutefois cette rénovation des industries rurales peut et doit se faire sans nuire aux travaux agricoles, c'est ce que prend bien soin d'indiquer M^{lle} Zeys :

« Le machinisme moderne, les usines immenses ont arraché à la terre quantité de bras qui la faisaient fructifier jadis : il s'agit actuellement de rendre cette main-d'œuvre à la culture sans diminuer la production industrielle. »

M^{lle} Zeys énumère un grand nombre d'industries pouvant convenir aux femmes à la campagne et conclut par ces lignes qui font le plus grand honneur à son jugement ; l'on ne saurait trop approuver l'esprit qui les a dictées :

« Ce qu'il faut avant tout, c'est faire comprendre aux femmes de la campagne qu'elles ont plus d'avantage à soigner leurs maisons, leur ferme et à occuper leurs loisirs à des travaux qui leur donneront un salaire d'*appoint* qu'à quitter foyer et famille pour travailler à la fabrique et rapporter une somme peut-être plus forte, mais durement gagnée au grand détriment de leur santé, peut-être de leur moralité et sûrement de la vie familiale. »

L'ouvrage de M^{lle} Zeys ne renferme pas seulement des documents importants et en très grand nombre ; mais on y trouve des pages écrites avec la plus juste appréciation des réalités et des besoins de la vie rurale. Le Comité d'Agriculture, après en avoir pris connaissance avec le plus vif intérêt, a décidé de demander l'impression du présent rapport dans notre Bulletin.

Signé : H. HITIER, rapporteur.

COMITÉ DE COMMERCE

NOTICE SUR LES SOUVENIRS DE M. AUGUSTE LALANCE

par **M. Georges Risler**

Notre cher et vénéré collègue, M. Auguste Lalance, nous a adressé un exemplaire de la brochure qu'il vient de faire paraître, intitulée : *Mes Souvenirs*, et votre Comité de Commerce a estimé qu'un simple remerciement ne serait pas suffisant, et qu'une communication devait être faite à votre Conseil, rendant compte de cette œuvre particulièrement intéressante d'un de ses membres qui l'a grandement honoré.

En effet, bien que notre éminent collègue ait cru devoir donner sa démission lorsque, approchant de quatre-vingts ans, il a voulu regagner son pays natal, il est resté des nôtres, car l'installation de son foyer dans notre chère Alsace ne le fait pas, moralement, sortir de France.

La caractéristique de la belle vie si parfaitement « une », au point de vue moral, de M. Lalance, est qu'industriellement, il a eu trois vies absolument différentes, et qu'il les a réussies toutes les trois, alors qu'il est, en général, si difficile d'en réussir une seule. Leur ensemble constitue une existence très belle et très utile, toute de travail, mise au service d'une remarquable intelligence et d'un caractère exceptionnellement élevé et généreux.

Une parfaite simplicité ajoute encore au charme de ce récit : les initiatives les plus méritoires et les plus courageuses y sont présentées comme les actions les plus naturelles du monde. Et pourtant, que d'embûches, que de difficultés dès les premières années !

Né le 1^{er} septembre 1830 à Ronchamp (Haute-Saône) où son père dirigeait l'exploitation de houillères, M. Auguste Lalance y fit ses études primaires, puis on l'envoya à la pension Dautherville à Guebwiller.

Trois ans après, son père mourut, et il lui fallut renoncer à devenir pasteur de l'Église réformée comme il le désirait ; le devoir urgent de venir en aide à sa mère, restée sans fortune avec trois enfants à élever, s'imposait.

En 1843, n'ayant pas encore treize ans, il quitta la pension pour entrer au collège de Mulhouse où il resta jusqu'en 1846.

Il entra alors chez son oncle André Kœchlin, dans l'établissement qui avait été fondé par Jérémie Risler, et qui est aujourd'hui la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

Il passa, comme ouvrier, à la fonderie, à la forge, au tour, à l'étau, et chaque soir, après la journée, il prenait des leçons de mathématiques et perfectionnait son instruction générale.

Au bout de trois ans, il passa aux ateliers de dessin, puis on le mit à la tête d'un service : la construction des machines simples de filature et de tissage.

Alors eut lieu un petit incident auquel M. Lalance attache avec raison une grande importance. Dans un voyage à Thann, un industriel, M. Hartmann Liebach, lui dit : « Jeune homme, rappelez-vous, si un jour vous faites de l'industrie pour votre compte, qu'il faut chercher à livrer un produit supérieur comme qualité à ceux de vos concurrents. Cherchez cela avec toute votre persévérance, sans vous occuper de ce que vous coûtera votre produit. Lorsque sa supériorité sera admise sans conteste, alors, mais *alors seulement*, vous ferez votre prix de revient et vous chercherez à le réduire sans diminuer la qualité. »

Ces paroles ne furent jamais oubliées.

Puis vint la Révolution de 1848 et la crise industrielle ; on diminua les heures d'ateliers ; Auguste Lalance, toujours soucieux de s'instruire, en profita pour travailler pour son compte, chaque jour de six à huit heures du matin et de cinq à sept heures du soir, portant surtout ses efforts vers la mécanique.

En 1850, il est envoyé à Augsburg pour monter et mettre en marche de nouvelles machines pour la filature de laine ; l'année suivante, il va dans les mêmes conditions à Thenay, puis à Vienne, dans la vallée du Rhône, où il met en marche une turbine hydraulique.

En 1854, il va à Dusseldorf, installer la première filature de laine peignée établie en Prusse ; et, voyant au restaurant des officiers prussiens, il entend ceux-ci affirmer devant lui que le Gouvernement de Berlin était décidé à faire trois guerres qu'il jugeait indispensables pour créer l'unité allemande : la première contre l'Autriche pour la rejeter hors de la Confédération germanique ; la seconde contre la France, « l'ennemie héréditaire », afin d'acquérir le prestige nécessaire pour s'assurer la domination de toute l'Allemagne ; enfin la troisième, pour écraser la Russie et la rejeter le plus possible en Asie.

En 1855, la maison André Kœchlin l'envoya à Paris pour la représenter pendant toute la durée de la première Exposition universelle. Des industriels anglais, qui venaient voir ses machines, l'engagèrent vivement à venir en Angle-

terre, lui promettant monts et merveilles, et sa situation dans la maison André Kœchlin ne lui paraissant pas en rapport avec ce qu'il pouvait espérer, il se décida à donner sa démission.

Malgré les instances dont il fut l'objet, il partit pour Manchester courant à la fortune. Sa déception fut amère : les Anglais qui s'étaient montrés si aimables à Paris le reconnaissaient à peine, et il traversa alors des moments pénibles.

Enfin, il parvint à s'entendre avec MM. Léo et Jametel qui faisaient l'exportation des aciers anglais, et installa avec eux, à Manchester, un bureau de dessin très complet. Il se procura les plans des meilleures machines construites en Angleterre, avec l'indication de leurs prix. Il se mit alors à voyager pour vendre ces machines, parcourut l'Alsace, une partie de la France, sans obtenir d'abord une seule commande. Ce fut une période de grandes privations et de graves soucis.

A Gand, il enleva enfin sa première affaire ; puis à Bruxelles, puis à Liège, puis à Berlin et à Vienne, les ordres se multiplièrent. Il gagna alors l'Italie et vit à Venise, devant le palais des Doges, les canons autrichiens braqués sur la place Saint-Marc. C'était lugubre, et, dit-il, on avait l'impression (qui semble effacée de l'esprit de nos voisins) « d'un pays civilisé opprimé par des sauvages ».

Vers la fin de 1857, la grande Société des Chemins de fer russes commanda à la maison Léo, Jametel et Lalance, 40 locomotives à livrer « sur voie » à Saint-Petersbourg, et payables, après essai, sur un parcours de quelques centaines de kilomètres. M. Lalance partit pour Pétersbourg où il resta à surveiller les travaux, tout en obtenant de nouvelles commandes.

Au cours de son séjour, il eut l'occasion de rencontrer Bismarck, alors ambassadeur en Russie, en face duquel il devait plus tard se retrouver dans des circonstances tragiques.

Il avait affaire aux ministres russes, et raconte que l'un d'eux, réputé très honnête, n'admettait pas les pots-de-vin donnés ostensiblement ; aussi, un représentant d'une maison américaine usait-il de procédés plus délicats. Arrivant un jour de très beau temps au ministère, avec un parapluie sous le bras, il était apostrophé par le ministre :

— Comment porter un parapluie par un aussi beau temps ?

— Je parie 10000 roubles avec Votre Excellence qu'il pleuvra avant une heure.

— Je tiens le pari.

Naturellement, pas une goutte d'eau ne tombait ce jour-là, et le gagnant était fidèlement désintéressé.

En 1865, au moment où les commandes chômaient, M. Lalance créa toute l'installation du gaz de Wilna.

Au printemps de 1868, il quitta définitivement la Russie, voulant rejoindre le pays natal, s'unit à Mulhouse à la femme charmante et de haute valeur qui lui a depuis assuré un bonheur constant, puis chercha une nouvelle affaire. Sa première vie industrielle était terminée.

Au bout de quelque temps, il apprit que M. Hœffely, propriétaire du grand établissement de blanchiment et d'indiennes de Pfastadt, voulait se retirer. M. Gustave Schœffer, le brillant chimiste qui, pendant près de trente ans, avait dirigé l'établissement Dollfus Mieg, venait également de prendre sa retraite.

M. Lalance conçut le projet d'entrer dans cette industrie absolument nouvelle pour lui, où la partie mécanique, qui pouvait seule se rattacher à ses occupations précédentes, tenait alors une place relativement peu importante.

Il alla voir M. Hœffely qui lui demanda de suite s'il était chimiste. Il comprit; et ayant appris la retraite de M. Schœffer, entreprit de le décider à se remettre plus que jamais aux affaires. Il réussit, et M. Hœffely consentit alors à leur céder à tous deux son établissement. La maison Schœffer et Lalance était fondée.

A peine avaient-ils pris possession de leur établissement que, le 15 juillet 1870, la guerre était déclarée; son triste aboutissement, le traité de Francfort, fermait à l'Alsace le marché français qui formait à peu près totalement la clientèle de la nouvelle maison Schœffer et Lalance.

Au lieu d'acheteurs riches, il allait falloir travailler pour des clients pauvres et souvent dénués de goût; au lieu de rentrées assurées et rapides, on allait se trouver dans la nécessité de faire de longs crédits et de reprendre, à l'occasion, la marchandise non vendue en fin de saison, plutôt que d'en perdre le prix. Rien ne peut mieux montrer la valeur des industriels alsaciens que la rapidité avec laquelle s'exécuta le changement de front devenu indispensable. La croissance de l'établissement Schœffer et Lalance fut prodigieuse, sa prospérité considérable, et, en peu de temps, le prix des actions quadrupla.

Entre temps, M. Lalance joua un rôle prépondérant dans la construction du chemin de fer de ceinture de Mulhouse, la création d'une nouvelle école de chimie, l'installation du téléphone dont Mulhouse eut la primeur; et tout cela, au milieu d'une vie industrielle intense dont il ne négligeait aucun des devoirs. Pour lui, comme pour tous les industriels alsaciens, l'un des plus impératifs était le « devoir social ». Œuvres d'habitations à bon marché,

sociétés philanthropiques de toutes natures tout ce qui pouvait améliorer la condition morale et matérielle de l'ouvrier était l'objet de sa sollicitude.

Il fonda le Cercle mulhousien, centre de réunion pour les employés. A chaque Noël, on y offrait un repas à 70 ou 80 vieillards indigents de plus de soixante-dix ans; ils étaient servis par les jeunes filles des meilleures familles de la ville; un concert et des divertissements terminaient la journée; une pièce de 5 francs française était, en outre, remise à chacun des convives.

Cette fête avait un tel succès qu'un jour, l'un des invités, arrêtant M. Lalance, lui dit : « Je ne sais pas ce qui se passe au paradis, mais certainement, ce n'est pas plus beau qu'ici. »

Il fonda la Ligue d'Alsace dont le périodique français était imprimé à Bâle d'où il était rapporté par des dames et ensuite glissé sous les portes, sans que la police ait jamais pu arrêter personne. Puis, il fut obligé d'accepter la candidature comme député protestataire au Reichstag où il fut élu à une énorme majorité.

Le soir de son élection, on cria : « Vive la France ! » et comme la police intervenait, on lui répondit : « Qu'avez-vous à dire ? Nous crions : Vive Lalance ! »

Tout cela avait échauffé la bile de M. de Bismarck qui fit informer la maison Schœffer et Lalance que si le député protestataire au Reichstag restait en nom dans la raison sociale, et conservait ses actions, l'admission temporaire, qui permettait seule l'énorme activité de l'établissement, lui serait retirée. On ajouta que s'il continuait à être vice-président de la Société industrielle de Mulhouse, celle-ci serait supprimée.

L'arrestation et la condamnation à la forteresse, comme il en avait été pour M. Blech, n'étaient peut-être pas loin. M. Lalance donna sa démission de vice-président de la Société industrielle, et fit rayer son nom de la raison sociale Schœffer et Lalance, alors que la maison jouissait d'une prospérité enviable. Il ne voulut pas que qui que ce soit pâtît pour lui, et partit pour Paris.

Cette fois, sa robuste constitution était atteinte, et sa seconde vie industrielle se terminait dans des conditions si pénibles qu'on pouvait croire son activité brisée pour toujours.

Dix-huit mois de soins lui furent nécessaires pour rétablir sa santé; mais, aussitôt que ses forces revinrent, il n'admit plus l'idée du repos.

Bien des affaires nouvelles lui furent proposées dans des conditions qu'il jugeait favorables; une seule le tenta, celle du Secteur de Clichy, et cela pour une raison bien particulière : c'est qu'aucune affaire d'électricité n'avait réussi jusqu'ici. C'était pour lui une industrie toute nouvelle, bien différente du blanchiment, de l'apprêt et de l'impression des étoffes. Il s'y appliqua avec toute

son intelligence, et sans s'écarter d'aucun des principes qui l'avaient guidé jusqu'ici ; les résultats furent les mêmes. Je n'y insisterai pas, tout le monde, ici, sachant quel développement a pris ce secteur de Clichy et quels profits il a rapportés à ses actionnaires.

La troisième vie industrielle de M. Lalance se terminait en apothéose.

C'est seulement lorsque vinrent les quatre-vingts ans qu'il songea, non pas à diminuer son activité, mais à la tourner uniquement vers la philanthropie. N'ayant pas d'enfants, il voulut, ainsi que M^{me} Lalance, se consacrer à ceux des autres, et ils formèrent le projet d'arracher à la mort un certain nombre de ces pauvres petits êtres qu'elle guette, et qui, trop souvent, peuvent être considérés comme condamnés.

Ils regagnèrent leur ville natale, s'installèrent dans leur propriété de Pfastadt, qui était restée fermée pendant les années d'exil, et se donnèrent entièrement au projet d'édification d'un sanatorium pour enfants pauvres tuberculeux, première réalisation d'un projet plus vaste qui consistera, après leur mort, à édifier deux autres sanatoriums, un pour les femmes, un autre pour les hommes tuberculeux, leur maison devenant la demeure du médecin directeur de cette magnifique institution humanitaire. Le sanatorium des enfants a été édifié ; les plans en ont été dressés, et la construction en a été faite, d'accord avec M. Lalance, par M. Paul Friésé, le très distingué architecte bien connu.

J'ai visité, à diverses reprises, et même pendant sa construction, ce bel établissement, et je me rappelle une matinée tout entière où, pendant quatre heures, j'ai vu cet homme de quatre-vingts ans passés, et l'architecte qui n'avait mis à sa collaboration qu'une condition, celle de ne pas toucher d'honoraires, montant aux échelles, s'exposant aux courants d'air, et mettant toute leur intelligence et tout leur cœur au service des malheureux qu'on allait soulager. Il y avait là véritablement un magnifique spectacle, et c'était en Alsace qu'il m'était donné de l'admirer.

Le sanatorium est aujourd'hui rempli d'enfants, et les résultats obtenus sont merveilleux. En très peu de temps, grâce au grand air et à la cure de soleil, ces pauvres petits se transforment et peuvent être rendus à leurs familles dans des conditions qui leur permettront physiquement une vie normale. Beaucoup ne quittent le sanatorium qu'à regret ; l'un d'eux disait un jour à M. Lalance : « N'est-ce pas, je resterai ici jusqu'à mon mariage. »

Notre cher collègue s'occupe aussi de l'œuvre essentielle des habitations à bon marché ; il a fait bâtir une maison modèle, « L'Union-home » ; il prend part aux travaux de la Société industrielle ; enfin, comme toujours, son activité s'applique à tout ce qui est bon, élevé et généreux, et il en sera de même jusqu'à son dernier souffle.

Se rappelant cette belle parole de Gambetta aux Alsaciens : « Vous nous reviendrez par la paix », il caresse ce rêve de la liberté donnée à l'Alsace par ceux qui l'oppriment actuellement d'une manière si cruelle. Les derniers événements ne paraissent pas autoriser d'aussi heureux espoirs. Sans doute, si, comme il le dit, l'Allemagne ne regardait qu'à son intérêt réel, elle aurait un grand avantage à un échange entre l'Alsace se donnant à nous librement, une seconde fois, et l'une de nos colonies ; mais le parti militaire et le pangermanisme veillent !

A Paris comme à Mulhouse, M. Lalance avait donné une grande part de lui-même aux œuvres sociales. Avec le concours de quelques amis dévoués, il avait fondé :

La Crèche de l'Étoile ;

La Société d'Assistance par le Travail des 17^e et 18^e arrondissements ;

Et enfin, le Dispensaire antituberculeux des 17^e et 18^e arrondissements ;

Là encore, il a été un précurseur, car c'est par la généralisation des dispensaires que nos philanthropes et nos hygiénistes les plus éminents estiment indispensable d'entamer la lutte contre la tuberculose.

Nous n'aurons qu'à imiter l'œuvre fondée par M. Lalance où l'on dépiste la tuberculose chez les enfants et chez les adolescents, où on les envoie pour quelques mois à la campagne, et où l'on soutient dans toute la mesure du possible les tuberculeux pour les mettre à même de rendre encore à la société les services dont ils sont susceptibles, tout en les empêchant en même temps, par des mesures de prophylaxie, de nuire à ceux qui les entourent.

Je ne saurais mieux terminer cette modeste étude qu'en citant une phrase de la préface consacrée par M. Ernest Lavisse aux « Souvenirs d'Auguste Lalance » :

« L'exemple donné par cette vie, c'est, malgré des accidents énormes et terribles, l'unité par la persévérance dans le travail et par la fidélité à deux sentiments très beaux : l'amour de la patrie et l'amour de l'humanité. »

Il a semblé à votre Comité de Commerce que, même dans une assemblée formée de tant d'hommes aussi éminents que ceux qui composent notre Conseil, il était impossible de laisser passer une occasion de rendre hommage à un patriote, à un grand homme de bien comme M. Auguste Lalance, qui honore si précieusement notre compagnie ; et c'est pour cela que votre Comité de Commerce a demandé pour ce travail l'honneur (dont l'auteur aurait voulu être plus digne) d'être imprimé dans le bulletin de notre Société.

GEORGES RISLER,
Membre du Conseil.

Juin 1914.

INDUSTRIE CHIMIQUE

L'ALUMINIUM-NICKEL

On sait combien il est difficile, sinon impossible, de déposer sur l'aluminium une couche adhérente de nickel. Ce n'est pas cependant que les procédés fassent défaut : il en existe un très grand nombre (voir *Elektrochemische Zeitschrift*, 1912, p. 481), la plupart brevetés, mais aucun d'eux ne semble donner satisfaction à l'usage.

Le plus généralement, la fixation du nickel sur l'aluminium par la voie électrolytique exige la présence d'un dépôt métallique préalable.

C'est ainsi que le cuivre, le zinc, le fer ont tour à tour été préconisés comme susceptibles de jouer le rôle d'intermédiaires entre l'aluminium et le nickel.

Naturellement, le décapage préalable de l'aluminium présente une grande importance, mais malgré tous les soins apportés dans cette opération, malgré tous les artifices plus ou moins ingénieux utilisés pour obtenir le dépôt de métal intermédiaire, la couche de nickel obtenue ultérieurement est loin de présenter l'adhérence désirable.

L'aluminium, nickelé ainsi, ne pouvant supporter aucun travail mécanique, il est impossible de songer à nickeler autre chose que des pièces façonnées, et encore, pour celles-ci, les résultats obtenus sont plutôt décourageants.

Cependant, parmi les procédés récemment indiqués, celui qui a été breveté par M. J. Canac en France et à l'étranger paraît devoir être retenu. Il permet de déposer directement et sous forme adhérente le nickel sur l'aluminium.

Le décapage de ce métal comporte les opérations suivantes :

- 1° Passage dans un bain de potasse à l'ébullition.
- 2° Brossage avec un lait de chaux.
- 3° Trempage dans un bain de cyanure de potassium à 2 p. 1 000 pendant quelques minutes.
- 4° Action d'un bain chlorhydrique ferrugineux formé de 500 g d'acide chlorhydrique, 500 g d'eau et 1 g de fer, jusqu'à ce que l'aluminium prenne un aspect particulier rappelant le moiré métallique.

Après chaque opération, la pièce est lavée à l'eau.

Le nickelage proprement dit ne présente rien de bien particulier, en ce qui concerne la composition des bains.

La formule suivante connue donne de bons résultats :

Eau	1 000 cm ³
Chlorure de nickel	50 g
Acide borique	20 g

Le dépôt se fait sous une tension de 2,5 volts avec une densité de courant de 1 ampère par décimètre carré.

La pièce sortant du bain se présente sous un aspect gris mat agréable à l'œil, prenant facilement l'éclat métallique par le polissage au grattebosse.

Que la quantité de métal déposé soit faible ou notable, le dépôt obtenu présente toujours une adhérence remarquable, très supérieure à celle formée par les autres procédés, ce qui a permis à l'auteur de donner au métal ainsi traité le nom d'*aluminium-nickel*, comme s'il s'agissait réellement d'un alliage.

L'aluminium-nickel supporte le martelage; on peut courber les plaques sans qu'il se forme de craquelures, et c'est seulement par cassure de l'aluminium que celui-ci est mis à nu.

L'aluminium-nickel peut être chauffé sans déformation jusqu'au point de fusion de l'aluminium.

Il semblerait que, par suite de l'éclat spécial dans lequel se trouve l'aluminium en sortant du bain d'acide chlorhydrique ferrugineux, le nickel se fixe sur lui dans des conditions particulièrement favorables au point de vue de l'adhérence.

Il n'en est pas de même si on emploie simplement de l'acide chlorhydrique dans les mêmes conditions de dilution.

En examinant les choses d'un peu plus près, on constate qu'il s'est formé, sur la plaque d'aluminium sortant du bain acide ferrugineux, un léger dépôt de fer.

Dans quelles conditions ce dépôt s'est-il formé et son importance permet-elle de le considérer comme un dépôt métallique intermédiaire?

Le fer, en se dissolvant dans l'acide chlorhydrique, donne du chlorure ferreux qui, au contact de l'air, doit se transformer partiellement et lentement en chlorure ferrique, mais au moment où l'aluminium est plongé dans le bain, il y a un fort dégagement d'hydrogène et le chlorure ferrique formé se trouve ramené à l'état de chlorure ferreux, comme le prouve l'action des réactifs sur une prise d'essai faite dans le bain au voisinage de la plaque d'aluminium.

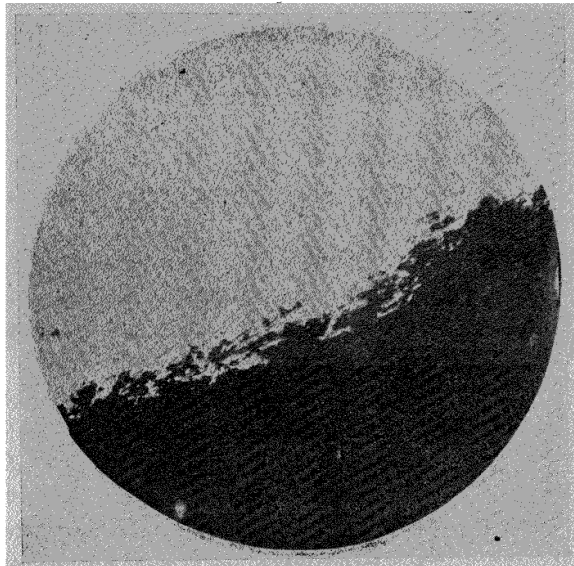


Fig. 1.

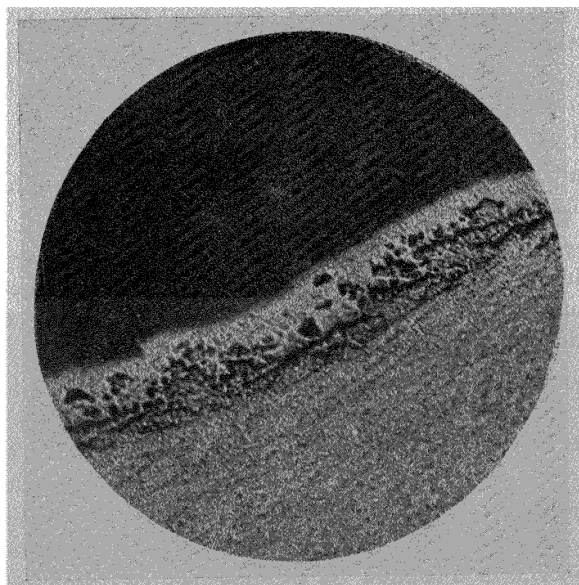


Fig. 2.

C'est donc en milieu chimiquement réducteur que le fer se dépose sur l'aluminium, évitant ainsi l'oxydation de ce métal et la formation d'alumine.

La présence du fer sur l'aluminium peut être aisément constatée en employant la balance magnétique de Curie et Chéneveau.

Si l'on compare de l'aluminium décapé à la potasse et de l'aluminium traité ensuite par l'acide chlorhydrique ferrugineux, on trouve 14, pour le rapport des susceptibilités magnétiques.

La balance magnétique étant un instrument très sensible, la dose de fer ainsi accusée est forcément très minime. Pour s'en convaincre, on a dosé ce fer en employant le spectrophotomètre de Ch. Féry suivant la méthode indiquée par E. Tassilly (*Bull. Soc. Chim.*, 4^e s., XIII, p. 34, 1912). On a constaté que la dose de fer réparti sur l'aluminium oscille entre 0,25 g et 0,50 g par mètre carré.

L'influence d'un dépôt de fer continu intermédiaire ne peut donc être prise en considération.

Si, d'autre part, on examine au microscope de M. H. Le Chatelier le métal décapé à l'acide chlorhydrique ferrugineux, on observe à la surface l'existence de cellules (fig. 1) dans lesquelles vient se fixer le nickel, au cours de l'électrolyse (fig. 2).

Il semble donc que le fer, en formant un réseau à la surface de l'aluminium, donne naissance à une multitude de couples favorisant, en certains points, l'attaque de l'acide chlorhydrique, celui-ci agissant plus ou moins énergiquement suivant que l'action se produit plus ou moins près du fer, de telle sorte que ce métal agit plutôt comme un excitateur.

Il en résulte cet aspect particulier de la surface de l'aluminium entraînant l'aptitude à fixer les dépôts galvaniques.

Dans ces conditions, le nickel qui se dépose est en quelque sorte *enraciné* dans l'aluminium et il forme si parfaitement corps avec lui que, quelle que soit l'épaisseur du dépôt, il est impossible de détacher le nickel sans arracher en même temps des particules d'aluminium.

L'aluminium-nickel ne s'altère pas à l'air humide, il résiste bien à l'action des réactifs chimiques : soude diluée et bouillante, acide acétique cristallisable ou étendu, sel marin en solution concentrée et chaude, etc. Il n'est nullement attaqué par les vins et les alcools et ne laisse pas suinter l'essence ou le pétrole.

Les propriétés physiques de l'aluminium-nickel par rapport à celles de l'aluminium comportent une légère augmentation de la densité, un abaissement du coefficient de dilatation, un accroissement de résistance à la rupture.

Comparé au cuivre, il permet de réaliser une économie notable dans l'éta-

blissement des canalisations électriques pour lesquelles il se présente sans contre-indication.

Bien que le nickel soit magnétique, l'effet Kelvin est nul dans les fils en aluminium-nickel, car la mesure de la différence de potentiel entre deux points reliés par un fil de ce métal traversé par un courant d'intensité constante n'a pas accusé de variation quand on passe du courant continu au courant discontinu (maximum 45 périodes).

En résumé, les propriétés de l'aluminium-nickel en font un métal susceptible de se prêter à des applications aussi nombreuses que variées. On devra l'employer dans tous les cas où on aura besoin d'un métal léger, résistant et inaltérable.

Loin de limiter les emplois actuels de l'aluminium, il en provoquera l'extension en ce qui concerne, par exemple, la confection des ustensiles de ménage, de campement et du matériel de voyage, pour lesquels l'aluminium laisse apparaître si rapidement ses défauts.

On pourra utiliser également l'aluminium-nickel dans la construction du matériel de chemins de fer, des canots, des automobiles, des avions, pour la confection d'instruments de physique, d'appareils de photographie, etc. Les quelques exemples que nous venons de citer suffisent pour montrer toute l'importance de l'introduction dans l'industrie, du nouveau métal.

J. CANAC et E. TASSILLY.

ENSEIGNEMENT

LES APPLICATIONS DU CINÉMA A L'ENSEIGNEMENT ⁽¹⁾

Nous possédons un matériel scolaire établi sur les données du corps enseignant.

Il se compose de deux appareils absolument distincts fixés sur la planchette d'un pied à trois branches : un « chrono » pour la projection de tous les films cinématographiques de perforation universelle ; un projecteur pour clichés fixes $8,5 \times 10$ (fig. 1).

La hauteur du pied a été calculée de manière que la tête des élèves assis soit en dessous de l'axe focal de l'objectif.

Les appareils peuvent être placés indifféremment sur une table (fig. 2), sur un bureau ou sur une chaire. Un petit commutateur, relié à chacun d'eux, assure le passage instantané de la projection fixe à la projection animée et inversement.

LE « CHRONO »

Le matériel scolaire, destiné à la projection des films cinématographiques dans les classes, est très robuste. Son bâti en fonte renferme tous les organes d'entraînement, qui tournent dans la graisse consistante. Le dispositif offre des avantages appréciables : aucun risque d'accident pour l'opérateur, pas de bruit pendant l'exposé de la leçon, usure et entretien réduit au minimum.

Le placement de la pellicule s'effectue si simplement qu'un enfant de la première classe peut se charger de la projection après quelques explications.

La source lumineuse est fournie par une petite lampe « G » — à filament métallique au tungstène — dont le régime normal est de 12/14 volts, sous 3 ampères. Son réglage ne présente aucune difficulté parce qu'elle est montée sur une douille qui glisse entre trois lames ressort. A l'aide d'une petite manette, le foyer lumineux élevé, abaissé, centré à gauche ou à droite, projette sur un écran de 3 m², à 5, 6, 7 ou 8 m de distance, un cadre parfaitement

(1) Communication faite en séance publique le 26 juin 1914, par M. E. Collette.

éclairé. Certaines modifications apportées dans ces derniers mois à la lampe « G » permettent, aujourd'hui, une bonne projection dans les salles de classes ou de conférences, comme dans les préaux d'écoles de 15 à 20 m de long, devant un auditoire de quatre cents personnes. Enfin, qualité précieuse, elle ne chauffe pas le film. L'opérateur peut à son gré, et autant de fois qu'il le

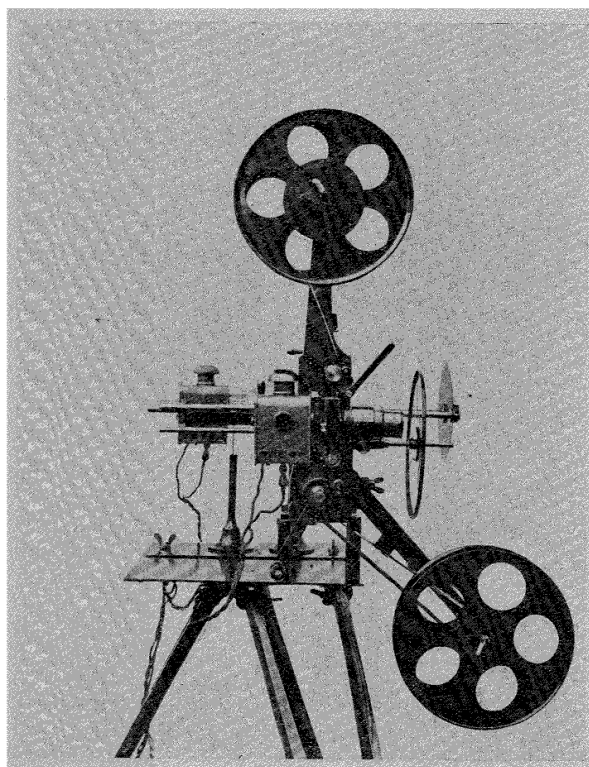


Fig. 1. — « Chrono » et appareil pour projection fixe (vus de côté) fixés sur la tablette d'un pied à trois branches.

désire, arrêter la projection animée et fixer sur l'écran telle ou telle image, pendant plusieurs minutes, sans redouter l'échauffement ou l'inflammabilité de la pellicule. Le conférencier juge-t-il nécessaire de remettre sous les yeux des spectateurs une partie déjà passée? Il lui suffit pour cela de tourner la manivelle d'entraînement en sens inverse du mouvement habituel.

Le « chrono », qui pèse 20 k environ, est aisément démontable et transportable. Ses pièces extérieures : bras supérieur, bras inférieur, courroie de transmission, manivelle, obturateur, porte-objectif, sont en effet amovibles.

Tome 121. — 2^e semestre. — Novembre-Décembre 1914.

25

APPAREIL POUR LA PROJECTION DES VUES FIXES

Le corps de l'appareil, constitué par deux montants, supporte un condensateur de 115 mm et une petite lanterne à peu près identique à celle du « chrono ». Un jeu de tubes relie le condensateur à la lanterne et permet d'ob-

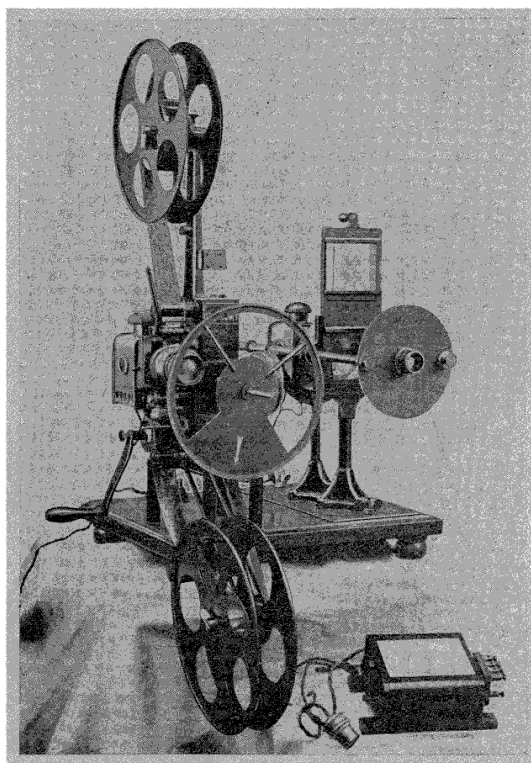


Fig. 2. — Poste complet avec son transformateur (vu de 3/4 de face) installé sur une tablette en noyer verni.

tenir instantanément le centrage parfait de la source lumineuse. Placée à l'avant, une platine avec objectif, maintenue par deux tubes sur lesquels il suffit d'agir d'avant en arrière ou réciproquement, assure la mise au point parfaite de l'image à projeter (fig. 3).

*
* *

Le nouveau matériel scolaire, création des Établissements Gaumont, dont la notoriété est mondiale, fonctionne :

Sur courant continu 110 volts avec régulateur, arc voltaïque et lanterne ordinaire de projection ; sur courant continu 110 volts, avec résistance et lampes « G » ; sur courant continu 110 volts, avec lampes Nernst ; sur courant alternatif 110 volts, avec transformateur et lampes « G », si l'on dispose du courant électrique, avec accumulateurs et lampes « G », dans le cas contraire.

REMARQUE

Pour obtenir une projection très éclairée, il est pratique de se servir d'un écran métallisé qui donne un rendement lumineux beaucoup plus grand. Tou-

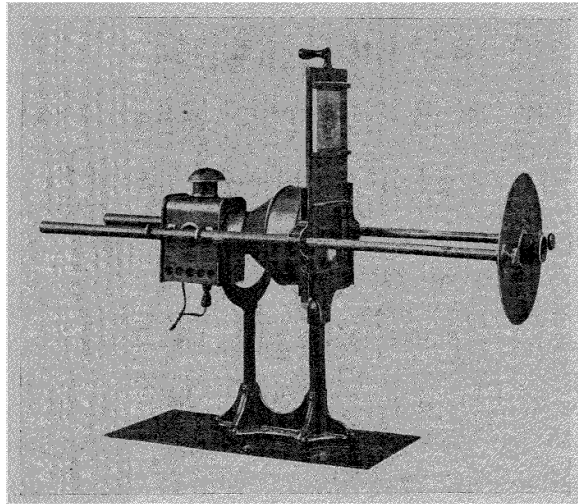


Fig. 3. — Appareil à projections fixes.

tefois, si les rayons visuels des spectateurs, placés de face, forment avec l'écran précité un angle supérieur à 45° , mieux vaut employer l'écran ordinaire, bien tendu, blanchi à la chaux ou passé au blanc gélatineux.

CONCLUSION

Nos enfants ont entre les mains des ouvrages classiques fort bien faits. Ils sont confiés à des maîtres dévoués qui s'ingénient à rendre leur enseignement attrayant par des lectures appropriées, par les observations de croquis tracés au tableau noir, par l'examen attentif d'images exposées dans des cadres. Mais il manquait à ce personnel d'élite l'instrument qui allégerait sa tâche, qui encouragerait et soutiendrait l'effort des élèves, qui donnerait aux leçons la vie, qualité éminemment éducative, tout en faisant un continuel appel aux sens, à

l'attention, à la réflexion, au jugement. L'appareil est trouvé : de superbes et ininflammables pellicules géographiques, artistiques, scientifiques, adaptées aux programmes, existent dans toutes les grandes maisons d'édition de films; il ne reste plus aux pouvoirs publics français qu'à imiter ce qui s'est fait déjà depuis plusieurs mois en Amérique, en Allemagne, en Suisse, en Russie : doter chaque école d'un matériel scolaire semblable à celui que nous venons de décrire.

E. COLLETTE,

Professeur à l'École supérieure J.-B.-Say.

AGRICULTURE

UNE NOUVELLE MACHINE A TRAIRE. LA MACHINE ALFEVEN ⁽¹⁾

Messieurs,

En mai 1912, sur l'invitation de vos aimables et sympathiques président et secrétaire MM. Lindet et Hitier, j'ai eu le grand honneur de décrire ici même les différents types de machines à traire qu'il m'avait été donné d'essayer à la Ferme agronomique de Gournay-sur-Marne (Seine-et-Oise), grâce à la généreuse subvention de votre Société.

Depuis lors, de nouvelles recherches ont été tentées, de nouvelles machines créées, les appareils n'ont cessé de se perfectionner. Nous voudrions aujourd'hui vous présenter, parmi les nouvelles machines, l'une d'entre elles qui nous a donné d'excellents résultats.

La Machine suédoise du système Alfeven est une machine à pression, basée sur un nouveau principe, la pression du trayon entre une plaque métallique et des doigts de caoutchouc qui, par analogie, travaillent comme les doigts de la main (fig. 1).

Cette machine comprend quatre séries d'appareils analogues, afin de pouvoir traire les quatre trayons à la fois. Ces appareils sont montés sur un même bâti, autour d'une tige centrale, et dans l'axe de quatre rayons.

Les contre-plaques métalliques, indépendantes, sont formées d'une double paroi dont la première, pendant la traite, est fixe et forme avec la deuxième un ressort relativement dur, mais assez souple pour appuyer sur le trayon sans l'abîmer.

Les séries de quatre doigts sont réunies en croix U autour de la tige centrale et sont mues par des cames qui viennent agir sur une boucle métallique, solidaire des quatre doigts et montée sur un cinquième rayon de l'appareil.

Six séries de croix analogues sont superposées et les cames calculées pour que chacune des séries de croix vienne successivement appuyer de haut en bas sur le trayon. La première série s'applique à la base de la mamelle en haut des

(1) Communication faite en séance publique le 26 juin 1914, par M. Lucas.

trayons, puis successivement la deuxième et la troisième. Lorsque la quatrième fonctionne, la première commence à s'ouvrir; il en est de même pour la deuxième lorsque la cinquième se met en mouvement et ainsi de suite jusqu'à l'ouverture complète de la sixième série.

Cette disposition permet au lait de pénétrer dans le trayon par aspiration et d'amorcer ainsi le siphonage nécessaire entre le sinus galactophore où est le lait et le trayon où il doit pénétrer.

L'appareil est réglé pour qu'après l'ouverture complète des doigts, il reste

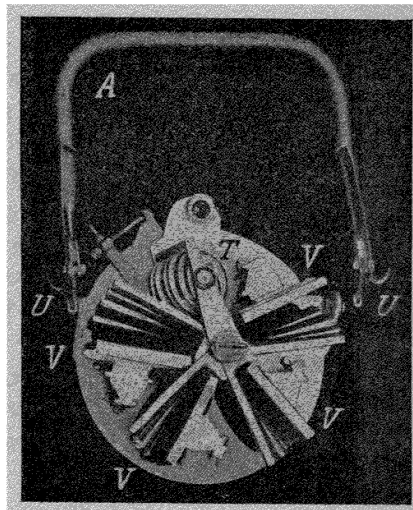


Fig. 4. — Machine Alfeven
vue par dessous (sans entonnoir ni dynamo).

un instant ouvert et permette à la descente du lait de s'achever dans le trayon. A ce moment, la première série de doigts se met à nouveau en mouvement, obture le trayon à la base de la mamelle et l'appareil reprend une nouvelle révolution.

L'espace compris entre la contre-plaque et les doigts doit varier suivant l'épaisseur des trayons. On pourrait donc supposer qu'il est nécessaire d'avoir, pour chacune des contre-plaques, un réglage particulier.

Un dispositif spécial dit « de compensation » permet de régler simplement l'ensemble des quatre épaisseurs nécessaires pour les quatre trayons et, automatiquement, les largeurs entre les plaques et les doigts s'ouvrent et se compensent les unes les autres. L'ingéniosité de ce système réside dans le montage

spécial des têtes de contre-plaques. Il a pour conséquence de régler l'appareil à l'aide d'une seule vis.

L'appareil ainsi constitué est recouvert d'une plaque métallique D (fig. 2), percée simplement, au-dessus des cavités formées par la contre-plaque et les doigts, de trous ovales qui permettent de faire pénétrer le trayon entre les contre-plaques et les doigts.

Si, pour une raison quelconque, l'un des quartiers de la mamelle ne devait pas être traité, il suffit de placer sur l'ouverture une petite plaque de bois ayant

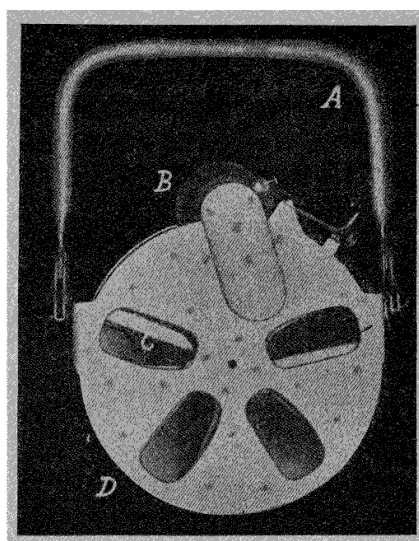


Fig. 2. — Machine suédoise Alfeven vue par-dessus.

la forme de ce trou; le trayon qui ne peut pénétrer dans l'appareil reste sans inconvénient couché sur l'appareil.

L'appareil est suspendu à l'aide d'une double sangle réunie à ses deux extrémités aux deux points d'attache de la machine à traire (fig. 3). Lorsque l'appareil est fixé à l'extrémité des sangles, il suffit de les séparer et de les placer de chaque côté des hanches. Cette disposition maintient parfaitement l'appareil en place.

En avant de la machine, un étrier A (fig. 1), fixé sur le bâti de la machine par un ressort, vient s'appuyer sous le ventre de la vache. Cet appareil, qui frotte sous le corps de la bête à chacun de ses mouvements, est destiné à maintenir en place, à tout instant, l'équilibre de la machine.

Enfin, sous l'appareil, un entonnoir et un seau (fig. 3) reçoivent le lait qui tombe des trayons et une petite dynamo permet la mise en marche de l'appareil.

La machine à traire est en étain et aluminium et les doigts sont en nickel.

La machine à traire pèse 6,150 kg, la dynamo 2,020 kg, le seau à traire 1,970 kg. L'appareil pèse donc en tout 10,140 kg.

Ces appareils sont construits pour utiliser des dynamos marchant sous 24, 110 et 220 volts, courant continu ou avec du courant alternatif.

Elles nécessitent une dépense électrique très minime, estimée par le constructeur de 2 à 5 watts-heure.

La machine à traire se démonte très facilement en 6 croix, 4 contre-plaques, 1 jeu de cames et 3 plaquettes constituant l'appareil compensateur. Toutes ces pièces sont d'un nettoyage très facile et se remontent très rapidement. Nous avons pu constater qu'avec toutes les pièces détachées, le monteur pouvait préparer l'appareil en 55 secondes.

Cet appareil, très simple, paraissait intéressant et susceptible d'être expérimenté; c'est ce que nous avons tenté de faire à Gournay-sur-Marne (Seine-et-Oise).

Le plan des expériences, dressé par notre maître M. Mallèvre, fut le même que celui utilisé dans nos précédents essais pour comparer la traite mécanique à la traite à la main.

Les observations portèrent sur les divers points suivants :

1° Le fonctionnement général de la machine, son influence sur la façon dont se comportent les animaux et sur la santé de ces derniers;

2° L'extraction du lait : traite plus ou moins complète et quantité de lait extraite;

3° La richesse du lait;

4° Le temps nécessaire à la traite.

Les observations, ainsi recueillies, devaient permettre de déduire, pour cette machine, l'économie éventuelle de main-d'œuvre et le prix approximatif de la traite mécanique.

Les vaches servant à l'expérience étaient divisées en deux lots semblables, soignées de la même manière, logées dans la même étable, et recevaient la même nourriture.

L'un des deux lots était traité à la main, l'autre à la machine.

Fonctionnement de l'appareil. — Le fonctionnement de l'appareil a été

trouvé satisfaisant et n'a rien laissé à désirer pendant toute la durée des expériences.

On a l'impression très nette qu'on est en présence d'une machine très bien étudiée et dont la mise au point est excellente.

Dans les premiers temps les vaches montrèrent un peu de difficulté pour recevoir les machines, mais elles se sont habituées rapidement à leur emploi.

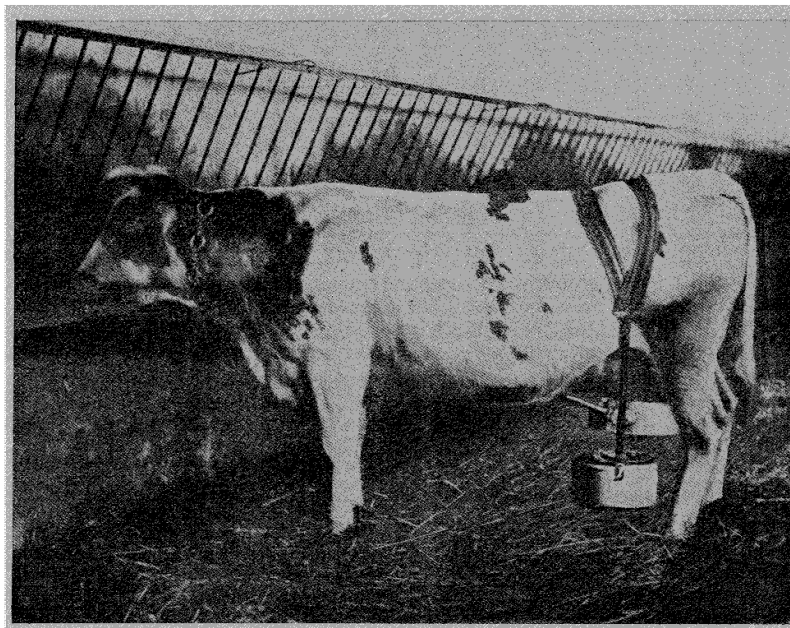


Fig. 3. — Suspension de l'appareil pendant la traite.

Pendant la durée de la traite, les bêtes sont tout à fait tranquilles et il est évident que cette opération ne leur cause aucune souffrance.

Les expériences ont porté sur des bêtes qui n'avaient été traites jamais autrement qu'à la main et qui, de ce fait, n'avaient jamais été accoutumées à une traite analogue à celle de la machine.

Quant à la santé générale des animaux, elle ne fut en rien modifiée par la traite mécanique.

Résultats obtenus sur la bête. — Les variations insignifiantes de poids des animaux, pendant la période d'essais, témoignent que la machine n'a exercé aucune mauvaise influence sur la santé des animaux.

