

SOMMAIRE DU BULLETIN N° 123.

	Pages.
1^{re} PARTIE. — TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ :	
Assemblées générales mensuelles	231
 2^e PARTIE. — TRAVAUX DES COMITÉS :	
Comité du Génie civil, des Arts mécaniques et de la Construction.	239
Comité des Arts chimiques et agronomiques.....	243
Comité de la Filature et du Tissage.....	248
Comité du Commerce, de la Banque et de l'Utilité publique.....	251
 3^e PARTIE. — TRAVAUX DES MEMBRES :	
A — Analyses :	
MM. RUFFIN. — Des divers modes de conservation du lait.....	232
WITZ. — Théorie de la surchauffe de la vapeur.....	233-239
ARQUEMBOURG. — Observations sur le projet de loi des accidents du travail	234-251
DEFAYS. — Comment se comportent les métaux industriels soumis à des températures de 160° à 400° c. en présence de la vapeur d'eau.....	236-240
LEMAIRE. — Méthode unitaire pour le dosage du soufre dans les pyrites.....	237-245
VANLAER. — La limitation des débits de boisson.....	238-253
Le Docteur SCHMITT. — Un appareil à dissociation	244
DERREVAUX. — Les lubrifiants aux hautes températures.....	241
BORROT. — Quantité de chaleur contenue dans la vapeur surchauffée.....	242
Le Docteur GUERMONPREZ. — Projets actuels de l'assistance aux vieillards, aux infirmes et aux incurables	254
GESCHWIND (Société Chimique). — Analyse des sels sodiques, des acides sulfureux et hyposulfureux.....	243
LEMOULT. — L'oxylithe (oxygène industriel transportable)...	245
DEBUCHY. — Le régulateur Tripod appliqué au battage du coton et comparé au régulateur à galets.....	248
LEMOULT. — Mode de calcul des chaleurs de combustion des composés organiques.....	246
HOUDOY. — Histoire de la filature de coton dans le Nord de la France	249
DEBUCHY. — Des garnitures de cardes à coton.....	250

B. — In extenso :

MM. le Docteur GUERMONPREZ. — Hôpital corporatif de Bergmannstrost à Halle-s/-Saale.....	255
WITZ. — Théorie de la surchauffe de la vapeur.....	329
DEFAYS. — Comment se comportent les métaux industriels quand ils sont soumis à des températures de 160° à 400° c. en présence de la vapeur.....	345
LEMAIRE. — Méthode unitaire du dosage du soufre dans les pyrites.....	361
DERREVAUX. — Les lubrifiants aux hautes températures.....	369
BORROT. — Quantité de chaleur contenue dans la vapeur surchauffée.....	383
GESCHWIND (Société Chimique). — Analyse d'un mélange d'hyposulfite, de sulfite et de carbonate de sodium.....	387
 4° PARTIE. — EXCURSION :	
Visite aux mines de Lens.....	393
 5° PARTIE. — TRAVAIL RÉCOMPENSÉ AU CONCOURS 1902 :	
M. RANÇON. — Fabrication du carbure de calcium suivi de quelques notes sur celle du ferro-silicium.....	407
 6° PARTIE. — DOCUMENTS DIVERS :	
Bibliographie.....	467
Bibliothèque.....	474
Nouveaux membres.....	476

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France.

Déclarée d'utilité publique par décret du 12 août 1874.

BULLETIN TRIMESTRIEL

N° 123

31^e ANNÉE. — Deuxième Trimestre 1903.

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 30 avril 1903.

Présidence de M. FAUCHEUR, Vice-Président.

M. BIGO-DANEL, empêché, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

Lecture est donnée du procès-verbal de la dernière réunion, adopté sans observations.

Décès.

M. LE PRÉSIDENT rappelle le décès prématuré de notre collègue, M. MARGOTTET, recteur de l'Académie de Lille, qui a toujours porté grand intérêt à notre Société, M. le Président rend hommage à sa mémoire au nom de l'Assemblée.

Correspondance.

Sur la proposition de M. LEDIEU-DUPAIX, qui nous a envoyé tous les documents relatifs au Congrès de Navigation tenu à Dusseldorf en 1902, une démarche a été faite auprès de notre collègue M. LA RIVIÈRE, délégué officiel de la France à ce

Congrès, pour lui demander de nous faire une conférence sur ce sujet. M. LA RIVIÈRE a accepté en principe cette proposition.

La Société Industrielle est invitée à prendre part à l'*Exposition Internationale de l'habitation, des industries du bâtiment et des travaux publics*, qui aura lieu en 1903 au grand Palais des Champs-Élysées. Le nécessaire sera fait pour participer à cette Exposition.

Excursions. M. LE PRÉSIDENT rappelle les deux intéressantes excursions qui ont été faites pendant le mois d'avril; les membres de la Société ont été très satisfaits des visites des Mines de Lens et des Établissements Motte à Roubaix.

Société des Sciences. En souvenir de la gracieuse hospitalité qui nous a été donnée autrefois par la Société des Sciences, nous mettons nos locaux à la disposition de cette Société pour ses réunions.

Commission de dessin d'art. La Commission de dessin d'art sera présidée en 1903 par MM. HOCHSTETTER et composée de MM. LIÉVIN DANIEL, GUENEZ, LEDIEU-DUPAIX, NEWHAM, VANDENBERGH, SÉRATSKY.

Cette Commission a décidé de faire le concours le 21 juin prochain.

Communications :

M. RUFFIN.
Des
divers modes
de
conservation
du lait.

M. RUFFIN entretient l'Assemblée de la question de conservation du lait envisagée au double point de vue domestique et industriel.

La maternisation, qui consiste à donner à un lait la composition exacte du lait de femme, et la tyndallisation, chauffages et refroidissements successifs, sont des procédés domestiques.

Dans l'industrie, la conservation chimique est interdite chez nous; la pasteurisation est très difficile et très délicate en pratique; la stérilisation a donné les pires résultats, d'après les rapports médicaux.

En France on paraît ne connaître que ces moyens sujets à critique, tandis qu'en Allemagne, un nouveau procédé semble prendre de jour en jour un plus grand développement, c'est la conservation par congélation. Ainsi on peut transporter à toutes distances le lait dont on conserve toutes les qualités.

M. VANACKÈRE ajoute que l'on pourrait en développant cette idée en France, y préconiser aussi le trayage mécanique dont une solution pratique paraît trouvée en Angleterre.

M. le PRÉSIDENT remercie M. RUFFIN de sa communication et propose d'en donner connaissance à la Société des Agriculteurs du Nord.

M. WITZ.
Théorie
de la surchauffe
de la vapeur.

M. WITZ compare les rendements des bonnes machines marchant à vapeur saturée sèche ou en surchauffe et montre l'avantage que donne ce dernier mode.

Reprenant la théorie classique de la machine à vapeur, il prouve que la surchauffe améliore le rendement ; mais d'après le calcul, ce progrès n'est guère appréciable parce que l'on ne fait pas intervenir la paroi. Si on tient compte de cet élément, au contraire, le bénéfice devient considérable.

M. VORTSMANN tient à signaler des essais satisfaisants qu'il a faits récemment avec une Corliss à une température d'abord de 400° réduite ensuite parce qu'on a dû remplacer la garniture métallique ; ces essais prouvent que la machine Corliss peut marcher en surchauffe contrairement à l'opinion qui tend à se répandre dans notre région.

M. WITZ est aussi d'avis que l'on peut surchauffer avec les Corliss, mais il serait bon de diminuer l'angle généralement adopté de rotation du tiroir. L'opinion signalée est surtout dûe à l'influence de l'Exposition de Dusseldorf, où il n'y avait pas de machine Corliss.

M. PARENT demande de combien de degrés M. VORTSMANN a réduit la température et si le remplacement des garnitures a été

l'unique cause de cette diminution. M. VORTSMANN répond que l'on a dans la suite marché entre 250° et 325° pour diverses causes matérielles et mécaniques, notamment l'insuffisance de vapeur et l'excessive douceur du métal du piston.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. WITZ de son intéressante communication et donne la parole à M. ARQUEMBOURG.

M. ARQUEMBOURG.
—
Observations
sur
le projet de loi
sur la
responsabilité
des
accidents
du travail.

Au moment où un projet de loi adopté par la Chambre des Députés sur la responsabilité des accidents du travail va être présenté au Sénat, M. ARQUEMBOURG pense utile de signaler quelques observations à ce sujet. M. ARQUEMBOURG le compare avec la loi actuellement en vigueur et montre ce que va devenir la situation des industriels avec le nouveau régime.

Comme conclusion, l'Assemblée, à l'unanimité, émet le vœu suivant qui sera communiqué à la Commission Sénatoriale.

Vœu.

« La Société Industrielle réunie en Assemblée Générale le 30 avril 1903, considérant que les charges imposées à l'industrie française par la loi du 9 avril 1898 sont déjà supérieures à celles qui frappent les industries étrangères concurrentes, émet le vœu :

Qu'aucune modification de nature à augmenter ces charges ne soit apportée à la loi ;

Que le Sénat rejette notamment les modifications votées par la Chambre des Députés et ayant pour effet d'obliger les industriels à payer l'indemnité journalière les dimanches et jours fériés ainsi que les quatre premières journées de chômage ;

Que le maximum des rentes attribuées aux ayants-droit de la victime décédée reste nettement limité à 60 % du salaire annuel ;

Que les frais d'hospitalisation ne soient pas mis à la charge de l'industriel, les frais d'entretien qu'ils comprennent faisant double emploi avec l'indemnité journalière ;

Que l'industriel, ou la Compagnie d'assurances qu'il s'est

substituée, ne soient pas tenus d'effectuer le paiement des rentes ou indemnités au domicile du bénéficiaire ;

Que la compétence du juge de paix reste limitée aux litiges concernant l'indemnité temporaire et qu'il n'ait pas à connaître de la date de consolidation de la blessure, point de départ de la rente ;

Que la loi maintienne le droit de compenser les indemnités ou provision payées en trop avec les arrérages de la rente.

Étant donnée l'heure avancée, les communications suivantes inscrites à l'ordre du jour sont reportées à la prochaine séance.

Scrutin. A l'unanimité MM. BLANCHE, BRESSAC, DEGOTHAL, DROPSY, HANNECART, LANDRIAU, MALISSART, MATHIEU-WATTRELOT, TANCREZ, TALLERIE, VALLET sont élus membres ordinaires de la Société.

Assemblée générale mensuelle du 29 mai 1903.

Présidence de M. PARENT, Vice-Président.

Lecture est donnée du procès-verbal de la dernière séance, adopté sans observation.

Excusés. M. BIGO-DANEL, président; MM. FAUCHEUR et HOCHSTETTER, vice-présidents ; M. BONNIN, Secrétaire-général, s'excusent et regrettent d'être dans l'impossibilité absolue d'assister à la réunion.

Invités. Étaient présents à titre d'invités MM. Rateau et Baillet ; M. LE PRÉSIDENT leur souhaite la bienvenue, rappelle les travaux de M. Rateau, dont les turbines sont à si juste titre appréciées dans l'industrie minière de notre région ; M. le Président prie M. Rateau de vouloir bien venir prendre place au bureau.

Correspondance M. Deschamps, ingénieur civil à Paris, demande à faire connaître aux membres de la Société un nouveau gazogène ; la

Société met à la disposition de M. Deschamps notre jeu de bandes pour envoyer sa notice à nos collègues.

L'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur accepte aimablement de prendre dorénavant à sa charge les frais de son concours annuel des chauffeurs ; la Société Industrielle continuera néanmoins à donner les médailles et les diplômes pour ce concours. M. LE PRÉSIDENT prie M. BONET, présent à la séance, d'être notre interprète pour transmettre nos remerciements à l'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur.