Après l'emploi des machines à traire, aucune action nuisible ne fut constatée sur les mamelles. Il faut même ajouter qu'une des vaches fut atteinte pendant l'opération de vaccin sur les trayons et que l'emploi de la machine n'occasionna aucun inconvénient malgré la présence de ces boutons sur le trayon de la bête.

Résultats relatifs au lait. — La trayeuse mécanique du système Alfeven nous a permis d'extraire de la mamelle tout le lait qu'elle contenait. Dans les premiers temps l'égouttage de la mamelle après la traite donnait une certaine quantité d'arrière-lait qui n'était pas négligeable, mais petit à petit la bête s'habitua et la trayeuse mécanique permettait d'extraire, aussi bien que la main de l'homme, le lait de la mamelle.

Nous pouvions extraire les 98 p. 100 du lait contenu dans la mamelle et les 2 p. 100 du lait restant correspondent à la quantité de lait qui peut presque toujours être tirée après la traite faite même par un bon vacher.

On peut donc dire que la traite à la machine était parfaite ; l'expérience a montré que la traite était parfois rendue plus difficile lorsque la bête avait de gros trayons.

Le rendement total en lait n'a d'ailleurs pas été modifié par la traite mécanique, le lot en expérience donnant autant de lait que le lot témoin.

Enfin l'expérience nous a prouvé que la qualité du lait n'était nullement modifiée et que le lait restait absolument semblable au lait traité à la main.

La traite mécanique avec la trayeuse mécanique Alfeven s'opère en moyenne en 5 minutes 45 secondes, alors que la traite à la main s'opère en 5 minutes 20 secondes. On peut donc dire que la machine Alfeven, contrairement aux autres machines, arrive à traire presque aussi rapidement que la main de l'homme.

Ces données nous permettent de calculer approximativement les prix de revient de la traite avec la machine suédoise Alfeven.

Si nous supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'étables de 60 vaches, on peut admettre une économie de main-d'œuvre d'un tiers, en remplaçant la traite manuelle par la traite mécanique. Les frais deviennent les suivants :

En supposant que chaque machine coûte 450 f, et qu'il faille utiliser 4 machines, soit une mise de fonds de 1 800 f, il faudra ajouter les frais d'installation de fils électriques, soit une somme d'environ 400 f, ce qui élève la somme totale à 2 200 f.

Cette dépense première demande naturellement à être augmentée si l'électricité à courant continu n'existe pas dans la ferme et s'il est nécessaire d'installer un moteur, une dynamo, et d'établir une canalisation spéciale par fil. Dans ce dernier cas, on peut porter à 3 000 f la dépense d'installation.

Nous avons vu également que chacune des machines dépensant 3 watts-heure, en pleine marche, les 3 machines dépenseront 9 watts-heure approximativement, soit pendant les cinq heures de traite 45 watts-heure, ce qui correspond à une dépense insignifiante de 0,40 f à 0,45 f par jour n'atteignant pas 50 f par an.

Si donc nous supposons que l'amortissement du matériel s'élève à 10 p. 100, que l'entretien et les réparations s'élèvent à la même somme, si nous comptons à 5 p. 100 l'intérêt du capital et la force motrice à 50 f par an; si nous donnons à l'ouvrier chargé de conduire l'appareil 2 160 f par an et 1 800 f à l'aide-vacher, on voit qu'il s'agit, comme le montre le tableau suivant, d'une dépense de 4 635 f par an.

	Sans achat de moteur.	Avec achat de moteur.
Amortissement du matériel, 10 p. 100	250	300
Entretien et réparation, 10 p. 100	250	300
Intérêt du capital, 5 p. 100	125	150
Force motrice (nombre rond).	50	500
1 ouvrier pour conduire appareil	2 160	2 160
1 vacher-manœuvre.	1 800	1 800
	<u>4 635</u>	<u>5 210</u>

Or, pour remplir ce même service, il faudrait 3 vachers à 1 800 f par an, soit 5 400 f.

On peut donc conclure que la machine suédoise système Alfeven permet une légère économie sur la main-d'œuvre ordinaire et qu'elle présente, à ce point de vue, un avantage sur les machines que nous avons étudiées jusqu'à ce jour.

J. LUCAS,
Ingénieur-Agronome.

COMITÉ DE COMMERCE

COMPTE RENDU DU DEUXIÈME CONGRÈS DE L'UNION DES SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES DE FRANCE

par **M. Georges Risler**,

membre du Conseil.

Chargé par mes collègues du Comité de Commerce de présenter un très bref compte rendu des travaux du deuxième Congrès de l'Union des Sociétés industrielles de France, tenu à Reims, en mai dernier, j'ai lu les huit brochures qui m'ont été remises par notre président, M. Lindet.

Il est difficile de mettre à l'ordre du jour de ces congrès des questions techniques spéciales qui, le plus souvent, n'intéressent qu'une région ; on ne peut donc guère parler dans ces réunions que de questions très générales, et, cette fois, on a choisi l'enseignement professionnel et les habitations ouvrières, qui doivent intéresser l'ensemble des industriels.

Une note présentée par M. Boussus, président de la Société industrielle de Fourmies, indique les dispositions critiquables que contient le projet de loi de M. Verlot sur l'organisation de l'apprentissage par les cours professionnels.

Il constate que sur les vingt membres de la Commission locale d'apprentissage, six ou huit délégués sont accordés aux souscripteurs extraordinaires, chambres de commerce et syndicats patronaux, c'est-à-dire à peu près le tiers, tandis que la moitié de la dépense est mise à leur charge.

Il réclame aussi, avec juste raison, pour obtenir que l'autonomie des organisations d'enseignement professionnel fondées depuis longtemps par l'initiative privée, soit garantie.

M. J. Bocquet, de la Société industrielle de Reims, indique ce qu'a fait la Ville de Rouen pour l'organisation de l'apprentissage.

Elle a créé, avec l'aide de la Chambre de Commerce et des syndicats patronaux, à côté de ses écoles pratiques de garçons et de filles, des cours pour les apprentis du bâtiment.

Les dépenses sont à la charge de ces trois organismes qui reçoivent aussi une subvention du Ministère du Commerce et de l'Industrie.

Les contremaîtres sont rétribués à raison de 2,50 f l'heure ; les cours pratiques durent deux heures et comprennent l'enseignement du dessin. Une des deux heures est prise, deux fois par semaine, sur la journée de travail des apprentis, d'accord avec les patrons, qui font ce sacrifice en faveur de l'enseignement.

M. Bocquet indique qu'il y a, en France, 52 000 cours d'adultes, 61 000 conférences populaires annuelles, 130 colonies de vacances, 3 773 mutualités scolaires, 2 900 patronages laïques, 6 187 associations d'anciens élèves, qui, presque tous, organisent des conférences ou publient des bulletins.

Les imprimeries ne sont pas près de chômer !

Il estime que, malgré tout cela, tant qu'il n'y aura pas une loi obligeant les apprentis, et, d'une manière générale, tous les jeunes gens, à suivre les cours post-scolaires, on n'obtiendra pas de résultats importants.

Il conseille les contrats d'apprentissage, la surveillance de cet apprentissage, l'institution d'un examen et la délivrance d'un certificat d'apprentissage, la limitation du nombre des apprentis, proportionnellement au nombre des ouvriers occupés dans un même établissement et l'enseignement professionnel.

Cet enseignement serait donné par des écoles pratiques d'industrie appartenant aux communes, par des cours, annexés ou non aux usines, par des cours complémentaires, par des cours de mi-temps, sauf pour les industries dont le travail est au maximum de huit heures par jour, par des cours de perfectionnement organisés ou patronnés par des sociétés ou syndicats, enfin par des musées industriels.

Il y aurait examen final d'apprentissage.

M. Bocquet propose de faire les contrats d'apprentissage par écrit, le Conseil de Prud'hommes étant juge, en cas de différend. La surveillance de l'apprentissage serait obligatoire et exercée par une commission de patrons et d'ouvriers qui pourraient interroger les ouvriers sans avoir droit d'entrée dans les ateliers.

Les examens seraient également passés devant une commission mixte de patrons et d'ouvriers.

M. Louis Laffitte, secrétaire général de la Chambre de Commerce de Nancy, a présenté un travail sur l'organisation de l'apprentissage et de l'enseignement ménager en Meurthe-et-Moselle. Il indique ce qui a été fait d'intéressant à Nancy au point de vue de l'enseignement professionnel : cours professionnels organisés par les tailleurs ; cours gratuits de comptabilité et de législation ; cours d'apprentissage organisés par les entrepreneurs des bâtiments ; école de

maréchalerie, cours d'apprentissage de la Compagnie électrique, de la Société de Mécanique moderne, des syndicats de la pâtisserie, de la confiserie, de la verrerie de Nancy; il y a aussi des œuvres post-scolaires.

La ville de Nancy s'est placée tout à fait à la tête du mouvement préconisé, il y a déjà bien longtemps, par Émile Cheysson, notre cher et très regretté collègue, et par ses disciples, pour l'organisation de l'enseignement ménager.

Les écoles ménagères de la ville de Nancy, celles de Dombasle, Mont Saint-Martin, Moutiers, Pienne, Pont-à-Mousson, Pont-Saint-Vincent, Micheville, ont une heureuse action quant à la bonne tenue des ménages ouvriers et au bien-être qui peut y régner.

C'est à Nancy qu'existe l'école normale ménagère d'où viennent les professeurs qui enseignent dans les autres écoles. La Société industrielle de l'Est a rendu un grand service en fondant cet enseignement.

L'inspecteur d'académie de Nancy encourage ces efforts, et aidera certainement à introduire dans les écoles communales une section ménagère.

Nous n'avons vu, dans aucun de ces rapports, préconiser ce qui nous paraît être le début essentiel de l'enseignement professionnel, je veux dire la spécialisation de l'enseignement primaire, pendant les deux ou trois dernières années, en vue d'un but pratique. Il en est cependant ainsi en Belgique et dans d'autres pays, et les résultats obtenus sont excellents. Même pour les petites filles, à partir de dix ou onze ans, elles sont en troisième, seconde ou première, commerciale, industrielle ou agricole. A partir du moment où elles arrivent dans ces classes, l'instruction qui est donnée à ces enfants, au lieu de les pousser aux fonctions de l'État, les dirige vers des professions déterminées et indépendantes. Naturellement, à l'enseignement s'ajoutent des visites et des démonstrations appropriées. A la campagne, l'instituteur ou l'institutrice conduit les élèves de la classe agricole dans la ferme voisine, leur expliquant le mécanisme de son exploitation et leur inculquant l'envie, qu'il s'empresse de ne pas contrarier, de mettre la main à l'ouvrage. L'instituteur de la ville conduit de même ses enfants de la classe industrielle ou commerciale dans les établissements industriels ou dans les maisons de commerce, où l'on veut bien les admettre.

Ainsi, l'enfant n'est plus bon à tout faire, mais il est apte à faire quelque chose, et la plupart du temps désireux de le faire.

Ce progrès ne me paraît pas très difficile à réaliser et susceptible de produire des avantages considérables.

Je m'excuse d'avoir inséré ces considérations personnelles dans ces quelques pages qui ne devaient être qu'un simple compte rendu.

Les six brochures que j'ai entre les mains ont trait aux œuvres sociales.

L'une d'elles, de M. François Villain, président honoraire de la Société industrielle de l'Est, à Nancy, embrasse dans son ensemble la tâche sociale de l'industriel. Il commence par faire remarquer que l'industriel moderne doit savoir bien acheter, fabriquer, vendre, et que, pour cela, il lui faut les vastes connaissances d'un homme bien renseigné sur tout ce qui influe sur le marché, possédant une instruction technique considérable et de réelles capacités commerciales, ce qui comprend, en outre, la connaissance des mécanismes financiers. C'est profondément vrai, et le temps paraît passé où, dans bien des familles françaises, on disait d'un enfant moins bien doué que les autres : « Nous le mettrons dans les affaires. »

Mais toutes ces qualités ne sont point encore suffisantes pour qu'un industriel soit à la hauteur de sa tâche ; il doit en outre être un patron social et c'est tout un nouvel ordre d'idées qu'il lui faut envisager ; il est ensuite nécessaire qu'il arrive à imprégner de ses sentiments de bienveillance sociale, les employés qu'il a sous ses ordres.

Tout n'est, d'ailleurs, pas laissé à son initiative dans cette action sociale. L'État s'y est largement mêlé, et nombre de lois ont été imposées aux industriels, sans qu'en général, leur participation ait été largement demandée à l'élaboration de ces lois.

Peut-être pourrait-on avancer que certaines de celles-ci n'ont pas toujours été favorables à ceux qu'elles voulaient protéger et que d'autres ont gêné les patrons sans profiter aux ouvriers.

En tout cas, l'auteur de la brochure indique avec raison quelques fléaux sociaux qui sont restés en dehors des préoccupations de nos législateurs et qui produisent des résultats autrement navrants que les déficiences auxquelles on s'est appliqué à remédier.

Il signale, en particulier, l'alcoolisme que le législateur paraît tendre jusqu'ici à protéger beaucoup plus qu'à restreindre, et la tuberculose contre laquelle rien de sérieux n'a encore été fait.

Il dit, avec juste raison, qu'au point de vue de la lutte contre le taudis, les excellentes lois que nous possédons sur l'habitation à bon marché ne sont point *vivifiées* par l'État, qui laisse les administrations chargées de faire les avances aux sociétés d'habitations à bon marché rendre extrêmement difficile l'obtention des capitaux nécessaires au succès de l'œuvre.

Il signale avec éloge la loi sur l'assistance aux familles nombreuses et celle sur l'assistance aux femmes en couches qui s'adressent aux parties vivantes et non point aux vaincus de notre population. Il estime que l'action

de l'État doit être largement secondée et complétée par celle des collectivités, telles que les chambres de commerce, sociétés industrielles, chambres syndicales, etc.

Mais tout cela ne suffit pas et il faut que l'industrie isolée exerce également son action. Il cite comme modèle l'œuvre de M. Hanra, directeur de la Mine de Saint-Piermont.

Celui-ci a présenté lui-même une communication intitulée : « Les Œuvres sociales de Mancieulles », qui est un court résumé de la conférence qu'il a faite cet hiver au Musée social et qu'il avait bien voulu me demander de présider.

Ici est analysée l'œuvre remarquable qui a été accomplie en dirigeant d'une manière rationnelle la naissance d'une industrie considérable, sur un territoire jusqu'ici uniquement agricole, et la création d'une petite ville remplaçant subitement un hameau de 125 habitants.

Tout ce bassin de Briey offre l'image exacte de ce qui s'est passé dans les régions nouvelles offertes à la colonisation aux États-Unis, sauf que le développement s'en est opéré d'une manière beaucoup plus douce, ne laissant pas une place aussi importante à la lutte brutale.

Non seulement la nouvelle petite ville de Mancieulles a été aménagée d'une manière remarquablement hygiénique, pratique, économique, ce qui n'exclut ni la grâce ni le charme, mais aucune des institutions sociales pouvant offrir à la population ouvrière des conditions d'hygiène et de confort supérieures n'a été oubliée : maisons bien aménagées, toutes entourées de jardins, terrains de jeux, écoles ménagères, petits squares, abattoir intercommunal, service d'eau potable, évacuation des eaux usées épurées d'après le système Calmette, rien n'a été omis ; des sociétés de sports, de tir, de préparation militaire, une caisse d'épargne, une société de lecture et d'enseignement, une société de secours mutuels exercent leur action bienfaisante. Des cours de toutes sortes ont été créés.

Enfin, cette organisation sociale fait le plus grand honneur à une entreprise industrielle qui, d'autre part, a été créée d'après les procédés les plus nouveaux au point de vue technique.

M. Damez, secrétaire de la Société industrielle et commerciale de Roubaix, a présenté une note sur les habitations ouvrières et les familles nombreuses.

La Société des Jardins et Foyers roubaisiens, constituée en 1911, a construit et est en train de construire 32 maisons, avec l'aide de la Caisse d'épargne de Roubaix.

La Société industrielle d'Amiens a aussi présenté un résumé de ce qu'elle a fait en matière d'habitations ouvrières. Elle a aidé à la fondation de la Société

anonyme des maisons ouvrières d'Amiens qui, depuis 1870, a bâti 84 maisons. Elle a créé un concours pour une étude de maisons ouvrières. Elle a donné un excellent exemple en aidant à la constitution de la Société de Crédit immobilier de la Somme qui, il faut l'espérer, va pouvoir faire connaître les avantages réservés par la loi Ribot aux ouvriers qui veulent devenir propriétaires, et multiplier dans le département de la Somme le nombre des foyers sains et heureux. Tout le monde sait que le concours, qui a été apporté, dans la Somme, à l'œuvre de l'habitation à bon marché, par notre éminent collègue M. Carmichael, a été prépondérant.

M. Henri Lafosse, ancien président de la Société industrielle de Rouen, qui a été l'un des pionniers de l'habitation à bon marché dans le département de la Seine-Inférieure, a présenté une brochure fort intéressante dans laquelle il est aisé de voir combien il s'est passionné pour cette œuvre essentielle. Il explique tout le mécanisme d'une société de crédit immobilier. Celle qu'il préside à Rouen a examiné, en 1913, 150 demandes de prêts sur lesquelles 51 ont reçu un accueil favorable.

Son analyse très complète permet de voir que c'est bien à des ouvriers, dont il énumère les diverses spécialités, que vont les prêts de la Société rouennaise, et ce n'est même pas toujours à ceux qui gagnent le plus parmi eux. Il explique également ce que sont les offices publics d'habitations à bon marché, et ce qu'on peut espérer de leur action.

Il y a lieu de se réjouir de voir les sociétés industrielles s'efforcer d'aider au développement de cette œuvre de l'amélioration du logement ouvrier sans laquelle, on peut l'affirmer, toutes les autres œuvres sociales ne produiront que des résultats passagers et peu importants; elle est certainement l'œuvre sociale primordiale.

Notre président, M. Lindet, ayant bien voulu présenter lui-même, à la séance publique du 12 juin dernier, avec son autorité particulière, un jugement d'ensemble sur les travaux du Congrès des Sociétés industrielles, j'estime ma tâche terminée par ce compte rendu succinct.

GEORGES RISLER,
Membre du Conseil.

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON

bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES

Sur les efforts faits en Angleterre pour le développement des industries chimiques, en corrélation avec la situation actuelle, par M. Jules Garçon. — Quelques efforts faits en France. Efforts faits en Angleterre : 1° pour le commerce et les industries en général (Board of Trade, Chambre de Commerce de Londres, Patent Office); 2° pour les industries chimiques en particulier; 3° pour le cas spécial de l'industrie des matières colorantes artificielles. — Ce que disent les Américains du cas des industries chimiques. — Ce que disent les Anglais de la science allemande.

Céramique. — Verres spéciaux pour l'optique.

Métaux. — Le silfrax. — Aluminage par calorisation.

Corps gras. — Sur l'hydrogénation et le durcissement des corps gras.

Industries textiles. — Sur la piqure des toiles de tentes et des toiles à voiles. — Imperméabilisation improvisée des vêtements militaires.

Chimie hygiénique, alimentaire, etc. — Sur la casse des vins. — Stérilisation de l'eau. — Stérilisation de la paraffine. — Sur les conserves de viande hâtives.

Sur les efforts faits en Angleterre pour le développement des industries chimiques en corrélation avec la situation actuelle (M. JULES GARÇON).

Différentes questions relatives au développement des industries en France ont été soumises aux Comités de notre Société, et le *Bulletin* rendra compte des solutions qui auront été proposées.

La question du développement des industries chimiques a inspiré la création, en France, pour la durée de la guerre, d'un *Office des Produits chimiques et pharmaceutiques* « relevant du Ministère du Commerce et de l'Industrie et ayant d'abord pour mission de constater les quantités existantes de produits chimiques et pharmaceutiques, d'évaluer leur production actuelle et d'assurer les approvisionnements et leur répartition; ensuite de développer en France une production plus intense de ces mêmes produits et d'encourager la fabrication des produits nouveaux ». M. Béhal, professeur à l'École supérieure de Pharmacie, en a été nommé directeur.

Ce sujet a inspiré également les délibérations du Comité de Chimie de la Société industrielle de Rouen. Sa réunion du 20 novembre avait pour ordre du jour : « l'opportunité de créer en France des fabriques de matières premières et de matières colorantes pour remplacer les fabriques allemandes ». Dans cette réunion, le Comité de Chimie, désireux de voir l'industrie française s'affranchir du monopole allemand en matière

des dérivés de la houille nécessaires à la fabrication des matières colorantes, des produits pharmaceutiques et autres, a pris l'initiative de convoquer en assemblée plénière les chambres de commerce, les industriels et les chimistes que la question intéresse. Nous ne saurions trop insister sur la nécessité de grouper les bonnes volontés et les compétences, en vue de doter notre région d'une industrie aussi profitable pour elle que pour le pays tout entier ».

Le même sujet a inspiré les délibérations du Syndicat général des Produits chimiques à la réunion de la Commission des Produits chimiques tenue au Ministère de l'Intérieur sous la présidence de M. Duportail et à laquelle assistaient notamment : MM. Laurent, préfet de police, le docteur Roux, directeur de l'Institut Pasteur, le docteur Pottevin, Wagner, pharmacien principal de 1^{re} classe, Béhal, professeur à l'École supérieure de Pharmacie, Gallois, représentant Pascalis, président du Syndicat.

M. Gallois a donné lecture d'une lettre faisant appel à tous les industriels pour connaître, en ce qui concerne chaque produit, notre production annuelle; notre capacité de production actuelle étant donné l'état de guerre; notre capacité de production possible si toutes les facilités désirables étaient rendues en matières premières, personnel, moyens de transport, facilités monétaires; notre faculté d'extension, c'est-à-dire d'augmentation de produit.

M. le Président fait remarquer qu'il s'agit là d'une enquête très vaste et qu'il faudrait cependant distinguer entre les produits dont les besoins immédiats se font sentir et ceux dont il faut envisager la production pour l'avenir.

M. Duchemin fait observer que la question des fabrications nouvelles, implicitement soulevée par la lettre dont M. Gallois a donné lecture, est intimement liée à un projet qui a été exposé à certains membres du Syndicat par M. Franche. L'idée de ce dernier serait de créer, sous le patronage de M. Lindet, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, un groupement de savants et d'industriels, destiné à étudier les produits nouveaux que notre pays aurait intérêt à fabriquer pour remplacer, sur le marché mondial, les marques allemandes.

Il ajoute qu'il a eu l'occasion de rencontrer M. Michel, président du Syndicat de la Droguerie française, qui serait heureux que notre Syndicat s'entendit avec lui en vue d'examiner, en commun, les questions relatives aux produits chimiques et qui sont soulevées par l'état de guerre actuel. Il y aurait lieu, à son avis, d'étudier les produits dont les industriels français devraient assurer la fabrication et, en même temps, d'examiner les questions économiques : douane, brevets, etc., dont la solution devra intervenir à la fin de la guerre et au moment de la rédaction du traité de paix.

Le Conseil décide de remettre la question à l'étude lors d'une séance ultérieure.

Mes prochaines notes reviendront sur les suites données aux précédentes délibérations.

* * *

L'Économiste français du 7 novembre 1914 a posé la situation en termes excellents. « Dès l'ouverture des hostilités, il est apparu en Angleterre et en France qu'il serait de bonne politique de chercher à substituer aux produits allemands et austro-hongrois les produits nationaux partout où cela serait possible, tant sur le marché intérieur que sur les marchés extérieurs. »

Suit un résumé des dossiers commerciaux que l'Office national du Commerce extérieur publie dans le but d'indiquer pour chaque pays les produits allemands et

austro-hongrois qui peuvent être remplacés par des produits français et les maisons qui désirent obtenir la représentation du produit français.

L'on a signalé que de grands magasins de Londres organisent dans leurs locaux des expositions d'objets allemands et austro-hongrois afin d'éclairer les acheteurs sur l'origine des produits. « Les fautes de goût qui, à la rigueur, peuvent presque passer inaperçues quand on ne considère qu'un seul objet, deviennent vraiment agressivement allemandes par leur foule. Il y a là un procédé dont on pourrait user en France et qui répondrait à une préoccupation de nombre d'acheteurs. »

Les communications reçues par l'Office national du Commerce extérieur au sujet de l'Espagne mentionnent les produits chimiques, les couleurs, les ouvrages en caoutchouc, la parfumerie, l'aluminium comme pouvant remplacer les mêmes matières provenant d'Allemagne. La Chambre de Commerce française de Milan a signalé les services de porcelaine, la cristallerie, les tôles minces. La Chambre de Commerce française de Liverpool a signalé les jouets, la bonneterie, la ganterie, les papiers de luxe, la verrerie, les tissus de soie, les ouvrages en caoutchouc. La Chambre de Commerce française de New York a signalé que les Allemands s'étaient emparés, presque complètement, du commerce des jouets, des teintures pour étoffes, des produits pharmaceutiques et photographiques, des films, de la crème de tartre.

L'Office national du Commerce extérieur publie des dossiers commerciaux sous le titre : Concurrence aux produits allemands et austro-hongrois.

*
* * *

On lira également sur ce sujet d'excellentes réflexions économiques que M. GEORGES D'AVENEL a insérées dans la *Revue des Deux Mondes* du 15 novembre, p. 199, au cours d'une étude sur le blocus économique de l'Allemagne.

La métallurgie allemande avait atteint le second rang avec une production de 18 millions de tonnes. Elle en exportait plus de 8 millions, s'appliquant à des machines de toutes sortes. Ces marchés sont fermés; se rouvriront-ils?

En Angleterre, l'industrie des produits chimiques, celle des textiles ne suffisent pas aux commandes et cet afflux est dû à l'interruption des contrats avec l'Allemagne.

Aux États-Unis, l'on songe à utiliser les dépôts de sels de potasse de Californie pour les substituer aux sels de potasse de l'Allemagne. Celle-ci en tirait 250 millions de francs par an.

Au Transvaal, le cyanure venait presque exclusivement de l'Allemagne.

Les États-Unis espèrent prendre les marchés de l'industrie chimique dans les pays de l'Amérique du Sud. L'Allemagne exportait pour plus d'un milliard de francs de produits chimiques et pharmaceutiques.

Que va devenir, dit encore M. d'Avenel, l'industrie électrique, si prospère en Allemagne que deux grandes sociétés : l'Allgemeine Elektrizität Gesellschaft et les Siemens Schuckert Werke entretenaient ensemble un personnel de 150 000 hommes, et que la première seule avait, l'an dernier à pareille époque, pour 575 millions de commandes à exécuter? Comment cette industrie se pourrait-elle passer des 400 millions de caoutchouc ou de gutta qu'elle importait chaque année? Comment l'industrie textile remplacerait-elle les deux milliards de francs de coton, laine, soie et lin, qu'elle recevait chaque année de l'étranger, et qu'elle réexportait en partie sous forme de tissus

pour 1 300 millions? Les 1 400 000 ouvriers et ouvrières qui, pour le coton seul, constituent le personnel des usines allemandes, que feront-ils quand le coton va manquer?

*
* *

En regard des efforts multiples et si élogieux que les industriels et les commerçants de notre pays ont prononcés, aussitôt après la mobilisation, pour lutter contre l'industrie des ennemis, pendant la durée de cette guerre que les Allemands ont voulue et après les hostilités, il peut être intéressant de résumer les efforts que nos amis et alliés les Anglais ont faits de leur côté.

Ces notes n'ont aucunement la prétention de traiter le sujet dans toute son ampleur. Elles ne visent qu'à présenter très sommairement ce que les Anglais ont fait, d'après les documents qui me sont parvenus jusqu'à ce jour (15 décembre), en ce qui concerne l'industrie chimique en général, et l'industrie des matières colorantes en particulier. Je finirai par quelques lignes sur ce que pensent les Anglais de la science allemande, et les déductions de ces remarques sont tellement claires que je me borne à résumer quelques documents principaux, sans en tirer de conséquences.

* * *

Efforts faits en Angleterre pour le commerce et les industries en général. — La Société de Chimie industrielle de Londres (*Society of chemical Industry*) a attiré, dès le début, l'attention de ses membres sur la série de publications, circulaires, brochures, etc., émanées du Board of Trade, et énonçant :

Prohibition de certaines exportations; — invitation aux importateurs de s'informer si les produits qu'ils importent ne peuvent pas être produits dans le pays; si oui, où et comment; si non, quels sont les pays neutres qui pourraient les fournir (1); — pouvoir donné par les Chambres (7 août 1914) au Board of Trade de faire des réglementations concernant les brevets et les marques de commerce; en conséquence, règlement du 21 août 1914, portant que le Board of Trade peut suspendre ou annuler, en totalité ou en partie, les droits des brevets et des licences accordés aux sujets des États en guerre avec l'Angleterre.

Sur cette lutte contre les produits de l'Allemagne et de l'Autriche-Hongrie, le Board of Trade a reçu un grand nombre de documentations. Il a dressé les listes des produits que les commerçants anglais désirent acheter ou vendre, et l'on peut se procurer ces listes en s'adressant au Director of the commercial Intelligence Branch, Board of Trade (73 Basinghall street, London E. C.). Toutes les maisons que l'achat ou la vente de ces produits peut intéresser n'ont qu'à écrire à l'adresse ci-dessus. De plus, une exposition permanente des produits allemands, autrichiens et hongrois est ouverte dans le but de montrer quels sont ceux qui peuvent être combattus par d'autres produits, et les maisons qui peuvent les fournir sont invitées à se faire connaître. Une bibliothèque de catalogues sera adjointe à cette exposition; on est invité à y envoyer les catalogues des produits autrefois reçus des pays en guerre.

Les listes des articles que les Anglais demandent à acheter et de ceux qu'ils demandent à vendre sont publiées chaque mois par le Board of Trade. Elles sont reproduites dans la partie commerciale du journal de la Société de Chimie industrielle. Certains

(1) La Société de Chimie industrielle a nommé un Comité spécial pour répondre à l'invitation du Board of Trade.

bulletins donnent pour des spécialités la valeur des exportations de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie et du Royaume-Uni; par exemple, pour les sujets suivants: ciments, fils de fer, articles en laiton, impressions en coton, poteries, couleurs pour impression, linoléums, pompes, couleurs de peintures, produits photographiques, engrais, briques réfractaires, produits de la grande industrie chimique, produits médicaux, huiles à graisser, parfumerie, instruments de science, savons.

Le Board of Trade a également envoyé aux commissaires commerciaux des dominions à self-government, Canada, Sud-Afrique, Australie, Nouvelle-Zélande, et aux consuls de l'Amérique du Sud, de la Chine, du Japon, de l'Égypte, des dépêches leur demandant leurs rapports sur la situation financière et commerciale dans la région.

Le Secrétaire d'État pour les Colonies a également télégraphié dès le 15 août aux Colonies qu'il était de la plus haute importance d'avoir des informations sur les produits reçus d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie et sur ceux envoyés.

Le Secrétaire d'État pour les Affaires étrangères a fait la même demande aux consuls de Sa Majesté qui résident dans des centres où l'enquête peut avoir des résultats utiles.

Cet exemple a également été suivi par l'« Indian commercial Intelligence Department of Calcutta ».

* * *

De son côté, la section des manufacturiers de la Chambre de Commerce de Londres a créé un comité spécial: *The Emergency Committee on Competition with german and austrian Trade*, dont le rôle est d'ouvrir une enquête sur le développement du commerce et de l'industrie anglaises avec le Royaume-Uni, ses colonies et les pays étrangers.

Le Comité a adressé aux commerçants et aux industriels deux séries de questions, et il a publié l'analyse des réponses qu'il a reçues.

Aux industriels, on demande s'ils sont disposés à entreprendre la fabrication de produits autres que ceux qu'ils fabriquent jusqu'ici, s'ils importaient des matières premières d'Allemagne ou d'Autriche, s'ils désirent recevoir des informations sur de nouvelles sources de leurs matières premières.

Aux commerçants, on demande s'ils recevaient des marchandises d'Allemagne ou d'Autriche, s'ils sont décidés à donner la préférence aux mêmes marchandises fabriquées en Grande-Bretagne.

Les réponses faites à ces demandes et à d'autres analogues ont permis d'établir les listes des marchandises allemandes et autrichiennes que les commerçants demandent à remplacer. De nombreux fabricants ont déclaré désirer fabriquer de nouveaux articles afin de tenir leurs employés occupés. Les listes ont été publiées dans le Journal de la Chambre de Commerce; les noms et les adresses des maisons peuvent être obtenus au département de statistique et d'information de la Chambre de Commerce (97, Cannon street, London E. C.).

Les diverses communications reçues par la Chambre de Commerce de Londres montrent que les industriels ne sont pas disposés à installer des fabrications qui exigent une installation coûteuse ou des machines spéciales, mais que nombre d'entre eux désirent occuper leurs ouvriers à fabriquer des petits objets qui ne demandent ni une grande habileté technique, ni une machinerie coûteuse.

Les caractères qui se dégagent avant tout de la situation, c'est d'abord le besoin pour les industriels d'obtenir les capitaux nécessaires, et en second lieu l'assurance qu'après la guerre les nouvelles fabrications seront protégées contre la concurrence étrangère. On demande aussi que des facilités soient ménagées pour recouvrer les valeurs sur l'étranger, que les droits sur l'alcool employé en industrie soient supprimés, que des facilités soient accordées dans l'usage des codes télégraphiques, enfin que les contrats avec l'administration militaire soient élargis et que les décrets sur le travail rendent plus élastiques les conditions de durée, etc.

*
* *

En suite à l'act sur les brevets du Parlement anglais du 7 août 1914, dont nous avons parlé plus haut, un certain nombre de demandes ont été adressées au contrôleur-général du Patent Office de Londres, en vue d'obtenir l'annulation ou la suspension de brevets allemands en Angleterre. Décision a été prise de ne pas décréter la confiscation de la propriété des brevets allemands, mais d'accorder des sortes de licences qui permettront de fabriquer les produits ou les objets brevetés. Si cette licence ne joue que pendant la guerre, le licencié aura à payer un droit à l'État ou au breveté; si elle continue à jouer après la guerre, un droit sera payé au breveté, et, à défaut d'accord, ce droit sera fixé par une décision d'arbitres ou de juges.

Ce qu'on veut, c'est ne porter atteinte ni aux droits des nationaux qui ont acheté des brevets ou des licences, ni aux droits privés des brevetés, même si ceux-ci sont des belligérants ennemis.

A la cour des brevets du 16 octobre, MM. Levinstein Ltd, de Manchester, ont demandé de pouvoir exploiter les sept brevets de la maison Cassella de Francfort sur les bleus hydrones. Mais plusieurs maisons y ont mis opposition. Le docteur Herbert Levinstein estime à 125 000 f les frais d'installation de cette fabrication. L'autorisation a été accordée; la question des droits fut réservée. L'avocat de la maison Cassella avait proposé de fabriquer à l'usine, sans augmenter les prix d'avant la guerre, et sous la direction de l'inventeur qui viendrait de France.

Le 4 novembre, la maison Claus and Co, de Clayton, demanda la même autorisation pour les bleus hydrones de Cassella et les thioindigos de Kalle. M. Claus offrit un droit de 10 p. 100 sur les prix forts pendant la guerre et de 5 p. 100 après la guerre.

Le 5 novembre, MM. Read Holliday and Sons demandèrent l'autorisation pour les bleus hydrones de Cassella et la révocation du noir diamant de Bayer. Le droit offert est de 7,5 p. 100.

MM. Levinstein Ltd ont demandé licence de fabriquer le noir diamant ER. Le contrôleur-général du Patent Office a déclaré avoir déjà recommandé au Board of Trade une demande analogue déposée par MM. Read Holliday and Sons. Il appuiera la nouvelle demande, vu le marché très grand de cette couleur. La maison Holliday offre de fabriquer 50 t par mois.

*
* *

Une lettre de M. E. RUSSEL TAYLOR, président de l'Association des Pionniers du Sucre de betterave (*Chemical News*, 23 octobre, p. 209-210), relate les essais réalisés depuis plusieurs années pour développer en Angleterre la culture de la betterave.

Les Iles Britanniques ont importé en 1912, en sucre raffiné 927 900 t (à 12 livres sterling la tonne, la valeur atteint presque 300 millions de francs), et en sucre brut 681 334 t (à 9 livres 10 shillings la tonne, la valeur dépasse 160 millions de francs), soit un total de 1 609 234 t venant des pays ci désignés :

	Sucre brut.	Sucre raffiné.
Allemagne	440 600	453 500
Autriche	148 500	175 700
Hollande	28 400	189 400
Belgique	27 700	64 900
Danemark	35 500	"
Russie	"	9 200
France	634	35 200

Le Board of Agriculture and Fisheries, dans un rapport publié sous le titre : *Experiments in the Cultivation of Sugar Beet in 1912*, conclut qu'il n'y a pas de raison pour que la betterave cultivée dans les Iles britanniques ne possède pas un rendement en sucre au moins égal à celui obtenu sur le continent.

Nous pouvons tirer de ces chiffres une indication intéressante sur la place qui s'offre dorénavant dans les entrées du sucre en Angleterre pour remplacer le sucre allemand et le sucre autrichien.

Dans le *Times Engineering Supplement* du 30 octobre, lord Aberconway examine l'influence de la guerre sur le commerce de l'Angleterre et de l'Allemagne.

La production de fonte de l'Allemagne a passé en six ans de 1 million de tonnes environ à 19 millions, celle des États-Unis de 16 à 30, celle de l'Angleterre de 9 à 10 seulement. Dans la construction mécanique, et surtout dans la construction électrique, l'Allemagne a pris une situation commerciale unique ; les exportations de matériel électrique d'origines allemande et autrichienne ont dépassé 65 millions de francs en 1912, contre 39 millions venant d'Angleterre.

Le commerce allemand était le suivant (en millions) avec les nations en guerre

	France.	Angleterre.	Russie.	Belgique.
Importations	987	1 797	1 225	688
Exportations	730	1 220	1 837	430

Lord Aberconway regarde comme les facteurs les plus importants des succès commerciaux remportés par les Allemands, d'abord le bas prix de la main-d'œuvre, qui persistera après la guerre, car l'Allemagne a 68 millions d'habitants comprenant une proportion d'ouvriers bien supérieure à celle qui existe en Angleterre ; et ensuite, les unions, cartels et trusts de producteurs, qui maintiennent les prix de vente à l'intérieur assez élevés pour pouvoir vendre le surplus à l'étranger à des prix fort bas ; enfin l'organisation commerciale.

Un long article sur le commerce des Anglais et la guerre dans l'*Engineer* du 4 décembre traite des métaux, des charbons, des explosifs, des moteurs à gaz. « La

France, en nous commandant des ponts pour remplacer ceux détruits dans la retraite sur Paris, aura encore plus besoin de recourir hâtivement à nos constructions lorsque l'ennemi sera repoussé hors de ses frontières. Ce qui est vrai de la France est encore bien plus vrai de la Belgique. Toutes les constructions en acier de ce malheureux pays doivent être reconstruites. Une grande partie de ce travail sera fait ici, et il le sera de tout cœur afin que la Belgique reprenne le plus vite possible la grande place qu'elle tenait dans le monde industriel. »

* * *

Notre confrère *Nature* de Londres craint (10 septembre, p. 30) que dans les branches industrielles où l'enseignement technique avancé se trouve presque manquer en Grande-Bretagne, les industriels anglais n'arrivent que bien difficilement à remplir les intentions du Gouvernement. Il faut accroître cet enseignement.

Un correspondant de *Nature* (22 octobre, p. 198) cite avec éloge le fait que l'Académie des Sciences de Paris a tenu sa réunion hebdomadaire à l'ordinaire le 7 septembre, alors que l'on pouvait entendre le canon et que les Allemands étaient au plus près de Paris. Un autre correspondant (5 novembre, p. 256) dit que la continuation du travail des sociétés savantes peut avoir le plus heureux effet moral sur les nations neutres, en leur montrant que nous ne sommes pas en panique.

* * *

Cas particulier des industries chimiques. — C'est dans le domaine des industries chimiques que les efforts des Anglais se montrent les plus puissants. On a pu déjà le constater par les documents généraux qui précèdent, et qui touchent surtout les sujets d'ordre chimique.

Notre confrère *The Chemical News*, dirigé par sir William Crookes, a publié sur le cas plusieurs notices intéressantes.

Une première note insérée dans le numéro du 28 août appelait l'attention des lecteurs sur l'opportunité de fabriquer les produits fournis par l'Allemagne et l'Autriche. Les plus importants sont des produits médicaux, des couleurs d'aniline, etc. Les fabricants qui désirent étendre leurs productions dans cette direction recevront toutes indications concernant les droits des brevets, l'emploi de l'alcool industriel, etc., en s'adressant par lettre au docteur J. C. Cain, 24, Aylestone avenue, Brondesbury Park, London (N. W.).

Un éditorial, publié en tête du numéro du 25 septembre, est à citer presque en entier. Son titre est : *The Capture of Germany's chemical Industries*. Voici le résumé.

Les fabricants anglais, et particulièrement les fabricants de produits chimiques, ont aujourd'hui un devoir patriotique à remplir : c'est la fabrication de nombreux articles qui proviennent de l'Allemagne et qui ne peuvent plus parvenir à cause de la guerre. Il y a une opportunité unique à s'en occuper en ce moment, et la nation se repose sur l'esprit d'entreprise de ses savants pour s'attaquer au problème avec promptitude et vigueur. C'est un sujet de satisfaction que de voir que le Gouvernement a pris aussitôt la question en considération ; un comité des produits chimiques a été constitué par le Board of Trade pour rechercher les meilleurs moyens de fournir à l'industrie anglaise,

en quantités suffisantes, les produits chimiques et matières colorantes importés jusqu'ici d'un pays qui nous fait aujourd'hui la guerre. Ce comité comprend : M. G. T. Beilby, comme président, et MM. J. Dobbie, David Howard, Ivan Levenstein, Raphaël Meldola, Max Muspratt, W. H. Perkin, Milton, Sharp, Arthur J. Tedder, J. Turner, T. Tyrer, John Anderson de la Commission d'Assurance pour l'Hygiène nationale et un représentant du Board of Trade; le Comité a pour secrétaire M. F. Gossling, du Patent Office. Les communications doivent être adressées à la Commercial Intelligence Branch of the Board of Trade (73, Basinghall street, London E. C.).

Le secrétaire de l'Institute of Chemistry of Great Britain annonce que des chimistes qualifiés dans la technique et dans les analyses sont à la disposition des fabricants (30, Bloomsbury square, London, W. C.).

La fabrication qui s'impose avec la plus grande urgence est celle des produits médicaux. La maison Burroughs, Welcome et C^{ie}, qui fabrique depuis longtemps des alcaloïdes comme l'atropine, l'hydrastine, etc., a déjà annoncé son intention de donner de l'extension à ses fabrications. Le stock de certains produits médicaux est fort faible, et il sera difficile d'ici longtemps de s'en procurer. Tel est le cas pour l'acide salicylique, ses sels et dérivés, y compris l'acide acétylsalicylique ou aspirine; il y a donc lieu de s'en occuper. Tous les sels de potassium sont presque introuvables; il en est de même des bromures. Les glycérophosphates, et la paraffine liquide sont des matières qui pourraient être fabriquées en Angleterre, aussi bien que l'acide benzoïque de synthèse et ses sels. D'autres produits sont en quantités réduites; l'on doit pouvoir rouvrir les sources d'origine ou en trouver de nouvelles. Tels sont les acides citrique et tartrique, l'ergotine, le formaldéhyde et ses dérivés, dont la préparation synthétique ne doit pas offrir de difficultés, l'hexaméthylène-tétramine.

La synthèse des parfums se rattache étroitement aux préparations de produits médicaux; cette production a souffert sérieusement en Grande-Bretagne des restrictions posées à la fabrication et au magasinage de l'alcool pur. La modification de cette réglementation aurait une grande influence sur la fabrication des parfums synthétiques. On annonce une eau de Cologne de fabrication purement anglaise; espérons que cet exemple sera suivi en Angleterre pour de nombreux autres produits. Nous recevons par importation des quantités importantes de parfums synthétiques pour la savonnerie et la parfumerie; la fabrication d'un grand nombre d'entre eux n'offre pas de difficultés insurmontables, et pourrait être réalisée dès maintenant en Angleterre.

La fabrication de l'ammoniaque à partir de l'azote atmosphérique a été réalisée avec succès sur une large échelle par la Badische Anilin- und Soda-Fabrik à Oppau. On trouvera une esquisse du procédé dans un mémoire de A. W. CROSSLEY (*Pharmaceutical Journal* des 2, 9 et 16 mai). On trouvera dans le même mémoire un exposé du procédé de durcissement artificiel des huiles de poisson, en vue de leur emploi en savonnerie, comme lubrifiants ou comme graisses comestibles. En ce qui concerne la préparation de l'hydrogène nécessaire à ce durcissement, attention spéciale doit être accordée au procédé Bergius appliqué à Hanovre avec des résultats très satisfaisants comme pureté et économie.

Le cas des couleurs d'aniline se présente à l'esprit avec une intensité d'autant plus grande que leur industrie a été perdue par l'Angleterre vis-à-vis de l'Allemagne, mais qu'elle peut être reconquise si les fabricants font un effort vigoureux. La disparition

des produits de la Badische, de la Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, de l'Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, des Chemische Fabriken vorm. Weilerter-Meer, etc., ne peut que donner un grand essor à l'emploi de matières colorantes fabriquées en Angleterre même, et l'on peut espérer que les fabricants en profiteront pour étendre leurs opérations et accroître leurs usines.

La fabrication du verre, lequel représente l'une des grosses importations d'Allemagne en Grande-Bretagne, se trouvera grandement encouragée par le fait qu'il est impossible d'obtenir de nouvelles livraisons ; l'on peut espérer qu'avec le temps, lorsque le verre d'Iéna fera sa réapparition sur le marché, il trouvera la place prise par des verres de composition et de propriétés analogues faits en Angleterre.

La préparation du tungstène pour lampes électriques et pour la métallurgie est une petite industrie qu'il est facile de développer en Angleterre.

Les maisons allemandes ont pris, depuis longtemps, une place spéciale pour la vente des instruments et des appareils de laboratoires. Nombre de maisons anglaises fabriquent des produits dont la qualité n'est pas inférieure.

Les fabricants anglais ont une occasion extraordinaire de prendre la place des Allemands dans plusieurs marchés étrangers.

C'est ainsi que le Danemark importe de grandes quantités de produits médicaux, d'articles de toilette, de savons ; sa situation financière est exceptionnellement bonne et les transports maritimes se font régulièrement et en toute sûreté. Le journal danois *Politiken* a écrit une lettre à ce sujet à la maison C. Mitchell and Co Ltd (1 Snow Hill), et celle-ci met gracieusement son bureau d'exportation à la disposition des commerçants.

L'article finit par traiter du sucre de betterave. « Les hommes de science, conclut-il, doivent aider le public à remplacer les marchandises fabriquées en Allemagne par des marchandises fabriquées en Angleterre. »

*
* *

Un article de M. J. C. CAIN ouvre, comme il suit, les jours attendus sur le développement des industries chimiques en Angleterre (*Nature*, 17 sept., p. 61-62), et il donne des indications très pratiques :

Par suite de l'état de guerre, il y a une occasion sans pareille d'établir la fabrication d'un grand nombre de produits chimiques. Beaucoup de chimistes croient que la plupart de ces produits sont brevetés. C'est une erreur ; la plupart sont des produits très connus, très demandés et ils doivent avant tout attirer l'attention des fabricants. Il est désirable encore que ceux-ci fassent porter leurs essais sur des produits dont le caractère se rapproche de ceux qu'ils fabriquent déjà. Il ne s'agit pas non plus de poursuivre la fabrication personnelle de produits dont on ne fait qu'un usage restreint. Par exemple, le savonnier des parfums artificiels, le parfumeur des couleurs d'aniline. Le fabricant de couleurs doit savoir qu'il trouvera en Angleterre les matières premières de son industrie. M. J. C. Cain a vu, plusieurs fois, des fabricants se proposer de fabriquer certains produits qu'ils croyaient être faits exclusivement en Allemagne, alors qu'ils étaient produits en grande quantité dans le pays.

Les produits qui doivent attirer les premiers l'attention sont ceux dont la nature est

simple, car la fabrication de produits compliqués peut demander une pratique industrielle de plusieurs années avant d'être lancés.

Parmi ceux-là, les sels de potasse tiennent peut-être le premier rang, à cause de la cessation de l'arrivée des sels de Stassfurt. Comme autres sources de sels de potasse, on peut citer les nitrières de l'Inde et le kelp des Highlands de l'Ouest. L'industrie du kelp pourrait être relevée ; elle fournit en même temps de l'iode (voir le *Blue Book*, Cd. 7564).

Il ne faut pas oublier que, dans un grand nombre de cas, on peut employer les sels de sodium au lieu des sels analogues de potassium. C'est le cas pour le bromure, le chlorate, le bichromate, le permanganate. Il existe dans les Institutions d'enseignement des stocks de sels de potassium, que l'on pourrait rassembler et travailler en vue des utilisations spéciales en médecine ; les sels de potassium sont remplaçables sans difficultés par ceux du sodium pour les utilisations au laboratoire.

Une industrie importante est celle du nitrate de thorium, qui trouve une grande utilisation dans les manchons incandescents. Quoique ce composé soit déjà fabriqué en Angleterre, la production est loin de répondre à la demande et la fourniture de la matière première, sable à monazite du Brésil, ne serait pas difficile.

La fabrication de verrerie pour appareils, pour lampes à incandescence, etc., en verre d'Iéna, c'est-à-dire en verre de borosilicate contenant des oxydes de zinc et de baryum, devrait être entreprise par nos verriers ; et nos céramistes devraient supplanter la porcelaine de Berlin.