La Chambre de commerce belge de Lille nous a transmis les documents relatifs à l'Exposition 1904 du Petit outillage à Gand ; des bulletins d'adhésion ainsi que tous les renseignements sont à la disposition de nos collègues au bureau du Secrétariat.

M. LE PRÉSIDENT de la Société Industrielle, d'accord avec le conseil d'administration, accepte l'invitation, qu'il a reçue de M. le Maire d'Arras, pour faire partie du comité du patronage de l'Exposition du Nord de la France à Arras (1904).

La Société Industrielle souscrit, moyennant la somme de 45 francs, pour la deuxième table des matières du Génie Civil.

Échanges.

La Société accepte avec plaisir l'échange de son bulletin avec les publications de l'Association des Anciens Élèves de l'École Nationale des Arts Industriels de Roubaix et celles de l'Association Française pour le Développement de l'Enseignement technique, commercial et industriel.

Communications :

M. GESCHWIND, de la Société Chimique, empêché, prie de reporter sa communication à une date ultérieure.

M. DEFAYS.
Comment
se comportent
les métaux
industriels
soumis
à des
températures
de
160° à 400° c
en présence
de la
vapeur d'eau.

M. DEFAYS fait une étude des métaux employés dans les constructions mécaniques et signale leurs qualités ou leurs défauts en présence de la vapeur surchauffée. Pour le fer et les aciers, les techniciens ne sont pas d'accord sur les

variations d'allongement et de coefficient de dilatation aux hautes températures ; cependant l'expérience montre que ces métaux sont d'un bon emploi pour la surchauffe : ils résistent bien aux différents efforts auxquels ils sont soumis et leur oxydation n'est pas à craindre là où il ne se trouve pas à la fois de l'oxygène, de l'eau et de l'acide carbonique. A part quelques types spéciaux très peu connus, les bronzes sont à rejeter d'une manière absolue. M. DEFAYS étudie particulièrement les antifrictions, aux propriétés très curieuses et très variables selon les emplois que l'on en a voulu faire.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. DEFAYS de son intéressante communication.

M. BONET adresse des remerciements au Comité du Génie Civil dont le président, M. DEFAYS, est venu demander le concours de l'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur pour les études pratiques de la surchauffe ; M. BONET, au nom de cette Association, accepte ainsi que ses collaborateurs de prendre part aux essais qui seront faits à ce sujet.

M. LEMAIRE.
Etude
d'une méthode
unitaire
pour le dosage
du soufre
dans les pyrites.

M. LEMAIRE donne lecture du rapport dont il a été chargé par la Société Chimique du Nord de la France, en collaboration avec MM. Brasseur, Maire et Moritz, pour l'étude d'une méthode unitaire de dosage du soufre dans les pyrites.

M. LEMAIRE rappelle les différents systèmes actuellement en usage dûs à Clarck, Frésenius et Lunge. Pour éviter les incessants litiges commerciaux, la commission propose d'employer partout la méthode de Lunge avec cette modification que la précipitation s'opérera sur 500 cm³ de liquide.

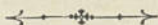
M. LE PRÉSIDENT remercie M. LEMAIRE de nous avoir fait connaître cette étude avant de la présenter au Congrès de Berlin et regrette que la séance ne soit pas présidée par M. HOCHSTETTER pour le complimenter en toute compétence.

M. VANLAER.
La limitation
des débits
de boissons.

M. VANLAER étudie la législation du cabaret à travers les âges et à travers le monde ; il constate que les efforts de toutes natures sont loin d'avoir enrayé les progrès de l'alcoolisme : à l'étranger comme chez nous, les statistiques montrent que la consommation d'alcool ne diminue pas.

En Russie les restaurants, qui ont seuls le droit de débiter des boissons alcooliques au verre augmentent, tandis que les cabarets où cette vente est interdite diminuent. Dans les pays Scandinaves, on a aussi trouvé moyen de tourner une législation héroïque. En Belgique on propose de faire prendre aux débiteurs de boissons fermentées un engagement solennel de ne pas tenir d'alcool chez eux. En France, la profession de cabaretier est libre et cependant la loi de 1880 qui accorde cette liberté donne un moyen de limiter les débits de boissons en autorisant les maires à les écarter d'une distance laissée à son initiative des établissements de culte, cimetières, collèges etc.

Nous savions tous, dit M. LE PRÉSIDENT, par la lecture des feuilletons au jour le jour de M. Maurice VANLAER qu'il possède à fond le mécanisme de nos lois et qu'il est un passionné d'économie politique. M. VANLAER a fait l'un de ses meilleurs feuilletons parlé et admirablement parlé. M. PARENT, au nom de la Société, l'en remercie vivement et lui demande de vouloir bientôt récidiver.



DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX DES COMITÉS.

Procès-verbaux des Séances.

Comité du Génie Civil, des Arts mécaniques et de la Construction.

Séance du 22 Avril 1903.

Présidence de M. DEFAYS, Président.

La Commission de dessin industriel fait part que les épreuves auront lieu le 12 juillet 1903.

La parole est donnée à M. WITZ sur la théorie de la surchauffe.

M. WITZ rend compte de quelques essais qui ont été enregistrés ces dernières années sur la consommation, en kilos de vapeur et en calories, de machines marchant à vapeur saturée sèche ou en surchauffe, avec ou sans condensation. Il montre le bénéfice pour cent de la marche en surchauffe et l'augmentation de ce bénéfice avec le degré de surchauffe. M. WITZ explique la surchauffe par la thermodynamique et conclut que la surchauffe très modérée donne d'avantageux résultats avec n'importe quelle machine.

La communication de M. WITZ sera envoyée in-extenso à tous les membres du Comité.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. WITZ et le prie de vouloir bien reproduire son étude en Assemblée Générale.

Séance du 18 Mai 1903.

Présidence de M. DEFAYS, président.

M. Fliniaux a envoyé au Comité un mémoire sur la thermodynamique. Il est décidé que l'on demandera à M. Fliniaux de présenter, selon le règlement, son travail au prochain concours.

M. LE PRÉSIDENT propose de constituer en principe la Commission des essais de surchauffe sur les bases suivantes :

- Quatre professeurs ;
- Quatre ingénieurs civils ;
- Quatre industriels ;

Les industriels qui mettront des installations à la disposition de la Commission.

Dans la prochaine réunion, la Commission sera nommée d'après cette proposition admise par le Comité.

M. DEFAYS étudie comment se comportent les métaux employés en construction mécanique aux hautes températures en présence de la vapeur. M. DEFAYS signale l'influence des formes des pièces mécaniques sur leur résistance à la chaleur, et la fluidité extrêmement grande de la vapeur surchauffée qui exige des joints très soignés. M. DEFAYS prend successivement le fer, la fonte, l'acier, le cuivre, le bronze et les alliages.

La communication sera, sous forme d'épreuve, envoyée à tous les membres du Comité avec la prochaine convocation.

M. DEFAYS est remercié de son intéressante communication qu'il est prié de reproduire en prochaine Assemblée Générale.

Séance du 18 Juin 1903.

Présidence de M. DEFAYS, Président.

S'excusent de ne pouvoir assister à la réunion MM. COUSIN, PETOT, WITZ.

Lecture est donnée d'une lettre de M. WITZ dans laquelle il signale que « sur les cinq machines installées par Hirn au Logelbach et qui ont marché plus de vingt ans avec surchauffe, il en subsiste encore une, utilisée subsidiairement, il est vrai, mais encore en état de fonctionnement ».

M. LE PRÉSIDENT remercie M. WITZ de ce renseignement complémentaire intéressant l'histoire de la surchauffe qu'il nous a si savamment communiquée dans une récente séance.

Nous avons reçu à propos des essais de surchauffe des lettres de :

A. Blondel et C^{ie} qui nous diront ultérieurement s'ils peuvent nous offrir une installation.

La Compagnie Franco-Américaine qui promet de mettre à notre disposition une machine importante en se conformant toutefois aux exigences de l'industrie du client chez qui seraient faits les essais.

Crépelle et Garand, qui espèrent avoir prochainement une nouvelle installation se prêtant aux essais de surchauffe.

Dujardin et C^{ie} qui mettent bien volontiers à notre disposition leur installation de surchauffe (usine de la Porte d'Arras).

La Société anonyme des Ateliers Carels frères qui dit de s'adresser à MM. Petit et Delchambre pour obtenir l'autorisation de disposer de la machine de L. Dillies à Tourcoing.

M. DERREVAUX nous communique une étude sur les lubrifiants aux hautes températures. Il nous rappelle de nombreux essais de surchauffe dans lesquels il n'est fait nulle mention de la question graissage. Trop souvent les industriels prennent des huiles bon marché sans considérer la quantité consommée ou

bien des huiles très coûteuses, croyant au hasard faire ainsi une économie. Il faudrait examiner chacune des propriétés des huiles et ne faire un choix qu'après une étude sérieuse et des essais concluants. Pour les machines à surchauffe, il y a lieu de s'inquiéter encore plus de cette question graissage, les propriétés des huiles variant avec les températures, propriétés que commente M. DERREVAUX.

M. P. SÉE demande pourquoi M. DERREVAUX ne parle pas du graphite comme lubrifiant.

M. DERREVAUX signale que le graphite est généralement rejeté comme lubrifiant, parce qu'il rend les eaux de condensation impropres à tout usage.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. DERREVAUX de son intéressante communication, qu'il le prie de résumer en prochaine Assemblée Générale.

M. BORROT fait remarquer combien il y a de divergences dans les valeurs de la chaleur spécifique de la vapeur trouvées par les différents expérimentateurs dont il fait connaître les résultats. Il propose que la commission d'essais discute ce premier point et se mette, si elle le juge bon, en rapport avec la commission nommée par la Société des Ingénieurs allemands qui viennent de voter 3.000 marks pour étudier la question.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. BORROT de son intéressante remarque qu'il voudra bien faire connaître en Assemblée Générale.

Après discussion, il est procédé au vote par scrutin secret des membres de la commission des essais de surchauffe.

Sont nommés comme professeurs :

MM. PAILLOT, PETOT, SWYNGEDAUF, WITZ.

Comme ingénieurs :

MM. ARQUEMBOURG, BELLANGER, BONET, MESSIER, Paul SÉE.

Comme industriels :

MM. J. BERNARD, G. CREPY, A. MOTTE, L. THIRIEZ.

Comité des Arts Chimiques et Agronomiques.

Séance du 20 avril 1903.

Présidence de M. PAILLOT, Président.

M. SCHMITT émet le vœu, au nom de ses collègues, que le Comité de Chimie, dont faisait partie M. MARGOTTET, envoie à la famille du regretté Recteur d'Académie l'expression de ses condoléances et de sa douloureuse sympathie. M. LE PRÉSIDENT, comme universitaire, remercie les membres du Comité et se fera notre interprète auprès de M^{me} Margottet.

M. LE PRÉSIDENT souhaite la bienvenue à la Société Chimique en la personne de M. Geschwind qui rend compte de ses travaux sur l'analyse d'un mélange d'hyposulfite, desulfite et de carbonate de sodium. En collaboration avec M. Clicques, M. Geschwind a simplifié la méthode primitive qui exigeait deux prises d'essais. Par une seule prise d'essai, appelant :

T le titre d'iode,
Θ le titre alcalimétrique,
t le titre acidimétrique,
S le sulfite,
C le carbonate,
H l'hyposulfite.

Le problème est résolu par les trois équations ;

$$S = \frac{t}{1,5}$$

$$C = \Theta - \frac{t}{3}$$

$$H = T - \frac{t}{1,5}$$

MM. Geschwind, SCHMITT et LESCOEUR discutent le degré d'approximation que peuvent donner les indicateurs colorés,

ainsi que l'emploi de la soude, de la baryte et de l'acide oxalique dans les analyses. Aucune liqueur type ne paraît pouvoir demeurer longtemps identique et les changements semblent dus à des micro-organismes que l'on a remarqués même sur le sulfate de cuivre. M. PAILLOT signale que la lumière agit sur l'acide oxalique, que l'on peut même constater une différence de potentiel dans un même flacon entre les parties à la lumière et les parties dans l'obscurité.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Geschwind et espère qu'il voudra bien donner connaissance de son travail dans une prochaine Assemblée Générale.

M. LE D^r SCHMITT fait connaître un dispositif fort simple permettant de mettre en évidence les dissociations sans employer les appareils fragiles et compliqués tels que celui de Ste Claire-Deville : un gros tube sur la grille à analyse organique dans lequel on a mis à l'entrée une coupelle contenant $\text{Az H}^4 \text{Cl}$ et munie à l'entrée d'un tube d'amenée d'hydrogène, à la sortie d'un tube de sortie d'hydrogène, d'un tube relevé et d'un tube ramené vers le bas. On fait passer un courant d'hydrogène pour chasser l'air et entraîner les produits de dissociation, puis on chauffe la coupelle ; Az H^3 se dégage vers le haut, H Cl vers le bas, en réunissant les extrémités on voit les fumées caractéristiques de $\text{Az H}^4 \text{Cl}$.

M. LE PRÉSIDENT prie M. SCHMITT de faire connaître en Assemblée Générale cet ingénieux moyen de rendre pratiques dans les manipulations classiques des expériences coûteuses à installer.

Séance du 15 Mai 1903.

Présidence de M. SCHMITT, Vice-Président.

Excusé M. PAILLOT, Président.

En réponse à une demande de renseignements de M. Bataille de Dunkerque, il est signalé quelques emplois de la farine de

fève et de féverole comme produit alimentaire pour enfants et pour animaux, comme mélange à la farine de froment dont elle facilite le travail en boulangerie, comme entrant dans la composition de la poudre de riz des parfumeurs.

Le Comité demande l'achat pour la bibliothèque d'une encyclopédie allemande intitulée : « *Fortschritte der Theerfarbenfabrikation und verwandter Geschäftszweige.* »

M. LEMOULT entretient le comité de l'oxylythe. Actuellement l'oxygène industriel se trouve comprimé dans des bonbonnes d'acier. Sous cette forme il présente de graves inconvénients : les récipients sont très lourds, le remplissage et la manutention sont quelquefois dangereux, M. LEMOULT présente une poudre composée de Na^2O^2 et d'un autre corps qui a la propriété de faire continuer la réaction ($\text{Na}^2\text{O}^2 = \text{NaO} + \text{O}$) en présence de l'eau (sans lui, elle s'arrête aussitôt commencée).

Une application remarquable a été faite de ce produit dans les sous-marins dont il permet de renouveler l'atmosphère respirable :



Le Comité discute la nature du corps étranger joint à Na^2O^2 qui pourrait être un sel de cuivre, de manganèse ou du permanganate de potassium.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. LEMOULT, le prie de renouveler sa communication en Assemblée Générale et donne la parole à M. LEMAIRE.

M. LEMAIRE donne lecture du rapport qu'il doit présenter au Congrès de Berlin au nom de la Société Chimique du Nord sur une méthode unitaire de dosage du soufre dans les pyrites.

Pour éviter toute discussion entre acheteurs et vendeurs, il faut pouvoir doser le soufre qui est transformable en acide sulfurique par un moyen officiel.

M. LEMAIRE décrit les méthodes de Clarck, de Frésenius et de

Lunge. Cette dernière au moyen de l'eau régale paraît être la meilleure, en opérant la précipitation sur 500 cm³ de liquide.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. LEMAIRE de sa communication qu'il compte entendre devant la prochaine Assemblée Générale.

Séance du 19 juin 1903.

Présidence de M. PAILLOT, président.

Le Comité, consulté par le Conseil d'administration, émet l'avis d'acheter la dernière partie parue de « *Fortschritte der Theerfarbenfabrikation und verwandter Geschäftszweige* » encyclopédie publiée en Allemagne sous la direction du D^r Friedländer.

M. Bouteau qui avait présenté son industrie au concours 1902, demande à concourir en 1903 ; la même commission que l'année dernière (MM. BOURIGEAUD, LEMOULT, LENOBLE, LESCOEUR, SCHMITT, VERBIÈSE) se mettra en rapport avec M. Bouteau et ira visiter son usine à Anzin.

M. LEMOULT présente au comité la méthode qu'il a communiquée à l'Académie des Sciences pour le calcul des chaleurs de combustion des composés organiques.

Considérons chaque atome de carbone $C = 12$ comme formé de quatre atomes élémentaires c inséparables, les carbures contiendront des groupes $c - c$ et des groupes $c - H$ ($H = 1$) ; admettons que chaque groupe $c - c$ donne un appoint de 54 cal. et chaque groupe $c - H$ un appoint de 53 cal. à la chaleur de combustion ; une simple équation devra donner les chaleurs de combustion des carbures contenant les groupes $c - c$ et $c - H$. L'expérience donne des résultats concordants à 1/200 près avec ceux obtenus de cette manière.

On peut en conclure que les carbures isomères ont la même

chaleur de combustion et que la différence entre deux homologues consécutifs est de 157 cal.

Donnons au groupe $c^2 = c^2$ la valeur 130 et à $c^3 = c^3$ la valeur 210, on aura de même les chaleurs de combustion des composés de la série éthylénique et de la série acéthylénique.

M. LEMOULT a fait des représentations graphiques des résultats obtenus.

Pour la série aromatique, les résultats sont différents, que l'on se base sur les formules de Kekulé ou de Ladenburg; avec ces derniers on se rapproche beaucoup plus des résultats de la pratique.

L'approximation entre les résultats donnés par la bombe et ceux donnés par le calcul a été inférieure à 1/100 pour 41 % des cas étudiés, comprise entre 1/100 et 1/200 pour 25 % et supérieure à cette limite pour 64 %.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. LEMOULT de son intéressante communication qu'il compte entendre dans une prochaine Assemblée Générale.

Comité de Filature et de Tissage.

Séance du 21 Avril 1903.

Présidence de M. CRÉPY, Président.

M. P. SÉE, inscrit à l'ordre du jour, se fait excuser de ne pouvoir assister à la séance.

M. DEBUCHY rappelle les différents systèmes de régulateurs appliqués au battage du coton. La nappe de coton doit se présenter au batteur aussi uniforme que possible ; si en un point il se produit une surépaisseur, il faut éviter qu'il ne passe un excès de matière sur toute la largeur. Pour cette raison un jeu de cylindres tournant en sens inverse à tourillons fixes ou mobiles est à condamner d'une manière absolue.

Très couramment on remplace le cylindre inférieur par une série d'auges côte à côte aux extrémités de leviers coudés dont les autres extrémités, terminées coniquement, sont réunies par une coulisse et séparées entre elles par un ou plusieurs galets ; il s'établit une compensation et au moyen de fourche, courroie, poulies-cônes on donne aisément la vitesse convenable au tambour. Ce système s'encrasse facilement, exige un grand soin de graissage et il se produit de rapides usures dans les galets.

Le régulateur Tripod remplace les auges par des doigts qui viennent s'appuyer sur le cylindre cannelé supérieur ; les autres extrémités sont réunies trois à trois à une sorte de palonnier et ces palonniers sont réunis trois à trois à un levier qui commande par fourche, courroie et poulies-cônes la vitesse de la machine. Le montage est excessivement simple, de même que le réglage qui se fait en tâtonnant et agissant sur les attaches des leviers entre eux ; l'entretien est nul et à tous points de vue ce régulateur paraît être d'un très bon usage.

Séance du 19 Mai 1903.

Présidence de M. LEAK, vice-président.

S'excusent de ne pouvoir venir à la réunion : MM. G. CRÉPY, président ; P. SÉE, J. WALKER.

La parole est donnée à M. HOUDOY sur l'histoire de la filature de coton dans le Nord de la France.

M. HOUDOY rappelle l'origine de cette industrie et ses progrès techniques jusqu'aujourd'hui.

Se basant sur les statistiques qu'il vient de publier dans son ouvrage récent sur la filature de coton dans le Nord de la France, il montre son développement qui augmente continuellement jusqu'en 1860 ; alors une crise économique se produit et nous constatons un déclin que vient encore accroître la guerre franco-allemande ; en 1892, la filature de coton renaît dans notre pays et ne fait que progresser depuis.

Actuellement, l'Angleterre est un concurrent très redoutable dans toutes les industries textiles : elle a une certaine avance pour l'amortissement du matériel qu'elle a renouvelé avant tous les pays du monde ; ses usines sont entre les mains de sociétés très riches et organisées de façon à réduire les frais généraux et de plus chaque fabrique se spécialise dans un nombre limité de numéros.

M. HOUDOY fait remarquer la coïncidence de l'accroissement et du déclin de notre industrie cotonnière avec le régime économique de notre pays, tantôt libre échangiste de 1860 à 1892, tantôt protectionniste avant 1860 et depuis 1892.

M. DEBUCHY signale aussi que 1860 est précisément la date de l'apparition du métier automatique employé par la France, après l'Angleterre et universellement utilisé actuellement.

Séance du 23 juin 1903.

S'excusent de ne pouvoir assister à la séance. M. CRÉPY, président, M. LEAK, vice-président.

Le comité accepte l'offre de M. Morcrette (de la maison d'Halluin-Lepers, Le Cateau, Watrelos) qui propose d'envoyer ses échantillons de tissus spéciaux.

M. DEBUCHY montre au comité un curieux appareil « The Barber Knotter » qui permet de nouer rapidement les fils cassés et de couper les deux bouts du nœud.

M. DEBUCHY nous parle ensuite des garnitures de cardes à coton, dont il décrit la curieuse construction. Les dents à deux pointes sont enfoncées dans un tissu formé de plis de coton et de caoutchouc, en quantité variable, collés entre eux par des ciments spéciaux ou de la dissolution de caoutchouc dans le sulfure de carbone ; les dents sont infléchies soit par aiguisage soit par aplatissement ; la hauteur du genou varie avec la destination de la carde ; la dent sort du tissu dans lequel elle est plantée (plaque ou ruban) sous un angle d'environ 75° et se replie d'un angle d'environ 149° , M. DEBUCHY décrit les divers modes de boutage : en ligne, en chaînette, en colonne et indique la manière de monter les rubans et les plaques.

Le comité remercie M. DEBUCHY de son intéressante communication.

**Comité de la Banque, du Commerce
et de l'Utilité publique.**

Séance du 21 Avril 1903.

Présidence de M. le D^r GUERMONPREZ, Vice-Président.

M. GUÉRIN, président, se fait excuser et prie M. le D^r GUERMONPREZ de vouloir siéger à sa place.

M. le D^r Walravens, de Bruxelles, assiste à la réunion à titre d'invité, présenté par M. le Docteur GUERMONPREZ.

M. ARQUEMBOURG a été déposer, au nom des Industriels du Nord, devant la commission sénatoriale chargée d'examiner le projet de loi sur la responsabilité des accidents du travail voté par la Chambre des Députés. Il entretient le comité des modifications apportées à l'ancienne loi et en discute l'application.

Nous remarquons notamment certains amendements des articles 3, 4 et 15.

Dans l'article 3, l'indemnité est payable à partir du premier jour, si l'incapacité excède quatre jours, elle est due les dimanches et jours fériés et payable au domicile de la victime aux époques de paye usitées dans l'entreprise. M. ARQUEMBOURG nous montre l'immoralité de ces modifications et les difficultés qu'elles peuvent créer aux industriels. Dans ce même article aux §§ 11 et 12 le texte est très vague son interprétation permettant de porter le maximum d'indemnité de 60 % à 100 % ou même 120 %, ce qui est certainement contraire à l'esprit de la loi.