Il y a une demande énorme pour l'acide formique, le formol, leurs dérivés usités en médecine tels que l'hexaméthylène-tétramine ou urotropine. Mais peut-être le produit qui manque le plus est-il l'acide salicylique, dont la pharmacie fait un si grand usage et que la fabrication des matières colorantes utilise aussi. Jusqu'ici, c'était une importante fabrique allemande qui le fournissait au monde entier. Une fourniture suffisante d'acide salicylique permettrait par ailleurs la fabrication du salol, qui est son éther phénylique, et de l'aspirine, qui est son dérivé acétylique. On a aussi besoin d'autres acides, tels que les acides benzoïque, citrique, tartrique.

Parmi les produits pharmaceutiques bien connus, la fabrication de l'acétanilide et celle de la phénolphtaléine sont aisées ; mais celle de la phénacétine ou acétyl-paraphénétidine, de l'atophane ou acide 2-quinoline-4-carboxylique, de l'antipyrine ou phénazone et de ses nombreux dérivés, du sulfonal et de ses congénères, du véronal, des composés du gayacol, des composés arsenicaux tels que l'atoxyle et le salvarsan, sont plus difficiles.

Au point de vue de la fabrication, il faut rapprocher de ces produits la classe si nombreuse des développeurs photographiques, par exemple le pyrogallol, l'hydroquinone, le métol ou sulfate de méthylparaaminophénol, et la classe si nombreuse des parfums synthétiques, tels que la vanilline, le musc artificiel, l'ionone, l'héliotropine, etc.

Des efforts seront faits sans doute pour produire en Angleterre les matières colorantes organiques qui étaient importées en grande quantité d'Allemagne. Une certaine quantité venait aussi de Suisse, et probablement cette importation continuera. Pendant longtemps, l'Angleterre a produit en quantité des couleurs azoïques, des couleurs nitrées, des couleurs d'alizarine, des couleurs au soufre, les indulines, le magenta,

les bleus d'aniline, le bleu de méthylène, etc. Sans doute, leur fabrication se développera grandement, mais il y a un autre champ très vaste ouvert à la fabrication, c'est celui des couleurs à la cuve, comme l'indanthrène et ses dérivés, dont la matière première est déjà fabriquée en Angleterre, comme celle de l'indigo artificiel et de ses dérivés, y compris le thioindigo.

*
* *

Un mémoire très complet a été lu par SIR WILLIAM A. TILDEN, à la séance du 25 novembre de la *Royal Society of Arts*, sur la fourniture des produits chimiques à la Grande-Bretagne et à ses dépendances (voir *Journal of S. of Arts*, 27 nov., p. 26-32).

D'après les chiffres des importations et des exportations, il est évident que les produits de la grande industrie chimique n'ont pas besoin d'être mis en lutte avec les provenances allemandes sur le marché anglais, car ces provenances sont minimes, de même que pour les composés de l'alumine, pour les produits dérivés du goudron autres que les couleurs, pour les cyanures, l'acide sulfurique, etc.

La situation est différente pour les couleurs dérivées du goudron, les produits médicaux et physiologiques, les antiseptiques, les essences, les produits photographiques, les produits purs.

« La question se pose : comment pouvons-nous nous procurer en Angleterre les produits médicaux, les produits photographiques, les couleurs, les essences dont nous avons besoin ? Presque tous ces produits étaient importés d'Allemagne ; soit en 1913 pour plus de 43 000 000 f en ce qui concerne les seules couleurs, où notre production intérieure avait une valeur de moins de 10 000 000 f dont 6 p. 100 seulement partaient pour l'exportation.

« En ce qui concerne les produits médicaux et les produits chimiquement purs, il faut rechercher avec soin pourquoi leur fabrication a disparu de la Grande-Bretagne, où de nombreux produits étaient fabriqués à l'origine.

« Un fabricant de produits chimiques, devant qui l'on discutait récemment cette négligence en Grande-Bretagne des produits chimiquement purs, a fait la remarque que le sujet est négligeable si l'on gagne de l'argent. M. Tilden demande à dire que cette vue manque et de patriotisme et de bon sens. Les mêmes causes qui ont assuré le succès des Allemands par rapport aux couleurs et aux produits purs s'appliquent au cas des produits de la grande industrie chimique et les Allemands prétendent s'attaquer au cas des derniers, maintenant qu'ils ont réalisé le cas des premiers. Déjà leur exportation totale en acide sulfurique est triple de la nôtre. »

M. Tilden fait allusion ensuite au succès du procédé Haber pour la production de l'ammoniaque synthétique, procédé mis aujourd'hui en exploitation industrielle par la Badische ; à l'esprit d'entreprise qui a poussé les Allemands à prendre la tête pour la fabrication de la cyanamide, des nitrites et des nitrates et à mettre leurs capitaux dans l'exploitation de ces fabrications. Il rappelle le discours prononcé par Émile Fischer le 11 janvier 1911 (voir *Nature*, 1911, p. 558), en présence du Kaiser à l'inauguration de la Société impériale pour l'Encouragement des Sciences ; « il est déplaisant, dit Tilden, d'entendre un homme aussi éminent s'arroger tout le champ de la chimie scientifique et industrielle, traiter les sujets de son discours comme si tous avaient

leur origine et leur développement en Allemagne, et omettre de citer tout autre nom étranger ».

L'industrie des matières colorantes artificielles montre à son origine la découverte du mauve ou violet d'aniline réalisée par l'Anglais Perkin. Quelles circonstances ont transporté cette industrie d'Angleterre en Allemagne, et ont empêché d'établir en Angleterre une production suffisante de produits synthétiques ? Tilden l'attribue à ce que les chimistes anglais ont négligé le département de la chimie organique. La Société de Chimie de Berlin ne date pourtant que de 1867. Depuis une trentaine d'années, des efforts ont été faits. Mais en mai 1886, Meldola signalait déjà que les 9/10 des couleurs employées par les teinturiers anglais venaient d'Allemagne, et en 1901, Green montrait l'essor des Allemands et le déclin des Anglais dans ce domaine. Cet essor de l'industrie chimique allemande a amené la substitution de l'alizarine artificielle à la garance en 1869, et donne actuellement la substitution de l'indigo artificiel à l'indigo des Indes ; en 1913, l'Angleterre a importé pour deux millions de francs d'indigo allemand et 1 200 000 f seulement d'indigo de l'Inde, alors que l'importation de ce dernier était encore triple quatre années auparavant.

Dans son discours présidentiel de 1885 à la Société de Chimie et à la Société de Chimie industrielle de Londres, Perkin faisait remonter le succès de l'industrie des Allemands à ce qu'ils emploient des chimistes de haute valeur. Et ceux-ci ne peuvent être produits que par une forte discipline universitaire et une bonne instruction générale. Le discours que le Dr H. Brunck, directeur technique de la Badische Fabrik, a prononcé, en 1900, lors de l'inauguration de la maison Hofmann à Berlin, sur l'histoire du développement de la fabrication de l'indigo, montre que le succès est la récompense des recherches poursuivies pendant longtemps dans des laboratoires scientifiques. Les savans introduisent l'esprit de la recherche scientifique dans la pratique industrielle. Les bases d'une synthèse pratique de l'indigo sont le résultat de longues années d'un labeur scientifique.

Le bulletin de la maison Schimmel d'avril 1903 déclarait que l'industrie chimique allemande n'a pas à craindre d'être battue par la concurrence étrangère, aussi longtemps que les universités allemandes posséderont des représentants aussi éminents de la science chimique.

Que devons-nous donc faire, conclut M. Tilden, pour nous rendre indépendants de la production étrangère ? Nous avons besoin pour cela d'un grand nombre de chimistes de première valeur, de quelques ingénieurs, d'une abondance de capital et de quelques hommes entendus aux affaires. La Badische a dépensé 22 500 000 f pour réaliser la seule fabrication de l'indigo. Il faut, de plus, comme chez Schimmel, comme à la Badische, que les recherches scientifiques et la fabrication industrielle marchent du même pas.

D'autres questions se posent subsidiairement. Telle l'obligation pour les brevetés allemands de faire exploiter leur brevet en Angleterre, au détriment de leurs salaires nationaux. Telle l'exemption des droits et des réglementations pour l'alcool pur employé en industrie. M. A. G. Green remarque à ce sujet que si l'éther en Angleterre est à un prix trois fois plus élevé qu'en Allemagne, cela tient à ce qu'au lieu de partir de l'alcool pur, l'on est obligé de se servir d'alcool industriel impur. Il en est de même pour l'éther acétique.

Pour finir, M. Tilden demande à faire deux remarques. La première, c'est que l'établissement en Angleterre de ce que l'on peut considérer comme une nouvelle

industrie demande l'examen et l'assistance du Gouvernement, si l'on veut que cette industrie puisse survivre à la lutte féroce qui suivra la guerre. Le Gouvernement a promis son contrôle et son appui en ce qui concerne l'industrie des matières colorantes. La seconde remarque, c'est que si, après la guerre, il n'est pas possible d'empêcher les fabricants allemands, grâce à leur puissante organisation et leur longue expérience, de reprendre leurs relations commerciales avec l'étranger, tout Anglais aimant son pays devra avoir souci que le commerce intérieur soit réservé aux produits anglais.

A la suite de cette conférence, le président de la réunion, Sir William Ramsay, insista sur ce que le côté scientifique de la fabrication des produits chimiques a été négligé. Les Allemands considèrent le commerce comme une lutte et ils le mènent comme une guerre, et pour eux tous les moyens sont bons. Leur organisation commerciale est le pendant de leur organisation militaire. Dans le commerce, comme dans la guerre, les Allemands sont déloyaux, sans scrupules et cruels : *untrustworthy, unscrupulous and cruel*.

S'ils veulent lutter contre l'emploi de ces moyens, dont Sir W. Ramsay a fait un tableau brossé au vif, les fabricants anglais doivent avant tout s'unir entre eux ; la coopération industrielle est nécessaire, s'ils veulent lutter contre un ennemi commun. Des petites entreprises, qui ne peuvent supporter les frais d'un laboratoire de recherches, doivent se réunir pour avoir ce laboratoire entre elles. En second lieu, l'État doit aider les fabricants par un ensemble de lois fiscales.

Sir W. Ramsay conclut en citant ce passage d'une lettre récente de M. Guillaume : « Comme vous, j'avais autrefois pour l'Allemagne une très grande admiration et une réelle sympathie ; mais depuis quelques années, je me suis aperçu à de nombreux symptômes que chaque Allemand a une âme de brigand et que sont rares ceux que les scrupules arrêtent. Chacun désire satisfaire de gros appétits aux dépens des nations étrangères et le choix des moyens lui est indifférent. J'ai constaté cette tendance non seulement dans l'industrie, mais également dans la science où ils ne pensent qu'à annexer. » Les Allemands sont devenus une race malhonnête, dit Sir W. Ramsay, et ils doivent être traités comme tels.

Le professeur James J. Dobbie demande si les fabricants sont prêts à employer l'aide scientifique dont ils ont besoin et à la rémunérer équitablement. N'est-ce pas l'esprit des fabricants mêmes qu'il faut transformer ? et les amener à réaliser la fabrication de tout produit qui leur sera demandé.

Le professeur A. G. Green remarque que tout se réduit à une question de connaissances. Les Allemands payent pour avoir à leur disposition ces connaissances. Comme le dit le conférencier, ils commencent par offrir au jeune chimiste bien entraîné par ses études universitaires, une rémunération qui lui permette de vivre modestement en attendant qu'il montre ce dont il est capable. Il entre ainsi dans l'industrie où il apprend son affaire. Les fabricants anglais ne peuvent pas comprendre que le jeune chimiste apprend non pas à l'université, ou au collège, mais à l'usine.

En conclusion finale, cette remarque de M. J. G. Jenkins, ancien Premier de l'Australie du Sud, est rappelée : « Beaucoup de non-sens ont été dits sur la capture du commerce allemand. Une partie de ce commerce peut être pris en ce moment, mais pour le garder, il faudra que les fabricants le méritent. »

* * *

La Royal Society of Arts a entendu le 4 décembre sur le même sujet un mémoire fort important aussi de W. R. ORMANDY : *Britain and Germany in Relation to the chemical Trade*.

De nombreux groupements ont nommé des comités spéciaux. La caractéristique de l'attitude anglaise, c'est qu'il ne faut pas regarder le passé ; il est temps d'agir. Mais il ne faut pas oublier que :

« Le temps de passer à l'action est précisément le temps où l'on doit observer de plus près les gains et les leçons du passé. Les lois de la cause et de l'effet, qui sont étudiées si soigneusement en matière scientifique, s'appliquent avec une égale certitude aux relations plus complexes de l'économie humaine. L'étude de la littérature des brevets dans ce pays suffirait plus qu'amplement à convaincre tout le monde de la manière désolante dont la littérature de notre propre pays est négligée. Étant donnée cette situation, il n'est pas surprenant de trouver que la littérature scientifique et technique des pays étrangers reçoive si rarement la considération voulue. »

M. Ormandy montre comment l'Allemagne a conquis une place si importante dans la fabrication des fers, de l'alcool, du sucre, des sous-produits des fours à coke. La production de l'Allemagne n'était, il y a vingt ans, qu'une fraction de celle de l'Angleterre ; elle dépasse aujourd'hui le double. L'Allemagne doit ces résultats à la force et à la grandeur de son enseignement technique, à la coopération qui existe si étroite entre la science et l'industrie, au crédit que les banques ouvrent si largement à tout effort industriel, à la compétence technique des directeurs, même commerciaux, de leurs entreprises, compétence qui les met à même de juger et d'apprécier par eux-mêmes.

Dans la discussion qui a suivi ce mémoire, M. O. Foerster a insisté sur ce que les Anglais ne savent même pas ce qu'est un chimiste. Ils offrent de le payer un prix dérisoire, et l'on entend des chefs d'industrie dire : nous employons 500, ou 800 chimistes ; pour eux, ce sont de simples ouvriers. M. Messel conseille de ne s'occuper que des industries où l'on est maître des matières premières.

Sur la capture des industries chimiques allemandes, le *Chemical World* d'octobre a donné un important article. J'y note ce détail que le directeur de l'une des grandes fabriques allemandes de couleurs déclarait qu'un dixième à peine de leurs couleurs est protégé par des brevets ; les neuf autres dixièmes ne le sont que par l'organisation commerciale.

* * *

Cas spécial de l'industrie des matières colorantes artificielles. — Le docteur M. PERKIN a lu un très intéressant mémoire sur l'industrie anglaise des couleurs artificielles devant la Society of Dyers and Colourists of Bradford.

Le Conseil de cette Société a chargé un Comité de rechercher les moyens de remédier à la pénurie de produits chimiques et de matières colorantes occasionnée par la guerre. Ce Comité a tenu de fréquentes réunions. Lord Moulton, président du Comité des Produits chimiques du Board of Trade, aide ces efforts. L'on a réuni des statistiques afin d'être fixé sur la consommation ordinaire et le déficit actuel de chaque produit.

Le Board of Trade porte d'ailleurs une attention spéciale à la fourniture des couleurs dont une si grande quantité venait d'Allemagne; leur disparition a causé une réelle inquiétude dans les industries textiles, où les prix ont doublé de ce fait pour certains articles. Le Board est d'avis qu'il faut développer immédiatement les moyens de se procurer des couleurs et qu'il faut encourager leur fabrication sur une grande échelle, afin que les mêmes difficultés ne puissent plus se reproduire. Une réunion de fabricants s'est tenue le 10 novembre au Board; 22 associations et maisons importantes s'y étaient fait représenter. La réunion a examiné le projet de constituer une société à fort capital, que les industriels fabricants et consommateurs de couleurs souscriront; le Gouvernement pourrait souscrire une partie, garantir l'intérêt, et exercer son contrôle, et il pourrait acquérir pour cette société une usine convenable. Il s'agirait donc d'un effort vraiment national, appuyé par le Gouvernement, en vue de développer la production en Grande-Bretagne des colorants synthétiques, et la réunion a nommé un Comité chargé de s'entendre sur ces bases avec le Board of Trade.

A une réunion très nombreuse d'industriels du Lancashire, tenue le 8 décembre à Manchester, Lord Moulton a exposé que l'Angleterre consomme une cinquantaine de millions de francs de couleurs pour des industries dont les produits représentent cinq milliards et font vivre un million et demi d'hommes. De ces 50 000 000 f de couleurs, un dixième est fabriqué en Angleterre, une partie vient de Suisse, mais la plus grande partie de beaucoup venait d'Allemagne. Il faut donc créer une grande usine par coopération des industriels, et sous un certain contrôle du Gouvernement qui garantira l'intérêt pendant 25 ans jusqu'à concurrence de 37,5 millions, si 75 millions de capital sont souscrits.

Le compte rendu de cette réunion, ainsi que celui de la Chambre des Communes du 23 novembre où la question a été agitée, ont été donnés par *Dyer* du 21 décembre.

A la Chambre des Communes, le président du Board of Trade a spécifié que le Gouvernement aurait, au Conseil de la Compagnie, deux représentants qui posséderaient des droits de veto.

A la réunion de Manchester, Lord Moulton a insisté sur ce que si le Gouvernement intervient, c'est à cause du danger exceptionnel que la question présente pour le moment et qu'elle conservera après la guerre. Pour la solutionner, il faut une compagnie de grande envergure, créée par les consommateurs eux-mêmes et contrôlée par le Gouvernement. Cette entreprise réussira dans ces conditions, car nous avons des habiletés suffisantes dans les usines déjà existantes, et la lutte peut être engagée, puisque même en Allemagne il existe des petites usines qui en vivent.

* * *

Ce que disent les Américains. — Aux États-Unis, la section de New York de l'American chemical Society a nommé le 9 octobre un Comité, qui a pour objet d'examiner la possibilité d'augmenter aux États-Unis la fabrication des produits chimiques et des matières colorantes. Ce Comité a présenté son rapport à la section le 6 novembre.

Notre confrère *Metallurgical and chemical Engineering*, dans son éditorial de septembre, se demande si tous les Européens sont devenus fous. Dans la réaction gigantesque que la guerre représente, les individus les mieux doués ne semblent pas avoir plus de libre arbitre que les ions de la théorie de la dissociation. La guerre semble une réaction irréversible dans toutes ses phases; donc elle est gouvernée par le second

principe de la thermodynamique, et quel que soit le résultat pour les nations, elle entraînera une augmentation formidable d'entropie. La civilisation européenne se rapprochera du zéro.

Voici quelques-unes des réflexions pratiques auxquelles il se livre.

Liège était pour le zinc ce que Pittsburgh est pour le fer. Il est évident que les États-Unis exporteront du zinc et du fer galvanisé. L'électrometallurgie du zinc en recevra un grand essor.

La guerre a fermé les marchés du minerai de radium. La plus forte compagnie de carnotite a fermé sa mine.

Les États-Unis sont regardés comme les plus forts consommateurs d'étain. Ils ont importé, en 1913, pour plus de 235 millions, soit les quatre dixièmes de la production mondiale. Ils consomment aussi 7 200 t d'arsenic blanc et n'en produisent que 2 500 t. Ils ont importé, surtout d'Autriche, 127 591 petites tonnes de magnésite, et n'en ont produit que 9 632 t.

La Russie était tributaire de l'Allemagne pour l'huile de ricin dont le prix a sextuplé, pour l'acide citrique, etc. Elle devra recourir au Japon, aux États-Unis ou à la fabrication nationale.

Un mémoire très intéressant du docteur B. C. Hesse de New-York (*Metallurgical and chemical Engineering*, sept. 1914, p. 552-553) a traité de l'industrie des matières colorantes. En Allemagne, elle est reliée, de la façon la plus intime, à d'autres industries, et il ne serait pas davantage possible de la transplanter en un autre pays, qu'il est possible par exemple de transplanter chaque branche de l'industrie textile. La suprématie est établie sur de longs efforts. Excepté la Suisse, tous les autres pays reçoivent plus de couleurs de l'Allemagne qu'ils ne lui en vendent. Il y a 22 fabriques de couleurs en Allemagne, 11 en France, 11 en Grande-Bretagne, 9 aux États-Unis, 4 en Autriche-Hongrie, 4 en Suisse, 2 en Hollande, 2 en Russie, 1 en Belgique, 1 en Grèce, 1 en Italie.

Voici le tableau des tonnes métriques exportées en 1913 par l'Allemagne en divers pays:

	États-Unis.	Grande-Bretagne.	Autriche.	Italie.	Russie.	Belgique.	France.	Suisse.
Huile d'aniline. . . .	2 428	340	653	650	602	120	»	1 217
Naphtol et naphtylamine.	638	333	109	»	1 417	»	• 217	272
Anthraquinone, nitrobenzol, toluidine, résorcine, acide phtalique, etc.	965	— (34)	284	825	998	108	776	1 201
	4 631	639	1 048	1 475	2 717	228	993	2 690
Couleurs d'aniline . .	13 853	10 793	5 582	4 097	1 098	2 400	1 301	— (941)
Couleurs d'alizarine .	2 164	1 130	— (223)	158	156	96	124	»
Rouge d'alizarine . .	493	1 493	207	»	174	»	98	239
Indigo.	3 461	1 180	1 361	662	434	313	323	»
	19 973	14 596	6 927	4 917	1 862	2 809	1 846	— (682)
Totaux généraux. . .	24 004	15 235	7 975	6 392	4 579	3 037	2 839	2 008

Il a été introduit aux États-Unis 700 couleurs d'aniline différentes. Chacune demande une fabrication soignée, d'autant plus qu'elles sont déjà sur le marché en d'excellentes conditions. C'est une question bien différente que de fonder une pareille industrie, ou de la maintenir lorsqu'elle existe déjà.

M. Hesse regarde la transplantation aux États-Unis possible seulement pour des cas d'espèces.

Le docteur L. J. Matos fait toucher du doigt la difficulté de mettre en route. Voilà par exemple le cas de la benzopurpurine 4B, qui est l'une des couleurs les plus employées pour la teinture du coton. Elle résulte de l'action de l'acide naphthionique sur la tolidine. Pour avoir la tolidine, on extrait par distillation le toluène du goudron, on nitre ce toluène, on refroidit, on distille; le nitrotoluène obtenu est réduit par le zinc en présence de soude caustique; l'hydrazotoluène obtenu est à son tour décomposé par l'acide chlorhydrique et fournit la tolidine. Pour avoir l'acide naphthionique, on prend la naphthaline, on la nitre, on transforme en naphtylamine et celle-ci en acide naphthionique.

Un autre mémoire important a été lu, sur l'industrie des couleurs artificielles aux États-Unis, par M. I. F. Stone, à la réunion du 9 octobre de l'« American chemical Society ».

Les États-Unis pourraient produire les matières premières de cette fabrication, puisqu'ils possèdent la source, qui est le goudron. L'essai tenté pour fabriquer l'huile d'aniline grâce à une élévation des droits de douanes de 10 p. 100 a amené immédiatement une diminution égale des prix de vente par le consortium allemand. La législation devrait interdire de vendre à un prix inférieur à celui réalisé dans les pays de production, et exiger l'exploitation des brevets dans le pays où le brevet est pris.

* * *

Ce que disent les Anglais de la science allemande. — SIR WILLIAM RAMSAY, que les Allemands avaient, au début de la lutte, représenté comme approuvant leurs menées et leurs façons d'agir, a donné à *Nature* (8 octobre, p. 137-139) un article sur le but et les ambitions de l'Allemagne. En voici les traits principaux :

Ce qui marque le plus dans le caractère de l'Anglo-Saxon, dit Sir W. Ramsay, c'est le respect des droits du voisin. Les vues allemandes sont fort différentes. Nous regardons, nous Anglais, l'État comme étant nous-mêmes, tandis que l'Allemand considère l'État comme un corps extérieur ayant un pouvoir absolu sur les vies de ses sujets. L'idéal de l'Anglo-Saxon est la liberté de l'individu; celui du Teuton est la contrainte de l'individu par une oligarchie toute puissante.

En étendant les applications de la science à des fins pratiques, le monde civilisé a vu croître sa prospérité d'une façon bien grande, au cours du dernier siècle. Le bien-être a augmenté; la maladie a reculé; la moyenne de la vie a été largement accrue pour l'être humain. De plus, l'emploi des machines a grandement économisé l'énergie, et le rendement de la production a crû énormément. Corrélativement, la densité de la population a crû aussi en tous pays.

L'idéal qui a infecté tous les Allemands, c'est d'assurer la suprématie de leur race sur le monde entier, dans la conviction qu'ils amélioreront ainsi la condition de l'humanité. Tel est le but dont l'idée a imprégné toutes les classes de la collectivité

allemande de la dernière génération, et c'est aussi la cause de la guerre actuelle. Cette guerre est une tentative pour éliminer les impropres, les impropres étant tous ceux qui n'admettent pas l'idéal allemand. En effet, le despotisme a envahi comme un cancer le moral de la nation allemande.

Une race ayant un pareil idéal se rend impossible. On ne peut nier que l'Allemagne a donné, dans le passé, de hautes contributions à la science, comme à la littérature et à la musique. Certaines individualités ont atteint une supériorité éminente et ont mérité l'admiration. Mais l'originalité n'a jamais été une caractéristique des Allemands; leur métier a été plutôt d'exploiter les inventions et les découvertes des autres; en cela, ils ont été remarquables. Quant à leur moralité commerciale, elle est d'une nature très inférieure. Même dans le monde scientifique, ils sont reconnus comme ayant un esprit déloyal.

Au lieu de marcher vers la civilisation, ils reculent vers la barbarie. Les forfaits abominables perpétrés par leurs armées : assassinats de non combattants sans défense, destruction d'édifices artistiques, cruauté sans cœur à l'égard des femmes et des enfants, témoignent de leur état d'âme intérieur. Le but de la science est la connaissance de l'inconnu; le but de ses applications est l'amélioration du sort de la race humaine; mais l'idéal allemand est infiniment éloigné de cette conception du véritable homme de science, et les méthodes par lesquelles ils se proposent d'assurer ce qu'ils regardent comme le bien de l'humanité répugnent à tout homme pensant juste. Leurs idées ne sont pas seulement celles d'une caste dirigeante; elles animent l'âme de toute la nation allemande.

La conclusion est donc que cette guerre est la guerre de l'humanité contre l'inhumanité, des principes contre les expédients, du droit contre le mal.

Le progrès de la science sera-t-il retardé par elle? Sir William Ramsay ne le pense pas. Les plus grands progrès qui ont été réalisés dans la pensée scientifique ne l'ont pas été par des membres de la race allemande. Les premières applications de la science n'ont pas eu leur origine en Allemagne. « Autant que nous pouvons le prévoir, la restriction exposée aux Teutons sauvera le monde d'un déluge de médiocrité. »

Sur la science allemande, un éditorial fort raisonné de l'*Engineering* (16 octobre, p. 479) est aussi à citer. Il est évident, dit l'auteur, que leur Kultur n'est pas synonyme de notre culture. Mais leur science est-elle supérieure, comme ils le prétendent?

Sans doute, la contribution de Helmholtz et de Clausius à la doctrine de la conservation de l'énergie est un bon travail, mais l'œuvre du dernier était contenue dans celles de Thomson et Rankine, et les noms allemands font petite figure à côté de ceux de Carnot, Joule, Thomson, Rankine et W. Gibbs.

Où l'Allemagne excelle, c'est dans l'adaptation des idées. Mais elle est loin d'être la première dans la conception des idées. Elle n'a pas le génie créateur, malgré toute son intelligence industrielle; sauf exception, elle ne dirige pas.

Pour un Leibnitz chez elle, il y a ailleurs Napier, Newton, les Bernoulli, Euler; Gauss et Bessel sont bien surpassés par Fourier, Laplace, Lagrange, Legendre, Green.

En chirurgie, elle a fait du travail excellent, mais les deux grands triomphes de la chirurgie moderne ne lui appartiennent pas, c'est-à-dire l'emploi des anesthésiques et

l'introduction de l'asepsie. La théorie microbienne des maladies ne lui appartient pas non plus. En biologie, quels noms peut-elle présenter à côté de ceux de Darwin, de Claude Bernard? Mendel, dont les travaux sur l'hérédité ont forcé l'attention, est Autrichien. En bactériologie, Pasteur est hors de pair. Quant à l'action de certains insectes sur la diffusion des maladies, la connaissance en est due à Patrick Manson.

Même en chimie, dont le caractère semble mieux s'adapter à la nature du Teuton, les conceptions fondamentales ont vu le jour en d'autres pays : le Français Lavoisier fonde la chimie moderne ; l'Anglais Dalton donne la théorie atomique, à laquelle l'Italien Avogadro apporte une contribution importante. La doctrine de la valence est due à un Anglais, Frankland, et les contributions mêmes des Allemands aux théories chimiques sont associées à un nom étranger, Kékulé.

Dans le domaine de l'électricité, les grands noms sont ceux de Volta, Ampère, Faraday, Clerk Maxwell ; et dans celui de l'électrotechnique, malgré son habileté à développer les conceptions, l'Allemagne ne peut montrer rien qui soit comparable aux travaux de Thomson, Gramme, Hopkinson, Edison ou Swan. Le moteur à combustion interne a eu ses origines en France ; la France aussi a été la première à produire des moteurs à gaz à grande puissance.

On reconnaît aux Allemands une aptitude spéciale pour la linguistique, mais dans ce domaine-là aussi, c'est un Français, Champollion, qui trouve la clef des hiéroglyphes et c'est un Anglais, Sir Henry Rawlinson, qui déchiffre les inscriptions cunéiformes.

Même dans les années voisines de nous, une très petite proportion des découvertes intéressantes appartiennent aux Allemands. En physique pure, si l'on note la découverte des gaz inertes de l'atmosphère, celle du corpuscule ou électron, celle de la radioactivité, de l'effet Zeeman, des rayons Röntgen, la dernière seule est à attribuer à l'Allemagne.

Il n'est pas un pays qui ait concentré autant d'industrie sur le perfectionnement des armements. Ici encore l'histoire se répète, car ce sont les idées apportées par d'autres nations qui forment la base du développement allemand. Seule, l'idée du chargement par la culasse est allemande ; tous les autres perfectionnements ont une origine étrangère. La France a les plaques blindées ; l'Amérique a le revolver et le fusil à répétition ; la France a les bombes à mélinite, le canon à tir rapide, la poudre sans fumée, le sous-marin, et elle partage avec l'Amérique la gloire de l'aéroplane, ce qui est bien plus original que la seule contribution apportée à l'aéronautique par les Allemands dans leurs zeppelins. L'Amérique a aussi les plaques de blindage cimentées, dont Krupp ne fait qu'augmenter la résistance par son traitement à chaud.

Même en matières d'organisation, l'Allemagne cède le premier rang aux Américains, ainsi qu'en téléphonie.

Le temps des Helmholtz, des Bunsen, des Kirchhoff, des Liebig est bien passé, écrit un correspondant de l'*Engineer* (16 octobre, p. 373). Il y a changement dans l'idée allemande depuis vingt-cinq ans, mais ce changement constitue une réelle décadence.

Verres spéciaux pour l'optique. — (Note de M. S. D. CHALMERS, dans *Nature* de Londres, 10 octobre 1914, p. 117-118).

On ne peut trop insister sur l'intérêt qu'offre une fourniture suffisante des verres

d'optique. Le perfectionnement du microscope est retardé encore aujourd'hui par le manque de verres convenables, la construction des grands télescopes l'est par la capacité du fabricant de verres à fournir des disques assez grands et les perfectionnements réalisés dans les petits télescopes ne peuvent être étendus au cas des grands à cause du manque de verres ayant les qualités requises.

Les qualités, tant optiques que physiques, des objectifs photographiques, des lunettes, des micromètres, des télescopes de toutes sortes dépendent des qualités du verre. L'importance de cette branche spéciale de la verrerie peut être appréciée à la valeur des exportations allemandes en verrerie non travaillée pour optique; cette valeur dépasse 1 250 000 f. Ce qui caractérise le verre pour optique, c'est sa grande homogénéité. Des veines de différence dans la composition, même sous forme de stries très fines, rendraient le verre impropre à cette utilisation.

Une histoire de la fabrication des verres pour l'optique est en quelque sorte une histoire des progrès de l'optique. Lorsque Dollond découvrit la combinaison achromatique (1757), il excita des demandes de flint approprié à l'optique. Au début, on y répondait simplement en faisant un choix dans le lot des pièces fabriquées pour les autres branches de la verrerie, mais lorsqu'on en vint à demander de grands disques, Guinand (1748-1824) se mit à chercher de nouvelles méthodes pour fondre le flint. Ce qui caractérisa essentiellement ces nouvelles méthodes, c'est que l'on maintint le verre en agitation constante au cours de la fusion, en vue d'empêcher la formation de stries de densités différentes. Après avoir quitté la Suisse pour la Bavière, Guinand perfectionna ces méthodes d'abord avec Utzschneider, ensuite avec Fraunhofer, de sorte que l'on arriva à fabriquer régulièrement de grands disques de verre uniforme. Après le retour de Guinand en Suisse, Fraunhofer continua ses essais et il arriva à faire de bons disques de flint jusqu'à 25 cm de diamètre. Guinand les poussa à 35 cm; après sa mort, survenue en 1824, son secret passa à ses fils; puis d'eux, il passa à Bontemps en France. L'œuvre de Bontemps fut effectuée à la maison Feil, aujourd'hui Parra-Mantois, et Bontemps lui-même transmitt le secret, en 1848, à la verrerie de MM. Chance.

Pendant quelque temps, le progrès porta principalement sur les propriétés physiques du verre, une uniformité plus grande, une transparence plus grande et en conséquence une plus grande durée. Le calcul des lentilles photographiques de Petzval et de ses successeurs amena une grande demande de verres intermédiaires entre le flint ordinaire et le crown. Dans ce dessein, et aussi en vue d'autres types d'objectifs photographiques, on travailla à une série de flints légers, où le pourcentage d'oxyde de plomb croît à mesure que l'on demande un indice de réfraction plus élevé.

Les progrès réalisés dans les microscopes amenèrent l'extension de cette série à des flints plus lourds, c'est-à-dire à des verres d'indice de réfraction plus élevé. En même temps, en faisant varier légèrement la constitution du crown, on obtint des propriétés optiques un peu différentes. Dans cette voie, vers 1880, il fut possible de faire une série complète de verres à indices allant de 1,515 à 1,720. Ces verres ont deux caractéristiques spéciales; à mesure que l'indice de réfraction s'accroît, la dispersion, c'est-à-dire la différence dans les indices de réfraction pour deux couleurs choisies, croît plus rapidement, en sorte qu'il est toujours nécessaire de prendre le verre à plus faible indice pour les lentilles positives d'une combinaison achromatique.

Les dispersions de deux verres à indice différent ne sont pas proportionnelles dans

le spectre, en sorte que si l'on prend une combinaison de lentilles de flint et de crown pour concentrer la lumière rouge provenant d'un objet au même foyer que la lumière bleue, le jaune et le violet ne viennent pas se concentrer au même foyer. La conséquence est que toutes les images sont colorées, en dépit du choix des meilleures courbures pour les deux lentilles. C'est ce qu'on appelle le défaut du spectre secondaire.

De nombreux essais ont été faits pour obtenir une paire de verres qui permette au fabricant de lentilles d'écarter ce spectre secondaire. Les expériences du Rév. W. V. Harcourt (1789-1871), qui se prolongèrent de 1834 jusqu'en 1871, montrèrent que le problème pouvait être résolu. Il prouva que la substitution de l'acide borique à une partie de la silice dans le verre avait pour effet de réduire la dispersion du bleu à l'extrémité du spectre, ce qui permettait avec un flint d'arriver presque au résultat que le crown ordinaire donnait. Il parvint aussi à modifier le crown par l'introduction d'acide phosphorique, mais il attribua à tort l'effet obtenu à la présence d'acide titanique. Malheureusement ces recherches ne conduisaient pas à des résultats pratiques, probablement à cause de la dépense qu'entraînaient les essais de fusions dans les conditions de la pratique.

La phase suivante du développement des verres pour optique comprend les recherches de Schott et Abbé (1881-1886) sur les effets que produit l'introduction de diverses matières. Grâce à leur habileté parfaite dans l'expérimentation et aux subventions du gouvernement prussien, ils arrivèrent à déterminer ces effets. Ils confirmèrent les résultats obtenus par Harcourt en ce qui concerne l'acide borique, et ils attribuèrent avec raison certains autres à l'acide phosphorique. Ils déterminèrent, en outre, les effets dus à la baryte, avec ou sans acide borique.

L'emploi de l'acide borique dans les verres ordinaires de plomb conduit à un verre qui est plus ou moins sujet à tacher, mais en employant la baryte à la place du plomb, on diminue ce défaut. Le verre à l'acide borique et à la baryte a néanmoins une valeur spéciale, parce qu'il possède un indice de réfraction élevé en même temps qu'une faible dispersion. Il agit comme du crown en ce qui regarde la dispersion, et comme du flint en ce qui concerne l'indice de réfraction. Cette propriété est d'une valeur toute spéciale dans la construction des lentilles anastigmatiques pour photographies.

Les recherches de Schott et Abbé ont conduit à l'établissement de la fabrique d'Iéna, où l'on a réalisé les nouveaux types de verre. Il en résulta ainsi :

1° Une fabrication de verres de flint renfermant de l'acide borique. Grâce à ces verres, il fut possible de faire des objectifs à trois lentilles débarrassés du spectre secondaire, mais ces verres ne sont pas aussi durables que ceux des anciens types.

2° Une série de verres de phosphates ; ils se montrèrent sans résistance aux actions chimiques et ils se détériorent à l'usage.

3° Les crowns de borosilicate, qui ont un indice de réfraction et une dispersion plus petits que les crowns ordinaires. Ce sont de bons verres, et ils sont, à présent, très employés pour les petits objectifs et pour les prismes binoculaires.

4° Les crowns lourds de baryte, qui renferment de la baryte et de l'acide borique. Ces verres sont employés dans presque toutes les lentilles photographiques anastigmatiques.

mates, mais ils sont difficiles à fabriquer, parce que leurs propriétés optiques anormales sont associées de près à leur instabilité chimique.

5° Le résultat le plus important est la possibilité d'obtenir toute une longue série d'indices de réfraction et de dispersion, au point que l'on puisse regarder chacune de ces deux caractéristiques comme plus ou moins indépendante l'une de l'autre.

L'on peut donc se contenter de corriger les défauts d'achromatisme d'une lentille photographique en faisant un choix convenable de dispersions du verre.

Ces grands progrès amenèrent le développement de l'industrie des verres pour l'optique à Iéna. Mais le succès de Chance dans l'amélioration des vieux types, celui de Mantois dans la création de nouveaux types ont modifié la situation, bien que l'on soit obligé de recourir à Iéna pour quelques verres spéciaux.

La fabrication des verres pour l'optique ne doit pas être entreprise à la légère. Il n'y aurait pas grande difficulté à trouver la composition de types existants, bien qu'on doive se souvenir que la composition du mélange de fabrication et celle du produit fabriqué ne sont pas toujours les mêmes. Les grandes difficultés se lient à la pureté des matières et à leur mélange convenable. Les pots utilisés pour la fusion doivent être en argile très pure, car toute impureté pourrait ternir le verre. La fabrication de ces pots exige des ouvriers habiles, ayant une longue expérience. L'on ne peut également porter une trop grande attention aux températures de fusion, au mode et au temps de l'agitation, à la vitesse de refroidissement, à tout le procédé du recuit. Les plus petites variations dans la composition et dans le traitement sont capables d'exercer une influence considérable sur les propriétés optiques. La fabrication de types spéciaux est toujours fort coûteuse et délicate; les difficultés se montrent surtout au moment où l'on tente de transporter dans l'industrie les résultats obtenus au laboratoire, et à ce moment toute défectuosité peut se traduire par une forte dépense.

Silfrax. — Au meeting de Niagara Falls d'octobre 1914, de l'*American Electrochemical Society*, M. V. J. TONE de la Carborundum Co a donné une communication fort intéressante sur un siliciure de carbone dénommé le *silfrax*.

Si l'on fait agir des vapeurs de silice ou de silicium sur du carbone solide, il se forme un carbure de silicium qui conserve la forme du carbone originaire, et qui n'est pas du carborundum.

Les propriétés du silfrax dépendent de la température de formation. Si la température est de 1 550° à 1 820° en four à carborundum, le produit est amorphe, de couleur jaune; de 1 820° à 2 220°, il est lourd et cristallin, et sa cassure présente un éclat métallique.

Pour obtenir la transformation la plus grande, il faut opérer en présence d'un grand excès de vapeurs de silicium et de silice dans le mélange.

Les deux formes de silfrax, l'amorphe et le cristallin, sont toutes deux du carbure de silicium; l'examen microscopique y révèle l'existence des cristaux caractéristiques. Elles répondent à la formule SiC .

	SiC.	SiO ₂ .	C libre.	Fe, Al.
Silfrax amorphe	93,33	1,14	1,71	3,84
Silfrax cristallin	93,39	0,75	2,42	2,07
Silundum	96,86	0,94	0,00	1,42

Le carborundum et le silicium semblent se dissoudre mutuellement en toutes proportions. Les propriétés physiques et électriques du carborundum sont modifiées par la présence du silicium.

Si l'on examine un bloc de carbone soumis à l'action du silicium dans le four à carborundum, on observe, à partir de l'intérieur les zones suivantes :

du carbone non transformé ;

un produit jaune verdâtre (1), de grande dureté, mauvais conducteur de l'électricité. Le traitement par l'acide fluorhydrique et par l'acide azotique laisse un résidu jaune brillant entièrement cristallin ;

un produit gris (2), très dense, fort dur, difficile à briser et d'apparence non cristalline : le traitement par les acides laisse un résidu jaune brillant identique au précédent ;

un produit grossièrement cristallisé (3), de couleur gris argent, fort dur, mais plus facile à briser que le précédent. Le résidu par les acides est entièrement cristallin, de couleur jaune avec des points foncés.

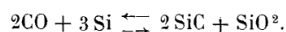
Voici les résultats de l'examen de ces trois produits :

	(1)	(2)	(3)
Si libre	7,40	21,27	10,45
SiC résidu.	91,10	76,10	87,72
Fe.	0,25	1,40	0,93
Al.	0,45	0,57	0,36
CaO.	0,80		
	100,00	99,34	99,46
Résidu du traitement par HF et AzO ³ :			
en Si.	69,40		69,32
en C.	29,33		29,29
Densité apparente.	2,91	2,88	3,10
Résistivité en ohms.	174,0	1,8	9,3

La réaction de la silice et du carbone peut conduire à toute une série de produits : du carbure de silicium, du silicium, du monoxyde de silicium, du siloxicon, du graphite, et toutes leurs modifications ou mélanges. Le produit obtenu dépend des proportions entre la silice et le carbone, de la température, de la pression, de la quantité d'énergie mise en jeu, etc.

Le carborundum se produit d'abord par la réaction des vapeurs de silice sur le carbone à partir de 1 550°. Il est toujours associé, au début, avec de la silice, et l'on peut le regarder comme un composé bien défini de siloxicon ou d'un mélange de silice et de siliciure de carbone. Le traitement par HF et AzO³H le débarrasse de la silice et du silicium et laisse comme résidu du carbure de silicium ordinairement à l'état amorphe.

A une température supérieure, toute la silice subit la transformation, conformément à l'équation : Silice + carbone = carbure de silicium + oxyde de carbone ; ou $\text{SiO}_2 + 3 \text{C} = \text{SiC} + 2 \text{CO}$. Mais cette équation n'explique pas la transformation des particules de carbone en carborundum *in situ*. Pour expliquer la formation de cristaux de grandeur appréciable, il est nécessaire de faire appel à la réaction suivante, qui est réversible :



Il ne faut pas oublier qu'à la température du four à carborundum, le carbone n'a pas de tension de vapeur appréciable, et en conséquence il ne peut pas être vaporisé. Par ailleurs, une température élevée n'a pas d'autre effet que de décomposer le carborundum; le silicium est vaporisé et le carbone reste à l'état solide sous la forme exacte du cristal originaire de carborundum.

La réaction $2\text{CO} + 3\text{Si} = 2\text{SiC} + \text{SiO}_2$ se produit dans la zone cristalline du four; c'est une réaction à basse température et exothermique. Elle explique la formation de grands cristaux à l'aide des petits cristaux que fournit la réaction $\text{SiO}_2 + 3\text{C} = \text{SiC} + 2\text{CO}$. La réaction inverse $\text{SiO}_2 + 2\text{SiC} = 3\text{Si} + 2\text{CO}$ se produit dans la zone la plus chaude du four, près du centre; elle explique la possibilité de la disparition du carborundum en cet endroit; les gros cristaux perdent aussi leurs arêtes, lavés qu'ils sont par les vapeurs de silice.

Le fait que le carborundum peut être décomposé par la silice est bien connu; il donne une méthode pour produire le silicium.

La réaction $2\text{CO} + 3\text{Si} = 2\text{SiC} + \text{SiO}_2$ explique aussi le fait de la recristallisation du carborundum, que Fitzgerald a constaté le premier. Cette recristallisation ne peut que se produire dans une atmosphère de CO, SiO_2 et Si. Il est impossible de l'obtenir dans une atmosphère de CO seul.

Ainsi la réaction $\text{SiO}_2 + 3\text{C} = \text{SiC} + 2\text{CO}$ est celle qui donne la production du silfrax. Le silfrax résulte de l'action des vapeurs de silicium sur le carbone *in situ*, et les cristaux sont petits et étroitement agrégés, parce qu'il n'y a pas d'espace permettant la circulation des gaz; la réaction $2\text{CO} + 3\text{Si} = 2\text{SiC} + \text{SiO}_2$ ne peut donc avoir lieu.

Les applications du silfrax sont reliées à sa résistance mécanique. Il est employé comme substance réfractaire, comme élément d'appareils à chauffage électrique, enfin dans les appareils de chimie. Sa densité est supérieure à celle du carborundum. Il possède un coefficient de dilatation faible, un coefficient de conductibilité calorifique très élevé.

Dans la discussion qui suivit la lecture de cet intéressant mémoire, M. H. Gillett remarqua que si on l'emploie pour les tubes de pyromètres, le silfrax devient perméable aux gaz à la température du laiton fondu. M. F. Fitzgerald croit à la présence de vapeurs de carbone et de siliciure de carbone dans le four à carborundum, en même temps qu'il y a de la silice et du silicium. M. G. W. Richards a trouvé qu'à 1730°, la tension de vapeur de carbone est aussi appréciable que celle du zinc dans le procédé de shérardisation. M. Tone remarque que, suivant un calcul de Sir W. Crookes, le carbone a une tension de vapeur nulle à 2700°.

Aluminage par calorisation. — Tel est le nom donné par M. T. Van Aller à un nouveau procédé de protection des métaux contre la corrosion à des températures élevées. Ce procédé est l'analogue de celui de Shérard pour le zincage à la poudre de zinc, car il produit l'aluminage par un chauffage dans la poudre d'aluminium. Ce chauffage s'effectue dans un four revolver.

Lorsqu'on chauffe ainsi un objet en cuivre avec un mélange convenable renfermant une poudre fine d'aluminium, il se produit à la surface du cuivre une couche d'un

bronze d'aluminium, riche en ce métal et très résistant au chauffage, de sorte qu'on évite plus aisément la production d'écailles lors du chauffage du cuivre dès qu'on dépasse 300°. Des applications de ce procédé ont été faites sur des fers à souder au cuivre et sur des fils de fer pour résistances d'appareils de chauffage.

M. E. G. Gilson a étendu le procédé aux objets qui ne peuvent pas être traités dans le tambour Aller. On peut les *caloriser* en les recouvrant du mélange, puis en les portant à la température convenable. Les fils peuvent être traités à la continue.

Si l'on porte le fer au rouge, l'on sait que le métal s'oxyde rapidement et s'écaille. Le fer calorisé ne souffre pratiquement pas d'oxydation, même si on le chauffe de 900° à 1000° pendant une centaine d'heures.

Des tubes, des creusets de fer calorisé sont employés avantageusement dans les laboratoires de chimie analytique, jusqu'à 1100°.

Les tubes en bronze d'aluminium des condenseurs ont une durée très variable, quelques semaines à plusieurs années. Les tubes en cuivre calorisé ont duré plusieurs années. Les contacts électriques en cuivre calorisé durent aussi plus longtemps.

Le fer est protégé par ce procédé à partir de températures où la galvanisation ne joue plus. Le cuivre est protégé depuis les températures ordinaires jusqu'au moment où l'alliage produit commence à fondre. Cette protection est attribuée à la formation d'une mince couche d'alumine qui empêche le métal placé en-dessous de brûler.

Sur l'hydrogénation et le durcissement des corps gras. — La question est plus que jamais d'actualité, puisque les brevets exploités l'étaient principalement par des maisons allemandes.

Je renvoie à mes notes antérieures, *Bulletins* de janvier 1913, p. 323, et de juillet 1914, p. 71. J'ai résumé un travail assez étendu de Carleton Ellis dans le Bulletin de janvier 1913.

Par hydrogénation, une tonne d'acide oléique exige environ 79 000 l d'hydrogène pour se transformer en acide stéarique, et 1 t d'oléine 75 900 l d'hydrogène pour se transformer en stéarine.