A l'article 4, la victime fait choix de son médecin et le chef d'entreprise est tenu dans tous les cas de la totalité des frais d'hospitalisation : cette disposition peut donner lieu à des abus.

D'après l'article 15, le juge de paix décide en dernier

ressort sur la date de consolidation de la blessure ; il y aurait là un cas singulier de la justice de paix tenant en échec la juridiction supérieure qui doit se prononcer sur la rente.

M. DE SWARTE croit voir dans le paiement à domicile et le choix du médecin une tendance à intéresser d'une façon continue l'industriel à la victime tout en laissant à cette dernière son entière liberté.

M. GUERMONPREZ et M. ARQUEMBOURG montrent les inconvénients de ce système, obligeant l'industriel à suivre son ancien ouvrier partout où il va et insistent sur l'intérêt commun de hâter la guérison et par conséquent de s'entendre sur le choix du médecin.

M. SCHOTSMANS et M. CAMBIER ajoutent des exemples où ce système donne de mauvais résultats.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. ARQUEMBOURG et, au nom du comité, le prie de vouloir bien présenter ses conclusions à la prochaine Assemblée Générale avec demande d'un vœu de la Société pour les appuyer auprès de la Commission Sénatoriale.

Séance du 19 Mai 1903.

Présidence de M. GUÉRIN, Président.

S'excusent de ne pouvoir assister à la séance MM. LEDIEU-DUPAIX, P. SÉE, J. WALKER.

La Société Industrielle est invitée à prendre part à l'Exposition Internationale de l'habitation, des industries du bâtiment et des travaux publics, qui aura lieu en août prochain, pour la section de l'Économie sociale.

Le Comité émet un avis favorable et propose de grouper pour cette exposition les travaux de ses membres qui se sont occupés des habitations ouvrières ; M. le D^r GUERMONPREZ est sollicité

pour cette organisation : dès à présent M. FÉRON-VRAU, pressenti, a fait savoir que son âge ne lui permettait plus de se joindre à M. le D^r GUERMONPREZ.

La parole est donnée à M. VANLAER qui traite de la limitation des débits de boissons.

Depuis la loi du 17 juillet 1880 nous avons en France le régime de la liberté des cabarets, dont le nombre augmente de jour en jour. Partout on a vu les inconvénients des progrès de l'alcoolisme. Comment l'enrayer? La propagande antialcoolique n'est pas suffisante : le système de soumettre à l'administration le droit d'ouvrir un cabaret laisse trop de place à l'arbitraire. En Russie, les restaurants et débits d'alcool en vases clos sont seuls autorisés à vendre l'alcool, ce qui n'en empêche pas la dégustation clandestine chez les marchands de vin ou dans la rue.

Dans les pays Scandinaves, la licence du cabaret est laissée à l'autorité municipale qui la concède à des sociétés de tempérance dont les règlements rendent les débits de boissons très peu agréables.

En Hollande, la limitation du nombre de cabarets n'a pas diminué la consommation alcoolique.

En Belgique, on favorise les débits de boissons fermentées au détriment des débits de boissons alcooliques, moyen que les fraudes de tous genres rendent inefficace. Un projet est déposé pour faire prendre un solennel engagement aux débitants de boissons fermentées de ne pas détenir même pour l'usage domestique la moindre quantité d'alcool.

Au dernier Congrès des Brasseurs, on a proposé d'établir une taxe d'ouverture.

Ces systèmes ont tous peu de chance d'atteindre le but proposé, tandis que dans notre législation même, qui donne la liberté du cabaret, une restriction permettrait à l'autorité municipale d'interdire les cabarets dans un certain rayon des édifices du culte, collèges, écoles, hospices, cimetières.

M. GUERMONPREZ signale ce qui a été fait à Lyon dans cet esprit.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. VANLAER de son intéressante communication qui envisage parfaitement la question sous le jour administratif et se fait l'interprète du comité pour demander à M. VANLAER de vouloir bien la faire connaître en Assemblée Générale.

Séance du 23 Juin 1903.

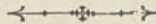
Présidence de M. le D^r GUERMONPREZ, Vice-Président.

Se sont excusés de ne pas assister à la réunion M. GUÉRIN, président et M. VANLAER.

M. LE D^r GUERMONPREZ fait l'historique du projet de loi de l'assistance aux vieillards, aux infirmes et aux incurables. Il rappelle ce qu'en a dit M. Cheysson, membre de l'Institut dans une récente séance à l'Académie des Sciences Morales et Politiques ; il rappelle aussi un article paru dernièrement sur le même sujet, signé de M. Maurice VANLAER et en approuve les conclusions.

M. LE D^r GUERMONPREZ envisage d'abord le côté politique de ce projet dans l'intention comme dans la façon de le voter ; puis le côté financier, dont les bases puisées aux Ministères du Commerce et de l'Intérieur présentent des divergences inconcevables ; enfin M. GUERMONPREZ fait ressortir combien il serait préférable que ce genre d'assistance soit une œuvre d'initiative privée et non une assurance d'État.

Le Comité remercie M. LE D^r GUERMONPREZ de son intéressante communication qu'il espère entendre développer en prochaine Assemblée Générale.



TROISIÈME PARTIE

TRAVAUX DES MEMBRES

SECOURS AUX BLESSÉS

HOPITAUX CORPORATIFS ALLEMANDS

Par le Docteur FRANÇOIS GUERMONPREZ.

En France, les hôpitaux existent ; mais les corporations n'existent plus ; l'étude des hôpitaux corporatifs allemands se présente donc comme un passe-temps oiseux, une étude théorique, peut-être même une chimère.

Cependant l'existence de ces établissements est un fait, qui s'impose à l'attention la plus distraite, au cours des trois derniers *Congrès internationaux des accidents du travail et des assurances sociales*. — En 1897, M. le docteur Luigi Bernacchi (de Milan) a présenté au Congrès de Bruxelles son important rapport sur les mesures législatives et techniques à prendre pour atténuer les suites des accidents du travail et pour hâter la guérison des blessés (72 pages). — En 1900, M. le Docteur Lucien Roques a présenté au Congrès de Paris un rapport, qui est devenu sa thèse de doctorat en médecine (Paris, 1901 ; 87 pages, 10 fig. dans le texte), sous le titre de la médecine des accidents et les hôpitaux des corporations industrielles en Allemagne. — En 1902, au Congrès de Düsseldorf, pour n'être pas inscrite au programme, la question des hôpitaux corporatifs a été la plus étudiée, au point de faire oublier l'hôpital

privé de la firme Fr. Krupp, lors de la visite faite par les congressistes aux usines et institutions patronales d'Essen et de ses environs.

A l'exposition d'économie sociale de Paris en 1900, la pièce de résistance était, pour le pavillon allemand, le plan en relief de l'hôpital corporatif de Bergmanstrost.

Personne de ceux, qui poursuivent les études de ce genre, ne peut échapper à l'impression de surprise, qui s'impose tout d'abord en pénétrant dans un établissement, dont le nom est presque moyenageux. La curiosité conduit à examiner de plus près et l'étonnement change de nature, lorsqu'on voit des progrès très modernes et en pleine prospérité sur les bases d'une organisation, qui ne semblait plus possible.

Pour les Français, l'impression est encore plus forte. — En effet, en France, les associations professionnelles existent ; mais il n'y en a que d'une sorte ; ce sont les syndicats professionnels. La loi du 21 mars 1884 refuse aux syndicats le droit de s'occuper de compassion, de commisération, de soulagement des misères humaines. En France, la question des hôpitaux ne peut même pas être posée par les associations professionnelles ; la loi en prononce l'exclusion (1).

A l'étranger, avec une conception différente de la liberté, on arrive à envisager les hôpitaux corporatifs, non pas comme une formule absolue et irréductible, mais comme un organisme spécial, qui vaut le temps et la peine d'y consacrer le souci d'une étude attentive et suffisamment précise. — C'est ainsi qu'en a jugé M. le Ministre des chemins de fer de l'État-Belge, lorsqu'il a constitué une mission spéciale pour étudier les lois d'assurances sociales en Allemagne : M. Blankaert, conseiller ; M. de Pruysenaere, direc-

(1) L'article 3 de la loi du 21 mars 1884 sur les Syndicats professionnels est formel sur ce point. Il faut en connaître le texte *complet* : Art. 3. Les Syndicats professionnels ont exclusivement pour objet l'étude et la défense des intérêts économiques, industriels, commerciaux et agricoles. » Le mot *exclusivement* est dans le texte de la loi. Quand on supprime ce mot, le texte est tronqué.

Il n'est pas difficile de comprendre qu'un hôpital ne peut *rien* pour l'étude, ni pour la défense des intérêts.

teur d'administration ; M. le docteur J. de Lantsheere, oculiste agréé, rapporteur. La notice, qui groupe les résultats de cette mission est un document judicieux, indépendant et d'une parfaite maturité ; il est regrettable que ce ne soit pas dans le commerce. On y trouve la meilleure appréciation sur l'ensemble de la question des hopitaux corporatifs (1).

En France, la question n'est cependant pas entièrement inconnue. De temps en temps la question est reprise sous l'une ou l'autre de ses faces ; et l'on revoit le contraste entre les corporations de jadis et les Syndicats de maintenant. — A Lille même, dans l'une de ses chroniques, M. le prof. Maurice Vanlaer y est revenu sous le prétexte des « *Chambres de métier* » en Allemagne (2).

« Le lien professionnel, qui unissait dans l'ancien régime les individus appartenant à un même métier, n'a pas été aussi brusquement rompu dans les divers pays de l'empire allemand que chez nous. La corporation, que la Révolution a fait disparaître complètement de France pendant près d'un siècle, s'est perpétuée en Allemagne, sous une forme modernisée, qui *exclut le monopole*.

» A cette exception près, — (il est vrai qu'elle a son importance,) — la Corporation allemande d'aujourd'hui rappelle celle d'autrefois : elle a pour but l'entretien de l'esprit de corps, de l'honneur professionnel, le soin des intérêts communs d'ordre moral et matériel, l'établissement de bons rapports entre patrons et ouvriers, l'institution de tribunaux arbitraux, etc. . . » Il ne faut pas cesser de le répéter, en France c'est le contraire : la loi prononce l'*exclusion* contre tous les intérêts, qui ne sont pas économiques, industriels, commerciaux, agricoles.

« Plusieurs lois ont favorisé (en Allemagne), le développement ou la résurrection de ces groupes professionnels. Et ces lois n'ont pas

(1) *Notice sur les lois d'assurances sociales en Allemagne* ; rapport à M. le Ministre ; Bruxelles, 1^{er} janvier 1902, p. 141.

(2) 13 janvier 1903. *La Dépêche*. Lille, 15 janvier 1903.

été sans résultat, puisque le nombre des Corporations atteignait, en 1895, près d'onze mille (4), comprenant au total 327.000 membres, maîtres et compagnons.

» La loi (allemande) du 27 juillet 1897 est allée plus loin dans cette voie. Non contente d'encourager le mouvement corporatif, elle va jusqu'à permettre à l'autorité de former *entre toutes personnes exerçant le même métier ou des métiers similaires dans une circonscription déterminée*, une corporation *obligatoire* ! — Pour que pareille création soit possible, trois conditions seulement sont requises ; — que la circonscription soit assez peu étendue pour que tous les individus qui y seront incorporés puissent réellement profiter des avantages de la Corporation ; — que cependant le nombre des incorporés soit suffisant pour assurer l'existence de la Corporation ;

(4) L'existence des Corporations d'Allemagne est connue en France, même parmi les médecins ; mais la notion en est insuffisante encore, parce qu'elle manque de précision.