M. CROSSLEY (*The pharmaceutical Journal*, série 4, t. 38, 1914, p. 676, d'après le *Journal de Pharmacie et de Chimie* du 1^{er} novembre) dit qu'une production de 1 000 m³ d'hydrogène par heure permettrait d'hydrogéner 100 000 t d'huile par an. Il existe en Norvège une fabrique pouvant produire 4 500 m³ d'hydrogène en 24 heures et hydrogéner 150 t d'huile de baleine. Plus de la moitié de la production de l'huile de baleine se fait en Norvège; elle a été en 1912 de 42 000 t. Presque toute cette production est transformée, aujourd'hui, en une graisse sans odeur, fondant entre 40° et 50°.

Le premier brevet sur l'hydrogénation des huiles liquides a été pris par Normann, en 1903, dit M. Crossley. L'importance de plusieurs points de détail ne fut mise en évidence que plus tard par M. Otto Hehner. On ne trouve d'ailleurs quelques-uns de ces détails que dans les brevets.

Un brevet de 1912 a revendiqué l'emploi du nickel-carbonyl. L'hydrogénation des corps gras fournit une graisse plus dure, conformément au tableau suivant. Les graisses durcies sont employées dans la fabrication des savons, en mélange avec des huiles naturelles. Lorsqu'on utilise une huile de poisson hydrogénée, il faut que l'in-

dice d'iode après l'hydrogénation tombe au moins à 50, si l'on veut que le linge lavé avec ce savon ne prenne pas au repassage une odeur d'huile.

L'huile de coton fournit, par hydrogénation, une graisse comestible.

	Ni pour 100.	Température.	Temps en heures	Indice d'iode		Point de fusion	
				avant l'hydrogénation.	après l'hydrogénation.	avant l'hydrogénation.	après l'hydrogénation
Acide ricinoléique.	3	180°	2	89,8	7,99	liquide	53°
— — — — —	6	100°	4	81,8	3,69	»	72°
— érucique	10	180°	1	120,3	5,95	»	58°,5
— — — — —	3	180°	1	74	2,05	+ 34°	79°
— linoléique.	3	240°-250°	2	182,1	30,00	liquide	60°,5
— — — — —	3	180°	2	176,0	7,79	»	66°
— — — — —	6	100°	3	179,2	5,98	»	65°
— oléique	3	240°-250°	0,5	82,9	4,08	»	63°
— — — — —	1	100°	1,5	82,1	9,77	»	61°
— — — — —	3	100°	2	84,8	3,83	»	63°
Huile de baleine.	3	180°	1,75	120,0	10,30	»	54°
— — — — —	3	240°-250°	1,75	123,0	27,7	»	48°,5
— de morue.	3	240°-250°	1,75	137,0	13,1	»	56°
— — — — —	3	180°	3	159,5	11,1	»	57°
— de lin.	3	240°-250°	1,5	181,2	9,52	»	66°
— — — — —	10	180°	1,25	176,8	4,75	»	62°,5
— de colza	3	180°	1,5	118,2	11,2	»	59°
— — — — —	3	100°	10,5	119,1	24,3	»	56°
— de coton	3	175°	1,25	101,8	18,5	»	58°
— de poisson	2	190°-200°	6	124,5	51,5	»	solide
— d'amandes	2	175°-185°	6	92,1	22,6	»	solide

Les brevets pris pour la réduction des huiles non saturées par l'hydrogène en présence de nickel ou d'un autre catalyseur sont nombreux. Mais les documents publiés sur les rendements en quantités et les conditions exactes de la catalyse sont fort rares, remarque M. T. SHAW (*Journal of the Society of chemical Industry*, 1914, p. 771). Et il a cherché à déterminer ces rendements pour l'acide oléique sous pression réduite et sous pressions élevées et pour l'huile de coton sous pressions élevées.

Lorsque la pression est de 50 atm et la température de 250°, la réduction de l'acide oléique atteint 35 p. 100. Pour une pression de 25 atm, la réduction est de 20 p. 100; pour une pression de 5 atm, la réduction est de 4 p. 100. L'on voit qu'un accroissement de la pression augmente la réduction, les autres conditions restant les mêmes.

Avec l'huile de coton, sous une pression de 25 atm, la réduction dépasse les 50 p. 100 du glycéride et le produit dur a un point de fusion d'environ 50°.

Voici enfin quelques considérations qui accompagnaient la proposition de loi tendant à exonérer de tout droit de douane les huiles de poisson destinées à être hydrogénées, et auxquelles faisait allusion notre note du *Bulletin* de juillet 1914.

L'hydrogénation des huiles, dans le but de transformer les huiles liquides en graisses à point de fusion plus élevé, est appliquée aujourd'hui dans presque tous les pays industriels, la Russie, la Norvège, l'Allemagne, l'Autriche, la Hollande, l'Angleterre, les États-Unis, l'Italie et même la France. La méthode originale est due aux travaux de savants français, mais c'est la France qui s'est décidée la dernière à créer des

usines d'exploitation. Les usines actuelles peuvent produire 270 000 t par an; les deux usines françaises 20 000 t environ.

L'industrie des huiles hydrogénées permettra-t-elle d'enrayer la hausse des matières premières, qui pèse si lourdement sur nos industries de la stéarinerie et de la savonnerie? Cette hausse est presque constante depuis 1904; les suifs ont passé de 59 à 81,83 f, les coprahs de 62,56 f à 108,81 f, les arachides de 42,63 f à 76,50 f, c'est-à-dire que les prix ont augmenté de quatre dixièmes pour les suifs et de plus de trois quarts pour les coprahs et les arachides.

Cette augmentation est due en majeure partie à ce que les huiles de coprah et d'arachides, qui ne servaient il y a quinze ans que pour la fabrication des savons, servent de plus en plus aujourd'hui, après neutralisation et désodorisation, à la fabrication de graisses alimentaires végétales, cocose, etc.

Il y avait 45 stéarineries en 1870; il en reste 16, soit un tiers.

La savonnerie a vu ses matières premières augmenter de prix depuis 1904, à tel point que pour une fabrication qui utilise par tiers les suifs, les coprahs, les arachides, et qui produit des savons à 73 p. 100 de corps gras, la majoration atteint presque les deux tiers du prix de revient, alors que les cours de vente n'ont eu qu'une majoration de un tiers sur ceux de 1904, soit 64 f au lieu de 48 f. Comme la glycérine, sous-produit du savon, a de son côté subi une hausse de 4 f aux 100 kg, il reste encore une différence du quart entre la hausse des prix de revient et celle des produits fabriqués.

Fait symptomatique de cette crise de la savonnerie : deux marques marseillaises, représentant à elles seules le dixième de la production totale, viennent d'être acquises par une maison de Liverpool, qui avait déjà établi une savonnerie à Lille; cette maison a une usine d'hydrogénation à Port Sunlight près Liverpool.

L'hydrogénation traite les huiles de baleine et les transforme en huiles hydrogénées ou durcies pour savonnerie valant 50 à 60 f les 100 kg. Ces huiles de baleine ne servaient que pour le travail des cuirs et peaux, l'ensimage du jute et l'alimentation des pores.

La France a exporté, en 1912, 39 043 600 kg de savons, 724 800 kg de stéarine, 123 000 kg d'acide stéarique, 833 900 kg de chandelles, 3 152 309 kg de bougies, représentant une valeur de 28 000 000 f.

Sur la piqure des toiles de tentes et des toiles à voiles. — M. FERNAND GUÉGUEN (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 7 décembre 1914, p. 781-4) a communiqué la note suivante :

Les tissus de toile exposés aux intempéries, et notamment les toiles de tentes et les voiles de navires, deviennent promptement le siège d'une altération bien connue sous le nom de piqure, caractérisée par l'apparition, à leur surface, de nombreux points et taches noirâtres, ou même de duvets foncés plus ou moins étendus. Le tissu piqué perd vite sa résistance, et parfois, au bout de quelques mois, se déchire au moindre effort.

La piqure est causée par le développement, au sein du tissu, de moisissures diverses, parmi lesquelles les *Pleospora infectoria* Fuck et *Pl. herbarum* (Pers) Rab. m'ont paru, surtout la première, jouer le rôle le plus important.

Les filaments de ces moisissures, et notamment ceux des *Pleospora*, pénètrent la toile en tous sens, rampant non seulement à la surface du tissu et entre les fils qui constituent la trame, mais encore s'appliquant étroitement à la surface des fibres textiles et y pénétrant par les ponctuations de la paroi. La dislocation de la fibre se produit sous l'action des ferments sécrétés par le champignon, et accessoirement par la distension que provoque la croissance des masses toruleuses, résultant de la pullulation des hyphes à l'intérieur de la fibre.

La piqure semble n'être presque jamais due à la contamination accidentelle du tissu. Elle est causée par le développement, sous l'influence de la chaleur humide, des filaments de moisissures préexistants dans la toile neuve. Un séjour de 48 heures dans l'étuve à $+ 22^{\circ}$ fait apparaître la piqure, sous forme de taches noirâtres abondantes surtout vers le bas de la toile, et bientôt confluentes en duvet continu au voisinage du liquide. Le phénomène s'observe pour ainsi dire avec toutes les toiles écruës; celles qui ont été soumises aux agents de blanchiments (hypochlorites, etc.) restent indemnes, ou ne montrent qu'accidentellement de rares colonies glauques de *Penicillium* ou d'*Aspergillus* résultant d'une contamination fortuite par l'air et ne compromettant pas la solidité ultérieure de la toile.

Les moisissures brunes qui causent la piqure sont introduites lors du tissage par les filasses qui constituent la matière première. Elles proviennent des *Pleospora* et autres petits champignons qui croissent sur les tiges mortes du végétal textile et s'introduisent entre les fibres et à l'intérieur de celles-ci lors du rouissage.

La piqure pourrait être évitée par la stérilisation des filasses après le rouissage. Pour atteindre ce but, l'emploi de la chaleur (vapeur fluente ou vapeur sous pression, puis séchage) semble le procédé de choix. L'emploi des agents chimiques, dont l'action désorganisant sur la fibre risque davantage de compromettre la solidité des tissus, sera limité à certains cas spéciaux. Il conviendra de laisser de côté le formol, peu efficace à l'égard des champignons en général, et de recourir plutôt à l'emploi de solutions bouillantes de sels de chrome ou de cuivre, employées soit pour les filasses, soit même pour la toile ouvrée.

Le procédé d'imperméabilisation des bâches (immersion successive du tissu dans deux solutions : la première de savon à 20 p. 100, la seconde de sulfate de cuivre à 8 p. 100) donnerait à ce point de vue d'excellents résultats, à condition d'opérer à la température de l'ébullition. Il serait, en tout cas, de beaucoup préférable au tannage, auquel la marine a recours habituellement.

Imperméabilisation improvisée des vêtements militaires. — Dans la séance de l'Académie des Sciences du 27 octobre 1914, M. G. A. LE ROY a soumis un procédé rapide pour l'imperméabilisation des vêtements usagés.

Il rappelle d'abord que, lors de la guerre de 1870, d'éminents chimistes, membres de l'Académie, Balard et Aimé Girard, étudièrent cette question et proposèrent, pour l'imperméabilisation des vareuses de « la Mobile », un procédé basé sur l'emploi des solutions aqueuses d'acétate d'alumine. On a reproché à ce procédé, excellent pour l'époque, de ne pas être assez durable, car l'imperméabilisation disparaîtrait sous l'action des frottements réitérés (bretelles du sac, etc.). D'autre part, on doit découdre les galons et les boutons métalliques des uniformes, que le traitement verdegriiserait. Enfin, la solution aqueuse d'acétate mouille le drap, déforme assez le vêtement et nécessite un temps de séchage assez long.

Le présent procédé d'imperméabilisation paraît exempt de ces inconvénients : il est durable, car le produit adhère aux fibres textiles; il ne déforme pas le vêtement et n'exige qu'un temps très court pour le séchage; il est facile d'exécution, car il est inutile de découdre

les galons et les boutons métalliques. Par ailleurs, le drap traité conserve toute sa perméabilité à l'air et à la transpiration, ce qui est, on le sait, capital au point de vue sanitaire.

Le procédé est basé sur une très légère imprégnation des fibres des tissus au moyen de la graisse de suint de mouton, préalablement dissoute et diluée dans un véhicule neutre, anhydre et volatil. C'est donc un « procédé à sec ».

Comme graisse de suint de mouton, il a choisi, après essais, le produit courant en droguerie dénommé « Adeps lanæ anhydre ». Ce produit pâteux, de consistance et d'aspect butyreux, est liquéfié d'abord, à l'aide de quelques centimètres cubes de chloroforme, de sulfure de carbone ou de tétrachlorure de carbone, puis aussitôt dilué et dissous dans les hydrocarbures industriels dits essence de pétrole pour automobile. On peut substituer à l'essence les hydrocarbures-benzols employés par les dégraisseurs. On peut aussi couper les dissolvants de moitié de leur volume avec du tétrachlorure de carbone ou du dichlorure d'éthylène, produits industrialisés, dans le but d'annihiler, si besoin, les dangers d'inflammation des hydrocarbures. Les proportions à mettre en œuvre sont de 5 à 10 parties d'Adeps lanæ pour 95 à 99 parties de dissolvant.

La technique opératoire est la suivante :

Soit un uniforme militaire usagé, qu'il s'agit d'imperméabiliser d'une manière improvisée. L'uniforme entier avec ses galons, boutons (capote, pantalon, képi, etc.), est immergé dans le liquide, placé dans un vase quelconque ; il y est foulé quelques minutes, puis exprimé et abandonné au grand air pour séchage. Par évaporation du dissolvant volatil, les corps gras du suint restent fixés sur les fibres et dans les pores du tissu et ne sauraient en être enlevés par les frottements (comme les particules de l'acétate basique d'alumine). L'imperméabilisation est telle que des morceaux de drap militaire ainsi traités, puis façonnés en cône renversé, et placés dans un entonnoir, ont pu être remplis d'eau distillée, sans laisser filtrer aucune gouttelette d'eau, même après vingt-quatre heures de contact. D'autre part, l'aspect du drap, sa porosité, sa couleur, son élasticité ne se trouvent aucunement modifiés.

Sur la casse des vins. — Depuis que Pasteur, dans ses *Études* sur le vin, publiées en 1886, attribuait à l'action de microorganismes spécifiques la maladie de l'amertume, la plupart des maladies des vins ont été attribuées à l'action d'une cause de nature biologique. La pousse, la graisse, etc., de nos œnologues sont causés par des actions biologiques ; l'acidité est le plus souvent due à la production d'acide acétique résultant de l'action du *Mycoderma aceti* sur l'alcool du vin ; un autre mycoderma *M. vini* attaque la crème de tartre et les matières extractives azotées.

Cependant quelques-unes des maladies du vin n'ont pas d'origine biologique.

C'est ainsi qu'un certain goût de moisi a pour cause la présence d'une huile essentielle. La présence de sels de fer est une condition nécessaire pour la production de la casse ferrugineuse, trouble qui affecte parfois les vins blancs. Des processus d'oxydation se joignent à la cause originelle ; l'action d'une oxydase, qui sert de véhicule à l'oxygène de l'air, intervient aussi.

Une variété de casse affectant les vins blancs du Cap a été étudiée par le docteur H. Brown avec toute l'ampleur imaginable (*Journal of the Institute of Brewing*, vol. 20, n° 5). Le vin le plus clair est exposé à se troubler avec production d'un léger dépôt, d'une brunissure de la couleur, d'une saveur un peu amère. La cause n'est pas de nature biologique ; elle relève de changements purement chimiques. Elle n'agit que si le vin est en contact avec l'air ou avec l'oxygène d'une source quelconque. Le dépôt renferme toujours du fer à l'état ferreux, qui agit comme véhicule d'oxygène. Il faut aussi

la présence de certaines substances oxydables, telles que l'acide tannique. L'agent de l'oxydation n'est pas une oxydase végétale. La cause directe est une réduction et une oxydation alternatives du fer, causant le transport de l'oxygène sur les tannins et sur d'autres constituants du vin.

Le premier remède préventif, c'est d'empêcher le moût du vin de s'incorporer des traces de fer; ou tout au moins de lui ajouter un agent réducteur qui maintienne ces traces à l'état ferreux, par exemple un sulfite. Un autre remède préventif, c'est d'annihiler l'influence de l'acide tannique, par exemple en ajoutant de la caséine. Enfin, on évitera toute aération du vin lors de la mise en bouteilles, et on aura soin de faire le plein.

Il reste à étudier l'influence des substances azotées.

Ce mémoire est d'autant plus intéressant que la maladie était plus répandue, au point qu'on l'attribuait à l'influence fondamentale du sol ou du climat. L'on voit qu'il n'en est rien, et la maladie peut être évitée.

Stérilisation de l'eau par l'ébullition. — C'est une bien vieille pratique, puisque Hérodote nous parle déjà de l'emploi de l'eau bouillie par Cyrus :

« Le grand Roi ne se met point en campagne qu'il n'ait avec lui beaucoup de vivres et de bétail, qu'il tire de son pays. On porte aussi à sa suite de l'eau de Choaspé (aujourd'hui Kara-Su), fleuve qui passe à Suse. Le Roi n'en boit pas d'autre. On la renferme dans des vases d'argent, après l'avoir fait bouillir, et on la transporte à la suite de ce prince, sur des chariots à quatre roues traînés par des mulets. »

Stérilisation de la paraffine liquide ou huile de vaseline. — D'après une note de M. D. MAUGHAN (*The pharmaceutical Journal*, série 4, tome 39, 1914, p. 81), un séjour de une heure au bain-marie bouillant ne suffit pas à stériliser la paraffine liquide de ses contaminations. Il faut au moins deux heures à 100° pour tuer toutes les cultures, ou trente minutes à 110° (au bain d'huile).

Sur les conserves de viandes. — M. BALLAND, dans une note parue dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (séance du 9 novembre 1914), a fait allusion dans les termes suivants à un procédé économique et expéditif pour préparer les conserves de viande destinées à nos armées en campagne :

L'opération consisterait à introduire directement dans des boîtes métalliques : 800 g de viande crue coupée en morceaux, 50 g de riz, 10 g de sel et 2 g d'agar-agar. Le sertissage des boîtes suivrait immédiatement et la cuisson se ferait à l'autoclave, en trois heures.

La fabrication courante des conserves pour l'armée, étayée sur une longue pratique, est moins expéditive, remarque M. Balland. Voici comment il la décrit. La viande de bœuf désossée et convenablement parée doit être d'abord soumise au blanchiment, c'est-à-dire bouillie à cœur avant d'être mise en boîte avec le bouillon concentré à part, provenant du blanchiment. Les boîtes ainsi remplies sont scellées et stérilisées à l'autoclave, à la température de 120°.

Il résulte d'expériences, que la viande après blanchiment contient moins d'eau que la viande crue et qu'il faut environ 1 500 g de viande de bœuf ordinaire pour faire 1 kg de conserve, soit près du double de ce qui est proposé aujourd'hui. L'addition du riz et de l'agar-agar, dans les nouveaux produits, aurait pour but d'absorber un excédent d'eau. On sait, en effet, que le riz pendant la cuisson peut prendre jusqu'à cinq fois son poids d'eau et que cette particularité a été mise à profit par des industriels peu scrupuleux pour augmenter le rendement du pain. L'usage de l'agar-agar a été prohibé d'autre part pour communiquer aux confitures une consistance factice.

MM. ANDRÉ KLING et H. COPAUX sont revenus sur la question dans une note présentée à la séance du 23 novembre de l'Académie des sciences. Des deux procédés mis en opposition par M. Balland, disent-ils, l'un est le procédé traditionnel, dit de Chevallier-Appert, dans lequel la viande est blanchie, c'est-à-dire cuite à l'eau bouillante, puis réunie ultérieurement au bouillon fortement concentré à part, viande et bouillon étant enfin stérilisés ensemble à 115°-120°.

Dans le second procédé, le nôtre, dit de Billancourt amélioré, la viande crue, coupée en morceaux, est mélangée à du riz destiné à absorber la majeure partie de l'eau provenant de la déshydratation de la viande, ainsi qu'à du sel et à un peu d'agar-agar qui gélifie le bouillon non absorbé par le riz. Ce mélange est immédiatement stérilisé à la même température, mais plus longtemps que dans le procédé Chevallier-Appert.

Nous reconnaissons tout de suite à la conserve Chevallier-Appert, déclarent les auteurs de la note, l'avantage de contenir une moindre proportion d'eau, à poids égal de viande cuite, et de diminuer ainsi la charge inutile; encore cet avantage est-il atténué quand il s'agit d'alimenter la garnison sédentaire d'une place forte. Mais, ceci accordé, rien ne permet d'attribuer à la conserve Chevallier-Appert une supériorité de qualité sur la conserve Billancourt améliorée. Celle-ci diffère de l'autre, non par l'état de la viande cuite, qui est pratiquement la même dans les deux cas, mais par l'addition d'agar-agar (2 g pour 800 g de viande crue) et de riz.

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. HITIER

membre du Conseil.

L'AGRICULTURE DE NOS RÉGIONS ENVAHIES

Toutes les régions de la France, sans exception, ont eu et ont à souffrir de la terrible guerre que nous subissons du fait de l'Allemagne ; dans toutes nos campagnes, l'appel des hommes de vingt à quarante-huit ans, la réquisition des chevaux, des bœufs, etc., ont rendu les travaux agricoles particulièrement difficiles ; grâce à l'énergie de ceux et de celles qui sont restés dans nos villages et nos fermes, grâce aux vieillards, aux femmes et aux enfants, la moisson, les vendanges, les semailles, se sont faites cependant presque partout en France d'une façon normale, à l'exception toutefois des malheureuses régions envahies par l'ennemi. Ici les désastres, les ruines, les misères sont quasi incalculables. La plupart des habitants ont dû fuir le pays, les villages détruits de fond en comble, incendiés, pillés, se comptent par centaines ; un chien même, disait dernièrement M. Develle, ne trouverait pas à vivre dans des centaines de villages de la Meuse. Là même où les bâtiments sont encore debout, les granges, les greniers, les étables et les écuries sont vides, les champs sont incultes.

Le Gouvernement, les initiatives privées s'occupent dès maintenant et très activement des moyens à prendre pour parer aux besoins les plus urgents de ces régions envahies et y permettre la reprise de la vie économique ; ces régions non seulement sont parmi les plus riches de la France au point de vue industriel, mais aussi au point de vue agricole. La terre ici produisait amplement pour subvenir aux besoins d'une population particulièrement dense, et quantité de grains, d'animaux, de sucre, d'alcool, etc., y restait encore disponible pour l'exportation.

Ce qu'était l'agriculture de ces régions du Nord et du Nord-Est de la France, quels produits elle tirait du sol, c'est ce que nous voudrions préciser dans ces Notes d'Agriculture. Cela permettra de mieux se rendre compte des dommages causés du fait de la guerre, comme des moyens à prendre pour y parer tout au moins dans la mesure du possible.

Département du Nord.

« Au-dessous de la craie que supportent les *dièves* ou le *tourtia*, on trouve, aux environs de Valenciennes, les houillères du bassin franco-belge, Anzin, etc. Pendant que le mineur extrait la houille, véritable provision de force et de chaleur enfouie dans les profondeurs de la terre depuis des milliers de siècles, le cultivateur qui

laboure et ensemence la surface cherche à condenser chaque année de nouvelles quantités de carbone dans ses récoltes de céréales, de fourrages, de betteraves, de colza, d'œillettes, de chanvre, de lin, de tabac, etc. Les villes industrielles du voisinage en extraient le sucre, l'huile et transforment les textiles en étoffes. Tous les déchets de ces manufactures, les fumiers de chevaux et même le résidu de l'alimentation des ouvriers, l'*engrais flamand*, reviennent aux champs qui les avaient fournis, et, de cette alliance de l'industrie avec l'agriculture, de ce *circulus*, où rien ne se perd, mais où les forces disponibles pour la consommation augmentent chaque année, il résulte un accroissement de plus en plus grand de richesse et de population.

« D'après la statistique agricole de la France que vient de publier notre savant directeur de l'agriculture, M. Tisserand, le département du Nord est le premier de tous nos départements à la fois pour la quantité d'hectolitres de blé produits par 100 ha de territoire agricole (892 hl), pour la proportion de cultures industrielles et surtout de betteraves à sucre (plus de 20 millions de quintaux métriques) et pour le poids vif par hectare des animaux de ferme entretenus (308 kg par hectare). »

Depuis l'époque à laquelle M. E. Risler, notre très regretté collègue, écrivait ces lignes dans sa *Géologie agricole*, l'agriculture du département du Nord n'a cessé de progresser encore, et les chiffres tirés des dernières statistiques du ministère de l'Agriculture, que nous donnons plus loin, sont une preuve éclatante de l'abondance comme de la diversité des produits qu'elle sait tirer du sol.

Des plus variées sont, du reste, les productions agricoles du département du Nord. M. Comon, dans sa monographie agricole du département du Nord (1), a montré en effet que celui-ci pouvait être divisé en trois grandes zones absolument naturelles, et qu'à chacune de ces zones correspondaient des caractères spéciaux bien tranchés au quadruple point de vue : 1° de la constitution géologique du terrain ; 2° du climat ; 3° de la production agricole et des systèmes de culture ; 4° enfin, du langage et des mœurs des habitants.

1° La zone herbagère ; 2° la zone industrielle comprenant une sous-zone, celle de Lille ; 3° la zone de Flandre, comptant également une sous-zone, celle du Nordland.

La zone herbagère, c'est toute la partie du terrain située sur la rive droite de la Sambre ; elle comprend la plus grande partie de l'arrondissement d'Avesnes, c'est-à-dire les cantons d'Avesnes, de Maubeuge, de Landrecies, etc., etc.

Cette zone appartient aux terrains primaires ; au-dessous d'un limon jaune argilo-siliceux qui couvre les plateaux, on trouve ou bien les schistes dévonien, ou bien des grès et des calcaires carbonifères.

Le terrain est, du reste, très accidenté et se présente sous forme d'ondulations, au fond desquelles serpentent de petits ruisseaux affluents de la Sambre, des deux Helves, de la Solre, etc.

Le climat déjà rigoureux rappelle celui de l'Ardenne : le thermomètre descend jusqu'à — 23°, les pluies y sont fréquentes surtout en automne et au printemps. Sous l'influence précisément de ces pluies printanières, la pousse de l'herbe est assez hâtive. Sol et climat favorisaient donc naturellement la mise en herbages et, de fait, depuis des temps immémoriaux la rive droite de la Sambre est exclusivement couverte

(1) *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1898, p. 359-425.

de pâturages, c'est le *pays vert*; l'élevage du *cheval de trait du Nord*, rappelant beaucoup le cheval de trait belge, y est aujourd'hui très en honneur; mais c'est surtout l'élevage et l'exploitation des bêtes bovines qui y ont acquis une très grande importance. La vache laitière, de race hollandaise ou flamande (*variété maroillaise*), donne un lait abondant qui sert à la fabrication du beurre et surtout du fromage.

Dans les herbages de l'arrondissement d'Avesnes, l'on engraisse pendant la bonne saison des bœufs provenant du Nivernais, de la Mayenne, de la Franche-Comté, etc.

De nombreux pâturages ici sont plantés de telle sorte que, suivant M. Comon, dans cet arrondissement, la production des fruits se fait parallèlement à celle du beurre et du fromage. Ce sont des pommiers surtout que l'on y trouve (pommiers de Belle Fleur, Bon Pommier, Court Pendu); les fruits sont destinés à être mangés crus ou cuits dans les villes du Nord, en Angleterre; les pommes de première qualité, cueillies à la main, se vendent de 18 à 22 f le quintal; un certain nombre de fabriques de pâtes de pommes, dans le pays même, absorbent, les années d'abondance, les excédents non vendus.

Cette zone herbagère est un pays de petite et moyenne propriété.

La *zone industrielle* englobe la plus grande partie du département; elle comprend la Flandre française, le Hainaut français, le Cambrésis et quelques communes de l'ancien Artois, c'est-à-dire les arrondissements de Lille, Douai, Valenciennes et Cambrai en entier.

La craie et spécialement la craie marneuse forme le sous-sol de tout le pays, mais affleure rarement à la surface, sauf sur quelques flancs de coteaux dans le Cambrésis: presque partout elle est recouverte de limons quaternaires et d'alluvions modernes, d'argiles plus ou moins tourbeuses qui, en réalité, constituent le sol arable.

Le climat ici est tempéré, presque marin.

Cette zone industrielle contient les 98 centièmes des usines qui transforment les racines de la betterave en sucre ou en alcool dans le département du Nord, et le système de culture de la zone industrielle est entièrement basé sur la production de la betterave: betterave pour les sucreries dans les arrondissements de Cambrai, Valenciennes et Douai, betterave pour les distilleries dans l'arrondissement de Lille.

Dans ce même arrondissement, le lin, le tabac sont aussi cultivés, de même la chicorée à café.

La production des graines de betteraves est une des spécialités de cette zone industrielle, Orchies étant un des centres principaux de cette culture qu'il nous faut souhaiter voir se développer beaucoup en France.

Toutes ces plantes exigent de grosses fumures, beaucoup d'engrais, de multiples façons aratoires; elles laissent alors le sol dans les meilleures conditions de fertilité et de propreté pour porter de très grosses récoltes de céréales, d'orges, de blés, d'avoines; cette région du Nord vend, du reste, chaque année quantité de semences de céréales.

Dans l'arrondissement de Valenciennes, au voisinage de la Belgique, se cultivent quelques centaines d'hectares de plantes médicinales, guimauve, mauve, bouillon blanc, camomille.

Le bétail est très nombreux dans les exploitations de cette zone, chevaux de trait, vaches laitières et bœufs à l'engrais; les grands centres industriels à population dense y sont nombreux et offrent d'énormes débouchés pour le lait et la viande.

La zone de Flandre est formée par l'ancienne *Flandre flamingante* ; elle comprend la totalité des arrondissements d'Hazebrouck et de Dunkerque (1).

La longue plaine qui s'étend d'Armentières à la mer appartient aux terrains tertiaires, à l'étage yprésien qui est constitué par une argile plastique bleu foncé, que l'on appelle argile de Flandre. Cette couche de glaise atteint à Bailleul une épaisseur de près de 100 m.

Cette plaine, qui est recouverte par du limon quaternaire formant la couche arable, est surmontée d'un certain nombre d'éminences sableuses, peu élevées, mais que l'on décore du nom de *monts* par comparaison avec le pays environnant (Monts Cassel, Noir, des Cats, etc.).

La plaine des Flandres baisse insensiblement jusqu'à Bergues, où elle arrive presque au niveau de la mer. On entre là dans la *plaine maritime*, ou *Nordland*, ou *Pays-Bas*, région conquise sur la mer, desséchée par les *wateringues* ou canaux. Le sol arable, reposant sur de la tourbe, y est constitué par un sable grisâtre très fin, d'excellentes qualités au point de vue physique comme au point de vue chimique. Aussi toutes les cultures sont possibles et réussissent dans la région des *wateringues* : blé, avoine, betteraves à sucre et de distillerie, lin, etc., etc.

L'élevage est également très prospère ici ; quelques-uns des principaux éleveurs de notre belle race de chevaux boulonnais ont dans ce pays leurs écuries ; c'est, d'autre part, le centre d'élevage de la *race bovine flamande pure*, environs de Bergues et de Bourbourg.

Dans toute la zone de Flandre, du reste, dans les arrondissements de Dunkerque et d'Hazebrouck, on élève et exploite cette race flamande ; les pâturages y sont partout abondants et d'excellente qualité, et l'hiver à l'étable les animaux reçoivent, outre la paille et le foin de trèfle, des farines de féveroles, seigle ou orge, des tourteaux. La sélection de la race est faite avec le plus grand soin, la vente des reproducteurs étant le but de nombreux éleveurs du pays.

Il y a relativement peu de sucreries et de distilleries dans la zone de Flandre, mais le lin, le tabac, les féveroles occupent une place importante dans les assolements, et la pomme de terre y est une des cultures les plus productives et les mieux faites.

Une partie des pommes de terre récoltées dans les arrondissements de Dunkerque et d'Hazebrouck est dirigée sur l'Angleterre ; la région où l'on cultive le plus la pomme de terre, qui est comprise entre Bailleul, Hazebrouck et Merville, s'adonne à cette culture dans le but d'obtenir des tubercules destinés à la plantation et qui sont expédiés en Algérie par le port de Dunkerque.

Une des variétés de blé, jadis les plus réputées dans toute la région du nord de la France, était originaire de Flandre, le *blé blanc de Flandre* ou *blé de Bergues* ; cet excellent blé y est encore très cultivé.

L'avoine jaune des Salines, une de nos meilleures avoines, à très grand rendement, est aussi originaire de la zone de Flandre et surtout du Nordland.

(1) On trouvera, dans l'ouvrage de M. Raoul Blanchard, *la Flandre, étude géographique de la plaine flamande*, une description des plus complètes de cette région (française et belge) avec de nombreuses cartes, photographies, etc., etc. ; la situation actuelle et passée du pays, au point de vue industriel et agricole, a été très approfondie par l'auteur. L'ouvrage a été publié par la Société dunkerquoise pour l'Avancement des Lettres, des Sciences et des Arts (1906).

C'est dans l'arrondissement d'Hazebrouck, dans les communes de Bailleul et de Boeschèpe que se trouve un des principaux centres de production du houblon en France. Le département du Nord renferme un autre centre de production du houblon aux confins des arrondissements d'Avesnes et de Cambrai, à Busigny.

La culture maraîchère occupe dans les environs de Lille près de 800 ha ; et, dans le voisinage immédiat de Douai, 300 à 500 ha du marais de Sin-le-Noble sont cultivés en choux-fleurs, choux de Bruxelles et choux de variétés différentes.

Enfin, en raison de la proximité des grandes villes de Lille, Roubaix et Tourcoing et aussi grâce au voisinage des houillères du Nord et du Pas-de-Calais, qui peuvent fournir aux établissements horticoles le charbon à un prix peu élevé, il s'est fondé, dans l'arrondissement de Lille surtout, un assez grand nombre d'établissements ayant pour but de produire sous verre les raisins, les pêches, les fraises et divers fruits. Naturellement, la production est conduite de façon à obtenir les fruits hors saison, c'est-à-dire aux époques où les fruits de plein air ne sont pas encore arrivés à maturité.

D'autres établissements s'adonnent plus particulièrement à la culture des plantes d'appartement ou des plantes de serre et d'ornement en général.

En 1906, les serres de ces divers établissements couvraient une superficie vitrée de 176 500 m².

Départements du Pas-de-Calais et de la Somme (1).

La zone du département du Pas-de-Calais, s'étendant à l'est de Béthune, Lens, Arras, Bapaume, région du département spécialement envahie par l'ennemi, forme le pays par excellence de culture des céréales et des plantes industrielles du Pas-de-Calais ; le sous-sol, constitué ici par de la craie, est surmonté d'une épaisse couche de limon qui permet toutes espèces de cultures et assure les grosses récoltes ; celles-ci sont d'autant plus élevées que les procédés de culture, suivis dans cette région du Pas-de-Calais, sont, de longue date, des plus intensifs ; même dans les terres moins profondes et plus sèches, où parfois la craie apparaît à la surface même du sol comme dans la plaine de Lens, l'on rencontre de magnifiques champs de céréales et de betteraves.

Toute cette zone du Pas-de-Calais est, du reste, celle où les sucreries sont les plus nombreuses, celle où, à côté de la culture de la betterave, se sont maintenues quelques cultures de colza, d'œillette et où se développait la culture du lin ces dernières années.

Grâce aux ressources fourragères provenant des prairies artificielles, grâce aux herbages créés autour des fermes mêmes, grâce aux résidus provenant des sucreries, des distilleries et des brasseries (pulpes et drèches), les animaux, bœufs, vaches, moutons sont nombreux dans toutes les exploitations ; l'engraissement et la production laitière y sont les deux spéculations principales. Arras possède le marché le plus important de toute la région du Nord pour la vente des vaches laitières de race flamande.

(1) *La plaine Picarde*. Picardie, Artois, Cambrésis, Beauvaisis, — étude de géographie sur les plaines du nord de la France par A. Demangeon, Paris, Librairie Armand Colin (1905). — contient sur ces régions et sur la Thiérache, des renseignements très nombreux et précis, au point de vue géographique physique, et aussi au point de vue agricole et industriel.

Ce sont ces mêmes caractères de culture industrielle, avec exploitation intensive de bétail à l'étable surtout, qui se rencontrent dans la région envahie du département de la Somme, dans tout l'arrondissement de Péronne, le nord et l'est de celui de Montdidier. Cette partie de la Somme porte le nom de *Santerre* (Roye, Quesnoy-en-Santerre, Rosières-en-Santerre, Chaulnes, Péronne), plaine fertile sans relief et sans vallée, recouverte d'un limon épais dont César note plusieurs fois les belles récoltes en céréales. C'est de toute la Somme le pays par excellence des cultures du blé, de l'avoine et des betteraves ; les villages se pressent nombreux, très rapprochés les uns des autres dans cette plaine du Santerre et, seuls, quelques arbres autour des fermes et des villages y rompent la monotonie des terres de labour. Ici encore les sucreries et distilleries sont très nombreuses, Roye, Chaulnes, Ham, Nesles étaient, à cet égard, des centres particulièrement importants : à Roye, par exemple, existait une des exploitations justement les plus réputées de toute la France, celle de M. Émile Pluchet, le président de la Société des Agriculteurs de France, exploitation de 800 ha avec importante sucrerie adjointe à la ferme.

Département de l'Aisne.

Le département de l'Aisne comprend des régions très distinctes comme formations géologiques, topographie, et dès lors comme productions agricoles. Les *plateaux du Soissonnais*, notamment au nord de Soissons entre les vallées de l'Aisne et de l'Ailette, portent, au-dessus du calcaire grossier, un limon épais et fertile, facile à cultiver, qui produit en abondance le blé, la betterave, les prairies artificielles, luzerne et sainfoin : des fermes très importantes, souvent de 200 à 400 ha, sont bâties généralement au sommet du flanc des vallées ; elles utilisent même parfois les carrières, d'où ont été extraites les pierres de taille ayant servi à les construire, comme bouvieries et bergeries. L'on ne sait que trop quel rôle ont joué ces carrières entre les mains des Allemands comme abri et défenses de siège. Les champs, que cultivent ces fermes, s'étendent alors à perte de vue sur le plateau, et portent de superbes récoltes. Ce pays est un centre extrêmement important d'exportation de grains, blés et avoines, d'exportation de paille, paille, pressée destinée à l'Angleterre. Quant aux betteraves, elles sont traitées par les fabriques de sucre qui se sont groupées, à cause de l'eau et des questions de transport, spécialement dans les vallées de l'Aisne, de l'Oise, de l'Ailette.

Dans ces mêmes fermes des plateaux du Soissonnais, l'élevage du mouton est resté très prospère, et là se rencontraient quelques-uns des troupeaux de mérinos, *mérinos précoces du Soissonnais*, les plus célèbres.

Au nord de la vallée de l'Ailette et de la vallée de l'Oise, — de Chauny à Noyon, — jusqu'à la ligne de chemin de fer de Ham, Tergnier, Laon, s'étend une région particulièrement accidentée, aux sols aussi variés que les formations géologiques que l'on y rencontre : glauconie de la terre, argile plastique, sables du Soissonnais, calcaire grossier, etc., etc. Ici plus de vastes plateaux, mais un enchevêtrement de collines, de mamelons découpés, séparés les uns des autres par une multitude de vallées étroites et sinueuses ; sables, argiles, grès, roches calcaires ne se prêtent guère d'autre part à la culture ; aussi, sauf dans les vallées plus larges où, à côté des terres de labour existent des prairies souvent beaucoup trop humides quasi marécageuses, sauf les

flancs des coteaux occupés par des cultures maraîchères (haricots, asperges), par des cultures arbustives (cerisiers, poiriers, pommiers, vignes), presque tout le pays est boisé, forêts de Pinon, de Coucy, de Saint-Gobain, etc. — « Ici, grâce aux découpures et aux articulations du sol agit une autre cause de diversité, où le climat se combine avec le relief : c'est l'orientation. Déjà l'éloignement de la mer a diminué un peu la nébulosité, accru légèrement l'intensité des rayons solaires : aussi l'orientation prend une valeur inconnue dans le modelé amorphe de la Picardie crayeuse. Les versants tournés vers l'Est et le Sud-Est sont particulièrement favorisés. Sur les flancs orientaux du massif de Saint-Gobain, les monts voisins de Laon, les coteaux de Craonne se déroule une ceinture presque ininterrompue de villages, pratiquant sur un sol morcelé les cultures les plus variées. Tandis que la grande culture règne sur les plateaux, là pullule cette population de petits cultivateurs, horticulteurs ou vignerons qui est une des créations de nos coteaux. » (Vidal de la Blache.)

Au pied de la montagne de Laon, bâtie précisément sur une butte, s'étend au nord jusqu'à Saint-Quentin, Guise, le Catelet, Bohain, à nouveau une tout autre région : une vaste plaine à fond de craie, plus ou moins mamelonnée, *la plaine de Laon*. Les bois y sont rares et n'y forment que quelques bouquets isolés ; par contre, les terres de labour y occupent presque tout le terrain ; le pays est naturellement moins fertile, comme sol, que les plateaux du Soissonnais, du Cambrésis, du Santerre, mais grâce à de judicieux procédés de culture, à l'emploi d'abondants engrais il est devenu un des grands centres de production de la betterave à sucre. Celle-ci est semée dans toutes les fermes du pays, à côté du blé, de l'avoine, de l'orge, des dravières (vesces mélangées de seigle). Le bétail est aussi nombreux partout, bétail de trait, chevaux et bœufs nécessités par la culture intensive, les charrois et transports des betteraves et des pulpes, bétail de rente, vaches et bœufs à l'engrais consommant, l'hiver, les résidus de la sucrerie.

Enfin le nord du département de l'Aisne, au delà de Guise, de Marle et de la vallée de la Serre, est occupé par un pays de caractère à nouveau très différent : c'est la région de *la Thiérache*, dont les herbages se continuent au delà d'Hirson et de la Capelle jusqu'à Avesnes dans le département du Nord et à l'Est-Nord-Est jusque dans le département des Ardennes.

C'est que, en se rapprochant du Massif ancien de l'Ardenne, les différentes couches géologiques, qui formaient le sous-sol des régions voisines, se relèvent progressivement ; la craie blanche des plaines de la Picardie et du Laonnais s'amincit en biseau sur les bords de la Serre et au delà du Quesnoy, Catillon, Vervins, laisse la place à la craie à gros silex cornus et aux formations argileuses.

Le régime hydrographique s'est en même temps complètement modifié, les sources ne se trouvent plus seulement dans le fond des vallées, mais sur les versants aux affleurements des couches imperméables, et, comme le pays est découpé par une multitude de vallées, hameaux et fermes s'éparpillent de tous côtés à proximité des nappes souterraines. La Thiérache est ainsi tout l'opposé de la Picardie et des plaines de Laon qui l'encadrent à l'ouest et au sud. Ici « le pays se couvre, en vain l'œil cherche un ensemble, ce ne sont que d'éternelles haies, des herbages, des pommiers, partout de la verdure ». (Demangeon.)

La Thiérache est ainsi un coin de Normandie à l'extrémité des plaines de craie du nord de la France, et ce sont les mêmes productions que dans le Bray ou le Pays

d'Auge que nous y retrouvons aujourd'hui, parce que la Thiérache est constituée par des terrains analogues à ceux que l'on rencontre dans ces pays de Normandie : des terrains argileux et imperméables, plus ou moins recouverts de limon, et qui conviennent tout spécialement à la production de l'herbe.

Pendant longtemps, toutefois, on s'était obstiné à les cultiver, mais les récoltes que l'on en retirait étaient médiocres et coûteuses ; depuis une soixantaine d'années la mise en herbages s'est accentuée au point d'être devenue aujourd'hui générale en Thiérache.

Sur les herbages de la Thiérache, l'on entretient des vaches laitières dont le lait sert à fabriquer les fromages dits fromages de *Maroilles*, ou à fabriquer du beurre ; de nombreuses laiteries industrielles ou coopératives se sont établies en Thiérache qui sont pourvues de l'outillage le plus perfectionné. Dès 1906 l'on estimait à 1 200 000 kg l'exportation annuelle des beurres de la Thiérache, et à 800 000 kg l'exportation des fromages.

Ces industries laitières laissent d'abondants résidus utilisés pour l'engraissement des porcs qui se fait en Thiérache sur une très large échelle : les porcelets, destinés à être ainsi engraisés, sont achetés surtout en Limousin et en Périgord.

Certains herbages de la Thiérache permettent le parfait engraissement des bœufs et vaches, des bouvillons et génisses, durant la belle saison ; ce sont surtout des bêtes de la Mayenne et de la Sarthe que l'on importe, dans ce but, en Thiérache.

Enfin de plus en plus, devant les hauts prix qu'atteignent les chevaux de trait, les éleveurs de la Thiérache recherchent les poulinières de race belge ou de gros trait du nord de la France pour produire des poulains, et cet élevage du cheval devient encore une des spécialités de la Thiérache.

Comme la Normandie, la Thiérache produit maintenant une grosse quantité de cidre ou plutôt les plantations de pommiers y donnent d'abondantes récoltes de fruits recherchés par les courtiers allemands. A l'exemple des herbagers de la région d'Avesnes, les herbagers de la Thiérache ont aussi planté des pommiers à couteau dont les fruits sont exportés en Angleterre ou dans les villes industrielles du Nord. Des fabriques de pâte de pommes se sont même installées en Thiérache pour utiliser les fruits, lorsque la vente sur les marchés tend à descendre à un prix trop bas.

La Champagne (département de la Marne).

« L'histoire et la tradition populaire s'accordent avec la géographie pour attribuer la dénomination de *Champagne* aux plaines crayeuses et dénudées qui couvrent transversalement une partie des départements de l'Yonne, de l'Aube, de la Marne, des Ardennes, de l'Aisne... Facilement pénétrable dans toutes les directions, en dépit de sa frontière forestière, à toutes les époques elle a été horriblement foulée par les invasions et d'éternels souvenirs de guerre planent sur toute la contrée (1). » (E. Chantriot.)

Vers l'ouest, c'est-à-dire du côté de la Brie, du Tardenois, du Laonnais, la Cham-

(1) Nous faisons, à propos de la Champagne, de l'Argonne, de l'Ardenne, de larges emprunts à l'ouvrage admirablement documenté et très précis de M. Émile Chantriot, *La Champagne, étude de géographie régionale*. Berger-Levrault, 1906.

pagne trouve sa limite naturelle dans le massif tertiaire qui se dresse sous forme de falaise plus ou moins accentuée, de Montereau au confluent de la Seine et de l'Yonne au sud, aux coteaux de Craonne au nord de l'Aisne.

Entre la percée de la Seine en aval de Montereau et la trouée du Petit Morin au nord de Sézanne, cette falaise est plus particulièrement désignée sous le nom de *Montois* ; au delà des marais de Saint-Gond commence le *Vignoble* qui atteint son maximum de développement sur le pourtour de la *Montagne de Reims* entre les vallées divergentes de la Marne et de la Vesle ; au delà du sillon transversal de l'Aisne disparaît progressivement la vigne qui constitue la plus grande agglomération de toute la falaise. Les *Coteaux de Craonne*, qui se prolongent jusqu'à la dépression marécageuse de la Souche, à l'entrée du Laonnais, forment au nord-est l'angle terminal du massif tertiaire au-dessus des plaines champenoises.

Lorsque, par la ligne du chemin de fer, l'on se rend de Soissons à Reims, en même temps que la craie fait son apparition, près de la station de Muizon, la vallée de la Vesle, que l'on suit, s'élargit sensiblement, son fond est plat et tourbeux : autant d'indices que la Champagne est proche ; cependant le bassin de Reims ou Pays rémois où l'on pénètre d'abord, est loin de ressembler à la Champagne pouilleuse, dont elle occupe la partie septentrionale.

C'est qu'ici le plateau d'entre Suippe et Vesle est surmonté de collines crayeuses portant sur leur sommet et sur leurs flancs des lambeaux de terrain tertiaire épargné par l'érosion. Ainsi se profilent, à l'est et au nord de Reims, des ondulations plus ou moins accentuées et des buttes isolées dont les cimes boisées dominent toute la campagne rémoise : ce sont les collines de Moronvilliers, le Mont Berru et la butte de Brimont. Entre ces hauteurs et la Montagne de Reims (celle-ci au sud de Reims, sur la rive gauche de la Vesle, entre Épernay et Reims), promontoire avancé du massif tertiaire, s'étend un large bassin de plaines, au fond duquel s'écoule la Vesle aux rives bordées de prés-marais et de bois, c'est le Pays rémois.

« Les collines de Moronvilliers, le mont Berru et la butte de Brimont, dont les pentes sont tapissées de vignobles et les sommets couronnés de bois, constituèrent jadis des postes d'observation, des refuges pour les populations primitives de la contrée qui y trouvaient des matériaux de construction abondants, y façonnaient leurs instruments de travail et de défense. Aujourd'hui ces hauteurs sont garnies d'ouvrages fortifiés destinés à protéger les approches du camp retranché de Reims ; avec la longue protubérance de la Montagne, elles délimitent le bassin dont Reims occupe la partie centrale et qui constitue un petit canton nettement distinct de la Champagne pouilleuse. Partout où les affleurements de la craie blanche se montrent à nu sur les versants du bassin entre Prunay et Nauloy, Moronvilliers et Epoye, le sol se couvre de pineraies, bien que, par sa composition chimique, la craie à bélemnites ait été reconnue moins stérile que la craie à micraaster sur laquelle repose le camp de Châlons. Mais d'abondants dépôts de limons et de sables, superposés à la craie dans une grande partie de la campagne de Reims, fournissent des terres meubles, assez profondes, comparables aux meilleurs sols des cantons privilégiés du Tardenois et du Soissonnais ; à Vitry-les-Reims, les bonnes terres aux abords du village se vendent encore à raison de 4 000 f l'hectare. C'est pourquoi les cultures maraîchères, favorisées par la proximité d'une grande agglomération urbaine, et la culture de la betterave, ont pris de nos jours une rapide extension dans le bassin de Reims : les grandes sucreries de Loivre et de Fismes

trouvent à s'alimenter sur place. Dans la vallée marécageuse de la Vesle et sur les sols gréseux et stériles de la plaine, des travaux d'assainissement, d'irrigation et d'épandage, entrepris par la Compagnie des Eaux vannes de la Ville de Reims, ont complètement transformé une partie de la banlieue rémoise (domaines de Baslieux et des Marais). Avec ses larges plaines ondulées toutes en cultures, sa ceinture de vignobles et de forêts sur la bordure du massif tertiaire, le bassin de Reims, très nettement individualisé, est devenu un des pays les plus riches et les plus peuplés de la Champagne. » (E. Chantriot.)

Au sud et au nord de Châlons-sur-Marne, depuis les plaines de la Seine jusqu'au val de l'Aisne, se développent les croupes arrondies et les ondulations confuses de la *Champagne pouilleuse* où la craie, qui se montre à nu à peine recouverte, çà et là, par de minces lambeaux d'alluvions, engendre un sol aride et désolé. Les savarts ou « peuleux », véritables landes abandonnées à la vaine pâture, et la maigre végétation des pineraies y disputent la place aux céréales ; seuls, les interminables rubans de verdure, qui désignent de loin aux regards le tracé des vallées, rompent l'uniformité monotone du paysage.

Toutefois ici encore de grands progrès agricoles ont été réalisés dans ces terres de Champagne pouilleuse : des milliers d'hectares, les plus mauvais terrains, les plus éloignés des villages, — ceux-ci étant presque tous groupés le long des rares cours d'eau qui traversent la Champagne, — ont été plantés en résineux. L'effort des agriculteurs a pu alors se limiter à des surfaces plus restreintes ; des engrais potassiques, complètement indispensable des fumures dans ces terrains de craie, ont assuré de belles récoltes de céréales, blé, avoine, seigle et orge, cette dernière céréale donne, dans ces terres de Champagne, des grains de qualité exceptionnelle pour la brasserie ; enfin le développement des prairies artificielles, du sainfoin notamment, a permis de mieux nourrir les troupeaux de moutons qui sont restés une des richesses des exploitations agricoles de toute cette région.

Département des Ardennes.

Les sols crayeux de la Champagne forment encore la partie sud du département des Ardennes, le sud notamment des arrondissements de Rethel et de Vouziers, mais ce n'est plus la Champagne pouilleuse, c'est la *Champagne ardennaise* dont les terres, autrefois véritables steppes arides, se sont complètement transformées.

« A la place des mauvais seigles qui y croissaient péniblement à côté de quelques sapinières, on trouve aujourd'hui de superbes récoltes de froment, d'orge, d'avoine, de fourrages artificiels et quelque peu de betterave à sucre.

« D'un pays pauvre, désolé, les cultivateurs, à force de travail et d'intelligents efforts, en ont fait un milieu riche qui ne le cède en rien aux meilleures contrées. C'est le « grenier » de l'« Ardenne (1) ».

La vallée de l'Aisne dans sa traversée du terrain de craie, depuis Attigny jusqu'à Pontavet, marque la vraie limite de la Champagne. Cette vallée, du reste, dans sa traversée du département des Ardennes, est des plus fertiles : les alluvions argilo-

(1) Ministère de l'Agriculture. Office des renseignements agricoles. Notice sur le commerce des produits agricoles, tome 1^{er}. Production végétale. Ardennes.

sableuses de la plaine sont couvertes de prairies, d'oseraies, de cultures maraîchères. Sur les pentes au sol marneux et sur les plateaux crayeux riverains, couverts de limon, prospèrent les céréales, les fourrages artificiels et surtout la betterave qui alimente les sucreries d'Attigny, Amagne, Rethel, Acy-Romance, Guignicourt, Berry-aubac; les vergers et la vigne garnissent les talus les mieux exposés.

Dans son ensemble, le pays au nord de l'Aisne est beaucoup plus montueux que la Champagne pouilleuse; partout ce sont des terrasses ondulées fortement redressées dans la direction du Nord, entrecoupées de vallons tortueux et ramifiés; la craie marneuse y prédomine, surmontée de nombreux lambeaux tertiaires, de plaques de limon; et bientôt les deux formations supracrétacées et infracrétacées s'enchevêtrent, présentant un ensemble de sol frais, d'une végétation luxuriante, sillonné de cours d'eau. Les villages alors s'épanouissent au milieu des jardins et des vergers.

Du Sud-Ouest au Nord-Est, à travers le département des Ardennes, depuis la vallée de la Bar jusqu'aux vallons du Gland et de l'Aube, petits affluents de l'Oise, les dépôts jurassiques de l'oxfordien forment le faite de séparation entre le versant de l'Aisne et celui de la Meuse, dessinant une ligne continue de hauteurs, aux contours escarpés, couvertes de forêts (forêts de Mazarin, de Signy-l'Abbaye) dont l'altitude moyenne est de 300 m. On les désigne sous le nom de *chaîne des Crêtes*.

Au pied de ces crêtes jusqu'à la Meuse s'étendent les pentes argileuses du callovien, les plateaux calcaires du bathonien, les molles ondulations du liasien (Sedan à Charleville). Au delà, vers le nord, l'horizon se trouve absolument fermé par une haute barrière d'altitude élevée de 400 à 440 m; c'est le massif primaire de l'*Ardenne*.

La région, de formation jurassique, qui occupe le centre du département des Ardennes, offre les plus grandes ressources au point de vue agricole et surtout les ressources les plus variées. On y rencontre des sols très divers: argiles, marnes, terres argilo-calcaires; les céréales (froment, avoine) y sont cultivées, ainsi que les plantes sarclées (betteraves, pomme de terre et, comme plante industrielle, la betterave à sucre ou de distillerie), les prairies artificielles, les prés naturels, les arbres fruitiers; en un mot toutes les cultures susceptibles de s'accommoder au climat des Ardennes.

C'est un pays qui, depuis une quarantaine d'années, toutefois, a subi une évolution profonde au point de vue de l'exploitation du sol: partout où l'extrême morcellement du sol et le manque d'eau (pour abreuvoirs) n'y ont pas mis obstacle, l'on a successivement converti en herbages les sols argileux, humides, marneux dans lesquels, du reste, l'herbe poussait spontanément; et grâce à l'emploi des scories de déphosphoration, on a dans cette région aujourd'hui, au lieu de chétives récoltes de blé, d'excellents herbages, nourrissant un nombreux bétail d'embouche, parfois des vaches laitières ou des animaux d'élevage des espèces chevaline et bovine.

La partie Nord, Nord-Est et Nord-Ouest du département des Ardennes appartient au massif primaire de l'Ardenne; beaucoup de terrains consistent en schistes et quartzites qui y forment des escarpements rocheux couverts de maigres bois; ailleurs, le sol dénué complètement de calcaire ne permettait que la culture du seigle, d'un peu d'épeautre et de méteil après essartage, c'est-à-dire après incinération de la couche superficielle d'humus, l'année de la coupe du bois.

Heureusement les cultivateurs ont compris qu'il y avait mieux à faire en tirant parti de l'aptitude naturelle du sol, qui est la production de l'herbe.

Les prés et surtout les pâturages y ont donc pris une extension considérable.

L'élevage du cheval et celui des bovidés sont devenus les spéculations dominantes de la région. Ce coin français de l'Ardenne est en réduction la Bretagne, sauf la rigueur du climat qui oblige les cultivateurs ardennais à entretenir les animaux en stabulation permanente de novembre à mai, soit six mois de l'année.

Cette zone, où les spéculations animales sont presque exclusives et très productives, comprend le nord des arrondissements de Mézières, de Sedan et de Rocroi; elle est nettement caractéristique, au point qu'on la désigne sous le nom de « *Pays de Rocroi* ».

La Meuse et la Semoy — de Charleville à Givet — coulent au fond de vallées étroites et encaissées, bordées de terrains quasi totalement improductifs, mais les nombreuses et puissantes usines (ardoisières, métallurgie, fonte, fer, cuivre, etc.) qui s'y pressent le long de la Meuse canalisée, de la voie ferrée et de la route, ont exigé la présence d'une population très dense qui constitue pour l'agriculture des Ardennes et de la Belgique même un très important débouché.

Les Ardennes possédaient depuis bien longtemps une race chevaline des plus estimées. L'ancienne race ardennaise (le « cheval des bois » comme on l'appelait) était caractérisée par l'énergie, l'endurance, la sobriété (1); elle était de taille relativement exigüe; c'était le cheval par excellence pour débarder les bois en forêt par les chemins plus que rudimentaires, vivant sous bois la moitié de l'année; son berceau était le Nord de l'Ardenne française et l'Ardenne belge, la vallée de la Semoy, etc. Cette race a subi de profondes modifications, notamment au point de vue de l'augmentation de la taille et du poids: c'est aujourd'hui une race de trait d'un très grand mérite et le « petit ardennais » notamment est un excellent cheval d'artillerie.

Dans toute la partie nord et centre des Ardennes, surtout dans le pays de Rocroi, Maubert, Auvillers, Rumigny, Carignan, Buzany, l'élevage se pratique en grand.

La petite et la moyenne culture sont prédominantes dans cette région. Un cultivateur, qui a besoin de quatre ou cinq chevaux de trait pour son exploitation, ne possède aucun hongre; il fait donc saillir ses quatre ou cinq juments poulinières desquelles il obtient, selon réussite, trois ou quatre poulains. Comme il ne récolte pas assez pour

(1) Naguère on rappelait qu'il y a un siècle, lors de la retraite de Russie, tous les chevaux étaient morts de froid et de faim, excepté les chevaux ardennais, qui résistèrent à cette terrible épreuve. Au sujet de cette race, M. d'Arbois de Jubainville, en mars dernier, citait un fait très intéressant qu'il avait eu à constater alors qu'il était conservateur des forêts à Charleville:

« Dans la région forestière entre Charleville et Givet, il y avait quelques communes où les propriétaires de chevaux n'avaient pas d'écurie. Leurs chevaux vivaient en liberté dans les forêts surtout la nuit, et ne revenaient chez leurs maîtres que lorsque ceux-ci les rappelaient. Pendant la belle saison, ils pâturaient l'herbe verte et, en hiver, l'herbe sèche qu'ils trouvaient même sous la neige, en la détarrant avec leurs pieds. Sur le sol siliceux, pauvre, aride, à terre de bruyères où végètent là les forêts, la plante dominante du pâturage, c'était la *deschampsia flexuosa*, graminée coriace dédaignée ordinairement par le bétail. Quand aux susdits chevaux, on en adjoignait d'autres, ceux-ci regardaient avec étonnement leurs congénères brouter cette herbe peu appétissante, et, plutôt que d'en manger, ils préféraient mourir de faim, si d'ailleurs ils ne périssaient pas avant, en tombant du haut des rochers; tandis que les chevaux de ces forêts circulaient sur les rochers avec la même sécurité que les chamois sur les montagnes. »

nourrir une aussi nombreuse cavalerie (en moyenne trois poulains de l'année, trois de un an, trois de deux ans, et en plus quatre ou cinq juments), il vend un poulain, quelquefois deux, à l'âge de huit à dix mois. Il conserve ordinairement les pouliches. Il est rare de rencontrer chez le cultivateur de ce rayon un poulain hongre de trois ans; on les vend toujours vers 30 mois, de 800 à 1100 f; ils sont achetés par des marchands qui les revendent à des cultivateurs champenois à qui ils les rachètent, un an ou deux ans plus tard, comme chevaux de camionnage pour Reims, Paris, etc.

Les marchands belges et allemands viennent aussi acheter bon nombre de chevaux ardennais, juments, poulains, pouliches, pour les revendre dans leurs pays respectifs où les prix pratiqués sont beaucoup plus élevés qu'en France.

Depuis la sélection très attentivement poursuivie du cheval dans les Ardennes et l'introduction d'excellents étalons, les marchands belges viennent même acheter au sevrage presque tous les poulains mâles qui naissent dans la région.

Le département des Ardennes ne possède pas de race bovine spéciale; on trouve dans le troupeau communal, par exemple, des produits de croisement durham, flamand, normand, hollandais, etc.

Mais beaucoup de progrès ont été réalisés dans ces dernières années, et les bonnes vacheries sont maintenant nombreuses dans les Ardennes.

Les éleveurs ont, en général, donné la préférence à la race hollandaise, et dans le pays de Rocroi on produit beaucoup de vaches pour le commerce. Dans les herbages du centre et du nord, du 15 avril à fin octobre, on engraisse de jeunes bœufs élevés dans le pays ou achetés dans la Mayenne, les Côtes-du-Nord. Dans les bonnes pâtures, traitées par les scories, on met une bête, une bête et demie à l'hectare, et chez certains sujets l'augmentation du poids vif, pendant la saison, atteint parfois jusqu'à 200 kg.

L'Argonne (départements des Ardennes, de la Marne, de la Meuse).

Entre le sillon profond de la rivière d'Aire (à l'Est) et les plaines ondulées du vallon d'Aisne (à l'Ouest) aux confins des départements des Ardennes, de la Marne et de la Meuse, se dresse un entassement confus de crêtes rocheuses sèches et boisées, entrecoupées de ravins humides : c'est le massif de l'Argonne qui fut, pendant de longs siècles, une des frontières les plus solides entre la Champagne et la Lorraine (1).

Le sol du massif d'Argonne est constitué par une roche blanchâtre assez résistante, la *gaize*, qui, dans cette partie du bassin parisien, présente un faciès spécial et un développement exceptionnel : c'est un grès calcaireux, argilo-siliceux, désigné dans le pays sous le nom de pierre morte, qui surmonte les sables verts et les argiles du gault. La gaize d'Argonne forme un dépôt lenticulaire, orienté du sud-est au nord-ouest, dont l'extension en largeur entre les vallées de l'Aisne et de son affluent l'Aire varie de 14 à 20 km, avec une puissance qui n'est pas inférieure à une centaine de mètres, et diminue graduellement du Sud au Nord.

La trouée de l'Aire à Grandpré peut être considérée comme la limite septentrionale

(1) Nous empruntons cette description de l'Argonne au chapitre de l'ouvrage de M. Chantriot, *La Champagne*, p. 72 à 89; et nous entrons ici dans plus de détails que pour d'autres régions, à cause du rôle joué par l'Argonne dans la guerre actuelle, son nom revenant chaque jour dans les communiqués officiels du Ministère de la Guerre.

de l'Argonne proprement dite, qui, au Sud, dresse ses escarpements au-dessus de la trouée de Triaucourt.

Mais sur la rive droite de l'Aire, on rencontre encore des lambeaux de sables verts à la surface des terrasses appartenant à la formation kimmeridgienne, sillonnée par les étroits vallons de la Cousance et du ru de Wadelaincourt, dans la forêt de Hesse, les bois de Cheppy et de Malancourt; la butte isolée qui porte le village de Vauquois en face de Boureuilles, et la colline de Montfaucon à une dizaine de kilomètres en avant du massif d'Argonne, sur le faite de partage entre la Meuse et l'Aire, sont des rochers de gaize, derniers vestiges de l'extension primitive de cette formation dans la direction de l'Est; à 15 km au Nord-Est de l'Argonne, la côte de Villers-devant-Dun porte encore des lambeaux de l'infracrétacé : cette particularité explique pourquoi la dénomination d'Argonne a été conservée à des villages, à des bois et à des hauteurs assez éloignées du massif que délimite si nettement la vallée d'Aire, mais qui présentent avec l'Argonne certaines analogies résultant de la nature du sol, de la configuration ou simplement de l'extension du domaine forestier. Les coteaux riverains de la Meuse en amont et en aval de Verdun sont encore désignés communément sous le nom d'Argonne occidentale et d'Argonne orientale (côtes de Meuse).

Le massif gaizeux de l'Argonne a la forme d'un long plateau dessinant au-dessus des terrasses qui dominent la rive gauche de l'Aire, un talus aux pentes escarpées, échancré en une multitude de promontoires boisés, sur une longueur de plus de 40 km, depuis la trouée de Triaucourt près de Waly jusqu'au défilé de l'Aire. L'ensemble du massif s'abaisse à la fois dans les directions de l'Ouest et du Nord; dans la partie méridionale, l'altitude maxima dépasse 300 m, soit plus de 150 m en moyenne au-dessus de la vallée de l'Aire. La gaize étant une roche très poreuse, fissurée et assez compacte, s'est laissée raviner profondément par les eaux, et c'est à l'érosion que l'Argonne doit les formes les plus caractéristiques de son relief. Tout d'abord le massif est sillonné longitudinalement dans sa partie centrale par un synclinal étroit et profond d'une vingtaine de kilomètres de longueur : c'est le *val de Biesme* qui vient déboucher, dans la vallée de l'Aisne un peu au nord de Vienne-la-Ville. De chaque côté de ce fossé central et sur chacun des versants, les plateaux sont entaillés par des ravins latéraux, portant les noms significatifs de gorges, gorgeons, gorgettes, goulettes, qui s'entre-croisent dans tous les sens, au point que le massif primitif ne présente plus qu'une juxtaposition de crêtes aiguës, séparées par de véritables gouffres. Ces ravins taillés à pic, qui affectent à leur naissance la forme de conques ou de fonds de bateaux, ont parfois une profondeur dépassant une centaine de mètres. C'est à ses hautes cimes boisées, culminant au-dessus de toute la contrée environnante, que le massif de l'Argonne doit la fréquence et l'abondance des précipitations atmosphériques qui l'abreuvent; sur son versant oriental, au-dessus duquel se dressent les plus hauts sommets, la hauteur des pluies dépasse parfois 900 mm.

De nos jours un certain nombre de routes facilitent la traversée de l'Argonne. Outre le grand synclinal de la Biesme, la *Vallée*, comme l'appellent les Argonnins, qui constitue longitudinalement la principale artère pour la circulation à l'intérieur, l'Argonne présente plusieurs voies naturelles transversales. Indépendamment de la *trouée de l'Aire à Grandpré* livrant passage à la route de Verdun à Vouziers et à la voie ferrée d'Apremont à Challerange (24 km), un assez grand nombre de cols, de seuils en forme de selles interrompent la continuité des crêtes et facilitent le passage d'un

versant à l'autre. Sur la bordure orientale du massif, à la hauteur de Clermont, s'ouvre une échancrure importante : là, entre les flancs abrupts de la colline Sainte-Anne et la côte du Pain-de-Sucre, une brèche naturelle, taillée dans la roche de gaize jusqu'au soubassement argileux du gault, établit une communication entre les plaines de l'Aire et le bassin des Islettes : ce *col de Clermont* est suivi par la route nationale et la voie ferrée de Verdun à Châlons-sur-Marne par Sainte-Menehould. D'autres routes forestières transversales franchissent les crêtes par des seuils : la plus accessible est celle de Varennes à Vienne-le-Château par le Four de Paris et le Val de Biesme (12 km). Quant au « défilé » de Lachalade, non moins fameux que celui des Islettes, il n'existe pas en tant que voie transversale ; les villages de Lachalade et des Islettes sont situés tous deux dans le grand sillon longitudinal de la Biesme qui aboutit à la vallée de l'Aisne en aval de Vienne-le-Château.

L'Argonne doit à l'enchevêtrement de ses ravins et de ses gorges, à la continuité majestueuse de ses masses boisées, une uniformité un peu triste qui n'exclut pas cependant une certaine diversité dans le mode de circulation des eaux, dans les formes de la vie végétale, dans les conditions de l'habitat. La gaize étant une roche très perméable, les plateaux et les crêtes sont remarquablement secs, et par suite de l'épaisseur considérable des assises gaizeuses, les nappes souterraines formées au-dessus des couches argileuses sous-jacentes sont situées à un niveau très bas. Aussi la végétation est plutôt maigre : des chênes rabougris, le bouleau blanc, le sorbier des oiseaux végètent spontanément à côté des conifères introduits à une époque récente ; la bruyère, la fougère impériale, l'airelle myrtille, le genêt à balais, la bourdaine, flore caractéristique des terrains siliceux, croissent inextricables le long des sentiers pierreux ou « chavées » et sur les escarpements des ravins. Par suite des difficultés d'approvisionnement en eau potable, les centres habités sont rares ; Florent, La Grange-aux-Bois, Beaulieu, Vauquois, pourvus de mauvaises citernes ou alimentés par des puits profonds qui recueillent les suintements de la gaize, doivent leur situation sur les crêtes à d'antiques nécessités de défense plutôt qu'à des considérations économiques. Au contraire, les pentes et le fond des ravins où de nombreuses petites sources aux eaux glauques jaillissent sur la ligne d'affleurement des argiles du gault, se couvrent d'une végétation luxuriante et portent sur un sol profond les plus hautes futaies : des chapelets d'étangs étalent leurs nappes sombres à l'issue des gorges et dans les entonnoirs qui s'intercalent entre les crêtes : ainsi les étangs de Saint-Rouin aux sources de la Biesme, ceux des bois de Chatrices et du ravin de Charlevaux qui déversent leurs eaux dans la rivière d'Aisne. C'est pourquoi la population s'est agglomérée de préférence soit sur le pourtour du massif où les villages sont échelonnés à flanc de coteau sur les versants de l'Aire et de l'Aisne, soit dans le sillon central de la Biesme, dans *la Vallée*, longue clairière où les groupes d'habitations se succèdent rapprochées les unes des autres, entre Courrupt et Vienne-le-Château.

Les défrichements successifs, commencés dès le *vi*^e siècle par les moines, n'ont, somme toute, guère entamé la masse des grands bois de l'Argonne ; du reste le sol ici n'est guère favorable à la culture. La gaize, blanc sale de couleur quand elle est sèche, verdâtre quand elle est mouillée, se « délite facilement à l'air et se divise en petits fragments qui forment des terres sableuses, légères et perméables, pauvres en chaux, douces, savonneuses, comme disent les cultivateurs de l'Argonne. Elles conviennent peu au froment, mais au seigle et aux pommes de terre. Ce qui y réussit le mieux, c'est le bois (Risler) ». Toutefois les versants bien ensoleillés et abrités

comme ceux de Beaulieu et Passavant sur l'escarpement méridional du massif, et ceux qui font face à la vallée d'Aisne aux environs de Vouziers, sont tapissés de vignobles qui produisent un vin âpre et parfumé. Ce sont les vergers qui fournissent les rendements les plus abondants; les arbres fruitiers prospèrent partout aux alentours des villages; à la Grange-aux-Bois, à Florent, à Moiremont, comme dans toute l'Argonne, on fabrique le cidre et l'eau-de-vie et de grandes quantités de fruits sont expédiées au loin. De verdoyantes prairies naturelles reposant sur les argiles du gault et les sables verts bordent les rives de la Biesme; mais presque nulle part la population, plus forestière qu'agricole, ne se livre à l'élevage; les foin sont expédiés à la gare des Islettes. C'est la forêt qui contribue à faire vivre le plus grand nombre de ses riverains: les paysans de l'Argonne sont bûcherons, scieurs de long, charbonniers, tourneurs, marchands de bois.

Les vieilles industries argonniennes qui firent jadis la fortune et la réputation du pays, la verrerie, la faïencerie, la métallurgie et même l'industrie des phosphates ont complètement disparu ou sont en décadence (1).

Les vicissitudes et la décadence progressive de ces industries locales ont contribué au dépeuplement de la contrée.

Dans les villages argonniens, les habitations ramassées dans le voisinage des niveaux d'eau et des sources s'entassent les uns contre les autres, dépourvues de dépendances, car la culture et l'élevage sont presque nuls; dans les constructions toujours en façade sur la rue, le classique grenier où s'entassent le foin et le bois s'ouvre au premier étage, partout le bois, les lattes et les planches. Ça et là de petites maisons basses, peintes en couleurs claires, entourées de jardinets, ont l'aspect pimpant de minuscules villas: ce sont les résidences temporaires des bûcherons, des étameurs-fondeurs, de tous ces demi-nomades, qui vont gagner leur vie loin du pays natal, et conquièrent souvent une modeste aisance. Quant aux petites villes argonniennes, leurs maisons trapues, construites avec les blocs de couleur jaune verdâtre de la roche de gaize, abritent une population de petits commerçants et de petits propriétaires qui n'est numériquement plus en rapport avec le développement de l'espace occupé.

Sur les confins de l'Argonne, notamment dans la vallée de l'Aire, l'industrie fromagère a pris depuis un certain nombre d'années une assez grande extension; de nombreuses fromageries industrielles (2) ont été créées, et c'est au Sud même de l'Argonne, à Maison-du-Val, commune de Noyers, qu'existe une des plus importantes fabriques, traitant jusqu'à 20 000 l de lait par jour (3). Du reste, cette région, située aux confins de l'Argonne et du Barrois, est actuellement très en voie d'amé-

(1) C'est en 1856, aux environs de Grandpré, que commença l'exploitation des nodules de phosphate de chaux ou coprolithes, vulgairement désignés sous le nom de coquins ou crottes du diable, extraits des sables verts ou parfois des argiles du gault et de la gaize. Cette industrie se développa rapidement dans le bassin des Islettes, dans toute la vallée d'Aire et jusque dans la forêt de Hesse: on ne voyait partout que des puits à phosphate, ateliers de lavage le long des ruisseaux, moulins hydrauliques pour la pulvérisation des nodules.

(2) De 1856 à 1901, les quatre cantons de Grandpré, Montfaucon, Varennes et Clermont ont perdu 8 354 habitants; en outre, l'Argonne étant un pays pauvre, les antiques traditions d'émigration temporaire de la population y persistent plus que jamais.

(3) L'enquête sur l'industrie laitière de 1903 donnait le chiffre de 49 fromageries organisées dans la Meuse; ces fromageries fabriquent surtout le *coulommiers*, le *brie* (petit et grand moule).

lioration; le blé et l'avoine y sont les cultures dominantes; le bétail est nombreux dans les fermes, en particulier les vaches laitières. L'excellente École pratique d'Agriculture des Merchines (près de Vaubécourt) a donné depuis longtemps au pays l'exemple des progrès qui pouvaient ici être réalisés en agriculture.

La Woëvre (1).

La partie de la Lorraine délimitée à l'Est et à l'Ouest par les deux vallées de la Moselle et de la Meuse, au Nord et au Sud par les deux lignes Montmédy-Longwy, Commercy-Toul-Nancy, est d'une topographie très simple. L'inclinaison régulière des couches géologiques vers l'Ouest et leur inégale résistance à l'érosion y ont dessiné deux escarpements : à l'Est les côtes de Moselle, à l'Ouest les côtes de Meuse. Les côtes de Moselle résultent de la superposition des couches de calcaire oolithique (bajocien et bathonien) aux marnes du lias (2). La vallée de la Moselle, après avoir creusé son lit dans ces calcaires, s'en dégage en amont de Metz, pour les suivre à distance jusqu'au moment où l'escarpement tourne à l'Ouest et fait face à l'Ardenne. Sur la bande calcaire, de largeur variable, viennent s'appuyer des couches marneuses au-dessus desquelles se dresse la ligne régulière des Côtes de Meuse, bordure orientale d'un plateau de calcaire blanc coralligène où la Meuse a creusé les sinuosités de son lit et dont elle ne sort qu'à Dun. On a pris l'habitude dans les descriptions géographiques de donner à la bande marneuse le nom de Woëvre, et à la partie méridionale des plateaux calcaires voisins de la Moselle et parfois même à toute l'étendue de ces plateaux, celui de Haye (3).

La Woëvre était considérée jadis comme le grenier à blé du département de la Meuse (H. Prudhomme, *Agriculture du département de la Meuse*); c'est que dans la grande Woëvre, c'est-à-dire dans les environs de Fresnes-en-Woëvre et d'Étain, des limons épais, mêlés de petits fragments calcaires, donnent des terres arables fertiles et relativement faciles à travailler, où les céréales, et le blé en particulier, réussissent très bien. Mais, plus nombreuses, en Woëvre, sont les terres essentiellement argileuses qui nécessitent, lorsqu'elles n'ont subi aucune amélioration, 6 à 8 chevaux pour traîner à grand-peine les charrues massives dont se servent encore beaucoup de cultivateurs du pays.

L'excès d'humidité des sols en Woëvre, tel est le grand obstacle aux améliorations culturales, et l'excessive division de la propriété dans le pays, jusqu'à présent, avait beaucoup entravé les opérations de drainage; on se contentait de creuser des sillons à travers les champs, sillons qui, à la moindre pluie, se remplissent d'eau. Du reste les étangs sont ici nombreux : on en compte 45 grands dans la région de la Woëvre appartenant au département de la Meuse.

Le blé et l'avoine sont les deux principales cultures du pays; et c'est de la vente de ces deux céréales que les cultivateurs de la Woëvre tirent leurs revenus; car la production animale y est restée jusqu'à présent assez restreinte. Le sol de la Woëvre étant difficile à cultiver, les chemins peu nombreux et pas toujours en bon état, il en

(1) L'on prononce Ouavre.

(2) Faut-il rappeler que c'est précisément au sommet du lias, au contact du bajocien que se rencontrent les célèbres gisements de fer de cette région de Longwy, Briey, etc.

(3) L. Gallois, *Régions naturelles et noms de pays*.

résulte pour les cultivateurs l'obligation d'entretenir beaucoup d'animaux de trait, ce sont ici des chevaux ; quant aux animaux de rente, l'humidité excessive du sol ne permet pas l'élevage du mouton ; ce sont donc surtout des vaches que l'on rencontre en Woëvre, vaches dont les produits, beurre et fromage, sont en grande partie consommés sur place ; l'élevage des porcs, il est vrai très développé dans tout le pays, procure aux cultivateurs de gros bénéfices certaines années.

Les Côtes de Meuse.

Disséminés sur les terrains marneux de la Woëvre, les villages, au contraire, se ramassent sous l'abri des *côtes* qui, du côté de l'Ouest, séparent la plaine de la Woëvre de la vallée de la Meuse. « Avec les sources reparaissent ici les riches cultures, les noyers, mirabelliers, la vigne ; et les villages se pressent au pied des côtes, à moins d'un kilomètre parfois l'un de l'autre » (Vidal de la Blache) ; Jouy-sous-les-Côtes, Woinville, Buxières, Heudicourt, Crené, Vigneules, Hattonchâtel, Viéville, Saint-Maurice, etc., etc.

La vente du vin, du raisin, des fruits, de l'eau-de-vie, constitue presque à elle seule le revenu de la population agricole des côtes.

Les sommets des côtes, où affleure, à la surface, la roche calcaire corallienne, forment ce que les habitants du pays appellent la *Montagne*, région presque entièrement boisée.

Les pentes Ouest, qui, de la Montagne, descendent vers la vallée de la Meuse, sont moins escarpées que celles du versant Est : un heureux mélange d'argile et de calcaire y donne une terre de bonnes propriétés physiques, et l'on y récolte des céréales et des pommes de terre.

La *Rivière*, de Commercy à Dun-la-Meuse, s'est établie « dans sa gaine de roches calcaires coralligènes » (Vidal de la Blache). Mais le sol même de la vallée, formé aux dépens d'alluvions empruntées aux roches calcaires, argileuses, marneuses, est à la fois profond et riche, susceptible de permettre toutes espèces de culture : céréales, blé, avoine et orge, plantes racines, pommes de terre et betteraves, plantes fourragères, etc., toutefois, les prairies naturelles prédominent ; elles occupent près de 20 000 ha dans cette partie de la vallée de la Meuse, et fournissent un foin à juste titre très estimé par suite de l'excellente nature des plantes dont il est composé. Une partie de ce foin est vendue aux garnisons de cavalerie de la région et l'excédent de la récolte fourragère permet encore aux cultivateurs de la vallée de la Meuse de se livrer, les uns, à l'élevage du cheval, les autres à la production ou à l'engraissement des bêtes bovines, pendant que quelques-uns enfin s'occupent de l'exploitation du mouton ou font naître ou engraisent le porc.

La Lorraine (département de Meurthe-et-Moselle).

« Le mot *Lorraine* est un mot historique qui, après avoir flotté des Vosges aux Pays-Bas, finit par se fixer dans la région de la Moselle (1). »

(1) Vidal de la Blache, *Tableau de la France*.

A l'Ouest la Lorraine est une contrée sillonnée de longues rangées de côtes, à l'Est un plateau. Les côtes sont de formation oolithique, le plateau de formations liasique et triasique, et ainsi le sol lorrain est constitué par des affleurements de couches de plus en plus anciennes à mesure qu'on s'approche des Vosges.

Les côtes oolithiques de l'Ouest (calcaire à entroques du bajocien et calcaire du bathonien) sont surmontées de plateaux fissurés, pourvus seulement d'une faible épaisseur de terre végétale entremêlée de nombreux cailloux; les forêts y dominent presque sans interruption, s'étendant des environs de Neufchâteau à ceux de Nancy, de Frouard aux environs de Metz sur la rive gauche de la Moselle. Cette zone forestière est le *Pays de Haye*.

« De Vaudemont à Metz et même à Thionville, la façade des coteaux oolithiques est tournée vers l'Est; c'est précisément le versant le plus ensoleillé qu'épargnent relativement les vents de pluie. Aussi sur ces coteaux, comme sur les flancs des côtes que l'érosion a détachées des plateaux oolithiques, du côté de Nancy, par exemple, les arbres fruitiers (mirabelliers), les vergers règnent avec la vigne à mi-côte, prêtant aux villages un cadre d'opulence riante (1). »

Nombreux, du reste, sont ici villes et villages. « Ils se succèdent rangés entre les bois des sommets et les cultures des flancs, ayant profité pour s'établir du niveau des sources qui existe au contact des marnes liasiques et des cadres oolithiques (2). » C'est à ce même niveau, du reste, que se trouvent les riches gisements de fer de la Lorraine, qui ont permis à la région de Nancy, Briey, Longwy, de prendre un tel essor au point de vue industriel.

Au pied des côtes, vers l'Est jusqu'à la chaîne des Vosges, s'étend le plateau lorrain; tout d'abord une large bande de formation liasique, au relief assez uniforme, engendre des terres fortes et fertiles, considérées comme le sol nourricier par excellence. Le Xaintois à l'Ouest de Mirecourt, le Vermois entre la Moselle et la Meurthe font partie de cette zone et le dicton local en rappelle la renommée de fertilité : « Quand le Xaintois et le Vermois sont emblavés, la Lorraine ne risque point de mourir de faim. »

Au delà encore et toujours en se rapprochant des Vosges s'étendent de grandes plaines plus ou moins ondulées, formées aux dépens des dépôts du trias.

Les marnes irisées donnent des terres essentiellement argileuses, glaiseuses, de couleur rouge, couvertes de bois, de prairies, d'étangs. C'est le pays du *Saulnois*; c'est aussi le pays des étangs, le pays submergé où, « dans les dépressions l'herbe partout scintille à cause de l'eau secrète » (Barrès).

Ces grandes plaines ondulées des marnes irisées, dans lesquelles les bancs de dolomie forment seuls quelques escarpements plus prononcés sur les pentes des coteaux, sont d'une culture particulièrement difficile. Il faut 6 à 8 chevaux pour y traîner la charrue, et encore les récoltes de blé risquent-elles souvent d'y être en partie détruites par le développement des herbes qui poussent abondantes et drues dans de tels sols.

C'est en partie sur ces terres argileuses, imperméables et tenaces que, en 1823,

(1) Vidal de la Blache, *Tableau de la France*.

(2) *Id.*, *ibid.*

alors que « l'Europe cherchait partout à réparer les désastres des longues guerres » (Lecouteux), Mathieu de Dombasle fonda à Roville notre première école d'agriculture. Il eût été difficile de trouver un choix de terres plus ingrates à mettre en valeur pour la culture intensive que Mathieu de Dombasle s'était flatté d'introduire à Roville. Après une lutte des plus courageuses contre les difficultés de cette situation, Mathieu de Dombasle finit par succomber. Mais, comme l'a écrit M. Risler, « si notre grand agronome est resté pauvre, ses livres, ses machines et ses nombreux élèves ont enrichi la France ».

Une étroite bande de calcaire coquiller ou muschelkalk donne, au contraire, de Rambervillers à Sarrebourg, des terres d'excellente qualité, sur lesquelles de longue date s'est groupée, en villages, une population plus dense de cultivateurs. Ici les céréales, les prairies artificielles réussissent bien.

Mais, au delà, les sols de la Lorraine sont constitués par les débris du grès des Vosges et des grès bigarrés qui forment aussi, principalement le grès des Vosges, une grande partie de la chaîne même des Vosges [au Sud, tout autour du noyau primitif des Hautes-Vosges, entre Remiremont, Epinal, Saint-Dié et, au Nord du Donon, la masse même de la chaîne] (1).

Le grès des Vosges, en se désagrégeant, donne un sol essentiellement sableux, pauvre, très perméable; le bois est de beaucoup la meilleure utilisation d'un tel terrain, et fort heureusement c'est le cas dans nos Vosges.

Le grès bigarré forme un sol argilo-siliceux, parfois imperméable et compact, mais de meilleures propriétés, sur lequel ont été établies d'excellentes prairies dans les environs de Saint-Dié, par exemple.

Les vallées des rivières descendant des Vosges et traversant la Lorraine, la Moselle, la Mortagne, la Meurthe, la Vezouze, etc., sont couvertes d'alluvions, provenant en grande partie de ces grès des Vosges et de ces grès bigarrés. Des alluvions siliceuses se sont étendues notamment au-dessus des marnes irisées, bien au delà des rives actuelles de ces vallées; on les trouve, par exemple, formant le sol des forêts à l'Est de Lunéville.

Somme toute, rares en Lorraine sont les sols agricoles naturellement riches et fertiles, faciles à cultiver. L'ancienne agriculture lorraine cependant s'y acharnait à produire des céréales, du blé en particulier; l'assolement triennal, avec jachère, régnait en maître sur tous les territoires des communes, partagés en trois soles ou saisons, avec un enchevêtrement extrême des champs, conséquence de la division parcellaire de la propriété.

Mais sous l'heureuse impulsion donnée par les sociétés d'agriculture locales, comices et syndicats, sous l'influence d'exemples fournis par un certain nombre d'agriculteurs émérites et dévoués, stimulés, d'autre part, par les avantages que présentent les débouchés des grands centres industriels pour les produits de l'élevage, les cultivateurs lorrains, petit à petit, ont réalisé les transformations nécessaires et ont évolué leur agriculture vers les systèmes de culture exigeant le moins de main-d'œuvre et permettant d'entretenir un nombreux bétail.

(1) Sur l'agriculture de ces différentes formations géologiques des terres en Lorraine et dans les Vosges, l'on pourra se reporter avec grand intérêt, à un mémoire des mieux documentés de M. Ch. Laûte, *L'agriculture dans les Vosges* (Reims, chez Matot-Braine, 1904).

Le service des améliorations agricoles, continuant un mouvement créé dès 1860, a pu achever, ces dernières années, un assez grand nombre de remembrements de territoires avec renouvellement du cadastre, création de chemins, opérations de drainage dans plusieurs communes de Meurthe-et-Moselle.

Les sociétés d'agriculture du département et, à leur tête, le Comice agricole de Lunéville ont nettement orienté les agriculteurs lorrains vers l'élevage du *cheval de trait ardennais lorrain* et vers l'exploitation du bétail bovin de la race tachetée des Alpes ; partout se créent des « parcs », c'est-à-dire des herbages où, pendant l'été, pâturent de beaux et nombreux animaux, chevaux et vaches.

En 1913 nous avons le plaisir, sous la conduite d'un des hommes qui ont le plus fait pour l'agriculture lorraine, M. Paul Genay, président du Syndicat agricole de Lunéville, de visiter à nouveau un certain nombre d'exploitations agricoles des environs de Lunéville, Nancy, Baccarat, etc. Partout s'y manifestaient les plus grands progrès, en même temps qu'une réelle prospérité.

M. Drouyn de Lhuys, le 23 juin 1869, présidait, à Nancy, un congrès international d'agriculture, et dans le discours qu'il prononça à cette occasion, il disait : « Le caractère particulier du magnifique pays que dominent les Vosges et que baignent la Meurthe, la Meuse, la Moselle et le Rhin, c'est le jeu régulier des institutions traditionnelles, la persistance des antiques mœurs, le libre développement de l'esprit provincial dans le cercle toujours respecté de l'Unité française : c'est, en un mot, l'ardent amour de la petite et de la grande patrie. » A cette riche et noble région pouvait s'appliquer justement, disait-il encore, cette parole qu'une grande nation, ayant conquis son indépendance et voulant honorer la mémoire de son libérateur, écrivit sur la tombe de ce grand citoyen : « Il fut le premier dans la guerre, et le premier dans la paix. »

La Lorraine a bien su le prouver pendant et après la guerre de 1870 comme elle le prouve maintenant et le prouvera après la guerre de 1914.

* * *

Dans l'impossibilité de faire la part de la production agricole des divers arrondissements de nos départements plus ou moins complètement envahis par les armées ennemies, nous avons groupé pour l'ensemble des départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Aisne, des Ardennes, de la Meuse, de la Marne, de Meurthe-et-Moselle, un certain nombre de données statistiques tirées de la dernière *Statistique agricole annuelle* du Ministère de l'Agriculture. Les chiffres des tableaux A, B, C, D, E se rapportent à l'année 1912.

TABLEAU A

Superficie des différentes parties du territoire en hectares.

	Terres labou- rables.	Prés naturels.	Her- bages.	Pâtu- rages et pac- cages.	Vignes.	Cultures marai- chères.	Cultures arbus- tives.	Bois et forêts.	Landes terres incultes.	Territoire non compris dans les caté- gories ci-contre.	Surface du ter- ritoire.
Nord	331 930	30 920	95 440	2 250		9 520	8 290	42 825	5 660	45 952	572 787
Pas-de-Calais	493 900	11 200	41 360	18 200		7 550	10 870	35 698	11 660	33 400	668 858
Somme	469 170	10 750	27 090	11 920	3	2 370	7 590	40 163	10 570	36 503	616 329
Aisne	460 670	31 540	61 340	8 790	1 136	2 000	8 800	106 952	14 360	41 125	736 713
Ardennes	242 770	51 620	38 950	11 930	34	890	4 580	139 982	9 920	23 451	523 587
Marne	496 280	34 570	5 690	5 810	12 073	660	9 140	183 501	32 940	37 266	817 930
Meuse	291 670	53 490	9 150	8 070	4 120	1 410	4 130	185 052	30 230	35 939	623 261
Meurthe-et-Moselle	260 380	56 050	7 770	8 390	7 049	2 020	8 840	137 213	11 910	23 733	523 357

TABLEAU B

Céréales en 1912 (1).

	Blé.		Orge.		Avoine.	
	Production totale en quintaux.	Valeur en francs.	Production totale en quintaux.	Valeur en francs.	Production totale. en quintaux.	Valeur en francs
Nord	3 155 400	88 382 800	137 900	3 058 600	1 456 900	32 416 000
Pas-de-Calais	2 904 100	79 630 400	139 800	3 644 600	2 206 100	53 012 600
Somme	2 476 200	67 179 300	177 500	3 645 900	1 703 800	37 040 600
Aisne	2 926 300	79 097 900	195 200	4 089 400	1 809 400	37 707 900
Ardennes	1 045 700	28 620 800	79 000	1 615 600	658 900	14 640 800
Marne	1 695 800	47 211 100	397 400	8 401 000	1 592 800	34 500 000
Meuse	1 000 200	17 745 500	90 600	1 868 200	760 000	16 606 000
Meurthe-et-Moselle (2)	953 500	26 631 300	37 200	779 700	689 000	15 481 800
	16 457 200	464 499 100	1 254 600	27 103 000	10 876 900	241 405 700

		Total de la production de nos 87 départements en quintaux.	Valeur en francs.
(1)	Blé	90 991 500	2 523 289 000
	Orge	11 014 200	216 498 000
	Avoine	51 341 600	1 091 969 900

(2) A eux seuls, ces 8 départements ont donné en 1912, 17,8 p. 100 de la production du blé; 11,4 p. 100 de la production d'orge et plus de 21 p. 100 de la production d'avoine.

TABLEAU C

Récoltes, tubercules et fourrages, en 1912.

	Pommes de terre.		Betteraves fourragères.		Prairies artificielles.	
	Production en quintaux.	Valeur en francs.	Production en quintaux.	Valeur en francs.	Production en quintaux.	Valeur en francs.
Nord	2 134 800	14 913 600	10 190 600	16 814 490	1 322 200	12 664 500
Pas-de-Calais	2 302 300	16 116 100	9 889 000	19 778 000	1 678 450	17 646 350
Somme	1 828 500	14 262 300	8 215 600	17 252 760	2 449 050	21 455 480
Aisne	1 340 900	10 727 200	4 578 000	6 409 200	2 764 600	24 294 080
Ardennes	1 893 000	11 358 000	3 032 000	4 548 000	1 242 550	7 256 700
Marne	975 650	8 780 850	4 068 000	7 322 400	2 246 800	17 778 200
Meuse	2 289 420	13 736 520	3 168 800	3 386 960	1 015 230	9 727 330
Meurthe-et-Moselle	2 605 500	14 330 250	3 834 600	5 751 900	1 126 450	8 680 540
	15 370 020	104 224 820	46 996 000	83 283 710	13 845 430	119 503 200

TABLEAU D

Plantes industrielles (1912).

	Betteraves à sucre.		Betteraves de distillerie.		Tabac.	Houblon.	Lin (filasse).
	Production totale en quintaux.	Valeur en francs.	Production en quintaux.	Valeur en francs.	Valeur en francs.	Valeur en francs.	Valeur en francs.
Nord	10 406 500	33 300 800	7 586 250	15 172 500	1 267 200	3 295 600	11 217 510
Pas-de-Calais	12 328 700	38 833 400	4 054 500	12 568 958	1 031 000	10 500	—
Somme	11 174 850	40 229 460	405 908	1 298 880	—	7 030	1 268 795
Aisne	14 812 500	37 031 220	816 000	1 958 400	—	50 400	1 013 600
Ardennes	996 000	2 788 800	304 500	669 900	—	—	18 000
Marne	1 329 600	3 588 920	165 000	396 000	—	—	177 000
Meuse	33 600	90 720	—	—	—	—	8 040
Meurthe-et-Moselle	—	—	—	—	203 870	4 643 200	16 160
	51 081 750	155 866 250	13 332 100	32 064 580	2 522 070	5 006 300	13 718 945

La production totale de la France, cette même année (1912), était estimée :

Pour les betteraves à sucre	à 72 221 045 quintaux
— de distillerie	à 23 165 860 —
Pour le tabac	à 24 317 500 francs
Pour le houblon	à 7 072 650 —
Pour le lin	à 28 357 938 —

Ainsi à eux seuls les 4 départements du Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne auraient produit près de 70 p. 100 du poids des betteraves à sucre récoltées en France en 1912, et plus de 55 p. 100 des betteraves de distillerie.

Le Nord et la Meurthe-et-Moselle 70 p. 100 de la valeur des houblons de la France.

7 de ces départements 50 p. 100 de la valeur des lins.

TABLEAU E
 Animaux de ferme. Existence au 31 décembre 1912.

	Espèce chevaline.	Mulets.	Espèce asine.	Espèce bovine (1).		Espèce ovine.	Espèce porcine.
				Vaches.	Total de l'espèce.		
Nord	85 710	2 320	2 470	180 780	297 980	73 610	96 430
Pas-de-Calais	86 350	2 400	3 530	143 350	245 000	174 550	152 760
Somme	79 400	340	2 960	101 330	185 230	271 440	74 530
Aisne	77 110	240	2 450	88 170	154 070	272 810	55 250
Ardenne	49 630	40	770	59 530	117 030	149 700	42 270
Marne	51 640	200	1 100	76 340	115 030	255 490	44 809
Meuse	46 890	40	220	54 030	93 410	76 210	59 830
Meurthe-et-Moselle	52 500	40	110	54 540	86 690	60 890	74 820
	529 430	5 620	13 610	758 070	1 294 440	1 334 700	600 690

(1) Dans ces départements du Nord et du Nord-Est de la France, sauf en Flandre où était élevée et sélectionnée avec un très grand soin la très belle race flamande, il n'y a pas, à proprement parler, de race locale nettement déterminée; suivant les besoins et la spéculation de la ferme, on entretenait telle ou telle race de bovidés; s'agissait-il de bœufs de trait, dans les fermes à betteraves, on avait surtout des bœufs de race charolaise; pour l'engraissement au pâturage, à côté des Charolais, l'on trouvait des bêtes de races Durham, Mancelle et Normande. Mais, ainsi qu'en témoignent les chiffres de la statistique, la proportion des vaches laitières dans les étables était prépondérante; les races particulièrement exploitées pour la production du lait étaient ici la race *flamande* et ses variétés *maroillaise* et *picarde*, la race *hollandaise* et sa variété *bleue de Belgique*; en Lorraine de plus en plus les sociétés d'agriculture s'efforçaient d'introduire des bêtes de la race *tachetée suisse* ou de la variété *Montbéliard*. La Société nationale d'Agriculture s'est naturellement préoccupée des besoins très grands que les régions envahies allaient avoir pour reconstituer leurs troupeaux, et, dans sa séance du 16 décembre, elle a émis le vœu que le Gouvernement prit dès maintenant les mesures nécessaires pour interdire l'abatage des génisses et des vœux femelles des races laitières en vue de faciliter le repeuplement du troupeau français en bêtes bovines.