On voit cette organisation, en l'envisageant d'une façon trop exclusive par le côté des accidents du travail. C'est ainsi que M. P. Reille en a écrit, dans son analyse de la thèse de M. Lucien Roques. « En accordant une indemnité aux ouvriers victimes d'accidents du travail, la loi allemande du 4 juillet 1884 institua, pour le payement de cette indemnité, sous la forme d'une rente mensuelle, un système de Corporations *Berufsgenossenschaften*. Ce sont des associations réunissant dans un même groupement les industries similaires. La Corporation de l'industrie du bois comprend les scieries, menuiseries, l'ébénisterie, le découpage du bois, le polissage, etc. ; et accessoirement le travail de l'os et de l'ivoire. La Corporation de la mécanique de précision groupe la quincaillerie fine, la serrurerie de précision, l'horlogerie, la construction des instruments de précision, des appareils de laboratoire, etc. — Chaque Corporation constitue une Compagnie d'assurances, une Société mutuelle, qui répartit annuellement entre ses membres les charges de l'année écoulée. . . Les unes s'étendent à tout l'empire ; les autres sont limitées à des circonscriptions territoriales. Ainsi la Corporation minière comprend les exploitations de l'industrie minérale réparties sur tout le territoire de l'empire. Par contre, pour l'industrie textile, il a été institué sept Corporations distinctes se rapportant chacune à une circonscription déterminée. Parmi les Corporations, les plus importantes, se subdivisent en sections locales : c'est ainsi que dans la Corporation minière, on compte huit sections, auxquelles correspondent huit districts d'une étendue assez inégale. » (*Annales d'hygiène publique et de médecine légale* ; 3^{me} série ; t. XLVI ; Paris, juillet 1901 ; p. 70). Cette conception est exacte, mais très incomplète. Les Corporations allemandes sont beaucoup plus que de simples Sociétés d'assurances.

— qu'enfin la majorité des intéressés, c'est-à-dire de tous ceux qui seront compris dans le groupe en formation, soit favorable à la création de la Corporation obligatoire ».

..... On n'apprécie pas bien cette disposition, quand on ne tient pas compte de l'esprit d'association, qui réunit les Allemands, sous les prétextes les plus variés, dans des *vereins*, qui sont très réellement existants et qui sont une force, parce qu'on y est fidèle, assidu et même très attaché.

« La Corporation, ainsi créée, a un budget, auquel participent tous ses membres. Elle prend des décisions qui obligent tous ses adhérents. La loi lui interdit formellement toute prescription ayant pour objet de déterminer les prix ou de délimiter la concurrence.

» Il y a dans cette institution, qui reste soumise à la volonté des intéressés, mais que le législateur allemand voudrait voir se généraliser, une organisation du métier au premier degré, dont le rôle consiste plus particulièrement à régler les détails de la vie professionnelle. Les *Handwerkskammer*, qui sont l'organisation du métier au second degré, ont une mission d'ordre moins intime et sont de véritables institutions représentatives (1) ».

(1) La loi allemande du 26 juillet 1897 le précise : « les chambres de métier sont instituées pour représenter les intérêts de la petite industrie de leur circonscription. Leur fondation a lieu par un acte de l'autorité, qui détermine leur ressort et fait, au besoin, dans leur sein des sections territoriales ou professionnelles. »

M. Maurice Vanlaer le remarque, « il ne s'agit plus, comme dans la Corporation, d'un organe propre à un seul métier ou à quelques métiers similaires, mais d'un organe commun à l'ensemble des métiers d'une même région. — Mais ces deux institutions distinctes reposent l'une sur l'autre, en ce sens que l'élection des membres de la chambre de métier est faite par les Corporations. Chaque Corporation ou groupe de Corporations élit un ou plusieurs membres de la chambre suivant une répartition qui est faite par le décret d'institution.

» Toutefois, ce ne sont pas seulement les Corporations obligatoires, constituées conformément aux dispositions de la loi du 26 juillet 1897, qui participent à l'élection des chambres de métier. — Là où, pour une cause ou pour une autre, il n'a pas été créé de groupement obligatoire, et où cependant un certain nombre d'individus exerçant un même métier se sont réunis en une association professionnelle libre, il y a pour cette association professionnelle libre droit de participer à l'élection des chambres de métier, *Handwerkskammer*. La mission

Il ne saurait être question de généraliser sans discernement ce qui paraît brillant dans l'idée de grouper les membres d'une profession. L'idée de Corporation est une utopie véritable, lorsque l'éparpillement des intéressés se trouve parmi les conditions de prospérité pour tous. — Sur le point particulier des accidents du travail, il y a des objections, qui ont ici leur place ; elles ont été correctement présentées par M. W. A. Kracht dans son étude *de la réparation des accidents du travail en Belgique*. (Taminés ; 1903 ; p. 41.)

M. W. A. Kracht est d'avis qu'« on ne peut guère donner le nom d'assurance au système de répartition des charges résultant des accidents de travail pratiqué par les *Berufsgenossenschaften*, Corporations professionnelles allemandes. En matière d'assurance, on ne peut admettre, selon cet auteur, un système autre que celui adopté par les sociétés privées, d'après lequel les primes, fixées d'avance, doivent être assez élevées pour couvrir les sinistres et les frais. Les recettes annuelles d'une caisse d'assurance doivent donc être telles, que toutes les charges de l'exercice, présentes et futures, trouvent leur contrevaieur dans les primes déterminées d'avance — Si les *Berufsgenossenschaften*, Corporations professionnelles, se contentent de la répartition des charges à la fin de chaque année, sans se préoccuper de l'avenir, ce n'est plus de l'assurance ; c'est une contribution spéciale, frappant l'industrie pour la réparation des accidents de travail ; cette contribution, on la substitue à l'assurance et on peut l'augmenter ou la diminuer selon les besoins de chaque

très large de celles-ci est indiquée par la loi dans les termes suivants : Régler l'apprentissage et veiller à l'observation des règles imposées ; éclairer les autorités de l'État et des communes par des communications et représentations sur les questions qui intéressent la petite industrie ; présenter des vœux et des propositions sur la situation de la petite industrie et publier des rapports annuels sur cette situation ; former des Commissions d'examen pour la délivrance des diplômes de compagnons ; être entendue dans tous les cas intéressant l'ensemble ou quelques branches de la petite industrie ; créer toute organisation qui pourrait développer le sentiment professionnel, technique et moral chez les maîtres, compagnons et apprentis ; instituer et subventionner des écoles professionnelles. — Rien de ce qui intéresse le métier ne leur est étranger.

(Maurice VANLAER).

exercice. » — Et l'auteur belge a raison de l'ajouter : on ne peut pas, pour établir rationnellement les charges résultant de la loi belge en discussion, « se baser sur les charges actuellement supportées par les *Berufsgenossenschaften*, Corporations professionnelles. La cotisation, en Allemagne, doit monter encore longtemps et s'élèvera, avant d'arriver à l'état d'équilibre, presque au double des cotisations actuelles. »

M. W. A. Kracht l'indique dans une note, il n'a fait que reproduire la pensée de M. le docteur Zacher dans son rapport sur *l'assurance ouvrière en Europe* (1902. p. 17). « Si, par exemple, d'après le système des primes, pour l'assurance accident allemande, la prime moyenne pour chaque assuré est comptée à 12 marks, la cotisation répartie monterait, d'après le pur système de répartition, pour l'état d'équilibre, à environ le double, soit 24 marks. Mais, par suite des suppléments de réserve de l'ancienne loi-accidents du 6 juillet 1884, article 18 (de 30 % jusqu'à 10 % de supplément aux montants d'indemnités respectives durant les premières années) ce taux descend à 20 marks; et, par suite des suppléments continus de la nouvelle loi d'assurance-accidents du 30 juin 1900, article 34 (de 10 % à 4 % de supplément au fond de réserve respectif durant les vingt et une années successives), il se réduit à 14 marks. D'après cela, on peut équilibrer à gré la charge entre le présent et l'avenir; et surtout on peut apaiser la crainte que l'assurance obligatoire (avec système de répartition), puisse conduire à des cotisations surpassant celles de l'assurance privée (avec primes moyennes). »

Le problème existe donc. Ceux qui voudront être renseignés sur la contradiction entre le dernier mot de M. Kracht et celui de M. Zacher, n'auront qu'à se reporter aux documents, que publie l'Office impérial allemand; ils verront que la série des augmentations de charge, commencée en 1884, n'a pas encore pris fin.

Les journaux spéciaux publient actuellement les comptes-rendus complets de l'exercice 1904 pour tout l'empire allemand.

On y trouve le témoignage irrécusable des chiffres, qui restent ce qu'ils sont.

Le nombre moyen des personnes assurées contre les accidents en 1901 s'élève à 18.867.000 (18.893.000 en 1900). Ce total se compose de :

6.884.000	appartenant à l'industrie ;
11.189.000	à l'agriculture et aux travaux forestiers ;
784.000	aux administrations publiques.

Le nombre des accidents de personnes survenus pendant l'année et ayant motivé indemnité est de 117.336 ; il comprend :

55.525	accidents survenus dans les exploitations industrielles ;
55.983	dans les exploitations agricoles et forestières ;
4.581	dans les administrations publiques ;
1.247	dans les chantiers de construction temporaire.

Au point de vue des conséquences, les 117.336 accidents de l'année 1901 se décomposent ainsi qu'il suit :

Cas de mort.....	8.501	—	7,2 %.
Cas d'incapacité permanente totale ...	1.446	—	1,2 %.
— partielle.	54.916	—	46,9 %.
— temporaire de plus de 13 semaines	52.473	—	44,7 %.
Total des accidents motivant des indem- nités à la charge des corporations....	117.336		

Le nombre total des accidents déclarés s'élève à 476.260, parmi lesquels 319.576 ont été déclarés aux Corporations industrielles, 116.185 aux Corporations agricoles et forestières, 37.689 aux administrations publiques et 2.810 aux établissements spéciaux d'assurance des Corporations du bâtiment.—Il faut bien relever l'importance de ce nombre total des 476.260 accidents de l'année 1901 en Allemagne. C'est l'un des contrastes les plus graves entre le système allemand et les lois françaises. En France, en 1901, tous les accidents ont été *indemnisés par le Patronat tout seul*. En Allemagne, il n'y a eu que 117.336 accidents, soit 24,62 % du nombre total ; tout le reste a été à la charge des caisses-maladie, lesquelles sont alimentées par des cotisations inégales du Salarial et du Patronat.

Qui ne voit que c'est une situation d'infériorité des industriels français comparativement à leurs concurrents allemands ?

Il est ici question du nombre des accidents et non pas des frais qu'ils comportent. — Toutefois un simple aperçu d'ensemble donne l'idée de la répartition des charges.

En Allemagne, il y a à peu près un quart des accidents à la charge des Corporations, dont les obligations financières incombent aux patrons seuls. — Les trois quarts (du nombre total) des accidents sont à la charge des caisses-maladies. — Or, pour les caisses-maladies, les deux tiers des cotisations viennent des ouvriers, un tiers des patrons. — Donc les ouvriers paient les deux tiers des trois quarts (le calcul n'est pas compliqué), c'est-à-dire la moitié.

Les patrons supportent la charge financière de l'autre moitié ; et c'est la grosse moitié, puisque c'est celle des accidents graves. . . . mais la situation comparée du patronat français et du patronat allemand se traduit d'un mot sur la question « des responsabilités des accidents, dont les ouvriers sont victimes dans leur travail. » — *En France les patrons supportent tout. — En Allemagne, la part des patrons est d'environ une moitié ; le reste incombe aux ouvriers.*

Pour l'industrie en particulier, la statistique des accidents, en 1904, se résume comme suit :

	NOMBRES des accidents	ACCIDENTS motivant indemnité.	MOYENNES par 1.000 assurés.
Mort.....	4.979	8,9	0,72
Incapacité permanente totale.....	565	1,1	0,09
— — partielle....	26.158	47,1	3,80
— temporaire	23.793	42,9	3,46
Ensemble des accidents indemnisés.	55.525	100.»	8,07
— — déclarés....	319.576	»	46,42

Les moyennes rapportées au nombre des assurés mesurent la fréquence annuelle des accidents. Depuis le début de l'assurance, la fréquence annuelle des accidents a passé par les valeurs ci-après.