H. HITIER,
 Membre du Conseil.

NOTES DE MÉCANIQUE

par M. A. SCHUBERT

Recherches expérimentales des pertes de charge dans les conduites en béton armé
d'après A. BUDAU (*Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-und Architekten Vereines* du

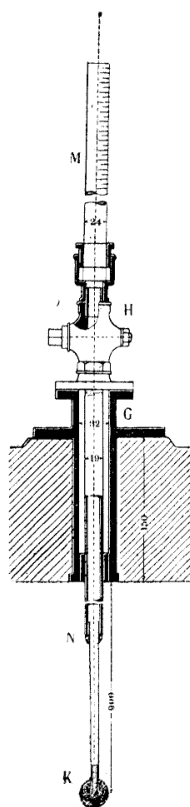


Fig. 1
Tube manométrique.

20 février 1914). — L'auteur s'est proposé de vérifier expérimentalement l'exactitude des formules théoriques actuellement en usage (Lang, Biehl, Bazin), à l'aide de la conduite en béton armé nouvellement construite de la fabrique de ciment berlinois à Söll Lenkeuthal, près Kirchbichl. Cette conduite a 1 280 m de long, 2,20 m de diamètre intérieur et 14 cm d'épaisseur; elle présente plusieurs courbes de 600 à 1 000 m de rayon; sa pente est de 1 p. 1 000 sur 640 m, puis de 8,5 p. 1000 sur 450 m et enfin de 13,78 p. 1 000 sur 213 m, soit une pente totale de 19 m. Elle alimente deux turbines de 272 ch chacune, construites pour un débit de 2,5 m³/sec, et une charge nette de 10,50 m. La perte de charge a été déterminée de la façon suivante: si l'on installe deux tubes manométriques A et B à l'origine et à la fin de la conduite, celle-ci étant complètement pleine et fermée, le niveau dans chacun de ces tubes sera à la même hauteur; si on fait couler l'eau, le niveau baissera dans les deux tubes; dans le tube A, cette baisse mesurera la perte de charge à l'entrée de la conduite et la perte de charge due à la vitesse $\frac{C^2}{2g}$, dans le manomètre B, cette baisse mesurera outre ces deux pertes, la perte de charge dépendant de la longueur, du diamètre et du degré de rugosité de la conduite. Cette perte sera donc exactement obtenue par la différence du niveau entre les deux tubes manométriques A et B. Il suffira ensuite de mesurer la vitesse de l'eau dans la conduite soit directement au moyen d'un tube de Pitot, soit par le quotient du débit par la section de la conduite. On s'est servi de la deuxième méthode et on a évalué le débit au moyen d'un déversoir avec flotteurs à l'origine et à la fin de la conduite.

La figure 1 représente le tube manométrique employé.

Pour faire un essai, on a rempli complètement la conduite, et noté exactement les positions des niveaux dans les tubes manométriques A et B et des flotteurs situés à l'origine et à la fin de la conduite, le niveau de l'eau se trouvant exactement à la hauteur de l'arête du déversoir. Un coup de fusil tiré par l'observateur du manomètre B annonçait à l'observateur du manomètre A que

cette condition était réalisée. Celui-ci abaissait alors la vanne de réglage du canal d'amenée et l'autre mettait une turbine en mouvement. Toutes les 10 minutes, les observateurs notaient les niveaux des manomètres et les positions des flotteurs.

Le débit a été calculé par la formule simplifiée de Rehbock :

$$Q = l \sqrt{h_o} \left(0,003 + 1,79 h_o + 0,23 \frac{h_o^3}{H} \right)$$

dans laquelle Q est le débit, l la longueur du déversoir, h_o sa hauteur et H la hauteur de l'arête du déversoir au-dessus du plancher du canal.

Les résultats fournis par les essais ont été comparés à ceux que donnent les for-

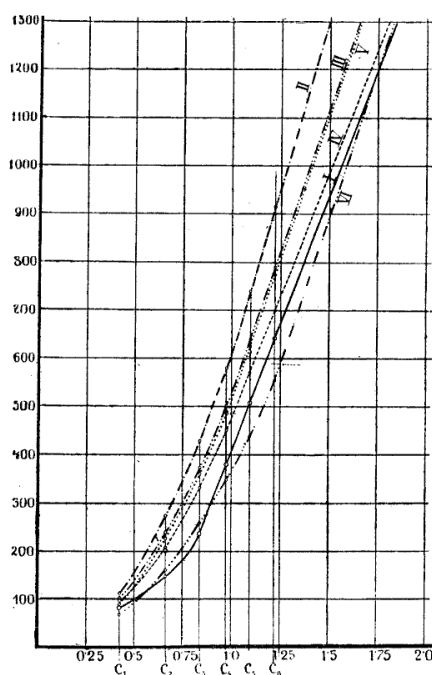


Fig. 2. — Courbes des pertes de charge en fonction de la vitesse. — Courbe I, valeurs expérimentales; — Courbe II, valeurs fournies par la formule de Lang; — Courbe III, valeurs fournies par la formule de Biehl avec le quatrième degré de rugosité; — Courbe IV, valeurs fournies par la formule de Biehl avec le troisième degré de rugosité; — Courbe V, valeurs fournies par la formule de Bazin avec le deuxième degré de rugosité; — Courbe VI, valeurs fournies par la formule de Bazin avec le premier degré de rugosité.

mules usuelles de Lang, Biehl et Bazin; cette comparaison a permis de tracer les courbes de la figure 2 des pertes de charge en fonction de la vitesse. Ces pertes ont varié de 0,083 à 0,630 m pour des vitesses moyennes allant de 0,435 à 1,242 m/sec. La formule de Lang, qui a la même forme que celle de Weisbach, est la suivante :

$$h_r = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

dans laquelle h_r est la perte de charge, L la longueur, d le diamètre de la conduite, c , la vitesse et λ un coefficient de la forme :

$$\lambda = a + \frac{2b}{\sqrt{ed}}$$

a est le coefficient de rugosité de la conduite et b dépend du coefficient de viscosité, de la densité et de la température : pour l'eau entre 0° et 20° , $2b = 0,0018$; dans le cas de la conduite essayée, $a = 0,02$.

En appliquant cette formule à la vitesse de 1,24 m/sec correspondant à un débit de 4,722 m³/sec, on trouve :

$$h_r = 0,930 \text{ m.}$$

alors que la valeur trouvée par l'essai est 0,630 m.

Pour que la formule de Lang donne les mêmes valeurs que celles que l'expérience a fournies, il faudrait prendre $a = 0,0138$ qui, d'après Lang, s'applique à des tuyaux en cuivre ou en laiton sans soudure, ou à des tuyaux en zinc soigneusement brasés ou exceptionnellement à des tuyaux en fer forgé.

La formule de Biehl publiée en 1907 est la suivante :

$$h_r = \frac{Lc^2}{R} \left(0,12 + \frac{f}{R} + \frac{b}{c\sqrt{R}} \times \frac{\eta}{\gamma} \right)$$

dans laquelle $\frac{\eta}{\gamma}$ est le coefficient dit de viscosité, qui dépend de la température, b et f des coefficients dépendant du degré de rugosité. Biehl admet 6 degrés de rugosité. En prenant le 4^e degré de rugosité qui correspond à une conduite formée de planches clouées, de briques soigneusement rejointoyées ou de béton ordinaire, on trouve $h_r = 0,790$ m, valeur encore plus forte que la valeur expérimentale.

Si enfin on applique la formule de Bazin avec le deuxième degré de rugosité correspondant à de la maçonnerie soignée, à des briques soigneusement rejointoyées, on trouve des valeurs de la perte de charge encore trop fortes (courbe V); au contraire avec le premier degré de rugosité qui correspond à des parois parfaitement unies revêtues de ciment ou en bois raboté soigneusement travaillées et entretenues, on trouve des valeurs plus faibles (courbe VI) et concordant d'autant mieux avec les valeurs expérimentales que la vitesse de l'eau est plus grande.

On peut donc conclure de ces essais que pour des conduites en béton, ainsi que d'ailleurs pour des conduites en fer forgé de grand diamètre, on peut calculer les pertes de charge par des formules s'appliquant aux canaux découverts, puisque la formule de Bazin avec le deuxième degré de rugosité donne encore des valeurs trop élevées.

Si l'on applique cette méthode de calcul, il faut aussi tenir compte de la perte de charge à l'entrée dans la conduite et à la sortie de la chambre. Dans le cas présent, cette perte donnée par la différence des lectures des deux flotteurs est de 0,196 m, ce qui représente 10,4 p. 100 de la hauteur due à la vitesse ; ce nombre est d'ailleurs très avantageux, puisqu'on évalue quelquefois cette perte à 50 p. 100.

Les dégagements de chaleur dans le découpage des métaux et la vitesse de coupe la plus avantageuse, d'après H. FRIEDRICH (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* des 7, 14 et 21 mars 1914). — L'auteur a étudié théoriquement et pratiquement les phéno-

mènes calorifiques résultant du découpage des métaux de façon à en déduire les vitesses de coupe les plus avantageuses.

Dans la partie théorique de ses recherches, il a déduit d'une part, de la répartition de la chaleur dans le métal à découper et dans l'outil et, d'autre part, de la température du copeau, des équations fournissant la vitesse de coupe la plus avantageuse; il a ensuite comparé ces résultats à d'autres phénomènes calorifiques analogues.

La partie pratique de ses recherches comprend des essais effectués en vue de déterminer les constantes des matières, des essais au frein avec un tour rapide, des essais de coupe, de pression de l'outil et des matières, puis la détermination des quantités de chaleur produites dans le cas d'une section de copeau constante à vitesse variable, de sections de copeaux variables et sous des vitesses normales; enfin l'application pratique des résultats trouvés.

Dans le découpage des métaux, on peut étudier l'action de l'outil dans la pièce et les phases de son déplacement dans la matière, les résistances mises en jeu par ce mouvement, la quantité de travail nécessaire et les phénomènes calorifiques.

L'action de l'outil et sa résistance de coupe ont été déjà soumises à des expériences nombreuses et précises; il n'en est pas de même de la quantité de travail nécessaire et des phénomènes calorifiques qui en résultent.

Les essais effectués en vue d'étudier les résistances à la coupe ont montré que la pression de coupe n'est pas constante pour l'unité de surface de la section du copeau, qu'elle diminue lorsque la surface augmente; pour un même poids de copeaux produits, le travail nécessaire n'est pas le même si les copeaux sont découpés fins ou bien découpés d'abord gros et ensuite fragmentés; dans le premier cas, on n'a à effectuer qu'un travail de coupe, dans le second un travail de coupe et un travail de fragmentation. Si l'on partage le travail de coupe en travail absorbé par la déformation et travail absorbé par le frottement, on peut dire que la première partie augmente avec la section du copeau et la deuxième avec la surface de coupe du copeau; on peut donc écrire :

$$R = \alpha f + h\beta \quad (1)$$

R étant la résistance de coupe, f la section du copeau, β l'arc de coupe; le coefficient k dépend la résistance de la matière à découper, et h du frottement des surfaces en contact. Par suite, dans le découpage des métaux, la résistance de la matière sera prépondérante et dans le découpage des matières tendres, par exemple du cuir, ce sera le frottement.

Les machines-outils à grande vitesse doivent donc être disposées de façon à s'adapter à ces diverses circonstances et à permettre d'utiliser pour diverses matières la vitesse de coupe la plus favorable dans les cas où l'on veut obtenir de fins ou de gros copeaux, c'est-à-dire réaliser une profondeur de coupe petite ou grande. Ces vitesses les plus favorables ont été établies par les essais de Taylor et de Nicolson, mais seulement pour un certain nombre de métaux de composition chimique définie; les résultats des expériences de l'auteur pourront être étendus à toutes les matières, du moment que l'on aura déterminé les conditions physiques que doit remplir la vitesse la plus favorable; comme la vitesse pourrait être augmentée si le tranchant de l'outil ne s'émoussait pas sous l'effet de la chaleur développée, on peut dire que la température du tranchant ne doit pas dépasser une certaine limite. Cette température dépend :

1° de la quantité de chaleur produite par le travail de coupe ;

2° de la répartition de cette chaleur ;

3° de l'élévation de température au point de coupe.

La quantité de chaleur produite est donnée par le travail de déformation du métal à découper et par le frottement. La chaleur ainsi dégagée au point de coupe se répartit sur le métal, sur l'outil, sur la machine par conductibilité interne, par contact et par rayonnement.

L'élévation de température au point de coupe, forte au commencement, se rapproche d'une valeur constante lorsque les conditions de vitesse, de résistance, etc., restent invariables.

Les recherches théoriques de l'auteur ont consisté dans l'établissement d'une formule permettant de trouver la vitesse de coupe la plus favorable en se basant sur la répartition de la chaleur produite par le découpage et concordant avec la formule tirée du travail de coupe. En adoptant les vitesses fournies par cette formule, l'élévation de température des copeaux pour différentes sections de copeaux doit rester constante ; l'expérience l'a confirmé. L'auteur a établi ensuite une formule pour les variations de température des copeaux, la section du copeau restant constante et la vitesse de coupe variant ; l'expérience a également confirmé son exactitude.

La vitesse v est donnée par la formule :

$$v = \frac{e_1}{k\sqrt{f} + h_1} \quad (2)$$

dans laquelle

$$e_1 = \frac{E}{\sqrt{f}} \text{ et } h_1 = \frac{h\beta}{\sqrt{f}}$$

E est le travail de coupe par seconde, f la section du copeau, β l'arc de coupe, h et k les coefficients de l'équation (1). Si donc on connaît les valeurs de k et de h , on peut calculer la vitesse pour diverses sections de coupe, de façon que la température du tranchant de l'outil ou des copeaux ait une valeur déterminée. Cette valeur dépend de e , et la valeur maxima de cette température fournira la vitesse la plus favorable.

La température des copeaux t a été calculée par la formule :

$$t = C \frac{v}{m + v} \quad (3)$$

dans laquelle v est la vitesse de coupe,

$$m = \frac{aO}{cp}$$

et :

$$C = (t_1 - t_0) \left(\frac{m - v_1}{v_1} \right)$$

a est le coefficient de transmission de la chaleur, O la surface du copeau, c la chaleur spécifique, f la section du copeau, p son poids spécifique, t , la température correspondante à la vitesse de coupe v , et t_0 la température initiale.

Pour déterminer k et h , l'auteur a fait des essais au frein, des essais de coupe, des essais de pression et des essais de matériaux : il a employé un tour rapide mû par un moteur électrique et dont il a déterminé le rendement au moyen du frein de

Prony pour diverses vitesses, de façon à calculer le travail de coupe. Ces essais lui ont permis de tracer les courbes de la figure 1, représentant les valeurs de R , résistance de coupe en kilogrammes, de L_m travail mécanique en watts, $K = \frac{P}{f}$ résistance de coupe spécifique en kilogrammes par millimètre carré en fonction de f pour deux séries de 8 essais ; dans la première (points représentés par une croix) les valeurs sont obtenues par les essais au frein ; dans la seconde (points représentés par un cercle) en remplaçant le moteur par un poids.

Pour déterminer les variations de température des copeaux par rapport à la vitesse de coupe, les copeaux découpés sur une pièce de diamètre constant, la profondeur de coupe et l'avance restant constantes, ont été recueillis dans un vase plein d'eau pendant un temps calculé de façon que leur poids soit toujours le même. La quantité

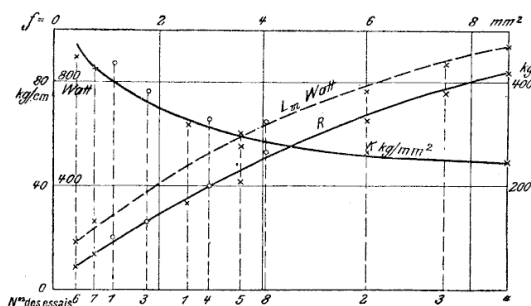


Fig. 1. — Courbes des pressions de coupe. — L_m , travail mécanique en watts ; R , résistance totale de coupe en kilogrammes ; $K = \frac{R}{f}$. Les petits cercles correspondent aux valeurs calculées, les croix de Saint-André aux valeurs mesurées au frein ; résistance spécifique de coupe en kilogrammes par millimètre carré, en fonction de la section du copeau.

d'eau était la même et on mesurait sa température au commencement et à la fin de l'essai. Les résultats de ces essais ont parfaitement concordé avec ceux que donnaient la formule (3). On a également déterminé la perte de chaleur produite par le refroidissement du copeau avant sa chute dans l'eau et on l'a trouvée peu importante.

Pour une vitesse déterminée de la pièce à travailler, on obtient pour diverses sections de copeau divers diamètres dont on peut tracer les courbes $D = \frac{60v}{\pi n}$; on trace également la droite représentant l'avance et la courbe des vitesses de coupe ; on obtient alors un diagramme qui permet de trouver immédiatement les éléments du découpage, avance, profondeur de coupe et vitesse correspondant à un diamètre donné (fig. 2).

Sur ce diagramme, l'horizontale de 240 mm de diamètre, par exemple, coupe les courbes des diamètres correspondant aux vitesses du tour de 30, 48 et 60 t/min ; de ces points d'intersection on mène des verticales qui coupent chacune la courbe de vitesse de coupe et la droite de l'avance de 0,97 mm. On aura ainsi par exemple une vitesse du tour de 60 t/min correspondant à une section de copeau de 2 mm², une profondeur de coupe de 2,06 mm et une vitesse de coupe de 43 m/min (740 mm/sec), ou

bien les nombres correspondants de 48 t/min, 4 mm², 4,12 mm et 36 m/min (600 mm/sec) ou enfin, 30 t/min, 15 mm², 15,5 mm et 22,5 m/min (375 mm/sec).

Ce diagramme peut être simplifié en le traduisant en coordonnées polaires de

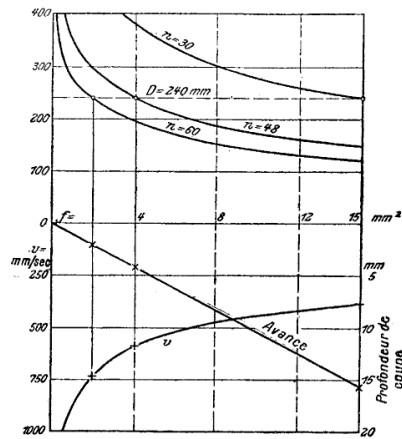


Fig. 2. — Détermination graphique de la vitesse de coupe la plus favorable. — f = section du copeau : petit cercle, diamètre; croix de Saint-André, profondeur de coupe; croix droite, vitesse de coupe.

façon à obtenir l'indicateur de coupe de la figure 3. Un index a se déplace devant la graduation b , dont les divisions sont proportionnelles aux diamètres de la pièce, et donne par son intersection avec les courbes c les éléments de réglage du tour. L'index

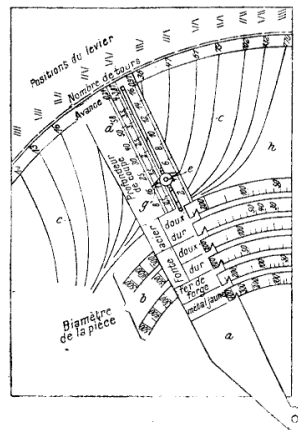


Fig. 3. — Indication de coupe.

peut être immobilisé par un bouton à vis e qui se déplace dans une rainure et indique par sa pointe g les valeurs de l'avance et de la profondeur de coupe.

Les conclusions tirées par l'auteur de cet important travail sont les suivantes :

- 1) L'élévation de température des copeaux augmente avec la vitesse de coupe, leur

section restant constante, car plus la vitesse de coupe est grande, plus l'unité de surface de copeau dégage de chaleur.

2) Pour éviter un échauffement trop considérable de l'outil, la température des copeaux ne doit pas dépasser une valeur définie pour chaque section de copeau et chaque vitesse de coupe. Pour que la température du copeau reste constante, il faut que l'unité de surface du copeau dégage une quantité de chaleur constante par unité de temps. On déduit de là une formule du travail et une formule de répartition de la chaleur qui permettent de calculer la vitesse de coupe la plus favorable ; les essais ont montré que, pour une vitesse de coupe ainsi calculée, la température du copeau est constante.

3) Le rendement du tour augmente rapidement avec la section du copeau ; il atteint son maximum avec les métaux essayés pour une section de 2 à 4 mm² et reste sensiblement constant pour des sections plus fortes. Pour les grands et petits rapports de réduction des engrenages, il est un peu plus faible que pour les rapports moyens. Il faut éviter de découper des copeaux dont la section est inférieure à 1 mm².

Considérations et recherches nouvelles sur les hélices de navires, d'après GUNTHER KEMPF (*Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen* des 10, 20 et 30 avril 1914).

Les nouvelles considérations de l'auteur sur le rendement des hélices de navires s'appuient sur la proposition de Rankine, sur la connaissance de ce fait que la poussée de l'hélice est égale à la pression de la masse d'eau se déplaçant d'avant en arrière suivant son axe et que l'accélération résulte principalement de la déviation du courant produite par la surface des branches de l'hélice.

L'auteur s'est proposé de chercher une représentation des phénomènes qui se passent dans une hélice de navire, afin de prouver l'exactitude de ses considérations nouvelles.

1. — *Mouvements de l'eau.* — a) avant d'arriver à l'hélice.

L'auteur a étudié ces mouvements expérimentalement en installant devant l'hélice tournant au point fixe des grilles en fil de fer B (fig. 1) ; des gouttes de nitrate d'argent sont versées dans l'eau en des points déterminés A devant la première grille et sont entraînées par le courant. Les traces noires laissées sur les grilles successives permettent de suivre le trajet des filets d'eau. L'auteur a construit un modèle en fils de fer (fig. 2) représentant ces trajets. Les essais ont montré qu'avant d'arriver à l'hélice, les filets d'eau n'ont pas de mouvement de rotation autour de l'axe.

Gebers a trouvé que les vitesses dans une section donnée ne sont pas constantes, fait en désaccord avec la plupart des théories.

Les mesures de vitesse ont encore montré que l'eau subit déjà une certaine accélération avant son arrivée dans l'hélice, alors que, d'après un premier groupe de théories, cette accélération ne commencerait qu'à son arrivée sur l'hélice, et d'après un deuxième groupe, l'accélération est déjà complète avant son arrivée sur l'hélice.

b) dans l'hélice.

L'expérience montre qu'avec les hélices modernes à deux, trois ou quatre branches, les filets d'eau ne sont pas tous obligatoirement dirigés et n'éprouvent pas tous la même déviation ; seuls les filets situés au voisinage immédiat d'une branche d'hélice éprouvent la déviation totale ; on peut donc constater au moyen d'un tube de Pitot

installé sur le trajet des filets à la sortie de l'hélice, que le courant a un mouvement pulsatoire ; de plus, en examinant les traces laissées par le nitrate d'argent, on constate

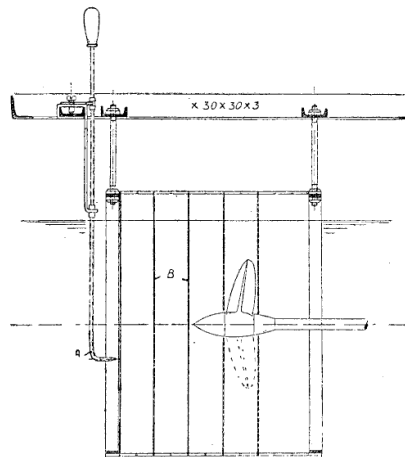


Fig. 1. — Dispositif d'expérience permettant de déterminer le trajet des filets d'eau passant dans une hélice.

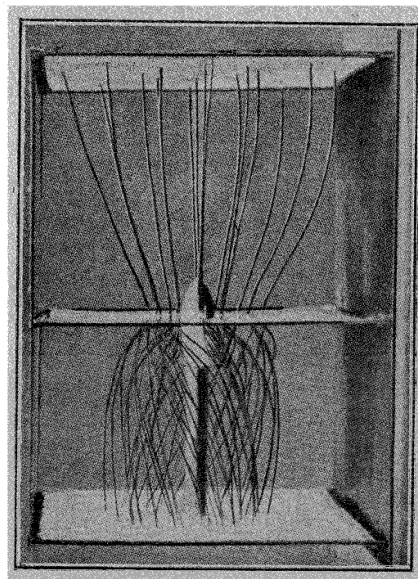


Fig. 2. — Modèle en fils de fer représentant le trajet des filets d'eau passant dans une hélice.

que les filets liquides au contact des surfaces des branches de l'hélice sont dirigés obliquement par rapport à l'axe (fig. 3) (voir à ce sujet les expériences de M. Ole

Halvorsen dont le *Bulletin de la Société d'Encouragement* d'avril 1914, p. 524, a rendu compte).

c) à la sortie de l'hélice.

De même que le mouvement de l'eau est irrégulier dans l'hélice, de même, par suite de la déviation tangentielle, variable en vitesse et en volume, le courant d'eau sortant de l'hélice a la forme d'un cylindre animé d'un mouvement hélicoïdal et composé de filets séparés ; il n'est donc pas du tout homogène et les filets liquides font des angles variables non seulement avec le rayon, mais encore sur la section du cylindre. Il n'est donc pas possible d'adopter des valeurs moyennes de la vitesse dans une section

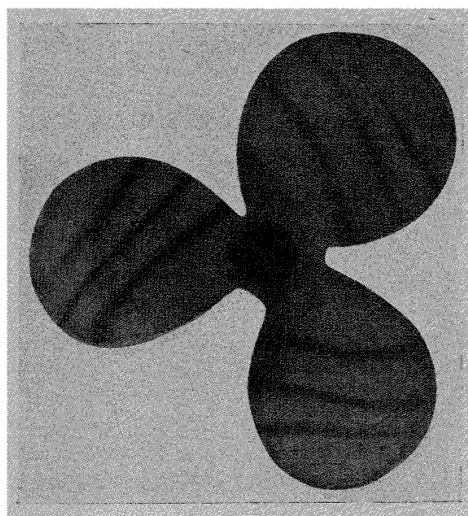


Fig. 3. — Traces des filets d'eau sur une hélice.

déterminée du cylindre, car cette vitesse varie considérablement avec le rayon. Les essais de Wagner et Gebers ont montré comment les vitesses se répartissent dans le courant sortant de l'hélice.

II. — *Répartition de l'énergie dans les hélices de navires.* — Les mouvements de l'eau seuls ne permettent pas de se rendre compte de leur influence sur l'utilisation de l'énergie dans les hélices ; le problème de l'hélice ne sera complètement résolu que lorsqu'on aura calculé la valeur en énergie des différentes causes de perte.

Ces pertes se divisent en :

- Pertes dues à l'accélération ;
- Pertes dues au frottement et à la forme de l'hélice ;
- Pertes dues à la viscosité.

Outre ces pertes inévitables, il faut encore ajouter les pertes résultant d'une mauvaise construction, par exemple des chocs, les pertes dues aux remous qui se produisent principalement aux points où l'eau ne peut pas suivre les surfaces de l'hélice,

c'est-à-dire lorsque les arêtes des branches sont trop épaisses ou les moyeux trop courts en arrière.

On peut donc, en se basant sur les expériences de Gebers, tracer le diagramme de la figure 4, représentant les courbes des pertes en fonction du recul dues aux diverses causes; les surfaces limitées par ces courbes depuis l'horizontale de 100 p. 100 représentent les travaux absorbés. A titre d'exemple, ce diagramme se rapporte aux essais d'une hélice à trois branches de 300 mm de diamètre, dont le pas est de 285 mm et qui tourne à 8,65 t/sec.

a) Les pertes dues à l'accélération peuvent se décomposer suivant les composantes axiale, tangentielle et radiale de la vitesse de sortie de l'eau.

Les deux premières peuvent être mesurées directement; pour l'hélice essayée, qui

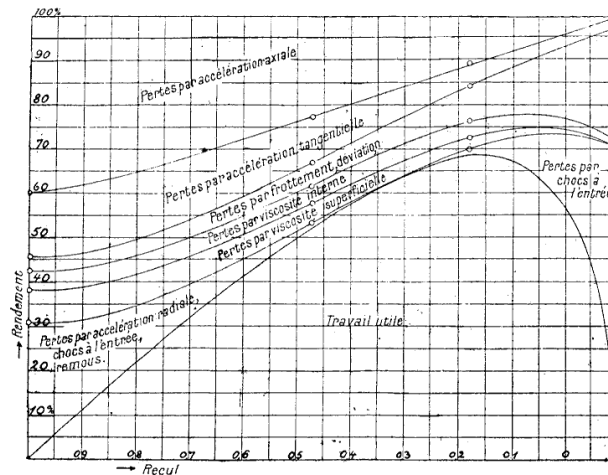


Fig. 4. — Diagramme de la répartition des travaux et des pertes dans une hélice à trois branches de 300 mm de diamètre, ayant un pas de 285 mm et tournant à 8,65 t/sec.

a un rendement de 69 p. 100, elles sont respectivement de 12 et 5 p. 100. La perte radiale est insignifiante.

b) Pour déterminer les pertes dues au frottement, on peut employer deux méthodes, la première consistant à rendre les surfaces plus rugueuses, la seconde à modifier la viscosité du fluide; les expériences ont permis de tracer la courbe de ces pertes y compris les pertes dues à la forme des branches. Dans le cas présent, elles atteignent 7 p. 100.

c) Les pertes dues à la viscosité résultent d'abord du frottement des molécules et des couches d'eau du courant animé d'un mouvement de rotation et de translation pulsatoire, puis du frottement du courant contre les couches d'eau environnantes immobiles. Pour déterminer ces pertes, l'auteur a imaginé le dispositif expérimental suivant (fig. 5): le courant est produit par l'écoulement de l'eau d'un réservoir dans un autre, à travers un tuyau horizontal. Le deuxième réservoir se vide par des orifices placés dans son fond et l'eau est remontée dans le premier au moyen d'une pompe. Le

deuxième réservoir est monté sur des couteaux de façon à pouvoir évaluer la poussée du courant avec des poids. Les essais ainsi effectués ont permis d'évaluer les pertes dues à la viscosité à 5 p. 100.

Par conséquent la répartition du travail sera la suivante :

Pertes par accélération axiale	12 p. 100
Pertes par accélération tangentielle . .	5
Pertes par frottement	7
Pertes par viscosité	5
Pertes diverses	2
Travail utile.	69
	<hr/>
	100 p. 100

Les pertes diverses sont certainement dues aux chocs; le diagramme montre

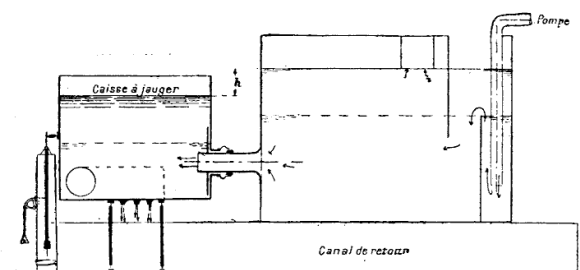


Fig. 5. — Dispositif d'expérience pour mesurer les pertes dues à la viscosité.

qu'elles n'apparaissent que peu avant le point correspondant au rendement maximum et augmentent ensuite rapidement lorsque le recul diminue.

III. Travail utile. — Pour augmenter le travail utile, il faut chercher à diminuer les pertes.

a) Pertes par accélération axiale.

Pour diminuer ces pertes, il faut diminuer la vitesse de sortie de l'eau; or on y arrive en augmentant le diamètre de l'hélice, mais on est souvent limité par des conditions de construction.

b) Pertes par accélération tangentielle.

On peut les supprimer complètement comme dans les turbines, par l'emploi d'hélices doubles tournant en sens inverse, les deux hélices pouvant tourner à la même vitesse ou à des vitesses différentes, ou encore l'une d'elles étant immobile; on obtient ainsi un excellent guidage des filets liquides qui réduit les pertes par frottement et par viscosité; d'autre part, on peut augmenter le pas sans craindre d'augmenter les pertes tangentielles. Ce système est particulièrement avantageux dans le cas d'hélices fonctionnant avec un fort recul, par exemple, celles des remorqueurs; le diagramme montre en effet que les pertes tangentielles peuvent atteindre 15 p. 100 pour un recul de 0, 6.

c) Pertes par frottement.

Ces pertes dépendent du nombre des branches, de leur surface, de leur section et

avant tout de la vitesse tangentielle qui est fonction du pas. Le frottement sur les surfaces des hélices varie comme le carré de la vitesse relative de l'eau; l'emploi des hélices doubles présente donc des avantages. La forme, la surface et le nombre des branches d'hélice qui influencent le frottement proportionnellement à la grandeur de leur surface, n'ont cependant de l'importance que parce qu'elles déterminent la grandeur du volume d'eau déplacé.

La meilleure forme est la plus simple, l'expérience a prouvé que c'est la forme elliptique; en tout cas elle ne doit pas présenter d'angles aigus, ni une trop grande surface au bord extrême.

L'augmentation de la surface augmente le rendement, mais seulement jusqu'à une valeur assurant la déviation totale du volume d'eau; elle est d'ailleurs limitée par l'augmentation du frottement. Les hélices de remorqueurs ont toujours une grande surface, parce qu'elles fonctionnent avec un fort recul, c'est-à-dire une grande accélération, mais on n'obtient pas la même poussée en partageant une surface donnée en trois ou quatre branches; car il se passe dans ce cas des phénomènes encore inexpliqués.

Du nombre des branches dépend la grandeur du volume d'eau passant entre deux branches; plus le nombre est grand, plus le volume d'eau dévié par chaque branche est petit et plus on est sûr que le volume total est dévié; mais le rendement est limité par le frottement.

d) Les pertes par viscosité dépendent de la vitesse de sortie de l'eau et de la forme du courant; donc le courant présentant la surface la plus unie sera le plus avantageux; de même il est important que la vitesse diminue du centre à la périphérie de ce courant.

Comme les pertes par frottement absorbent environ 12 p. 100 et ne suivent pas la même loi de proportionnalité que les autres travaux, la même hélice ne peut donner la même courbe de rendement lorsque sa vitesse augmente. En considérant le diagramme de répartition des pertes, on voit que, pour une hélice simple sans enveloppe, on peut obtenir un rendement de 70 à 75 p. 100; d'ailleurs ce rendement est obtenu aujourd'hui couramment.

L'emploi des hélices doubles à pas contraires est avantageux, mais il reste encore à élucider s'il est plus avantageux que les deux hélices tournent ou que l'une des deux reste immobile.

On ne sait pas si l'application d'une enveloppe est avantageuse, car si d'une part cette application réduit les pertes par viscosité superficielle, d'autre part, elle augmente les pertes par frottement.

Le rendement de l'hélice en place sur le navire est influencé par la forme du navire, par le gouvernail, par le sens de rotation, par le mouvement de l'eau avant son entrée dans l'hélice.

Sur les navires de mer, le rendement est meilleur lorsque les hélices tournent de façon à éloigner l'eau de la coque; c'est l'inverse sur les navires fluviaux. Les mouvements de l'eau sont très différents dans une même section perpendiculaire à l'axe du navire et située avant l'hélice.

En résumé, le problème du rendement des hélices libres et en place sur les navires ne pourra être complètement résolu que lorsqu'on aura analysé d'une façon précise et systématique tous les phénomènes élémentaires des mouvements de l'eau.

Les tiroirs cylindriques de locomotives dits tiroirs E, d'après F. WERLE (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* du 2 mai 1914). — L'utilisation de la vapeur surchauffée dans les locomotives exige l'emploi des tiroirs cylindriques à cause des difficultés de graissage des tiroirs plans résultant de la haute température de la vapeur et entraînant leur usure trop rapide. D'autre part, afin d'éviter les mêmes difficultés de graissage pour les tiges de tiroir, il est avantageux de faire passer la vapeur d'admission par les arêtes intérieures des tiroirs cylindriques ; pour cela il faut que la commande de ces derniers soit renversée par rapport à celle des tiroirs plans ordinaires, c'est-à-dire que le point d'articulation de la tige du tiroir se trouve entre les articulations du levier d'avance, au lieu d'être en dehors. Cela conduit dans certains cas à des difficultés de construction, en particulier sur les machines-tenders ayant des caisses à eau à l'avant ; on peut remédier à ces difficultés soit en obliquant la tige de commande du tiroir, soit en montant la tige du tiroir sur un guide à baïonnette, de façon à racheter l'augmentation de longueur du levier d'avance ; soit en croisant les canaux de circulation de la vapeur à l'intérieur de la boîte à tiroir, soit en commandant la tige

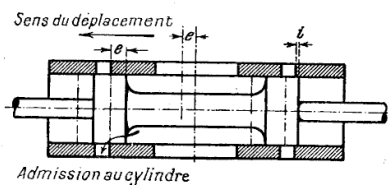


Fig. 1. — Tiroir cylindrique ordinaire.

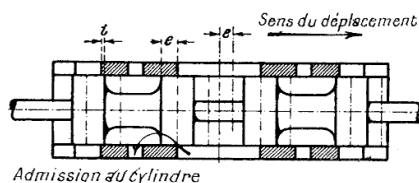


Fig. 2. — Tiroir cylindrique E.

du tiroir par un levier horizontal. Mais l'emploi des tiroirs dits tiroirs E permet d'admettre par les arêtes intérieures sans inverser le mouvement du tiroir (fig. 1 et 2). Ces tiroirs sont formés de quatre pistons au lieu de deux et partagent par suite la boîte à tiroir en cinq chambres au lieu de trois. Comme on peut le voir sur les figures 1 et 2, l'admission sur la face gauche du piston commence dans le tiroir ordinaire, lorsque celui-ci s'est déplacé de e vers la gauche, tandis que dans le tiroir E elle commence lorsqu'il s'est déplacé de e vers la droite ; en somme, l'admission se fait par les arêtes extérieures des pistons intérieurs. Ce mode de fonctionnement présente un certain nombre d'avantages : dans le tiroir ordinaire, la différence de pression entre les deux faces d'un même piston est toujours égale à celle de la chaudière, tandis que dans le tiroir E, comme les chambres intermédiaires comprises entre les pistons extrêmes communiquent toujours avec le cylindre, la différence de pression n'atteint celle de la chaudière que, d'une part, à la fin de l'échappement et, d'autre part, au commencement de l'admission ; par suite les fuites sont beaucoup moins à craindre.

Les avantages du doublement des orifices d'admission permettant d'admettre un plus grand volume de vapeur sans augmenter les dimensions du tiroir peuvent être facilement obtenus avec les tiroirs E au moyen d'un simple canal de communication dans la boîte à tiroir (fig. 3). En effet, quand le tiroir se déplace vers la droite d'une longueur e , l'admission sur la face gauche du piston se fait simultanément par les arêtes extérieures du piston intérieur de gauche et par les arêtes intérieures du piston intérieur de droite.

Les tiroirs cylindriques présentent toujours, par rapport aux tiroirs plans, l'incon-

venient de ne pas céder en cas de compressions anormales dans les cylindres produites par les coups d'eau et défonçant les fonds ; si les soupapes ne sont pas assez grandes pour éviter ces causes d'avaries graves, il suffit de donner aux pistons intérieurs une certaine mobilité suivant leur axe, des ressorts s'opposant à leur déplacement dans le cas où les pressions sont normales. Les tiroirs E peuvent être également construits

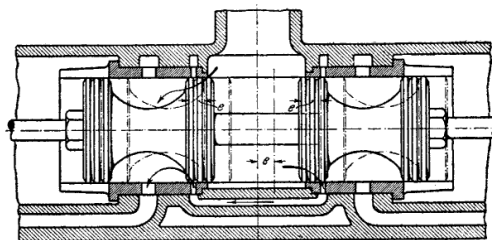
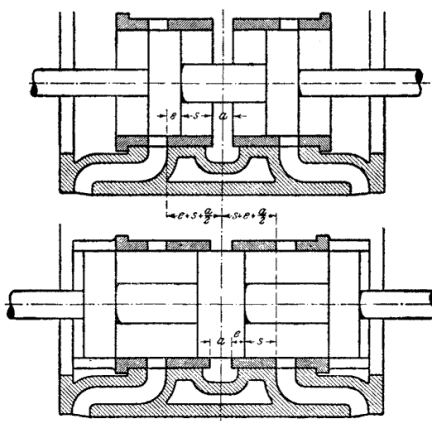


Fig. 3. — Tiroir cylindrique E à doubles orifices d'admission.

avec trois pistons (fig. 4 et 5) (c'est d'ailleurs de cette forme que leur vient leur nom sans modifier en quoi que ce soit les recouvrements e , la course s , la largeur a de l'orifice d'arrivée de vapeur et la distance $2e + 2s + a$ des orifices d'admission.

Ce tiroir E a été appliqué pour la première fois par la Société Hohenzollern, à Dusseldorf, à la transformation d'une locomotive hollandaise à trois essieux couplés avec



et 5. — Tiroir cylindrique ordinaire et tiroir cylindrique E à trois pistons.

bogie à l'avant précédemment à vapeur saturée et à tiroirs plans ; il convient tout à fait bien à la transformation des locomotives à vapeur saturée puisqu'il n'entraîne aucun changement dans la commande de la distribution.

Nouveau type d'anémomètre, d'après GIESSEN (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* du 23 mai 1914). — En 1902 le Gouvernement allemand a ouvert un concours

international ayant pour objet la construction d'un appareil permettant de mesurer la pression du vent et remplissant les conditions suivantes :

- 1) L'appareil doit permettre de mesurer la pression moyenne du vent sur des corps

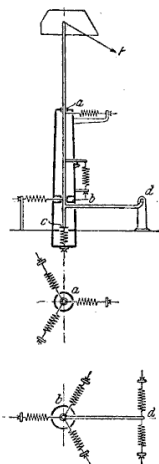


Fig. 1 à 3. — Schéma de l'anémomètre système Giessen.

et des surfaces en tenant compte des effets d'aspiration sur la face opposée de façon que les résultats des observations puissent être utilisés pour des calculs statiques.

- 2) Il doit permettre de déterminer exactement le point d'application de la pression moyenne sur la surface exposée au vent.

- 3) Il doit être enregistreur.

- 4) Les appareils qui fournissent la pression du vent par l'intermédiaire de mesures de sa vitesse ne peuvent pas convenir.

Sur une centaine d'appareils construits et une quarantaine de projets, deux seule-

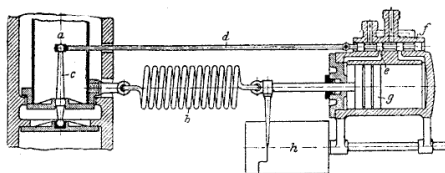


Fig. 4. — Appareil de mesure proprement dit.

ment ont obtenu le premier prix, celui de l'ingénieur Reissner et de la maison Fuess de Berlin, et celui de l'auteur qui fait l'objet de la présente note.

Cet appareil est basé sur le principe suivant :

Supposons que l'on fixe à la partie supérieure d'une tige verticale une surface de forme quelconque et que l'on soutienne cette tige en quatre points $a b c d$ comme l'indiquent

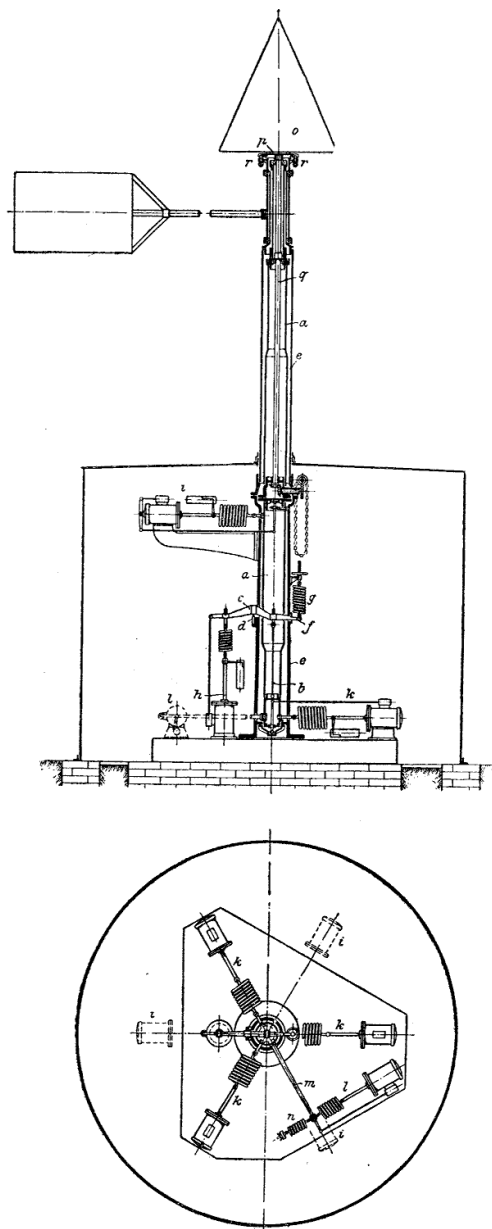


Fig. 5 et 6. — Anémomètre Giessen.

les figures 1 à 3 ; la force P agissant sur la surface en question produira, aux points $abcd$, des réactions parfaitement déterminées, qu'il suffira de pouvoir mesurer pour construire graphiquement ou calculer la force P d'après la grandeur, la position et la direction des réactions élémentaires. Pour mesurer ces réactions, il suffira de disposer des ressorts comme l'indiquent les figures ; en admettant que la tige ait un certain jeu, lorsqu'elle aura subi un déplacement dans les points $abcd$ sous l'influence de la force P , pour la ramener dans sa position moyenne il suffira d'augmenter la tension d'un certain nombre de ressorts et cette tension mesurera les réactions agissant en chacun des points $abcd$ en grandeur et sens.

Les ressorts sont disposés de la façon suivante (fig. 4) : soit a la tige, b le ressort ; la tige est reliée à un tiroir de distribution f par l'intermédiaire d'un levier c et d'une bulle d . Lorsque la tige a est déplacée vers la gauche, elle tire sur la bielle d qui entraîne le tiroir f et laisse passer de l'eau sous pression sur la face de gauche du piston g . Ce piston se déplace alors vers la droite en tirant sur le ressort b ; lorsque la

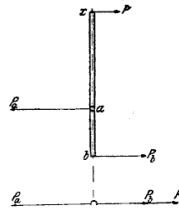


Fig. 7 et 8. — Conditions d'équilibre d'une force perpendiculaire à l'axe et située dans un plan passant par l'axe.

tension du ressort est devenue suffisante, elle ramène la tige a dans sa position moyenne et par suite le tiroir f interrompt l'arrivée de l'eau sous pression. Les déplacements du ressort sont inscrits par le style h à la manière habituelle.

Les figures 5 et 6 représentent l'appareil prêt à fonctionner. La tige a est formée d'un tube suspendu à la tige b qui repose sur le levier c par l'intermédiaire d'un couteau ; ce levier repose lui-même sur un couteau d porté par l'enveloppe extérieure e . Le ressort g supporte le poids du tube a et de la surface exposée au vent o . L'appareil h enregistre les forces verticales, les appareils i et k les forces horizontales et l'appareil l les couples. La surface à essayer o est fixée sur un plateau p monté sur un arbre q . Cet arbre est relié par des engrenages coniques avec l'enveloppe e sur laquelle est fixée une palette d'orientation. Au moyen des boulons d'accouplement r , la surface peut être rendue solidaire ou indépendante des mouvements de cette palette. Le jeu du tube a dans chaque sens est d'environ 1 mm à partir de sa position moyenne.

A titre d'exemple examinons de quelle façon une force P agit sur le système. Supposons (fig. 7 et 8) que la force P soit perpendiculaire à la tige a et située dans un plan passant par cette tige. Cette force produit en a et b deux réactions P_a et P_b qui doivent satisfaire aux relations :

$$\begin{aligned} P_a - P_b - P &= 0 \\ P_a x &= P_b ab. \end{aligned}$$

Comme les ressorts font connaître P_a et P_b , que la distance ab est connue, il est facile d'en déduire P et ax . Lorsque la force P a son point d'application en dehors de

l'axe et fait un angle quelconque avec cet axe, sa décomposition paraît un peu plus compliquée, mais sa détermination est très simple au moyen des forces fournies par les divers ressorts et se borne à la construction de quelques triangles et à la résolution de quelques équations simples des moments.

L'appareil de Giessen présente les avantages suivants : la position de la surface ou du corps exposé au vent est invariable, de sorte qu'on n'a pas à tenir compte des influences perturbatrices de la force vive d'un corps en mouvement ; d'autre part, sa position est bien celle que l'on désire avoir. Une seule observation suffit pour trouver la résultante cherchée et les calculs ne sont pas compliqués. L'appareil permet d'obtenir le résultat cherché à 1 p. 100 près. Enfin il peut également servir à la mesure des pressions hydrauliques.

A. SCHUBERT,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN

membre du Conseil.

Laboureuse rotative,

par M. FERNAND DE CONDÉ, Ingénieur agronome.

Avant son départ dans la nuit du 1^{er} août, jour de la mobilisation générale, notre excellent ami et dévoué collaborateur avait laissé entre nos mains cet article destiné à la *Revue de Culture mécanique*, et dont la publication devait être retardée par les tristes événements. Avec la plus grande douleur nous avons appris que Fernand de Condé, lieutenant au 279^e de ligne, était tombé au champ d'honneur en Lorraine, au combat livré entre Courbesseaux et Hoéville, le 25 août 1914.

M. R.

La laboureuse dont nous voulons dire quelques mots est établie sur le principe du modèle américain dont nous avons déjà parlé (*Culture mécanique*, t. II, p. 52, fig. 35).

La machine (fig. 35-36) se compose d'un bâti BB' en fer à U, rétréci à l'avant ; deux roues A de grand diamètre et à très large jante sont motrices et peuvent être garnies de cornières maintenues par des boulons. A l'avant, une roue ou plutôt une sorte de rouleau D, de faible diamètre et muni de crampons, sert pour la direction. Le moteur M, à explosions, à 4 cylindres, et marchant à l'essence peut développer une puissance de 60 à 70 chevaux à une vitesse de 500 tours à la minute.

A l'arrière du bâti est la pièce travaillante (fig. 37) ; celle-ci se compose de disques en tôle *d*, au nombre de dix, fixés par des embases *r* sur un arbre *x* parallèle à l'essieu de la machine ; chaque disque est muni à sa périphérie de 3 ou de 6 pièces en tôle *t*, terminées par une plaque *c* en forme de soc de houe (la pièce vue de face *c'* a sensiblement la forme d'un cœur), que l'on fixe perpendiculairement au plan des disques à l'aide de deux boulons *n* ; ces pièces travaillantes pénètrent, suivant *e*, dans le sol par la pointe ; l'ensemble, formant le cylindre piocheur, est commandé par le moteur et tourne, selon le sens *f*, à raison de 120 tours à la minute ; chaque pièce travaillante agit donc par percussion, la vitesse circonférentielle du cylindre étant toujours supérieure à la vitesse *a* d'avancement de la machine.

Le moteur commande les roues et les pièces travaillantes par chaînes. Le cylindre piocheur est monté à l'extrémité d'un bâti *m* (fig. 36) pouvant tourillonner autour d'un arbre intermédiaire *y* transmettant par chaînes son mouvement à l'arbre *x* du cylindre

piocheur; la profondeur de travail est réglée par un rouleau *b* situé devant le cylindre piocheur et que l'on remonte plus ou moins par rapport à celui-ci. Les chaînes de commande sont logées dans un carter *m*.

Pour effectuer la tournée à l'extrémité de la raie, un levier permet d'embrayer sur le moteur un mécanisme *rp* (fig. 36) qui relève l'ensemble des pièces travaillantes au-dessus du sol.

Un capot *n* (fig. 36) est placé sur le cylindre piocheur pour empêcher, pendant le travail, les projections de terre.

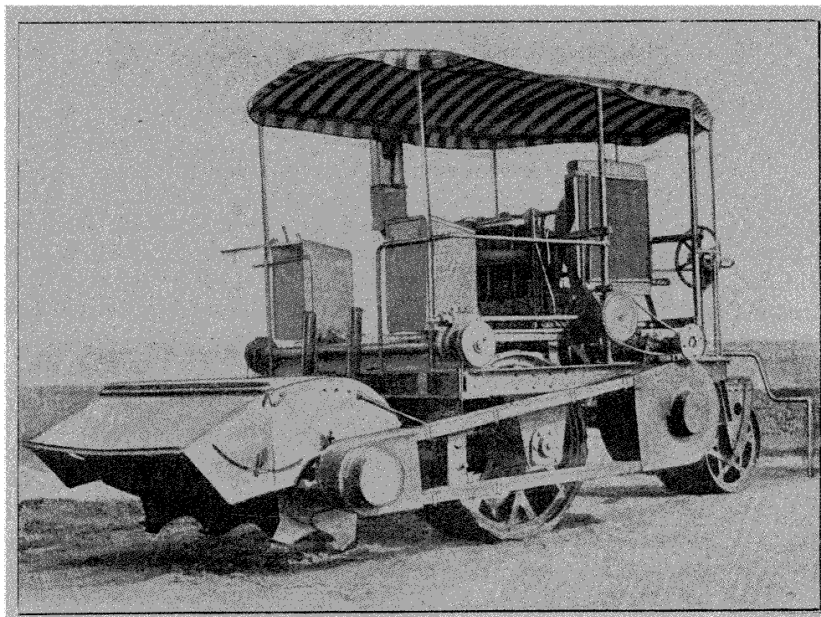


Fig. 35. — Laboureuse rotative.

Sur la plate-forme se tiennent deux hommes : l'un est au volant de direction *V* (fig. 36) et ne s'occupe que de la direction; l'autre assure la marche du moteur et manœuvre les différents leviers : leviers de commande des roues, levier de commande du cylindre piocheur, levier de relevage à l'extrémité de la raie. Un léger toit *T* abrite tout l'ensemble.

Le poids de la machine est de 5 à 6 tonnes; on y adjoint une roulotte contenant des lits pour les ouvriers, des pièces travaillantes de rechange, une réserve d'essence et l'outillage.

La longueur du cylindre piocheur est de 1^m,90, mais il est nécessaire de croiser un peu les trains et l'on peut compter, suivant les conditions, sur une largeur effective de travail variant de 1^m,50 à 1^m,80.

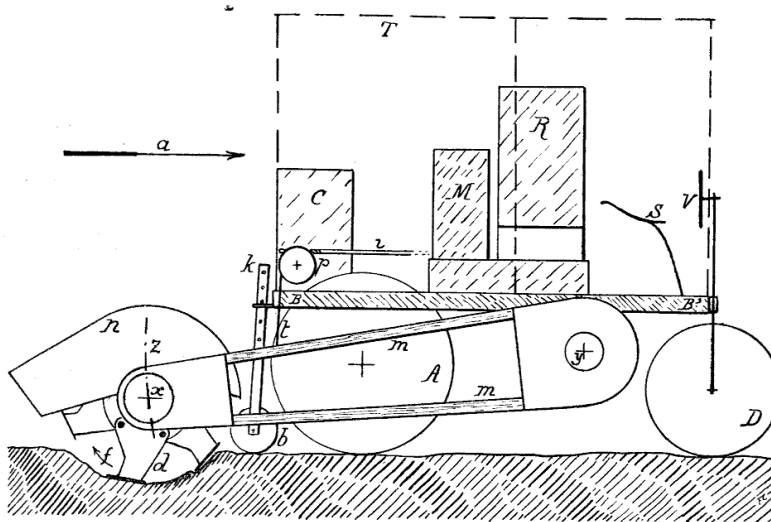


Fig. 36. — Principe de la laboureuse rotative.

A, roues motrices.

BB', bâti.

C, caisse à outils.

D, roue directrice.

M, moteur.

R, radiateur.

S, siège.

T, toit.

V, volant de direction.

a, sens d'avancement de la machine.

b, rouleau pour le réglage de la profondeur.

d, pièces travaillantes.

f, sens de rotation des pièces travaillantes.

r, arbre de relevage des pièces travaillantes agissant par vis sans fin sur une roue solidaire de la poulie p sur laquelle s'enroule le câble t

k, régulateur de profondeur.

m, carter de la chaîne de commande des pièces travaillantes.

n, capot des pièces travaillantes.

y, axe de l'arbre actionnant par chaîne l'arbre x sur lequel sont montées les pièces travaillantes.

z, arc décrit par l'axe x autour de l'axe y lors du relevage des pièces travaillantes.

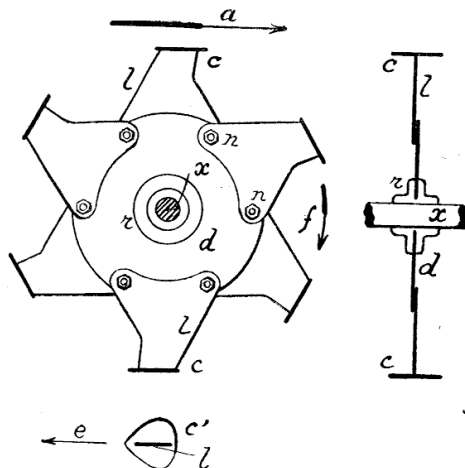


Fig. 37. — Pièce travaillante de la laboureuse rotative.

*
* * *

Nous avons eu l'occasion de voir fonctionner cette laboureuse Keszegi au mois de décembre 1911 aux environs de Laon; chaque disque *d* (fig. 37) ne portait que trois pièces travaillantes *l*; nous avons constaté que la vitesse d'avancement de l'appareil était d'environ 2^{km},6 à l'heure dans une terre silico-argileuse et pour une profondeur de travail de 0^m,20 en moyenne.

Lamachine, exposée au Concours général agricole de 1912, a pris part peu après aux Démonstrations de Chelles; nous y avons constaté que la laboureuse, se déplaçant à une vitesse d'environ 0^m,82 par seconde, soit 2^{km},9 à l'heure, remuait le sol sur une profondeur de 10 à 14 centimètres avec une largeur effective de travail de 1^m,50 à 1^m,60.

Essais de Farmingham.

Le concours d'appareils de Culture mécanique, organisé le 5 novembre 1913 à Farmingham, par la Société d'Agriculture du Nord-Kent, a réuni les tracteurs suivants (1) :

Saunderson et Mills, de Elstow, Bedford; modèle « Universal, G, » de 18 à 20 chevaux; charrue à trois raies de Howard.

Ideal Agricultural Motor Co, de 35 chevaux; charrue à quatre raies de Howard.

Ivel, de 18 à 20 chevaux (2); charrue à trois raies « Kid Kangaroo » de Cockshutt.

Les essais eurent lieu dans le même champ, dont le sol présentait une grande uniformité, et les charrues furent réglées à la profondeur de 0^m,18. Toutes les machines furent arrêtées après deux heures de travail pour mesurer le combustible consommé et la superficie labourée.

En laissant de côté les méthodes de classification, par points affectés de divers coefficients, on a jugé d'après les éléments ci-dessous :

Capital engagé,	Facilité de déplacements sur routes,
Économie de main-d'œuvre,	Simplicité de construction,
Surfacelabourée par heure,	Accès des divers organes,
Qualité du travail,	Facilité de manœuvre,
Pression sur le sol,	Entretien et réparations,
Consommation de combustible,	Amortissement,
Consommation d'huile,	Utilisation du moteur.

Les points obtenus ont été indiqués en chiffres absolus; en les calculant en centièmes l'après le nombre de points donnés à la machine classée en première ligne, on

(1) *The Implement and Machinery Review*, 1^{er} décembre 1913, p. 1089.

(2) *Culture mécanique*, t. II, p. 77.

a les chiffres consignés dans le tableau suivant, lequel résume en même temps les principaux résultats constatés :

	Universal	Ideal	Ivel
Nombre relatif de points obtenus au classement final. . . .	100,0	82,3	44,2
Prix d'achat de l'appareil (<i>francs</i>)	6 500	14 600	8 300
Surface labourée par heure à la profondeur de 0 ^m ,18 (<i>ares</i>).	40,4	40,4	30,3
Combustible employé en 2 heures (<i>litres</i>) :			
Pétrole lampant	24,99	—	20,45
Essence minérale	1,14	29,54	2,84
Combustible employé par hectare (<i>litres</i>), non compris l'essence de mise en route :			
Pétrole lampant	30,92	—	33,74
Essence minérale	—	36,55	—
Volume de terre labourée par litre de combustible (<i>mèt. cubes</i>).	58,06	49,24	53,32

Le tracteur Ideal, de Howard, a des roues motrices de 1^m,65 de diamètre et 0^m,25 de largeur de jante; une grue assure le relevage par le moteur du bâti portant les corps de charrue; le poids est d'environ 4 tonnes et les vitesses sont de 5 et de 10 kilomètres à l'heure.

Concours international de Tunis.

Résultats généraux présentés par MM. MARÈS, CAILLOUX, CORDIER et CRÉPIN, commissaires.

Le Concours international organisé par la Direction générale de l'Agriculture de Tunis (1) a eu lieu sur le domaine de Chaouat du 15 au 23 avril 1914; il a été particulièrement intéressant pour les colons aussi bien que pour les constructeurs. Grâce aux 300 hectares réservés pour les épreuves, il a été possible aux différents appareils de travailler chaque jour sous les yeux des intéressés.

Le Concours avait réuni l'inscription de vingt-quatre machines; mais par suite de diverses circonstances, ont seuls pris part aux essais 19 appareils, comprenant 9 tracteurs, 2 routières avec treuil, 4 charrues automobiles, 4 appareils, dont une bineuse, avec pièces travaillantes animées de divers mouvements.

Le compte rendu du Concours, présenté par les Commissaires, MM. Marès, Cailloux, Cordier et Crépin, a été approuvé, dans sa séance du 25 juin 1914, par le Jury présidé par M. Lescure, Directeur général de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation de la Régence.

* * *

Les terres mises à la disposition des concurrents, situées dans l'immense plaine de Chaouat, étaient des terrains d'alluvions de nature homogène, de compacité forte, assez faciles cependant à travailler lorsqu'elles sont ressuyées, ce qui était le cas.

(1) Page 795, Bulletin de juin 1914, et *Culture mécanique*, t. II, p. 113-115.

Analyse de la terre du domaine de Chaouat :

Humidité	13.85
Matières organiques.	1.0
Éléments grossiers { Sable	6.2
{ Calcaire	18.6
Éléments fins. . . { Sable	9.2
{ Calcaire	23.4
Argile	38.4

Les essais dynamométriques se faisaient sur des bandes d'une longueur de 1000 mètres et sur une largeur correspondante à deux largeurs du labour.

Les essais de consommation ont été effectués sur des surfaces plus étendues, d'une longueur de 1 065 mètres et d'une largeur d'environ 30 mètres. Pour ces deux essais les bandes étaient séparées les unes des autres par une distance suffisante pour empêcher les empiétements et faciliter les tournées.

Des parcelles plus grandes étaient réservées aux expériences publiques où les concurrents pouvaient, au gré des colons et futurs acheteurs, faire apprécier les qualités de leurs appareils en effectuant les essais qu'ils désiraient.

Résultats généraux. — Dans le Nord de l'Afrique, la culture perfectionnée des céréales exige une dépense de force motrice tous les jours plus considérable. Aussi, bien des agriculteurs s'adressent-ils au moteur inanimé avec l'espoir de pouvoir bientôt l'utiliser économiquement à l'exécution d'une partie de leurs travaux.

Presque tous les appareils présentés au Concours sont sur le marché depuis plusieurs années et livrables dans un très court délai par leurs constructeurs. A part les laboureuses rotatives, tous les autres appareils sont munis de charrues dont le modèle varie à l'infini et pour lesquelles il appartient à chaque agriculteur de choisir le type le mieux adapté au travail qu'il désire exécuter.

Pour donner des indications à peu près exactes, c'est donc à l'étude de l'appareil tracteur qu'il était surtout nécessaire de s'attacher.

Dans la majorité des cas, c'est le prix de revient du labour qu'envisagera d'abord l'agriculteur et il espère qu'un Concours le lui fera connaître. Il se réservera le soin d'examiner lui-même les conditions particulières d'utilisation de l'appareil proposé et de se décider ensuite en toute connaissance de cause.

Dans le prix de revient d'un labour, deux facteurs principaux interviennent : 1° le coût de la force motrice; 2° l'amortissement.

Pour ce dernier, outre qu'il est difficile à un Jury de Concours voulant rester impartial d'apprécier la construction d'un instrument, des conditions essentiellement différentes, telles que la superficie annuelle à labourer, la disposition et la nature du sol, sont suffisantes pour le faire varier dans des proportions telles que, même à qualité de machine égale, il soit suivant le cas entièrement différent.

La dépense en combustible est au contraire facilement contrôlable; c'est à l'établissement de chiffres aussi exacts que possible concernant la consommation et la puissance utilisable des instruments que nous nous sommes attachés.

A Chaouat nous disposions de terres d'alluvions profondes qui nous avaient semblé

réunir toutes les qualités d'homogénéité nécessaires. Malgré cela les parcelles du terrain ont présenté des différences de compacité telles qu'en n'envisageant que la profondeur du labour, les résultats donnés par différents essais n'auraient pu être comparables.

Les essais dynamométriques, au contraire, sur lesquels ni la nature du sol travaillé, ni le plus ou moins bon fonctionnement de la charrue n'ont d'influence, nous ont permis de relever des chiffres essentiellement comparables; dans la mesure du possible peu entachés d'erreur.

Ces essais ont eu lieu sur des planches de 1000 mètres de long. La consommation était mesurée en faisant le plein du réservoir au départ et à l'arrivée de l'essai de 1000 mètres, l'appareil étant de niveau et en n'utilisant qu'un réservoir, autant que possible le plus petit.

La durée du fonctionnement du moteur, environ 20 minutes, était assez longue pour avoir une consommation suffisamment importante. Cette brièveté des essais nous a été imposée par le souci d'agir avec beaucoup de soin et le peu de temps dont nous disposions.

Un dynamomètre fixé à la charrue permettait à chaque instant la lecture de la traction utilisée. Un commissaire et un aide étaient chargés de ce travail dont dépendaient tous les résultats et qui fut fait avec le plus grand soin.

La profondeur du labour était réglée pour demander au tracteur de fournir son effort utilisable maximum sans trop amener de ralentissement dans la vitesse de rotation de son moteur. Elle était modifiée en cours de travail pour maintenir à peu près constant l'effort de traction.

Chaque appareil a été soumis à deux essais, l'un à force normale et l'autre à force maximum utilisable dans des terrains uniformes.

L'utilisation de ces appareils pour les recroisements et les semailles ayant été envisagée, il a été fait un essai spécial de force disponible au crochet en recroisement sur labour.

Dans les tableaux ci-après, il n'est pas tenu compte des tournées, celles-ci devant amener l'augmentation du prix de revient dans une proportion d'autant plus forte qu'elles seront plus souvent répétées.

C'est sur un chaume de céréales que furent effectués les essais; pendant leur durée la nature du terrain n'a pas varié, et l'on peut affirmer (ce qui est absolument indispensable) que tous les appareils ont été essayés à conditions sensiblement égales.

Le sol sec et peu mouvant, où les plus lourds tracteurs enfonçaient peu, se prêtait admirablement à l'emploi de tous les appareils présentés. La traction moyenne par décimètre carré, pour du labour à 0^m, 20, était de 60 kg.

L'état du sol ayant une grande importance pour l'utilisation des appareils à traction directe qui y prennent leur point d'appui, les chiffres de puissance disponible et dépense de combustible donnés aux tableaux ci-joints ne sont exacts que pour l'utilisation des appareils dans des conditions de terrain identiques à celles indiquées plus haut et sur lesquelles nous ne saurions trop insister.

Dans le tableau suivant figurent les puissances utilisables (en kilogrammètres par seconde), de chacun des appareils pour des premiers labours et des recroisements. —

(Nota. — En vérifiant les calculs, nous avons rectifié, dans ce tableau, certains chiffres du Rapport officiel qui contient quelques erreurs d'impression.)

Appareil.	Puissance du moteur indiquée par le constructeur. Chevaux-vapeur.	Puissance moyenne en kilogrammètres par seconde, utilisable au crochet d'attelage.	
		en premier labour.	en recroisement sur labour récent de 0 ^m ,20 de prof. environ, ni hersé ni roulé.
America	40 à 50	1 186	»
Avery	80	2 508	1 474
Caterpillar	60	2 550	1 957 (1)
Case	40	1 155	936
Big Four	55 à 60	2 450	2 227
Mogul	60	2 458	1 020
Ransomes	35 à 40	1 530	1 027
Rumely	30	2 106	1 200
Titan	45	1 848	782 (1)
Moto-aratrice	16 à 20	690 (2)	—
— D. K	80 à 105	1 620 (2)	—
— S.	42 à 50	2 496 (2)	—

Les chiffres donnés pour les charrues automobiles en premier labour n'ont pu être effectivement relevés. Ils doivent néanmoins se rapprocher assez de la réalité, car ils ont été calculés par comparaison avec ceux obtenus pour des travaux identiques exécutés le même jour par des tracteurs sur des parcelles contiguës; ils sont fournis à titre d'indication; les charrues automobiles ont été essayées au dynamomètre leurs socs enlevés et en les utilisant comme tracteurs, tout en ayant soin de faire passer la roue droite dans le fond d'un sillon tracé au préalable.

*
* *

La traction demandée pour le labour d'une section d'un décimètre carré oscillant suivant la nature du sol et la profondeur entre 50 et 80 kg, il sera possible à chacun, suivant la nature de son terrain, de calculer ainsi la capacité de production des appareils.

A titre d'indication nous dirons qu'un sol présentant une traction de 70 kg par décimètre carré est celui qui, pour un labour à 0^m,20 de profondeur sur 0^m,30 de largeur, exige (en Tunisie) un attelage de 8 mulets ou 12 bœufs du pays.

Dans le tableau suivant, nous avons appliqué (par le calcul) cette capacité de production à l'exécution d'un labour à 0^m,20 de profondeur dans une terre forte, nécessitant une traction de 70 kg par décimètre carré, et établi en regard le chiffre de consommation obtenu d'après les résultats du Concours, en prenant les prix de base suivants : essence, 0 fr. 45 le litre; pétrole *Atlantic*, 0 fr. 225 le litre (3); pétrole *Adriatic*, 0 fr. 208 le litre; charbon de bois, 7 fr. les 100 kg.

(1) La puissance maximum n'a pas été utilisée.

(2) Essais dynamométriques, la machine fonctionnant comme tracteur.

(3) Page 339, Bulletin d'août-octobre 1914.

Labour nécessitant une traction de 70 kg. par décimètre carré dans terre forte, à 0^m,20 de profondeur (traction de la charrue comprise).

Appareil.	Nombre d'hectares labourés en 10 heures de travail effectif (1). hectares.	Consommation de combustible par hectare. litres.	Nature du combustible.	Prix de revient du combustible par hectare. francs.
America.	5	39	Essence	16,65
Avery.	7	32,25	<i>id.</i>	14,50
Big Four.	6	50,40	Pétrole <i>Atlantic</i>	11,35
Caterpillar.	6,8	30,15	<i>id.</i>	6,78
Case.	2,8	62,10	Essence	27,95
Mogul.	5,5	48,45	Pétrole <i>Atlantic</i>	10,90
Ransomes	3,8	40,45	— <i>Adriatic</i>	8,40
Rumely.	4,5	54,32	— <i>id.</i>	11,30
Titan.	4,6	60,00	— <i>id.</i>	13,50
Moto-aratrice	2	37,37	Essence	15,55
D. K	9	26,50	<i>id.</i>	11,90
S.	8	26,00	<i>id.</i>	11,70
Treuil F. H	3,1	64 ^{kg} ,88	Charbon de bois	4,34

Les chiffres de consommation ci-dessus sont donnés pour des terres fortes et un labour à une profondeur absolument régulière. Ils pourraient être diminués de près de 40 p. 100 dans des terres légères ou dans le cas de travail irrégulier.

Ils seront aussi fortement modifiés dans le cas de terrains en pente, de sol insuffisamment résistant ou de terres rendues glissantes par des pluies légères, ou même par la rosée de la nuit si le terrain est enherbé.

C'est alors qu'apparaîtra la supériorité des dispositifs spéciaux d'adhérence dont l'essai répété dans les conditions les plus diverses permet seul d'apprécier l'efficacité.

La grosse différence existant actuellement en Tunisie entre le prix de l'essence et du pétrole a amené certains constructeurs à utiliser de préférence ce dernier.

Bien que possédant des moteurs plutôt étudiés pour fonctionner à l'essence, certains tracteurs, à l'aide de carburateurs spéciaux ou légèrement modifiés, ont utilisé le pétrole. Il s'en est suivi pour certains d'entre eux une diminution notable de puissance et parfois aussi une consommation exagérée, toutes considérations qui font que, même avec les prix actuels du combustible, quelques appareils auraient sans doute fonctionné plus économiquement à l'essence.

*
* *

Au Concours de Chaouat ont aussi fonctionné deux appareils à pièces travaillantes rotatives : le motoculteur et l'effriteuse de M. Xavier Charmes.

Leur travail absolument spécial a beaucoup intéressé les agriculteurs tunisiens pour lesquels la pulvérisation du sol a une grosse importance et qui, ne pouvant compter pour cela sur l'effet des gelées, sont bien obligés de s'adresser à des moyens mécaniques.

Le travail de l'effriteuse Charmes a surtout été remarqué. La pulvérisation du sol

(1) Dans les dix heures de travail effectif, les temps des tournées ne sont pas compris.

sans être exagérée (1) est parfaite; les herbes sont enterrées et n'apparaissent pas à la surface. Enfin la consommation en essence n'a pas été trop considérable; il est bon de noter que l'effriteuse Charmes, qui fonctionna sans incident pendant toute la durée du concours, est néanmoins un appareil d'essais dans lequel la question de production économique de la force motrice a été reléguée au second plan.

Appareil	Profondeur moyenne. mètres.	Combustible employé.	Consommation de combustible à l'hectare. litres.	Prix du combustible par hectare. francs.	Surface travaillée en 10 heures. hectares.
X. Charmes	0,25	essence	73,0	33,10	1,54
Motoculture française . .	0,20	<i>id.</i>	90,0	41,00	1,6
—	0,18	<i>id.</i>	63,8	28,90	2,3

* * *

Les appareils à câble étaient représentés par deux routièrès-treuil à gaz pauvre de la Société F. H. Ces appareils sont basés sur le principe des routièrès de labourage à vapeur; elles sont actionnées par un moteur à gaz pauvre. Pendant la durée du concours elles ont actionné divers modèles de charrues-balance dont le travail a été très remarqué.

Elles présentent à côté des inconvénients des appareils à deux machines, qui sont le prix plus élevé d'achat et l'augmentation de la main-d'œuvre, tous les avantages de bon rendement, d'économie et surtout d'étendue d'utilisation particulière à cette catégorie d'appareils.

Les ennuis que la mauvaise qualité de l'eau provoque en ce pays lorsqu'on utilise les routièrès à vapeur sont ici supprimés. Le charbon de bois constitue enfin un combustible très économique et que l'on pourra bien souvent se procurer sur place.

* * *

Le Concours de Chaouat est venu à son heure. Les résultats obtenus par les cultivateurs qui, depuis plusieurs années déjà, emploient le moteur inanimé, sont là pour démontrer tout l'intérêt que présente pour l'agriculture tunisienne des appareils de culture mécanique.

L'amélioration des méthodes culturales, la mise en valeur complète de l'Afrique du Nord sont intimement liés aux progrès de la culture mécanique.

Treuil électrique.

MM. Petit et Collard, ingénieurs agronomes, étudièrent une application de l'électricité au labourage pour l'exploitation de M. Decok, propriétaire à Boufarik (Algérie). Il s'agissait d'utiliser le groupe électrogène de 30 chevaux (actionné par 2 moteurs Crossley, à gaz pauvre, de 25 chevaux) qui existait à la ferme; le courant à

(1) Cette pulvérisation du sol dispense des façons culturales nécessaires après un labour, telles que hersage. Contrairement à ce qu'on aurait pu penser, la partie inférieure du terrain travaillé est sensiblement plane.

600 volts était transporté en différents points du domaine de 300 hectares pour actionner des dynamos accouplées à des pompes élevant l'eau nécessaire aux irrigations.

Le modèle choisi fut le treuil à double effet de M. A. Bajac (1), machine qui avait déjà fait ses preuves actionnée par une locomobile à vapeur se déplaçant sur des fers à double T posés sur une des fourrières. On a remplacé la locomobile à vapeur par

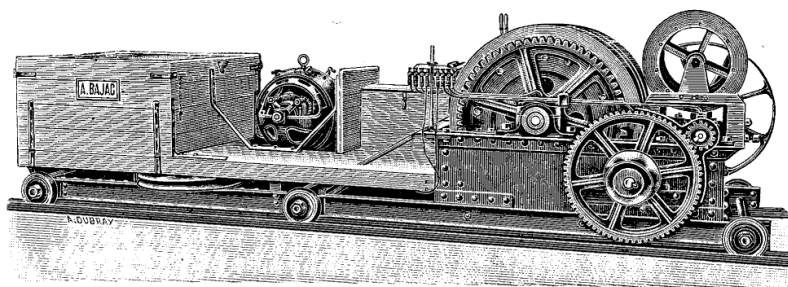


Fig. 38. — Treuil électrique.

une réceptrice montée sur glissières, actionnant le treuil par une courroie, et mise en route par un controller permettant de modifier la vitesse et d'obtenir la marche à pleine puissance. L'ensemble de ce treuil électrique, construit en 1910 (2), est représenté par la figure 38.

Le treuil, par câbles (6 torons de 5 fils n° 14) de 0^m,018 de diamètre, tirait une charrue-balance Bajac à trois raies, avec griffes fouilleuses, pesant 1 360 kilogrammes. Sur la fourrière opposée au treuil se plaçait un chariot-ancrage genre Howard (3), pesant à vide 2 000 kilogrammes, et dont on chargeait la caisse avec de la terre.

Le labourage mécanique au Katanga

par M. J. MULLIE.

Le Bulletin agricole du Congo Belge, publié par la Direction générale de l'Agriculture du Ministère des Colonies du royaume de Belgique, donne, dans son numéro de juin 1914 (p. 247), la note ci-dessous qui fut présentée au Congrès international d'agriculture tropicale, tenu à Londres en juin 1914.

Le Katanga se présente dans des conditions spéciales au point de vue du labourage mécanique.

Les pluies sont inégalement réparties durant l'année. La saison sèche s'étend de fin avril à fin octobre. Les grandes pluies tombent pendant les mois de décembre, janvier et février.

(1) MAX RINGELMANN, *Travaux et machines pour la mise en culture des terres*.

(2) Page 787, *Bulletin* de juin 1914.

(3) *Culture mécanique*, t. II, p. 84.

Ces conditions climatériques rendent le labourage mécanique difficile aux mois d'août et de septembre à cause de la dureté du sol, ainsi qu'aux mois de janvier et de février, à cause de la grande humidité des terrains.

Le labour s'exécute actuellement au moyen de machines à câble ; mais, jusqu'à présent, on n'est pas encore parvenu à délimiter les meilleures périodes de travail.

Faut-il labourer aux mois de janvier et février ? N'est-il pas préférable de rentrer alors les machines à l'atelier pour y effectuer les réparations et les remettre en état de reprendre le travail dès que le temps sera devenu plus favorable ? Faut-il, au contraire, profiter de ce que le terrain est légèrement humide pour exécuter le labour plus aisément ?

La solution de ces questions n'est pas facile à résoudre. En août-septembre les machines fatiguent beaucoup à cause des efforts excessifs auxquels on doit les astreindre si l'on veut obtenir un rendement quelque peu satisfaisant.

Aux mois de janvier et février, le travail est fréquemment arrêté par les averses ; les machines s'embourbent facilement. Si, de plus, les mécaniciens ne sont pas soumis à une surveillance active, ils profitent de la moindre pluie pour remiser leurs appareils.

Pendant la saison des pluies 1912-1913 le travail fut arrêté, tandis qu'il ne discontinua pas jusqu'en mars pendant la saison 1913-1914. Cette dernière expérience démontra que les machines souffrent énormément, et il est à présumer que l'on devra renoncer à labourer en pleine saison des pluies.

Les pluies ne tombant pas avec la même intensité chaque année, on pourrait être tenté de renouveler l'essai, n'était la perspective de voir les machines arrêtées en pleine brousse si les pluies venaient à tomber plus abondantes. Il est, en effet, avéré que la rentrée des appareils à l'atelier d'Elisabethville ne se fait pas sans difficulté quand les chemins sont détrempés ; des accidents imprévus peuvent mettre les machines hors d'usage, et l'on pourrait être quelquefois obligé de les abandonner pendant plusieurs mois en brousse, le remorquage au moyen de machines de secours étant rendu difficile.

Il nous semble que tout travail de labourage à l'aide des machines devra cesser aux mois de janvier et février. On les rentrerait à l'atelier au mois de décembre, la date exacte dépendant de l'intensité des pluies. On ferait de même aux mois d'août et septembre, recommençant le travail dès l'apparition des premières pluies, afin de profiter de l'état plus ou moins ramolli des terres.

L'arrachage des arbres se présente dans d'autres conditions ; pendant les mois d'août-septembre, beaucoup de souches, même de grand diamètre, cassent net au ras du sol, durci par plusieurs mois de sécheresse continue, tandis qu'elles s'enlèvent facilement après quelques jours de pluie.

On pourrait donc poursuivre l'expérience pendant la saison pluvieuse, pourvu qu'on dispose de machines avec roues à jantes très larges.

* * *

Le rendement des machines à câble est fâcheusement influencé par la présence de termitières et la faible longueur des parcelles défrichées.

Les terres parsemées de nombreuses termitières devraient être abandonnées, ou bien labourées avec des attelages de bœufs.

En Rhodésie, les labours par bœufs s'effectuent le matin et le soir, en laissant les animaux se reposer pendant les heures chaudes de la journée. On profite même d'un clair de lune pour travailler la nuit. Des expériences analogues ont cours au Katanga et on a pu constater que les bœufs résistaient pendant trois mois en moyenne, même dans une région infestée de mouches tsé-tsé.

Cependant les labours profonds se font difficilement par traction animale; à la ferme Lanteglos, en Rhodésie, un attelage de 12 à 16 bœufs parvint à peine à traîner une charrue ouvrant une seule raie dans une terre noire, à une profondeur de 0^m,12 à 0^m,15.

Il semble que le labourage par traction directe doive remédier au mauvais rendement du labourage mécanique à câble dans les terres défrichées et déjà labourées.

Nous résumons ici les principaux avantages que présentent les tracteurs directs en comparaison des machines à câble. Ces avantages, que nous examinons au point de vue du service agricole du Katanga, ont déjà été signalés à propos du Concours de Chassart (1) :

1° Possibilité d'acquérir trois tracteurs directs au lieu d'un seul atelier de labourage mécanique par câble;

2° Rendement plus élevé : un tracteur direct parvient, en Europe, à labourer 7 hectares par journée de huit heures, alors qu'un atelier de labourage à câble ne parvient à labourer que 5 hectares pendant le même laps de temps;

3° Facilité de maniement sur les terrains parsemés de termitières;

4° Indépendance des machines : disposant de deux machines à traction directe, on pourra commencer le travail en deux endroits différents, alors que les deux machines à traction par câble doivent nécessairement travailler de concert. De plus, la maladie ou l'absence d'un mécanicien, un accident survenu à l'une des machines n'arrête pas complètement le travail;

5° Utilisation multiple des machines : les tracteurs directs se prêtent mieux à la traction sur route.

* *

Étudions de plus près le prix de revient des deux systèmes pour un *second* labour. Nous admettons que le défrichement des terrains vierges et boisés du Katanga ne peut se faire que par le système à câble.

Dans un de ses rapports sur le travail des machines à câble, M. E. Valcke, Ingénieur de l'Hydraulique agricole au Katanga, établit le prix de revient pour un second labour de la façon suivante :

	francs
Deux mécaniciens à 30 fr. pendant 15 jours.	900.00
Douze travailleurs	306.00
Huile pour cylindres, 28 litres à 1 fr. 75	49.00
Huile pour mécanismes, 34 litres à 1 fr. 75	59.50
Graisse consistante, 45 kg à 1 fr. 42	63.90
Amortissement du matériel.	910.95
Total.	2289.35

(1) Page 370, Bulletin de mars 1914.

Il fut labouré en tout 18 hectares. Le coût du travail revient donc à 127 fr. 20 l'hectare.

En Rhodésie, des fermiers se sont vus forcés de recourir au labourage par traction directe.

Nous trouvons notamment le rendement d'un travail analogue dans la Revue : *The Rhodesian agricultural Journal*, décembre 1913. Les caractéristiques du tracteur dont il est question sont les suivantes :

Nombre de chevaux-vapeur, au frein	20
Surface de grille (mètre carré)	0,518
Surface de chauffe (mètre carré)	8,074
Roues motrices; diamètre (mètre)	1,524
— — largeur (mètre)	0,457
— — — avec jantes supplémentaires.	0,609
Roues avant : diamètre (mètre).	1,143
— — largeur (mètre).	0,229

La Revue rhodésienne établit le prix de revient du labourage à traction directe en Rhodésie de la façon suivante :

	Coût par mois
	francs
Mécanicien indigène	50,00
Chauffeur	37,50
Conducteur de charrue indigène	25,00
Charriage de l'eau; 2 travailleurs.	62,50
Coupe du bois de chauffage	18,75
8 tonnes de charbon à 37 f 50	300,00
Huiles, accessoires, etc.	37,50
Total	531,25

Il est à remarquer que le fermier européen lui-même surveillait le travail dans le cas examiné ici.

Le tracteur labourait environ 32 hectares, avec une charrue à cinq raies, dans une terre difficile. Comme le poids de l'appareil en question ne dépassait pas 8 tonnes et demie en service, il est à présumer qu'il développe à peu près le maximum de force avec une charrue à cinq raies.

Le prix de revient de ce labour est donc de 16 fr. 60 par hectare. Cependant, afin de pouvoir comparer le prix de revient avec celui du labourage par câble actuellement pratiqué au Katanga, nous devons modifier les calculs de la façon suivante :

	Par mois
	francs
Mécanicien européen	750,00
Chauffeur indigène.	} 510,00
Conducteur de charrue indigène	
Charriage de l'eau; 10 travailleurs	
Coupe du bois de chauffage; 10 travailleurs.	
Huile pour cylindre	} 90,00
Huile pour mécanismes	
Amortissement du matériel (estimé à 35 000 francs)	
à raison de 20 p. 100 par an	583,00
	1 933,00

Soit, environ, 61 francs l'hectare.

Nous devons observer que ce prix de revient serait, dans la pratique, manifestement exagéré. Lorsqu'on doit employer, comme c'est le cas au Katanga, un mécanicien européen, on a tout intérêt à lui confier une machine plus puissante que celle dont il est question ci-dessus, de façon à obtenir un rendement plus élevé.

Nous ne croyons pas que le rendement puisse tomber en dessous de deux hectares par jour — on pourrait, d'ailleurs, prendre des mesures pour l'assurer. Dans ce cas, le prix de revient tomberait à 32 fr. par hectare, et nous sommes certains qu'on pourrait encore abaisser ce chiffre par un jeu de primes bien établi.

* * *

Les conditions particulières du Katanga exigent une construction un peu spéciale des machines. Examinons d'abord les tracteurs directs. Nous appelons plus loin l'attention des constructeurs sur certains défauts qui se sont révélés dans la construction des appareils à câble actuellement employés.

Tout tracteur doit être muni d'un petit treuil sur l'essieu arrière. Le câble doit être suffisamment solide pour retirer la machine des positions les plus critiques. La fixation du câble sur le tambour doit faire l'objet des plus grands soins, afin qu'il ne puisse se détacher au cours des manœuvres.

La direction des machines s'est trouvée fréquemment avariée; en général, le tambour d'enroulement des chaînes de guidage est disposé trop bas. Il ne faut point oublier que les routes du Katanga sont rudimentaires, et que les roues des tracteurs, passant toujours aux mêmes endroits, provoquent de chaque côté deux ornières. Il s'ensuit un relèvement au centre de la route pouvant atteindre 0^m,20 à 0^m,30. D'autre part, de nombreuses souches dépassent l'assiette de la voie.

On peut donc estimer que la direction et le cendrier doivent être placés à une hauteur minimum de 0^m,40 au-dessus du sol.

D'ailleurs ce dégagement qui, dans un arracheur d'arbres, sortant des usines Aveling et Porter, de Rochester, atteint 0^m,50 environ, est très avantageux pour le passage des dembos ou d'autres endroits plus ou moins marécageux.

L'expérience démontre également que les paliers et le tambour de la direction doivent être en fer forgé. La fonte doit être résolument écartée, parce que trop cassable; toute rupture d'une pièce en fonte est irréparable en cours de route. Il n'en est pas de même des pièces en fer forgé, cette matière permettant les réparations en pleine brousse.

Nous insistons également sur la solidité de ces organes. Ces pièces doivent être largement calculées.

Les difficultés que l'on rencontre en cours de route, au Katanga, exigent impérieusement que la manœuvre de la direction puisse se faire d'une façon rapide et sûre. Il nous semble donc préférable, pour les tracteurs d'un certain poids, de disposer sur l'essieu avant un tambour sur lequel viennent s'attacher les chaînes de direction. Cette disposition adoptée sur le tracteur Ruston Proctor (1), inscrit au Concours de

(1) Page 107, Bulletin de juillet 1914.

Chassart (1), permet d'avoir un bras de levier toujours égal, quelle que soit la position des roues directrices. Le tambour était placé au-dessus de l'essieu avant, afin de ne pas réduire la hauteur libre au-dessus du sol. Une disposition inverse serait inadmissible.

Le bois est le combustible employé d'une façon générale au Katanga. Il provient des défrichements. La partie méridionale du pays est, en effet, couverte entièrement d'une végétation arborescente assez dense.

Les foyers seront donc assez grands, surtout pour les tracteurs de labour, afin qu'ils puissent maintenir facilement la pression de vapeur en chauffant avec du bois vert.

Dans le même but, il faut aussi que l'introduction du bois puisse se faire avec facilité, afin de ne point être obligé de tenir la porte du foyer trop longtemps ouverte.

Un réchauffeur, simple et pratique, est à conseiller parce qu'il permet non seulement une économie de combustible (relativement cher à cause de la main-d'œuvre), mais aussi parce qu'il facilite le chauffage en n'introduisant dans la chaudière que de l'eau portée à une température déjà élevée (70° à 98° centigrades).

La dernière adjudication pour l'abatage du bois destiné au chauffage de la station de pompage, à Elisabethville, se fit à raison de 1 fr. 50 le stère.

Ce prix, qui ne comprend évidemment pas les frais de transport, est relativement bas. Quand il s'agit de couper du bois le long des routes et sur chantier de défrichement, le prix de revient est forcément plus élevé, et nous sommes ainsi amenés à croire que l'adaptation d'une petite scie circulaire oscillante, sur le devant d'un tracteur, rendrait beaucoup de services. Des tracteurs munis de ce mécanisme fonctionnent déjà dans certaines colonies; un arbre intermédiaire est placé en porte-à-faux sur deux poutrelles solidement boulonnées sur la boîte à fumée, à la base de la cheminée. Cet arbre porte le bâti de la scie oscillante et les poulies de renvoi.

Avec ce dispositif, on pourrait facilement débiter les bois de chauffage et surtout raccourcir aux dimensions voulues les branches et arbres de faible diamètre, mais trop longs pour pouvoir être introduits dans le foyer.

Nous avons signalé plus haut le mauvais état des routes au Katanga et les fréquents arrêts dus à l'enfoncement des machines dans un terrain trop peu consistant.

Quand la machine fait des efforts pour sortir des fondrières, les pignons satellites du différentiel sont soumis à des fatigues très élevées et il arrive que toutes les dents se brisent. Il est donc nécessaire de les construire en fonte spéciale d'une très haute résistance, car un accident de ce genre peut immobiliser les machines pendant plusieurs mois.

Quant à l'alimentation de la chaudière, elle devra pouvoir s'effectuer à l'injecteur et à la pompe. En tout cas, cette dernière sera munie d'une soupape de sûreté ou bien d'un autre dispositif empêchant la pompe de fonctionner pendant la fermeture de la valve de refoulement.

Si l'on veut que le labourage par traction directe puisse s'effectuer d'une façon économique, il faudra que le tracteur travaille aussi au commencement et à la fin de la

(1) Page 370, Bulletin de mars 1914.

saison humide, de façon qu'il ne soit pas trop longtemps immobilisé. Il s'ensuit donc que la largeur des jantes doit être très largement calculée ; la règle générale admise par les constructeurs pour calculer cette largeur consiste à prendre comme base un centimètre de largeur par 70 kilogrammes de poids. Pour les routières destinées au Katanga, on adoptera plutôt une largeur de 0^m,01 par 50 kilogrammes.

Cette grande largeur de jante exigera une construction spéciale, mais nullement impossible. On y arrivera par l'adjonction, aux roues normales, de jantes supplémentaires.

La pratique du labourage direct montre la nécessité de disposer la commande de direction du côté du labour et le volant du moteur du côté opposé, de façon que le mécanicien n'ait pas la vue entravée. Il faut, en outre, une baguette d'écartement, fixée sur la boîte à fumée, pour indiquer la distance à laquelle il faut guider les roues directrices pour assurer un labour régulier et empêcher que des bandes de terre ne soient pas retournées. Le tracteur Mac Laren, qui a été présenté au Concours de Chassart, est, à ce double point de vue, très bien combiné.

Comme dans ces pays il est souvent difficile d'assurer le ravitaillement en eau d'une façon régulière et abondante, il faut pouvoir disposer d'une large réserve ; il sera très utile de construire sous la chaudière un réservoir supplémentaire amovible. Nous disons amovible parce qu'il peut arriver que les circonstances d'emplacement et de terrain exigent de réduire le poids de la machine au strict minimum.

Tout acheteur de tracteurs destinés au Congo devra stipuler qu'un toit convenable recouvre la machine. Le travail du mécanicien est déjà suffisamment pénible pour ne pas l'exposer inutilement aux rayons d'un soleil tropical.

On aura même soin de faire construire la toiture en deux parties : la partie extérieure en tôles galvanisées et la partie intérieure constituée de planches recouvertes d'un bon calorifuge, tel que le feutre, etc. Un espace libre de 5 à 8 centimètres sépare les deux parties de façon à assurer une bonne circulation d'air.

* * *

Plusieurs des desiderata que nous venons d'exposer au sujet des tracteurs directs peuvent et doivent être appliqués aux laboureuses à câble. Il en est ainsi notamment du foyer, de la hauteur libre au-dessus du sol, de la direction, etc.

Certains constructeurs font reposer l'avant-train de leurs machines en porte-à-faux sur l'essieu avant. Cette construction se justifie par les grandes dimensions du tambour d'enroulement du câble qu'il faut loger entre les roues avant et arrière. Cependant nous ne pouvons nous empêcher de signaler cette construction comme déféctueuse, malgré les dimensions que l'on donne à la plaque de support. A la suite des chocs et trépidations sur les mauvaises routes, la rupture de ces plaques est inévitable à l'endroit des rivures ; et, comme leur forme est convexe, leur remplacement devient très difficile avec l'outillage dont on dispose dans un atelier de réparations ordinaire.

En 1911, la plaque de support d'une des machines cassa. La réparation fut effectuée par l'atelier du chemin de fer du Katanga, et coûta 4 033 fr.

Les réparations incessantes décidèrent le Service de l'Agriculture à construire, à

ses frais, un petit atelier de réparations. En 1913, on dut procéder au remplacement de la plaque de support de l'autre machine; faite sous la direction de M. E. Valcke, cette opération ne coûta plus que 1124 francs, soit une économie de 2909 francs.

Les laboureuses à câble doivent donc être construites comme les tracteurs ordinaires, c'est-à-dire que la chaudière doit reposer, par la boîte à fumée, directement sur l'essieu avant.

D'autres constructeurs éprouvent des difficultés à loger convenablement la direction à cause de la présence du treuil d'enroulement du câble. Pourquoi ne pas river le tambour de la direction sur la chaudière en avant de ce treuil, comme le fait certain constructeur? La tige de commande peut passer librement au-dessus du tambour sans aucune difficulté.

Signalons, enfin, un accident qui nous arriva en 1913: en plein travail, la tige-boulon qui maintient les rouleaux-guides d'enroulement du câble au cadre en forme de V, cassa net. Ce dernier fut entraîné par le tambour et se cala si malheureusement qu'un coin défonça la tôle cavalière de la chaudière. Cette pièce sera donc l'objet de l'attention toute particulière des constructeurs.

BIBLIOGRAPHIE

Le gaz, par M. RENÉ MASSE, Ingénieur civil des Mines, ancien élève de l'École polytechnique, 3 vol. grand in-8°. Paris, Ch. Béranger, 1914.

Lorsque notre collègue M. René Masse, directeur de la Société d'Éclairage, Chauffage et Force motrice par le Gaz, nous a donné le 22 mars 1912 sa conférence sur la *Technique moderne de l'industrie du gaz* (insérée au Bulletin de juillet, p. 37-94) avec un succès dont le souvenir est encore vivant parmi ses auditeurs, il amorçait en quelque sorte l'ouvrage considérable dont il a adressé l'hommage à notre Société.

Cet ouvrage forme trois tomes. Le premier comprend l'histoire et les approvisionnements de houille ; le deuxième, la distillation de la houille et l'obtention du gaz par fabrications spéciales ; le troisième, le traitement du gaz, les services accessoires, le groupement des divers services d'une usine à gaz, la distribution sous pression à longues distances.

Des annexes historiques, un répertoire alphabétique des diverses installations d'usines à gaz citées dans l'ouvrage, une table alphabétique et une table méthodique des matières très développées complètent l'ouvrage qui est, par ailleurs, édité d'une façon très nette et illustré de près de 800 figures.

Ce court exposé ne peut donner qu'un aperçu très imparfait de l'ampleur, de la clarté et de la science, tout ensemble, avec lesquelles l'auteur a écrit un ouvrage sur une matière où il est l'une de nos autorités, ouvrage qui constitue le traité le plus important qui ait été encore publié en France et qui constitue en même temps la source à laquelle l'on sera dorénavant obligé de recourir.

J. G.

Cartells et trusts, par M. ROBERT LIEFMANN. Traduit par M. SAVINIEN BOUYSSY. Paris, M. Giard et E. Brière, 16, rue Soufflot, 1914.