NOMBRES ANNUELS MOYENS PAR 1.000 ASSURÉS DES ACCIDENTS MOTIVANT INDEMNITÉ SURVENUS DANS L'ENSEMBLE DES CORPORATIONS INDUSTRIELLES.

ANNÉES	CAS DE MORT.	CAS D'INCAPACITÉ PERMANENTE.		INCAPACITÉ TEMPORAIRE	ENSEMBLE DES ACCIDENTS INDEMNISÉS
		Totale	Partielle		
1886.....	0.70	0.44	1.09	0.57	2.80
1887.....	0.77	0.73	2.11	0.53	4.14
1888.....	0.68	0.43	2.38	0.86	4.35
1889.....	0.71	0.49	2.70	0.81	4.71
1890.....	0.73	0.38	3.27	0.98	5.36
1891.....	0.71	0.32	3.42	1.10	5.55
1892.....	0.65	0.30	3.55	1.14	5.64
1893.....	0.69	0.27	3.82	1.25	6.03
1894.....	0.65	0.16	3.82	1.62	6.25
1895.....	0.67	0.15	3.57	1.85	6.24
1896.....	0.71	0.10	3.53	2.38	6.72
1897.....	0.70	0.10	3.52	2.59	6.91
1898.....	0.73	0.09	3.54	2.75	7.11
1899.....	0.72	0.09	3.58	3.00	7.39
1900.....	0.74	0.08	3.58	3.06	7.46
1901.....	0.72	0.09	3.80	3.46	8.07

L'ensemble des accidents motivant indemnité a été en augmentant d'année en année, mais l'augmentation n'est due qu'aux accidents les moins graves (incapacité permanente partielle et incapacité temporaire de plus de treize semaines).

Le fréquence des cas de mort est sensiblement constante; les proportions annuelles oscillent légèrement autour de la moyenne, 0.70.

Les cas d'incapacité permanente totale ont diminué progressivement. Les chiffres des premières années ne sont si élevés, que parce qu'ils représentent, non des incapacités absolues réellement définitives mais au contraire des affaires soumises à des révisions; les dernières années ont par suite d'une appréciation plus exacte, la signification d'incapacités totales réellement définitives.

Ce qui augmente, c'est donc le nombre de ceux qui réussissent à mettre en valeur les accidents les moins graves, les moins dignes de sollicitude et c'est comme cela partout. — En France, cette progression est bien plus importante, puisque les accidents ne sont jamais à la charge des caisses-maladies.

Les dépenses de l'exercice 1901 s'élèvent à 125.217.423 marks (101.250.425 m. en 1900).

Les Corporations industrielles, en particulier, ont eu à supporter un chiffre de dépense égal à 88.882.891 marks (68.535.535 m. en 1900).

	SOMMES	par ouvrier assuré.	par 1.000 unités de salaire assuré.
	Marks.	Marks.	Marks.
Secours et indemnités	76.318.569	9.78	12.16
Frais courants d'administration	6.928.375	1.01	1.25
Frais d'enquête	1.766.375	0.26	0.32
Frais de justice arbitrale	706.633	0.10	0.13
Frais de mesures préventives.....	1.308.464	0.19	0.24
Versements aux fonds de réserve.....	10.794.475	1.57	1.95
TOTAL DES DÉPENSES.....	88.822.891	12.91	16.05

Le tableau suivant fait connaître comparativement depuis le début de l'assurance les valeurs annuelles, par 1.000 annuités de salaire assuré, des dépenses totales des Corporations industrielles, et la part de ces dépenses affectée aux secours et indemnités.

ANNÉES.	DÉPENSES totales.	SECOURS et indemnités.	ANNÉES.	DÉPENSES totales.	SECOURS et indemnités.
1886	4.62	0.77	1894.....	13.74	9.06
1887.....	8.02	2.25	1895.....	13.75	9.64
1888	9.50	3.27	1896.....	12.97	9.87
1889.....	10.05	4.17	1897.....	12.33	10.11
1890.....	10.46	5.13	1898.....	12.16	10.27
1891.....	11.44	6.12	1899.....	12.41	10.55
1892.....	12.59	7.28	1900.....	12.69	10.85
1893.....	13.40	8.16	1901.....	16.05	12.16

Le montant moyen par 1.000 unités de salaire, des dépenses affectées aux secours et indemnités mesure la prime pure (coût théorique de l'assurance). Cette prime pure, dans la généralité des industries, va en augmentant d'année en année ; ceci est une conséquence, non seulement de l'accroissement du nombre des accidents, mais aussi du système financier adopté en Allemagne, qui est celui de la répartition annuelle des charges.

D'autre part, la prime pure varie considérablement suivant les industries, proportionnellement aux risques d'accidents qui leur sont propres. On donne à titre d'exemples, les taux relevés en 1900 pour les principales corporations de l'empire, ainsi que le taux des dépenses totales :

CORPORATIONS	SECOURS ET INDEMNITÉS (Prime pure)	DÉPENSES TOTALES (Prime globale)
Mines	17.45	22.48
Carrières	18.63	24.14
Industries du fer et de l'acier.....	12.04	15.66
Industries chimiques.....	11.56	14.33
Verrerie	5.73	7.98
Industries céramiques	4.37	5.95
Industries textiles	5.51	7.64
Industries du cuir	8.25	11.16
Industries du bois.....	14.54	19.17
Brasserie	19.79	28.63
Meunerie	25.32	37.00
Sucrerie	15.62	22.25
Distillerie.....	13.50	19.03
Industrie du bâtiment.....	16.74	20.08
Conduite des voitures.....	28.20	37.35
Navigation intérieure.....	18.77	25.87
Navigation maritime.....	17.87	28.72
Tramways	8.96	11.62
Chemins de fer privés.....	11.52	15.04
Industries typographiques.....	2.72	4.00

Les Corporations allemandes ne servent l'indemnité qu'à 24,62 p. % des accidents déclarés. Quand elles donnent les soins aux autres, elles en sont remboursées par les caisses-maladie, ou bien par l'assurance invalidité-vieillesse. Dans la mesure restreinte qui leur incombe, les Corporations ont encore dépensé, dans la seule année 1901, la somme de 125.217.423 marks, soit 156.519.278 fr. 75. Mais les Corporations ne se bornent pas à cette seule action.

Une Corporation est un organisme important parmi les institutions des forces vives de la nation allemande. Elle ne reste pas à l'état théorique d'une force simplement virtuelle. Chacune donne la preuve très réelle de son existence par des actes positifs. La mission belge l'explique clairement dans son rapport au ministre.

« Dans le cours de l'exposé *sur les lois d'assurances sociales en Allemagne*, nous avons insisté sur la faculté que la loi accorde aux Corporations de prendre à leur charge les frais et la direction du traitement des blessés aussitôt après l'accident, et nous avons vu que la loi prévoit aussi dans certains cas l'hospitalisation forcée non seulement des blessés, mais aussi des malades et des invalides.

» C'est évidemment à la suite de l'exécution et de l'application de ces mesures que les Corporations ont naturellement songé à avoir une part d'intervention personnelle dans la haute surveillance et la direction des instituts destinés à leurs malades (de Lantsheere).

» Il est assez naturel qu'elles aient cru bon de juger par elles-mêmes de la situation de leurs assurés, pour savoir si ceux-ci suivaient bien le traitement qui leur était imposé et si ce traitement correspondait au but à atteindre, consistant à diminuer le plus rapidement et le mieux les incapacités de travail au point de vue de l'aptitude fonctionnelle.

» En outre, elles engageaient des capitaux assez considérables pour avoir un contrôle immédiat sur les fonds destinés à payer les frais des journées d'entretien. Ces deux motifs pouvaient déjà suffire pour décider les Corporations à construire à leurs propres frais, des instituts uniquement réservés à leurs propres malades, ou à se grouper dans ce but avec d'autres Corporations d'une même région.

» Mais il est à croire qu'une autre raison, aussi puissante, est intervenue. Le nombre des blessés à hospitaliser étant très considérable, les frais d'entretien se montant très haut, il devait y avoir grand bénéfice pour elles à gérer elles-mêmes des hôpitaux sous leur administration propre et y entretenir un personnel médical se spécialisant tout à fait. D'ailleurs elles disposent de grands capitaux, dont elles faisaient ainsi un bon placement. Les journées d'entretien, une gestion économe, le traitement intensif, la guérison mieux assurée des blessés devaient rapporter un bel intérêt.

» Au surplus, ces hôpitaux ne sont pas exclusivement réservés aux seuls blessés et aux seuls malades et invalides de la Corporation ; ceux des autres Corporations moins riches et moins nombreuses,

peuvent également y être admis d'après les tarifs fixés à l'avance. On peut donc désigner ces instituts destinés aux ouvriers assurés sous le nom d'hôpitaux corporatifs (1).

» Nous avons visité plusieurs de ces établissements avec le plus grand intérêt : et, sans entrer dans des détails concernant leur plan général, nous croyons cependant devoir consacrer quelques lignes à chacun d'eux. Il faut rendre hommage aussi aux médecins de ces hôpitaux qui se montrent très gracieux et bienveillants pour leurs collègues étrangers.

» Une remarque essentielle préliminaire oblige à dire que partout il règne dans ces établissements un esprit d'obéissance et de discipline extraordinairement développé, qui fait que les blessés et les malades suivent à la lettre les prescriptions médicales et les exercices de mécanothérapie. C'est ce dernier traitement qui assure en grande partie les succès obtenus.

« Les médecins signalent les récalcitrants au président des corporations et, après un rappel à l'ordre, ce dernier décide de leur renvoi si les malades ne veulent pas se soumettre. L'exclusion de l'hôpital entraîne le retrait partiel ou la perte totale des indemnités. » (J. de Lantsheere ; p. 441.)

Venu de France et préparant sa thèse pour Paris, M. le docteur Lucien Roques avait présenté sous un jour très différent son appréciation d'ensemble sur les origines encore récentes des hôpitaux corporatifs d'Allemagne. Personne ne peut s'étonner qu'un interne des hôpitaux conserve le dédain traditionnel des soucis économiques et des préoccupations administratives, qui incombent à d'autres.

« Si l'intérêt des Corporations industrielles d'Allemagne est de prendre à leur charge tout le traitement de leurs blessés, il ne faut

(1) « A côté de ceux-ci, qui ont un caractère propre et indépendant, existent d'autres hôpitaux fondés dans le même but par l'initiative privée, et certaines cliniques exploitées par des *médecins spécialistes* pour la *médecine des accidents* ». (F. de Lantsheere.)

pas croire qu'elles apportent dans la dispensation de ce traitement le moindre esprit d'économie, écrit M. Lucien Roques. Rien n'est épargné au contraire pour faire bénéficier le patient de tout ce qui peut améliorer son état : les hôpitaux corporatifs en sont une preuve. Devant leur origine à une tentative faite pour réduire les charges nouvelles imposées à l'industrie par la loi d'assurances, ils témoignent en même temps de sacrifices considérables, dont les victimes sont les premières à profiter.

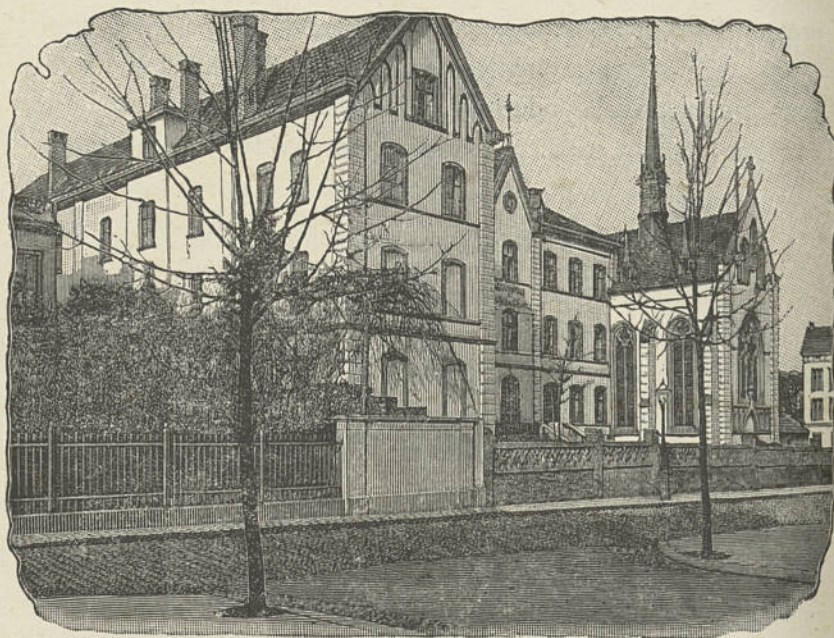
» Disons tout d'abord ce que sont ces établissements.

» Suivant la gravité des lésions, ou des circonstances indépendantes de la blessure elle-même, la victime de l'accident peut être soignée à son domicile, ou bien à l'hôpital, ou dans une de ces cliniques spéciales (cliniques privées *toujours*), soit qu'elle y prenne un lit, soit qu'elle y vienne seulement à des intervalles plus ou moins rapprochés, suivre le traitement nécessaire. Dans ces cas, tout se borne, pour les Corporations, à payer les journées d'hôpital ou les séances de mécano-thérapie ; elles ne sont en somme que de simples clientes des établissements auxquels elles s'adressent. Quelques-unes ont pensé que cela ne suffisait pas ; elles ont cherché à prendre une part plus directe à la conduite du traitement. Le seul moyen, on le conçoit, était de fonder elles-mêmes des hôpitaux exclusivement réservés à leurs blessés : c'est ce qu'elles ont fait et telle a été l'origine des hôpitaux corporatifs.

» Il est évident que seules étaient déterminées d'agir de la sorte les Corporations ayant à supporter un grand nombre d'accidents, celles des industries périlleuses, les mines, le bois, par exemple : de semblables fondations supposent en outre des ressources considérables. Aussi sont-elles encore peu nombreuses ; on n'en compte jusqu'à présent que trois dans toute l'Allemagne.

» Deux appartiennent à la corporation minière, ceux de *Halle sur Saale* (Saxe) et de *Bochum* (Westphalie) et le troisième à la corporation du bois (Nord) ; il est situé à *Neu-Rahnsdorf* (Prusse).

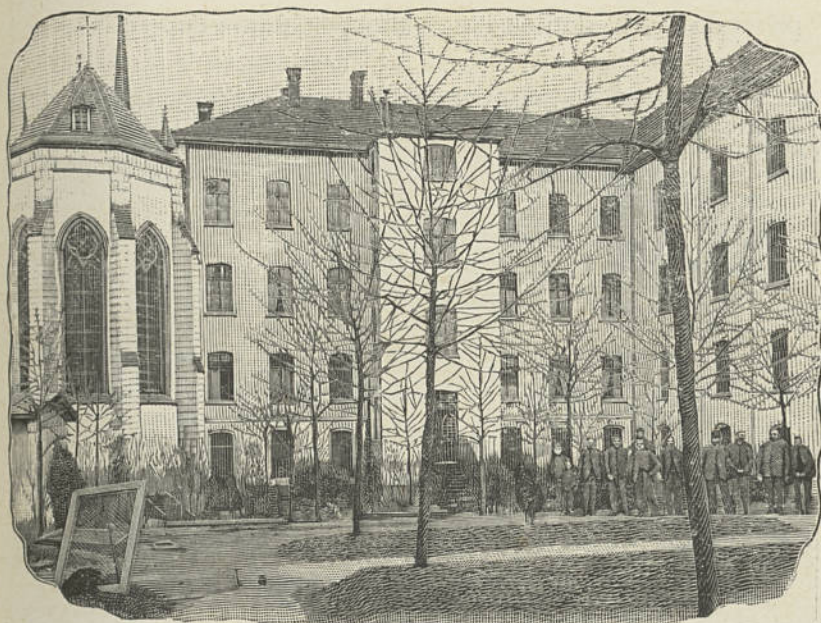
» Ces trois établissements sont les seuls grands hôpitaux corporatifs.



Maison des Frères de Saint-Jean-de-Dieu à Bonn-sur-le-Rhin, 4 Bonnerthalweg. — A gauche, le pavillon du service spécial de la Chirurgie des accidents du travail ; 200 lits ; sous la direction de M. le Professeur D^r Otto Witzel.

» Mais il existe à *Bonn* une institution, qui peut être considérée comme un moyen terme entre l'hôpital, propriété exclusive de la Corporation, et l'établissement privé dont la Corporation est simple cliente. L'ordre des Frères de la Charité (*Barmherzigen Brüder*), plus connu en France sous le nom de Frères de St-Jean-de-Dieu, a créé, dans la maison de santé qui lui appartient, un service spécial pour les blessés par accident : cette création a été faite en 1892-1893, par suite d'un contrat entre l'Ordre et plusieurs Corporations, au premier rang desquelles figure la Corporation minière (section I.) M. le Professeur Witzel, de l'Université de Bonn, est chargé du service chirurgical. On a organisé une polyclinique complète (yeux, oreilles, système nerveux, électricité, radiographie, etc.) et un institut méca-

nothérapique. Les bases du contrat sont les suivantes : une somme de 40.000 marks à 4 pour 100 a été avancée à l'Ordre pour lui



Maison des Frères de Saint-Jean-de-Dieu à Bonn, sur le Rhin, 4 Bonnerthalweg. — Côté du jardin ; en face la maison de santé primitivement construite pour la clientèle de ville ; à droite le pavillon du service spécial de la Chirurgie des accidents du travail.

permettre d'effectuer les transformations requises ; cette dette doit être amortie en 10 ans. Par contre, les Corporations paient 2 marks par jour, en moyenne, par malade traité : ce prix comprend tous les soins chirurgicaux et mécano-thérapiques et l'entretien complet. Ainsi conçue, cette institution fonctionne très régulièrement ; les blessés occupent tout un pavillon, spécialement aménagé pour eux, avec une salle d'opérations très bien comprise.

» De nouveaux agrandissements sont projetés . . . en 1900 ». Et, en effet, un second établissement semblable a été construit par le même Ordre religieux en 1901 à Coblenze.

M. le docteur Lucien Roques, a trouvé intéressant de décrire les trois hôpitaux des Corporations industrielles d'Allemagne comme des

« types d'hôpitaux pour accidents du travail ; la question est assez à l'ordre du jour (1901) pour qu'il soit utile de rassembler tous les faits qui s'y rapportent. Il est surtout instructif de voir l'initiative privée donner naissance à des établissements aussi importants.



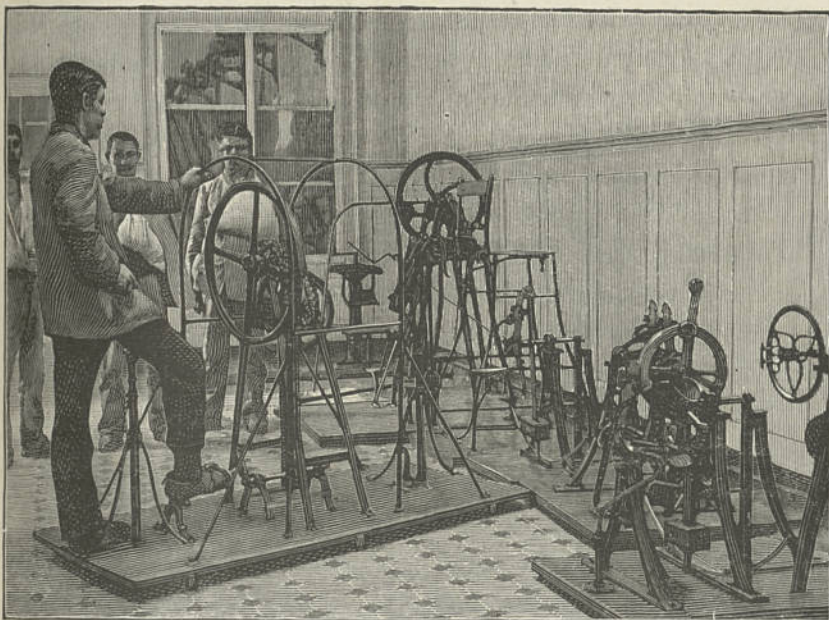
Maison des Frères de Saint-Jean-de-Dieu à Bonn sur le Rhin, 4 Bonnerthalweg.— Une des salles d'hospitalisation du service spécial de Chirurgie des accidents du travail. Il s'y rencontre des ouvriers blessés, qui appartiennent à des Corporations très diverses.

» On pourra trouver ailleurs des chiffres établissant les résultats obtenus par les Corporations au point de vue purement financier ; ils répondent à ce qu'elles attendaient (1).

» Ce côté économique sort de la compétence stricte du médecin, et ne se rapporte d'ailleurs qu'aux conditions de la loi allemande. Ce qui reste, d'un intérêt général, et dont on peut s'inspirer partout où

(1) *Comptes-rendus du Congrès international des accidents du travail et des assurances sociales*. Paris, Exposition Universelle, 25-30 juin 1900. L'atténuation des accidents en Allemagne. L. Roques, t. I, p. 437.

une législation particulière s'applique aux accidents du travail, c'est l'examen des conséquences thérapeutiques d'une telle réglementation. Cette influence inattendue des lois sur l'art de guérir est manifeste en Allemagne. Sans les assurances ouvrières, la chirurgie des traumatismes n'eût pas trouvé le vaste champ d'application qui a déterminé ses progrès et permis aux méthodes mécano-thérapeutiques



Maison des Frères de Saint-Jean-de-Dieu à Bonn sur le Rhin.— Dans le service de Mécano-thérapie dirigé par M. le Docteur Liniger ; un coin de la salle des appareils de mécano-thérapie active. Au fond, derrière la fenêtre, on aperçoit les appareils de mécano-thérapie passive dans une salle particulière.

d'atteindre un développement singulier, entretenu par l'émulation inventive des spécialistes » (1). Avec la législation actuelle, l'étude de cette question n'est plus, en France, une simple curiosité : c'est un point de pratique à examiner.

(1) *La Médecine des accidents et les Hôpitaux des corporations industrielles en Allemagne*, par le Dr Lucien Roques, ancien interne des hôpitaux de Paris, Paris, 1901, p. 22.

M. Tony Casta l'a dit dans son rapport sur la question syndicale, (*Association catholique de la jeunesse française* ; union régionale de l'Ouest ; Congrès de Poitiers, 7 et 8 février 1903), on évoque la vieille organisation du travail au moyen-âge et sous l'ancien Régime. Les associations professionnelles, sous le nom de Corporations et de Confréries, ont rendu tant de services, dans l'ancienne France, au monde du travail ! Ouvriers et patrons étaient unis par les liens religieux de la Confrérie et ils se retrouvaient au sein de la Corporation : ce contact faisait disparaître les sentiments d'envie et de rancune. . . . Des œuvres de mutualité et de charité remédiaient à bien des maux, que l'on cherche aujourd'hui à guérir à grand renfort de mesures législatives.

Par malheur, ajoute le rapporteur (*l'Écho régional*, Angers, avril 1903, pp. 53, 54), il y a eu des abus : réglementation exagérée, crainte injustifiable de toute innovation apportée aux us et coutumes du métier, abus des monopoles, accès de la maîtrise rendu de plus en plus difficile aux compagnons qui n'étaient pas fils de maitres. . .