L'une des causes qui a assuré à l'industrie allemande l'essor prodigieux que le monde a vu se produire depuis une trentaine d'années, c'est la coopération des efforts commerciaux. Cette coopération constitue une véritable évolution de l'organisation économique vers laquelle, à son tour, l'industrie française a montré une réelle tendance à s'acheminer. Fusions, combinaisons, participations, associations, cartells et trusts, etc., sont les manifestations de cette évolution. Leur présentation, faite par une plume allemande, est-elle de nature à ce que nous la repoussions ? N'avons-nous pas toujours intérêt à connaître ce que cette race, qui s'est révélée animée de sentiments si hostiles, a fait et continue à faire ? N'aurions-nous pas eu intérêt à mieux connaître plus vite ce qu'ils pensaient et ce qu'ils voulaient faire ? Plus que jamais n'aurons-nous pas un

intérêt majeur à connaître les causes de leurs succès passés pour éviter les erreurs où ils se glorifient de nous avoir plongés?

Cette traduction nous permettra d'apprécier ce qu'ils pensent de la nature et de l'origine des cartels, de leurs effets sur les industries ou sur les acheteurs, des trusts américains, de la réglementation publique des cartels, enfin des progrès que ceux-ci font réaliser à l'organisation de l'économie nationale.

J. G.

Guide pratique de la prospection des mines et de leur mise en valeur, par M. MAURICE LECOMTE-DENIS, Ingénieur civil des Mines; préface de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, membre de l'Institut. 3^e édit. In-8° de xvi-628 p. avec 331 fig. (Prix : 25 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

Avis des éditeurs. — Alors que, sans données précises et sans aucun guide, les anciens limitaient forcément leurs investigations aux parties visibles des gîtes, c'est-à-dire aux affleurements, l'ingénieur des mines moderne, par l'étude des sédiments et des matières éruptives, des fractures filoniennes, des plissements et des érosions de l'écorce terrestre, de la composition des roches et de la répartition des minerais, emprunte de plus en plus le secours de la géologie pour la découverte des mines, la recherche ou la prolongation d'un gîte, la possibilité d'un dépôt important entre des assises sédimentaires.

La véritable *prospection* pratique était née, s'appliquant d'abord aux métaux les plus communément employés; puis, armée chaque jour de faits acquis nouveaux, elle englobait petit à petit l'ensemble de toutes les matières minérales.

À défaut de lois générales présidant à la formation des gîtes métallifères, on a pu grouper une foule considérable de documents, d'observations pratiques et même de déductions qui ont permis d'en dégager des indications nettes au point de vue de la présence, de la répartition, de la qualité et de la quantité des minerais susceptibles d'être exploités.

Lorsque, en 1903, l'auteur de cette troisième édition présenta son ouvrage au public, il déclarait « vouloir tout d'abord s'en tenir aux minerais les plus usuels, se réservant l'étude de la prospection et des caractères des autres gisements pour un ouvrage ultérieur » — et, depuis lors, les nombreuses missions accomplies en tous pays pour examiner les minerais et les gisements de toutes natures, comme aussi les longs séjours faits aux champs d'or, et particulièrement dans les districts aurifères et argentifères du Mexique, l'ont mis à même de recueillir sur le terrain une ample moisson de renseignements et d'observations techniques et pratiques de la plus haute importance.

L'ingénieur des mines, le propriétaire de concessions minières ou de permis de recherches, l'ingénieur-prospecteur, le financier ou le capitaliste s'intéressant aux mines, le mineur de profession ou non, y trouveront, en outre des matières des éditions précédentes soigneusement expurgées de quelques longueurs inutiles, la monographie complète de l'ardoise, des phosphates, de l'aluminium, du manganèse, du chrome, du nickel, du cobalt, de l'étain, du tungstène, de l'antimoine, de l'arsenic, du mercure, de l'argent, de l'or et du platine.

En outre, des développements nécessaires sont venus compléter ce qui concerne les minerais de zinc, l'utilisation des chutes d'eau et l'enrichissement des minerais.

La téléphonie et les autres moyens d'intercommunication dans l'industrie, les mines et les chemins de fer, par M. P. MAURER, ingénieur électricien. In-8° de viii-232, avec 115 fig. (Prix : 9 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

M. Maurer a groupé dans une première partie générale les appareils pour signaux acoustiques qui sont les plus simples et les appareils pour signaux optiques destinés à transmettre

des indications dont la permanence du signal transmis est la qualité essentielle. Les montages et les tableaux centraux constituent un paragraphe spécial où sont détaillées d'une façon particulière les conditions de leurs applications. La téléphonie automatique qui, grâce aux progrès incessants de la science, tend de plus en plus à prendre une place importante dans l'industrie, fait l'objet d'un chapitre spécial où sont décrits les postes et tableaux centraux automatiques et les systèmes téléphoniques automatiques proprement dits les plus employés. Les transmetteurs d'ordres, appareils qui n'ont encore qu'une destinée spéciale, et pourtant sont susceptibles de rendre de grands services dans certains cas, sont étudiés en détail dans un chapitre particulier. On termine la première partie par quelques appareils indicateurs, auxiliaires de toute installation importante, et chargés d'avertir ou d'indiquer à distance l'état de cette installation, ou différents changements qui peuvent y survenir.

Dans la deuxième partie, correspondante aux mines, on fait figurer les différents dispositifs imaginés pour transmettre et recevoir des indications relatives aux manœuvres entre les étages, la recette au jour et la salle des machines, qui sont groupés en systèmes acoustiques, optiques et combinés.

Dans les chemins de fer, les systèmes d'intercommunication présentent des détails tout à fait spéciaux, et à part la téléphonie qui n'a ici de particulier que les montages et les systèmes automatiques, on s'occupe de la télégraphie générale, de son application aux chemins de fer, de l'établissement et des essais des lignes. Dans un chapitre spécial, on étudie les intercommunications qui sont réalisées entre cabines de manœuvre, postes d'aiguillage et points dangereux, entre trains et voie, et enfin à l'intérieur des trains.

Dictionnaire juridique de l'industrie électrique, par M. ÉTIENNE CARPENTIER, avocat à la Cour d'Appel de Paris. In-8° de XII-392 p. (Prix : 12 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

Ce recueil est destiné moins aux juristes qu'aux électriciens. Il offre, en quelque sorte, la cristallisation des dispositions législatives ou réglementaires, comme des décisions judiciaires les plus intéressantes, dans le but de permettre à l'industriel, mis en présence d'une difficulté juridique, d'apprécier rapidement si les unes ou les autres sont susceptibles de lui en fournir la solution.

Les espèces de jurisprudence rapportées, bien que n'étant déjà que des résumés d'arrêts, jugements ou arrêtés, sont toutes précédées d'un sommaire extrêmement concis, appelé à jouer dans les recherches un rôle important.

Obligé, en jurisprudence comme en législation, de se limiter dans une certaine mesure, l'auteur n'a pas cru pourtant devoir renoncer à citer quelques décisions rendues en matière gazière, mais ne pouvant manquer, le cas échéant, d'être appliquées par analogies à la matière électrique. Il s'est attaché surtout à recueillir des espèces concordant comme date avec la législation nouvelle et permettant de connaître, avant tout, le dernier état de la jurisprudence.

L'hygiène dans la construction et l'habitation. La maison salubre, par MM. ÉMILE et CAMILLE GUILLOT. In-8° de VIII-619 p., avec 172 fig. (Prix : 12 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

Après avoir exposé, tour à tour, les causes de l'insalubrité, les auteurs étudient, en un magistral chapitre, les moyens d'y remédier. Non contents, comme beaucoup d'orateurs de congrès, de montrer le mal, ils apportent les moyens de détruire le mal dans sa racine et ils semblent avoir pris pour devise la formule de Rabelais : « *Mieux est faicts que dits.* »

Tome 122. — 2^e semestre. — Novembre-Décembre 1914.

32

Sénèque voulait la maison petite et pleine d'amis; MM. Guillot la veulent grande et pleine de lumière.

Il existe, et chacun le sait maintenant, des maisons qui tuent, des maisons où l'on entre vivant pour n'en sortir que mourant ou mort. C'est là que se cachent la tuberculose et les maladies contagieuses, c'est-à-dire évitables; il faut les remplacer par des maisons salubres où la vie féconde accomplisse son œuvre de progrès et de justice, non seulement dans l'avenir, mais aussi dans le présent.

Telle est l'œuvre qu'ont entreprise MM. Guillot; et, lire leur livre, c'est s'instruire et se préserver.

Nouveau manuel pratique des marques de fabrique et de commerce, par M. EUGÈNE DAVID, archiviste des marques de fabrique au Conservatoire national des Arts et Métiers. In-8° de VIII-136 p. (Prix : 3,50 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

D'autres ouvrages plus considérables (ouvrages de doctrine pour la plupart) ont paru avant celui-ci et leur autorité en cette matière est incontestable; mais il semble que l'industriel et le commerçant, qui ne sont point directement intéressés à la doctrine et à la jurisprudence, puisque, en cas de conflit, ils confient leurs intérêts à des conseils juridiques mieux armés qu'eux pour la défense de leurs droits, avaient besoin d'un guide clair, précis, et aussi succinct que possible pour leur permettre d'acquiescer, au regard de la loi, les moyens propres à recourir à celle-ci pour défendre dans l'avenir les marques de fabrique dont le lancement va leur coûter tant d'efforts matériels et financiers.

Nouveau système de phares, à réflecteurs métalliques, par M. JEAN REY, Ingénieur civil des Mines. Paris, 1913.

Notre collègue M. Jean Rey, associé gérant de la maison Sautter-Harlé et Cie, décrit dans cette monographie un système de phares qui a donné lieu à des travaux fort importants et qui se montre supérieur aux phares à lentilles. Les miroirs métalliques dorés présentent, en effet, sur les lentilles, l'avantage d'une inaltérabilité établie par la pratique, et aussi celui d'une solidité, d'une légèreté très grandes, et par conséquent d'un prix moindre, enfin d'une simplicité et d'un rendement supérieurs.

La monographie de M. Jean Rey renferme tous les éléments nécessaires aux ingénieurs pour l'étude de ce nouveau système, et nous sommes bien reconnaissants à notre collègue d'avoir enrichi notre Bibliothèque de ce document précieux.

J. G.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN NOVEMBRE-DÉCEMBRE 1914

LECOMTE-DENIS (MAURICE). — **Guide pratique de la prospection des mines et de leur mise en valeur.** 3^e éd. In-8° (23 × 16) de xvi-610 p., 331 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15352**

WEYL (TH.). — **Les méthodes de la chimie organique.** Traité concernant les travaux de laboratoire. Traduit par R. CORNUBERT. In-4° (28 × 19). Tome II, 2^e partie : Monographies, de xx-493 p., fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15353**

MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO. — DIREZIONE GENERALE DELLA STATISTICA ET DEL LAVORO. UFFICIO DEL CENSIMENTO. — **Censimento degli opifici e delle imprese industriali al 10 giugno 1911.** In f° (34 × 24). Vol. II et III. Roma, G. Bertero e Cia, 1914. **15354-5**

Exposition franco-britannique de Londres, 1908. — Catalogue spécial officiel de la Section française. In-12 (19 × 12) de xvi-1637 p., Paris, Comité français des Expositions à l'Étranger (Don de M. Moreau, membre du Conseil). **15356**

REY (JEAN). — **Éclairage des côtes. Notice sur un nouveau système de phares à réflecteurs métalliques.** In-8 (28 × 18) de 100 p. 30 fig., 1 pl. Paris, 1913. **15357**

FREMONT (CH.). — **A propos du système Taylor** (*La Technique moderne*, 1^{er} novembre 1913, 24 p., 10 fig.). **Pièce 12133**

*
* * *

ASSOCIATIONS DE PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — **Compte rendu des séances du 37^e Congrès des Ingénieurs en chef,** tenu à Paris en 1913. **Pér. 131**

AMERICAN CERAMIC SOCIETY. — **Transactions.** Vol. XVI, 1914. **Pér. 288**

Technique moderne (La). — Tables quinquennales, Tomes I à VII (années 1908 à 1913). Paris, H. Dunod et E. Pinat. **Pér. 338**

WESTERN AUSTRALIA GEOLOGICAL SURVEY. — **Bulletin,** nos 48, 51, 52, 53 et 54. **Pér. 184**

ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — **Proceedings.** Vol. XX, part. II (1912), part. III (1913). **Pér. 258**

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1914

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

- ABENHEIMER (Charles), directeur de la Société Stern Sonneborn, à Pantin, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;
- ANCIENS ÉTABLISSEMENTS DAUTREVILLE ET LEBAS, droguerie, 25, rue des Francs-Bourgeois, à Paris, présentés par MM. Lindet et Richemond ;
- ASSOCIATION TECHNIQUE DE FONDERIE, 7, rue de Madrid à Paris, présenté par MM. Larivière et Lindet ;
- BARY (Albert de), président du Conseil de la Société des forges et aciéries Paul Girod, 15, avenue du Trocadéro, Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- BAUDELLOT (Paul), industriel céramiste, président de l'Union syndicale des Fournisseurs du Bâtiment, 84, quai de la Rapée, à Paris, présenté par MM. Larivière et Lindet ;
- BEIGBEDER (Onésime), Ingénieur, 174, boulevard Saint-Germain, à Paris, présenté par M. Gruner ;
- BERGÈS (Pierre-Aristide), Ingénieur civil, 16 bis, rue Gasparin, à Lyon, présenté par MM. Lemaire et Rateau ;
- BERNARD (Victor), chef des Services chimiques des Établissements de Dion-Bouton, 68, rue Victor-Hugo, à Puteaux, (Seine), présenté par M. Guillet ;
- BILLON-DAGUERRE (Armand-Louis), Ingénieur, Société française du Quartz, 8, rue de Normandie, à Asnières (Seine), présenté par MM. Lindet et Berthelot ;
- BOCHEUX (Léon), directeur de la Société de Blanchiment industriel, à Boulogne-sur-Seine, présenté par MM. Lindet et Julien, de la maison Boramé et Julien ;
- BOUCHÉ (Georges), ancien négociant en cuirs, à Paris, 5, rue de Médicis, présenté par MM. Vincey et Sordes ;
- BOULLANGER (Paul), 11, rue Montéra, Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- BOUQUET (Félix), Ingénieur E. P. C., chef de fabrication aux Établissements Gaiffe, à Saint-Denis, rue Riant, 11, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;
- BOUVIER (Georges), Ingénieur, administrateur délégué de la Compagnie française de Lumière, Chaleur et Dynamique, à Paris, 82, avenue de Breteuil, présenté par MM. Lindet et Lemaire ;

- BROT (Henri), Ingénieur des Arts et Manufactures, 167, avenue Victor-Hugo, à Paris, présenté par MM. Lemaire et Alby ;
- CAZAUBON (Alfred), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, industriel à Paris, 43, rue Notre-Dame de Nazareth, présenté par MM. Lindet et Larivière ;
- CHAMBRE DE COMMERCE DU HAVRE, présentée par MM. Risler et le capitaine Nicolardot ;
- CHAMBRE DE COMMERCE DE MARSEILLE, présentée par MM. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS (*Membre perpétuel*), présentée par MM. Lindet et de Ribes-Christoffe ;
- CHAMBRE DE COMMERCE DE ROUEN, présentée par MM. Risler et le capitaine Nicolardot ;
- COLLARD (Maurice), Ingénieur-hydraulicien (I. N. A.), à Paris, 19, quai aux Fleurs, présenté par MM. Ringelmann et Lindet ;
- COMPAGNIE DES MINES DE LA GRAND'COMBE, 26, rue Laffitte, Paris, présentée par MM. Fèvre et Baclé ;
- COUTURIER (Albert), Ingénieur-agronome, licencié ès sciences, à Paris, 18, rue Clapeyron, présenté par MM. A. Ch. Girard et Lindet ;
- DANZER (Caius), Ingénieur-conseil en matière de propriété industrielle, à Paris, 20, rue Vignon, présenté par MM. Lindet et Lemaire ;
- DEMONTY (Mathieu-Arsène), Ingénieur des Mines, A. I. Lg, avenue de l'Exposition, 26, à Liège (Belgique), présenté par M. Guillet ;
- DEPORT (Albert), à Paris, 115, rue de la Pompe, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- DESJACQUES (Georges-François), sous-directeur des établissements Malicet et Blin, à Pantin, 137, rue de Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- DUMAY (Henri), rédacteur en chef de *La Science et la vie*, à Paris, 13, rue d'Enghien, présenté par MM. Lemaire et Lindet ;
- H. DUNOD ET E. PINAT, éditeurs à Paris, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, présentés par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- DURAND (Albert), secrétaire du Comité linier de France, à Lille, 15, rue du Sec-Arembault, présenté par MM. Dybowski et Lemaire ;
- ESCHWÈGE (Paul), Ingénieur civil des Mines, directeur de la Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité, président du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, Paris, 26, rue Laffitte, présenté par MM. Lindet et Larivière ;
- ÉTABLISSEMENTS BOUCHAYER ET VIALLET, société anonyme pour constructions métalliques et grosse chaudronnerie, 155, Cours Berriat, à Grenoble (Isère), présentés par M. Guillet ;
- EVETTE (Armand), Ingénieur des Arts et Manufactures, manufacturier, papiers de fantaisie et cartons, président de la Chambre syndicale du Papier et des Industries qui le transforment, à Paris, 243, rue Saint-Martin, présenté par MM. Lindet et Larivière ;

- FÉRET (René), Ingénieur-chimiste, à Paris, 5, rue Feutrier, présenté par MM. Th. Valette et Jules Garçon ;
- GALLICE (Georges), Ingénieur, 1, rue Basse de la Terrasse, à Bellevue (Seine-et-Oise), présenté par MM. Ferrand et Casalunga ;
- GENEVET ET C^{ie}, constructeurs d'appareils économiseurs, foyers, régulateurs, déshuileurs, 37, boulevard Malesherbes, Paris, présentés par MM. Lemaire et Lindet ;
- DE GRAILLY (Jean), à Paris, rue du Ranelagh, 46, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- GRIPON, Ingénieur E. C. P. à Paris, 11, rue Pétrarque, présenté par MM. Donard et Lindet ;
- HALPHEN (Henri), Ingénieur-agronome, à Paris, 81, avenue Victor-Hugo, présenté par MM. Lindet et Terré ;
- HULIN (Léon), Ingénieur civil, à Grenoble, 6, rue Félix Poulat, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;
- JOLIVET (Georges), industriel, inventeur des plaques antivibrantes, 4, place de la Chapelle, à Paris, présenté par MM. Auguste Moreau et Lindet ;
- LACARRIÈRE (Louis), à Paris, 138, boulevard Haussmann, présenté par MM. Vieille et le capitaine Nicolardot ;
- LAPORTE (Frédéric), Ingénieur civil des Mines, sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité, à Paris, 2, rue Saint-Simon, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- LECHEVALLIER, 42, rue des Sergents, à Amiens, présenté par MM. Carmichael et le capitaine Nicolardot ;
- LIÉNARD (Albert), industriel, 158, rue de Rivoli, présenté par MM. Petitpont et Edmond Floquet ;
- MARÉTHEUX (Louis-Aimé), directeur de l'Imprimerie de la Cour d'Appel, à Paris, 1, rue Cassette, présenté par MM. Lindet et Hitier ;
- MARION (Alphonse), administrateur-directeur de la Société générale des Peintures sous-marines, à Marseille, 2, rue Corneille, présenté par MM. Lombard et Dony ;
- MAZEN (Natalis), Ingénieur en chef adjoint du Matériel et de la Traction, Ingénieur en chef du Service électrique des Chemins de fer de l'État, Professeur à l'École supérieure d'Électricité, à Paris, 22, rue des Martyrs, présenté par M. Toulon ;
- MICHELIN ET Cie, à Clermont-Ferrand, présentés par MM. Masson, Lindet et le capitaine Nicolardot ;
- NICHOLS (William-Henry), docteur de la Columbia University, président du Conseil d'administration de la General Chemical Co et de la Nichols Copper Co, à New York, 25, Broad Street (*Membre à vie*), présenté par MM. Lindet et G. Bertrand ;
- ORCEL (Jacques), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, 7, rue Garancière, présenté par MM. Buquet et le capitaine Nicolardot ;
- PETEL (Lucien), tanneur, à Paris, 14, rue des Récollets, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;

- PONTZEN (Émile), ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur civil des Mines, à Paris, 89, avenue de Villiers, présenté par MM. Alby, Giros et Loucheur ;
- PORTEVIN (Albert), Ingénieur des Arts et Manufactures, chef des Travaux de métallurgie à l'École centrale, à Paris, 75, rue de Passy, présenté par M. Guillet ;
- RAGUET (Gustave), chef d'escadron d'artillerie, à Paris, 24, rue du Champ-de-Mars, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- ROUSSELOT (Édouard), fabricant de colles, gélatines, engrais et produits chimiques, à Paris, 50, rue Boileau, présenté par MM. Trillat et le capitaine Nicolardot ;
- RUELLE (Alphonse-Isidore), fabricant d'instruments de précision, à Paris, 8, rue de Pontoise, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Lemaire ;
- SALOMON (Louis), ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, à Paris, 175, rue du faubourg Poissonnière, présenté par MM. Masson et Sauvage ;
- SOCIÉTÉ BOULTE, LARBODIÈRE ET C^{ie}, constructeurs-mécaniciens, 2, rue de la Pépinière, Paris, présentée par MM. Buquet et le capitaine Nicolardot ;
- SOCIÉTÉ DES CIMENTS ET CHAUX DU COTENTIN, à Paris, 92, rue Saint-Lazare, présentée par MM. Bertin et Toulon ;
- SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DE DION-BOUTON, construction d'automobiles, 36, quai National, à Puteaux (Seine), présentée par M. Guillet ;
- SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS BOULARD (procédés nouveaux de fermentation), 23 bis, rue de Constantinople, à Paris, présentée par MM. Lindet et Egrot ;
- SOCIÉTÉ LAITIÈRE MAGGI, à Paris, 8, boulevard des Capucines, présentée par MM. Lindet et Bordas ;
- SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE LA BONNEVILLE, fabrication de tous alliages de cuivre laminé, à Paris, 8, rue Sedaine, présentée par M. Guillet ;
- SOCIÉTÉ DES MINES ET FONDERIES DE ZINC DE LA VIEILLE-MONTAGNE, à Paris, 19, rue Richer, (*Membre perpétuel*), présentée par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- SYNDICAT PATRONAL DES CONSTRUCTEURS ET NÉGOCIANTS EN INSTRUMENTS D'OPTIQUE ET DE PRÉCISION A L'USAGE DES SCIENCES, DE L'ENSEIGNEMENT ET DE L'INDUSTRIE, à Paris, Hôtel des Sociétés savantes, 28, rue Serpente, présenté par MM. Toulon et Lemaire ;
- DE LA TAILLE (Jean), chef d'escadron d'artillerie, à Paris, 30, rue de la Bienfaisance, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- TERQUEM (Émile), ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur-conseil à Paris, 7, rue de l'Alboni, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- TRIQUET (Paul-Gabriel), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, 104, avenue des Champs-Élysées, présenté par MM. Nicolardot et Lacarrière ;
- VILLETTE-GATÉ, tanneur, à Nogent-le-Rotrou, présenté par MM. Petitpont et Livache ;
- WATON (Maurice), Ingénieur, 62, rue de Tocqueville, Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;
- WISNER (G.), président de la Chambre syndicale des Huiles et Graisses industrielles, à Clichy, 29, rue de Neuilly, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LE 2^e SEMESTRE DE LA CENT TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JUILLET-DÉCEMBRE 1914)

Tome 122

Le nombre en chiffres romains indique le mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui le suit indique la page.

A

AGUET (James). — Voir DUVAL.
ALFASSA (Maurice). — Rapport sur l'activité de la Société de protection des apprentis (Compte rendu de la séance du 7 mai 1914 du Comité du Commerce). VIII, IX, X 349

B

BAIN (J. W.) et WIGLE (A. E.). VIII, IX, X 285
BALLAUD XI, XII 420
BARANOWSKY. — Voir CONDÉ (Fernand de).
BARDET (Jean). — Machines à trier, marquer et classer par le poids, les tôles minces VII 3
BETHMANN (Hugo). — *Les appareils de levage* (traduit de l'allemand sur la 2^e édition par Ch. JUDAS). . . . VII 148
BRINSLEY (F.). — Voir COWARD.
BUDAU (A.). XI, XII 446

C

CAILLOUX. — Voir MARÈS.
CAIN (J. C.). XI, XII 399

CALMETTE (A.) et ROLANTS (E.). . . VII 62
CARPENTIER (Étienne). — *Dictionnaire juridique de l'industrie électrique*. XI, XII 485
CASSAC (J.) et TASSILLY (E.). — L'aluminium-nickel XI, XII 367
CLÉMENT (L.) et RIVIÈRE (C.). — Les vernis et enduits à base d'acétate de cellulose (Mémoire). . . . VIII, IX, X 487
COLLETTE (E.). — Communication sur les applications du cinématographe à l'enseignement (Compte rendu de la séance publique du 26 juin 1914). VIII, IX, X 346
— (Mémoire). XI, XII 372
CONDÉ (Fernand de). — Tracteur Ruston (Revue de Culture mécanique). VII 107
— Quelques années de pratique de culture mécanique en Russie, analyse du rapport de MM. TREIWS et BARONOWSKY, (Revue de Culture mécanique). . VII 114
— Laboureuse rotative (Revue de Culture mécanique). XI, XII 465
COPAUX (H.). — Voir KLING.
CORDIER. — Voir MARÈS.
COUTARD (Henry). — *Etat actuel des applications médicales de l'émanation du radium et des corps radioactifs autres que le radium*. VII 145
COWARD et BRINSLEY (F.). . VIII, IX, X 298
CRÉPIN. — Voir MARÈS.
CROOKES (H.). VIII, IX, X 305

D

DABAT.	VII	145
DAISH (A. J.).	VIII, IX, X	301
DANNE (Gaston). — <i>Instrumentation en radiumthérapie</i>	VII	145
DANNE (Jacques). — <i>Propriétés, production et technique médicale de l'émanation du radium</i>	VII	145
DARRAS. — Voir TAYLOR (Frederick W.).		
DESCAMPS (L.).	VII	73
DESCOMBES (Paul). — <i>Éléments de sylvonomie, économie politique et forestière</i>	VII	144
DURAND (Albert). — Le rouissage agricole et le rouissage industriel. Leur influence sur la culture du lin (Mémoire).	VIII, IX, X	153
DURYEA (Chester B.).	VIII, IX, X	302
DUVAL (Ch.) et AGUET (James). — La culture mécanique et la production du fumier (Revue de Culture mécanique).	VII	112
DYBOWSKI (J.). — <i>Traité de culture potagère. Petite et grande culture</i>	VII	146

E

ESCARD (Jean). — <i>Les pierres précieuses</i>	VII	149
--	-----	-----

F

FORSTALL (Alfred E.).	VII	70
FRANKE (E. J.).	VIII, IX, X	285
FRIEDRICH (H.).	XI, XII	448

G

GARÇON (Jules). — Notes de Chimie.	VII	57
— — — — —	VIII, IX, X	282
— — — — —	XI, XII	390
— Sur les efforts faits en Angleterre pour le développement des industries		

chimiques en corrélation avec la situation actuelle (Notes de Chimie).

	XI,	
	XII	390
GIessen	XI, XII	460
GILDEMEISTER (E.) et HOFFMANN (Fr.). — <i>Les huiles essentielles</i>	VII	149
GIRARD (A.-Ch.). — Rapport sur les recherches sur le rouissage des fibres textiles (Compte rendu de la séance du 20 mai 1914 du Comité d'Agriculture).	VIII, IX, X	348
GIRAUD (Paul). — <i>Etat actuel des applications médicales du rayonnement du radium, technique médicale et résultats</i>	VII	145
GOMPEL. — Voir STASSANO.		
GRUNER (E.). — Note sur quelques-uns des vœux exprimés par l'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises (Compte rendu de la séance du 2 juillet 1914 du Comité du Commerce).	VIII, IX, X	351
GUÉGUEU (Fernand).	XI, XII	417
GUILLET (Léon). — Nouvelles recherches sur les alliages de cuivre et de zinc.	VII	11
— Voir LE CHATELIER.		
GUILLOT (Émile et Camille). — <i>L'hygiène dans la construction et l'habitation. La maison salubre</i>	XI, XII	485
GUNTHER KEMPF	XI, XII	453

H

HADFIELD (Sir Robert)	VII, IX, X	288
HARGER (John)	VII	67
HILLAIRET. — Compte rendu de la séance du 14 mai du Comité des Arts économiques	VII	126
HITIER (Henri). — Notes d'Agriculture.	VII	76
— — — — —	VIII, IX, X	306
— — — — —	XI, XII	422
— La richesse des farines en gluten (Notes d'Agriculture).	VII	76
— L'agriculture belge (Notes d'Agriculture).	VIII, IX, X	306
— Rapport sur les petites industries rurales et leur évolution, de M ^{lle} Louise ZEYS	XI, XII	357

HITIER (Henri). — L'agriculture de nos régions envahies (Notes d'Agriculture). XI, XII 422
HOFFMANN (Fr.). — Voir GILDEMEISTER.

J

JAUBERT (George F.) VII 71
JONES (H. C.) VII 57
JUDAIS (Ch.). — Voir BETHMANN.

K

KLING (André) et COPAUX (H.) XI, XII 421
KOENIG (D^r J.) VIII, IX, X 303
KOHLMANN (E.) VII 74
KRESSMANN (F. W.) VIII, IX, X 300

L

LALANCE (Auguste). — *Mes souvenirs*. XI, XII 360
LALOUE (Gustave). — *Les huiles essentielles* (traduction d'après la 2^e édition allemande), par E. GILDEMEISTER. VII 449
LANGMUIR (Irving). VII 61
LE CHATELIER (H.) et GUILLET (L.). — Compte rendu de la séance du 12 mai 1914 du Comité des Arts chimiques. VII 440
LECOMTE-DENIS (Maurice). — *Guide pratique de la prospection des mines et de leur mise en valeur* XI, XII 484
LE ROY (G. A.). XI, XII 418
LIEFMANN (Robert). — *Cartels et Trusts*. XI, XII 483
LINET (L.). — Séance publique du 12 juin 1914 VII 449
— Séance publique du 26 juin 1914. VIII, IX, X 344
LIVACHE (Ach.). — Rapport sur la répartition des revenus des fondations dépendant du Comité des Arts chimiques. VII 442
LUCAS (J. E.). — Communication sur la trayeuse mécanique suédoise, système

Alfeven (Compte rendu de la séance publique du 26 juin 1914). VIII, IX, X 343
— Une nouvelle machine à traire —. La machine Alfeven XI, XII 377

M

MAIN (F.). — Application aux Colonies des essais de culture mécanique de Grignon (Revue de Culture mécanique) VIII, IX, X 338
MARCHAND BEY. — *Mécanique générale et aérodynamique. Simplification et exactitude de la technique de l'aviation*. VII 446
MARÉS, CAILLOUX, CORDIER et CRÉPIN. — Résultats généraux du Concours international de Tunis (Revue de Culture mécanique) XI, XII 469
MASSÉ (René). — *Le gaz*. XI, XII 483
MAUGHAN (D.). XI, XII 420
MAURER (P.). — *La téléphonie et les autres moyens d'intercommunication dans l'industrie, les mines et les chemins de fer* XI, XII 484
MODOT (H.). — Voir PERRIN.
MULLIE (J.). — Le labourage mécanique au Katanga (Revue de Culture mécanique). XI, XII 475

N

NOTTIN (P.). — Revue des Industries. VII 97
— Emploi de la force centrifuge en féculerie (Revue des Industries). VII 97

O

OPTERDINGER. VIII, IX, X 332
ORAM (Henry S.) 324
ORMANDY (W. R.). XI, XII 404

P

PARKER (L. H.) VIII, IX, X 283
PERKIN (F. M.). VII 69
— XI, XII 404

- PERRIN (P.) et MODOT (H.). — *Charbon et pustule maligne*. VII 146
 PETERSEN (Alfred). VIII, IX, X 328
 POLLARD (C.). — Voir TURNER.
 PORTEVIN (Albert). — Influence du temps de chauffage avant la trempe sur les résultats de cette opération (Mémoire). VIII, IX, X 207

R

- RAMSAY (Sir William). XI, XII 407
 REY (Jean). — *Nouveau système de phares à réflecteurs métalliques*. . . XI, XII 486
 RINGELMANN (Max). — *Revue de Culture mécanique*. VII 404
 — — — — — VIII, IX, X 337
 — — — — — XI, XII 465
 — Consommation de charbon avec les appareils de culture à vapeur (*Revue de Culture mécanique*). VII 404
 — Pièces de rechange et outillage des tracteurs et treuils (*Revue de Culture mécanique*). VIII, IX, X 340
 RISLER (Georges). — Notice sur les souvenirs de M. Auguste LALANCE. XI, XII 360
 — Compte rendu du 2^e Congrès de l'Union des Sociétés industrielles de France XI, XII 384
 RIVIÈRE (C.). — Voir CLÉMENT.
 ROLANTS (E.). — Voir CALMETTE.

S

- SAINT-LAURENT (H. de) VII 63
 SAUVAGE. — Rapport sur la subvention de 3000 francs accordée à M. Ch. Fremont, pour recherches sur les limes (Compte rendu de la séance du 5 mai 1914 du Comité des Arts mécaniques). VIII, IX, X 348
 SCHUBERT (A.). — Notes de Mécanique. — — — — — VII 88
 — — — — — VIII, IX, X 324
 — — — — — XI, XII 446
 SMITH (Percy W.). VIII, IX, X 325
 STASSANO (H.) et GOMPEL. VII

T

- TASSILLY (E.). — Voir CASSAC.
 TAYLOR (Frederick W.) et THOMSON (Sandford E.). — *Pratique de la construction en béton et mortier de ciment armé et non armé avec établissement des prix de revient*. Traduit et adapté par M. DARRAS. VII 147
 TERRÉ (M.). — Rapport sur la machine à trier, marquer et classer par le poids, les tôles minces de M. Jean BARDET. VII 3
 — Compte rendu de la séance du Conseil d'administration du 26 juin 1914. VIII, IX, X 343
 THOMPSON (Sandford E.). — Voir TAYLOR (Frederick W.).
 THORNTON (W. M.). VIII, IX, X 294
 TILDEN (Sir William A.). XI, XII 401
 TREIWSAS. — Voir CONDÉ (Fernand de).
 TURNER (W.), POLLARD (C.), etc. VIII, IX, X 285

U

- URBAIN (G.). VII 65

V

- VÉZIEN (L.). — *L'industrie des os, des déchets animaux, des phosphates et du phosphore*. VII 147

W

- WERLE (F.). XI, XII 459
 WIGLE (A. E.). — Voir BAIN.

Z

- ZEYS (M^{lle} Louise). — Les petites industries rurales et leur évolution. XI, XII, 375

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 2^e SEMESTRE DE LA CENT TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JUILLET-DÉCEMBRE 1914)

Tome 122

Le nombre en chiffres romains indique le mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui le suit indique la page.

A

<i>Acétate de cellulose.</i> (Voir Vernis).	
<i>Acide chlorhydrique.</i> Action de l' — — sur l'amidon (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X 301
<i>Aciers.</i> Influence du temps de chauffage avant la trempe sur les résultats de cette opération, par Albert PORTEVIN (Mémoire) . . .	VIII, IX, X 207
ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, ETC., DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT	
COMITÉ D'AGRICULTURE.	
Séance du 20 mai 1914.	VIII, IX, X 348
COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.	
Séance du 12 mai 1914.	VII 440
— 9 juin 1914.	VII 442
COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.	
Séance du 14 mai 1914.	VII 426
Symboles internationaux.	VII 429
Tableau des symboles adoptés.	VII 431
Spécification internationale pour le cuivre type.	VII 434
Commission électrotechnique internationale.	VII 435
Comité électrotechnique français.	
	VII 436
COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.	
Séance du 5 mai 1914.	VII, IX, X 348
COMITÉ DU COMMERCE.	
Séance du 7 mai 1914.	VIII, IX, X 349
— 2 juillet 1914.	VIII, IX, X 350
CONSEIL D'ADMINISTRATION.	
<i>Séances publiques.</i> 12 juin 1914.	VII 419
26 — 1914	VIII
	IX, X 341
<i>Fondations.</i> Répartition des revenus des — dépendant du Comité des Arts chimiques (Rapport de M. Ach. LIVACHE).	VII 442
<i>Subvention</i> de 3 000 francs accordée à M. Ch. Fremont, pour recherches sur les limes. (Rapport de M. SAUVAGE).	VIII, IX, X 348
AGRICULTURE ET CULTURE MÉCANIQUE	
<i>Agriculture.</i> L'—(Notes d'Agriculture), par H. HITIER.	VIII, IX, X 306
Quelques-uns des vœux exprimés par l'Association de l'Industrie et de l'—françaises, note par E. GRUNER.	VIII, IX, X 351

L' — de nos régions envahies (Notes d'Agriculture), par M. Henri HITIER.	XI, XII	422
Farines. La richesse des — en gluten (Notes d'Agriculture), par H. HITIER.	VII	76
Trayeuse. — La — mécanique suédoise, système Alfeven. Communication de J.-E. LUCAS (Compte rendu de la séance publique du 26 juin 1914)	VIII, IX, X	343
— Une nouvelle machine à traire. — La machine Alfeven, par J.-E. LUCAS.	XI, XII	377
Culture mécanique :		
Culture mécanique. La — — au Maroc (Revue de Culture mécanique). VII		106
La — — et la production du fumier (Revue de Culture mécanique), par Ch. DUVAL et James AGUET.	VII	112
— Quelques années de pratique de — — en Russie (Revue de Culture mécanique), analyse du rapport de MM. TREIWS et BARANOWSKY, par Fernand de CONDÉ.	VII	114
— Emploi du mazout dans les appareils de Culture mécanique). VIII, IX, X		337
— Application aux Colonies des essais de — — de Grignon (Revue de Culture mécanique), par F. MAIN. VIII, IX, X		338
Culture à vapeur. Consommation de charbon avec les appareils de — — (Revue de Culture mécanique), par Max RINGELMANN.	VII	104
CONCOURS, ESSAIS, EXPÉRIENCES, ETC.		
Concours international de Tunis. Résultats présentés par MM. MARÈS, CAILLOUX, CORDIER et CRÉPIN, commissaires (Revue de Culture mécanique).	XI, XII	469
Essais de Farmingham (Revue de Culture mécanique).	XI, XII	468
Expériences contrôlées de culture mécanique (Revue de Culture mécanique).	VIII, IX, X	337
Labourage. Laboureuses et charrues :		
Labourage. Le — mécanique au Ka-	tanga (Revue de Culture mécanique), par J. MULLIE.	XI, XII 475
Laboureuse rotative (Revue de Culture mécanique), par Fernand de CONDÉ.	XI, XII	465
Tracteurs et treuils :		
Tracteur Ruston (Revue de Culture mécanique), par Fernand de CONDÉ.	VII	107
Pièces de rechange et outillage des — et treuils (Revue de Culture mécanique), par Max RINGELMANN. VIII, IX, X		340
Treuil électrique (Revue de Culture mécanique).	XI, XII	474
Alcool. Détermination de l'eau dans un — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	300
Alcool éthylique. — — des résidus de bois (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	300
Alliages. Nouvelles recherches sur les — de cuivre et de zinc, par Léon GUILLET.	VII	44
Aluminage. — par calorisation (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XI, XII	414
Aluminium. L' — -nickel, par J. CASSAC et E. TASSILLY.	XI, XII	367
Anémomètre. Nouveau type d' — (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. XI, XII		466
Apprentis. L'activité de la Société de protection des —. Rapport de Maurice ALFASSA (Compte rendu de la séance du 20 mai du Comité du Commerce)	VIII, IX, X	349
B		
Béton. Recherches expérimentales des pertes de charge dans les conduites en — armé (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT.	XI, XII	446
BIBLIOGRAPHIE.		
Appareils de levage, par HUGO BETHMANN (traduit de l'allemand sur la 2 ^e édition, par CH. JUDAS).	VII	148

<i>Aviation. Mécanique générale et aérodynamique. Simplification et exactitude de la technique de l' —</i> , par MARCHAND-BEY VII	446
<i>Cartells et Trusts</i> , par Robert LIEFMANN XI, XII	483
<i>Charbon et pustule maligne, évolution et traitement</i> , par MM. P. PERRIN et H. MODOT VII	446
<i>Ciment. Pratique de la construction en béton et mortier de — armé ou non armé avec établissement rationnel des prix de revient</i> , par Frederick W. TAYLOR et Sandford E. THOMPSON. Traduit et adapté par M. DARRAS. VII	447
<i>Culture potagère. Traité de — —. Petite et grande culture</i> , par J. DYBOWSKI VII	446
<i>Gaz. Le —</i> , par René MASSÉ XI, XII	483
<i>Huiles essentielles</i> , par E. GILDEMEISTER et Fr. HOFFMANN. 2 ^e édition par E. GILDEMEISTER, Traduction d'après la 2 ^e édition allemande, par GUSTAVE LALOUE VII	449
<i>Hygiène. L' — dans la construction et l'habitation. La maison salubre</i> , par Émile et Camille GUILLOT XI, XII	485
<i>Industrie électrique. Dictionnaire juridique de l' —</i> , par Étienne CARPENTIER. XI, XII	485
<i>Marques de fabrique. — Nouveau manuel pratique des — — et de commerce</i> , par Eugène DAVID. XI, XII	486
<i>Mines. Guide pratique de la prospection des — et de leur mise en valeur</i> , par Maurice LECOMTE-DENIS XI, XII	484
<i>Os. L'industrie des —, des déchets animaux, des phosphates et du phosphore</i> , par L. VÉZIEN VII	447
<i>Phares. Nouveau système de — à réflecteurs métalliques</i> , par Jean REY. XI, XII	486
<i>Phosphates. (Voir Os).</i>	
<i>Phosphore. (Voir Os).</i>	
<i>Pierres précieuses</i> , par Jean ESCARD. VII	449
<i>Radiumbiologie. Conférences de — faites à l'Université de Gand en 1913</i> , par MM. Jacques DANNE, Paul GIRAUD, Henri COUTARD et Gaston DANNE. VII	445
<i>Sylonomie. Éléments de —, économie politique et forestière</i> , par Paul DESCOMBES. VII	444
<i>Téléphonie. La — et les autres moyens d'intercommunication dans l'industrie, les mines et les chemins de fer</i> , par P. MAURER XI, XII	484
<i>Biodure de mercure. Pouvoir antiseptique du — — — (Notes de Chimie)</i> , par J. GARÇON. VII	73
<i>Bois. Essais des — à la compression (Notes de Mécanique)</i> , par A. SCHUBERT VIII, IX, X	324

C

<i>Chargeurs. Les — automatiques pour foyer de locomotives (Notes de Mécanique)</i> , par A. SCHUBERT VII	88
<i>Cinématographe. Les applications du — à l'enseignement. Communication de E. COLLETTE (Compte rendu de la séance publique du 26 juin 1914).</i> VIII, IX, X	346
<i>— (Mémoire)</i> XI, XII	372
<i>Coke. (Voir Houille).</i>	
<i>Condenseurs. Les avaries des tubes de — (Notes de Mécanique)</i> , par A. SCHUBERT. VIII, IX, X	324
<i>Congrès. (Voir Industries).</i>	
<i>Cuivre. (Voir Alliages).</i>	
<i>Cyanamide. État actuel de la — (Notes de Chimie)</i> , par J. GARÇON. VIII, IX, X	285

E

<i>Eaux. Épuration des — résiduaires industrielles (Notes de Chimie)</i> , par J. GARÇON VII	62
<i>— Stérilisation de l' — par ébullition (Notes de Chimie)</i> , par J. GARÇON. XI, XII	420
<i>Eclairage. (Voir Marbre).</i>	
<i>Enduits. (Voir Vernis).</i>	
<i>Enseignement. (Voir Cinématographe).</i>	
<i>Épuration. (Voir Eaux).</i>	

F

- Féculerie*. Emploi de la force centrifuge en — (Revue des Industries), par P. NOTTIN. VII 97
- Ferrosiliciums*. Les dangers des — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII, IX, X 292
- Filtration*. Sur la — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII, IX, X 283

G

- Gaz*. Récents perfectionnements dans l'industrie du — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 70

H

- Hélices*. Considérations et recherches nouvelles sur les — de navires (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. XI, XII 433
- Houille*. La chimie de la — et de la fabrication du coke (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 67
- Huiles*. Hydrogénation des — et corps gras (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 74
- Hydrogénation*. Sur l' — et le durcissement des corps gras (Notes de Chimie), par J. GARÇON. XI, XII 445
- (Voir Huiles).
- Hydrosulfites*. Sur l'application des — dans l'industrie sucrière (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 73

I

- Imperméabilisation*. — improvisée des vêtements militaires (Notes de Chimie), par J. GARÇON. XI, XII 448
- Incendie*. Inflammation par l'électricité

- des mélanges gazeux (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII, IX, X 294
- Limites d'inflammabilité des mélanges gazeux (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII, IX, X 298

- Incinération*. Sur les fours d' — pour ordures ménagères (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 74

- Industries*. Les — aux États-Unis (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VII 63

- Les petites — rurales et leur évolution, de M^{lle} LOUISE ZEYS (Rapport de M. Henri HITIER). XI, XII 357

- Compte rendu du 2^e Congrès de l'Union des Sociétés industrielles de France, par Georges RISLER. XI, XII 384
- (Voir Agriculture).

- Industries chimiques*. Sur les efforts faits en Angleterre pour le développement des — — en corrélation avec la situation actuelle (Notes de Chimie), par J. GARÇON. XI, XII 390

- Industrie textile*. (Voir Tissus).

L

- Lin*. (Voir Rouissage).

- Locomotive*. — articulée à trois groupes moteurs à quatre essieux couplés de la Compagnie de l'Erie Railroad (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. VIII, IX, X 334

- Les tiroirs cylindriques de —, dits tiroirs E (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. XI, XII 439
- (Voir Chargeurs).

M

- Machines à vapeur*. Réchauffage à haute température de l'eau d'alimentation des machines des bateaux à vapeur (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. VIII, IX, X 332

- Maltose*. — industriel (Notes de Chimie), par J. GARÇON. VIII, IX, X 302

- Marbre*. Applications du — dans l'éclair-

rage (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	288
<i>Mélanges gazeux.</i> (Voir Incendie).		
<i>Mercure.</i> Purification du — (Notes de Chimie), par J. GARÇON . . .	VIII, IX, X	293
<i>Métaux.</i> — Recherche des — rares (Notes de Chimie), par J. GARÇON. . . .	VII	65
— Les dégagements de chaleur dans le découpage des — et la vitesse de coupe la plus avantageuse (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT. . .	XI, XII	448
<i>Métaux colloïdaux.</i> Propriétés bactéricides des — — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	305

N

<i>Nickel.</i> (Voir Aluminium).		
<i>Notes d'Agriculture</i> , par H. HITIER. .	VII	76
— — — — —	VIII, IX, X	306
— — — — —	XI, XII	422
<i>Notes de Chimie</i> , par J. GARÇON. . .	VII	57
— — — — —	VIII, IX, X	282
— — — — —	XI, XII	390
<i>Notes de Mécanique</i> , par A. SCHUBERT.	VII	88
— — — — —	VIII, IX, X	324
— — — — —	XI, XII	446

O

<i>Optique.</i> Verres spéciaux pour l'— (Notes de Chimie), par J. GARÇO . .	XI, XII	409
--	---------	-----

P

<i>Paraffine.</i> Stérilisation de la — liquide ou huile de vaseline (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XI, XII	420
<i>Plomb.</i> Utilisation d'une eau chargée de — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	305

Tome 122. — 2^e semestre. — Novembre-Décembre 1914.

R

<i>Réactions.</i> La cause des — chimiques et leurs facteurs (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VII	57
Un mode spécial de — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	283
<i>Régimes alimentaires.</i> Valeurs des divers — — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	303
<i>Rouissage.</i> Le — agricole et le — industriel. Leur influence sur la culture du lin, par Albert DURAND (Mémoire). VIII	IX, X	453
<i>Recherches sur le — des fibres textiles.</i> Rapport de A.-Ch. GIRARD (Compte rendu de la séance du 20 mai 1914 du Comité d'Agriculture). .	VIII, IX, X	348

S

<i>Sidérurgie.</i> Les progrès de la — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	288
<i>Silfrax.</i> (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XI, XII	442
<i>Solvants.</i> Influence des — sur les poids moléculaires (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VIII, IX, X	285
<i>Souvenirs.</i> Notice sur les — de M. Auguste LALANCE, par Georges RISLER.	XI, XII	360
<i>Sucre.</i> (Voir Hydrosulfites).		

T

<i>Thermométrie.</i> Procédé de mesure des températures rapidement variables (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT.	VIII, IX, X	328
<i>Tissus.</i> Absorption de l'humidité par les — (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	VII	72
<i>Toiles.</i> Sur la piqure des — de tente et des — à voiles (Notes de Chimie), par J. GARÇON.	XI, XII	447

502 TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES. — NOVEMBRE-DÉCEMBRE 1914.

<i>Tôles.</i> Machine à trier, marquer et classer par le poids, les — minces, de M. Jean BARDET (Rapport de M. TERRÉ). . . VII	3	<i>Viandes.</i> Sur les conserves de — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. . . XI, XII	420
<i>Tourbe.</i> — Les sous-produits de la — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. . . VII	69	<i>Vins.</i> Sur la casse des — (Notes de Chimie), par J. GARÇON. . . XI, XII	449

V

<i>Vernis.</i> Les — et enduits à base d'acétate de cellulose, par L. CLÉMENT et G. RIVIÈRE (Mémoire). . . VIII, IX, X	487
--	-----

Z

Zinc. (Voir Alliages).

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Paris. — Typ. PHILIPPE RENOUARD, 19, rue des Saints-Pères. — 52715.