. . . On a recherché et obtenu l'abolition des Corporations elles-mêmes. Bien plus, le 14 juin 1791, la loi Chapelier ne se contenta pas d'abolir le régime corporatif ; elle supprima, d'une manière générale, pour les travailleurs, la liberté d'association. . . Avant de supprimer le régime corporatif, on aurait dû se rappeler les habitudes de paix et d'honnêteté, qu'il avait amenées dans le monde du travail et se demander surtout par quoi l'on remplacerait les œuvres de mutualité et de charité créées au sein des Corporations. — Le rapporteur de la loi de 1791 voyait dans l'État un curateur universel. C'était une des grandes erreurs modernes qui se faisait jour, le socialisme qui naissait sur les ruines du Régime corporatif.

L'expérience faite en France n'est pas imitée à l'étranger. . . Avant toute discussion, il est élémentaire de savoir ce qui existe ailleurs ; il convient même de le préciser davantage que par le passé.

HOPITAL DE BERGMANSTROST.

C'est le plus récent, le plus vanté et incontestablement le plus beau des hôpitaux corporatifs d'Allemagne ; et cette espèce de luxe devient précisément une sorte de reproche. On prétend que les imitateurs éventuels ne doivent pas faire moins bien ; et on ajoute que les capitaux sont insuffisants pour aller jusqu'au confortable. Cette argumentation dispense de tout autre motif pour expliquer comment il n'existe encore que trois hôpitaux corporatifs dans toute l'étendue de l'empire allemand.

Le reproche d'avoir voulu « *trop bien* » faire n'est pas banal. Il ajoute une valeur supplémentaire à une brochure, éditée avec luxe, en souvenir de l'inauguration de Bergmanstrost, le 8 septembre 1894 (1).

C'est une explication du nom même de *Bergmanstrost* « *consolation du mineur* ». On y trouve en termes authentiques la pensée des auteurs.

C'est la IV^{me} section de la Corporation des mines, qui a le mérite de cette fondation ; mais il convient de savoir remonter jusqu'aux origines pour bien juger comment a pu naître l'idée, par quelles phases elle a été combattue et favorisée tour à tour et comment la réalisation est devenue possible.

Aussitôt après la mise en vigueur de la loi d'assurances sur les accidents, les Corporations professionnelles constatèrent l'insuffisance des soins donnés aux blessés, victimes des accidents du travail, par les médecins attachés aux ambulances ou ceux donnés dans les hôpitaux ordinaires. Cette insuffisance était prouvée par la défec-

(1) *Denkschrift zur einweihung des Kranken und genesungs houses. Bergmanstrost für die IV sektion der Knappschafts-berufsgenossenschaft zu Halle a S. Halle a S. 1894, in-8 ; 32 pages, avec 10 plans dans le texte et 10 photographies simili gravures 18 x 24 hors texte.*

tuosité des résultats obtenus. Cet inconvénient se fit surtout sentir avec plus d'intensité à la section IV de la Corporation allemande des mineurs : la grande étendue des sections et des districts, la nombreuse clientèle des médecins, le grand nombre des mineurs, tout comme l'éparpillement des lieux d'exploitation et des habitations des mineurs, le tout réuni y rendait un traitement méthodique singulièrement difficile. Déjà dans le compte-rendu du Comité de la section IV pour l'année 1887 il était indiqué un moyen de pourvoir à tout ce qui manquait. On reconnaissait l'impossibilité de donner aux blessés des soins suffisants pour les rendre capables de reprendre leur travail dans le plus bref délai possible. On ne pouvait faire mieux que de construire des maisons de santé, que l'on pourrait ensuite mettre à la disposition des Corporations professionnelles.

Néanmoins on ne put entreprendre dès cette époque la réalisation de cette pensée.

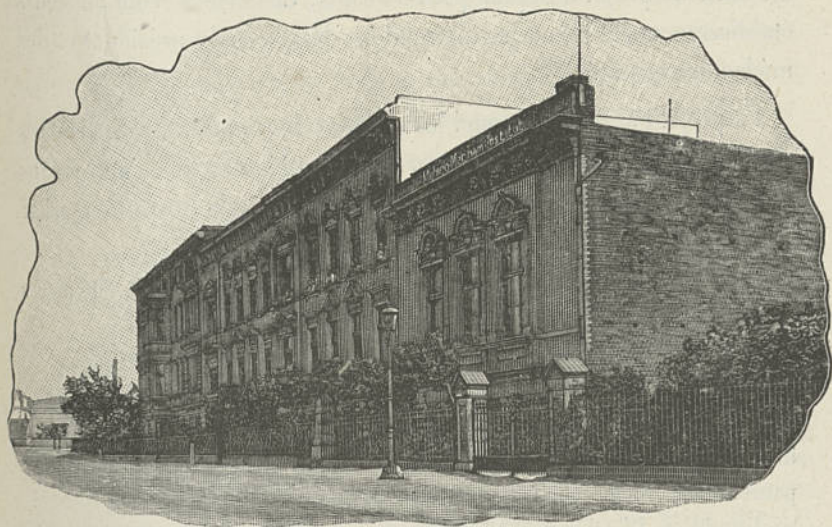
Évidemment, il fallait d'abord tenir compte des expériences recueillies ailleurs, puisqu'on y discutait des propositions de même genre. On supputait aussi l'action concertée avec d'autres Corporations et davantage encore la gestion en commun de ces maisons de santé par diverses Corporations. C'était soulever bien des difficultés !

Au commencement de l'année 1890 le président du Comité des Mines, M. le Bergassessor Léopold, conçut l'idée d'entreprendre une maison de santé à son corps défendant, en la reliant à un établissement médico-mécanique, installé de la manière la plus perfectionnée.

Cette pensée devint une réalité après que l'Office impérial allemand des assurances, dans une circulaire du 4 octobre 1890, adressa aux « corporations » allemandes la permission d'user dans ce but des fonds qui leur appartenaient.

Et le président tint ferme à son idée malgré toutes les oppositions qu'on y fit, parce qu'il était convaincu que son exécution porterait des fruits de bénédiction. Il sut vaincre toutes les difficultés et réussit à donner corps à son projet, grâce à ses efforts soutenus.

Avant tout, il fallut gagner à son idée le membres du Comité; et, à la séance du 26 novembre 1890, le projet fut exposé pour la première fois. Le Comité reconnut la nécessité de la construction d'une maison de santé et de convalescence reliée à un établissement médico-mécanique et constitua une Commission composée du président directeur général Kuhlow, du directeur général Krug, du premier ingénieur Mentzel, de l'ingénieur Schrader et du directeur Voigt pour élaborer un projet.



Institut privé de M. le Professeur D' Carl Thiem, à Cottbus (Silésie). — Le premier bâtiment est le service médico-mécanique; le second est le service annexe pour les hommes; derrière l'institut médico-mécanique, se trouve la tente Decker, qui est le service annexe pour les femmes. — C'est à un kilomètre environ, au centre de la ville, que se trouve l'institut primitif, avec le service des opérations.

Cette Commission se réunit pour la première fois après que l'on eût trouvé suffisamment de documents relatant les succès d'installations analogues, principalement ceux qui se rapportent à l'institut de M. le Docteur Thiem, à Cottbus (Silésie).

Après avoir pris connaissance de ces documents, la Commission se fortifia de plus en plus dans la conviction de la nécessité de l'installation, qui s'imposait par la nature même de la question posée.

Toutes ces considérations trouvèrent ensuite d'autres adhérents

dans le Docteur Alsleben et le conseiller des mines Weissleder. La Commission commença par s'adjoindre des médecins compétents ; elle fit faire établir un devis par un architecte. MM. les Professeurs Docteur Oberst et Docteur Thiem se déclarèrent prêts à seconder la Commission par leurs conseils, tandis que le Docteur Seeligmiller et l'architecte conseiller Schneider se virent, malheureusement empêchés de répondre aux sollicitations adressées par le Comité. Par suite de cette impossibilité le président chargea l'architecte Fahro de Halle, d'établir un projet d'hôpital pour 400 lits. Ce dernier visita plusieurs établissements et reçut des instructions détaillées du président et des médecins consultés.

Le projet Fahro, par lequel les malades devaient être répartis dans une installation chirurgicale pour une moitié, et pour l'autre dans une installation médico-mécanique avait un devis de 600.000 marks :

Pour la construction y compris l'éclairage électrique	415.000 marks
Installation intérieure d'après l'inspecteur de l'université royale psychiatrique et clinique pour la neuropathologie Lenz.....	43.000 »
Machines médico-mécaniques, machines en activité, instruments de chirurgie, bandages, étoffes pour pansements, etc., d'après les appréciations des professeurs Seeligmüller, D ^r Oberst et D ^r Thiem.....	50.000 »
Terrain	75.000 »
Architecte, conducteur des travaux, acte de vente et impôts.....	17.000 »
	<hr/>
Total.....	600.000 marks

c'est à dire 750.000 francs.

Dans ce devis n'entrent pas en ligne de compte : les générateurs, les chemins à l'intérieur de l'établissement, la canalisation et les conduites d'eau, les jardins et les servitudes. En considération de ces suppléments et après acceptation d'un achat de terrain mesurant 18 acres, le devis fut porté plus tard à 687.440 marks, soit 859.300 fr. ;

mais en attendant les frais causés par les chemins, le raccordement au canal de la ville et la conduite d'eau ne s'y trouvaient pas compris, puisqu'il était impossible d'établir des chiffres même approximatifs avant d'avoir fait le choix du terrain.

Le projet estimé à 600.000 marks fut présenté à la Commission dans sa séance du 8 juin 1891 avec les croquis s'y rapportant.

Le même jour fut résolue la question du terrain pour la construction.

Grâce à l'intervention de M. le Dr Thiem le spécialiste autorisé de Cottbus, la section a décidé le choix d'un grand terrain mesurant 5 acres entièrement libre de frais et de conditions. Sur cette base, le président se mit en relation avec le magistrat de la ville de Halle (1) pour l'amener à céder à la section un terrain de la ville, qui se trouvait à

(1) Halle-sur-Saale est une des principales villes de la Saxe. Avec ses 116.000 habitants, elle est devenue manufacturière. Cependant, son Université, fondée en 1694, compte encore 1.600 étudiants. Les études médicales y sont réputées, sans soulever les mouvements d'opinions, jadis suscités par Stahl et par Hoffman dans des amphithéâtres actuellement disparus et remplacés par le palais académique achevé en 1834 et par toute une série d'hôpitaux cliniques tous battant neuf.

On paraît y avoir oublié les vieilles origines des IX^e et X^e siècles ; mais on conserve le souvenir des années prospères pendant le XIII^e siècle, malgré les longues guerres contre les évêques de Magdebourg. On n'a pas oublié le siège fameux, qu'il fallut soutenir en 1435 contre l'armée de l'électeur de Saxe ; et il n'est plus question de la prise d'assaut de 1806, alors que les Français ont incorporé Halle dans le nouveau royaume de Westphalie. Une statue équestre de Guillaume 1^{er} est dressée sur l'emplacement d'une ancienne fortification avec les deux statues habituelles de Bismark et de Moltke, comme il s'en trouve dans la plupart des grandes villes du nouvel empire.

On y rencontre des salines produisant 220.000 quintaux de sel par an, des fabriques de quincaillerie, d'amidon, de lainages.

De l'histoire de son Université, l'événement le plus fameux est celui de 1816, qui a rapporté à Halle les restes de l'Université de Wittemberg. Les bâtiments, qui ont servi de berceau au protestantisme, sont devenus une caserne d'infanterie : le tombeau, ainsi que les souvenirs de Martin Luther et Catherine de Bora, sa femme, sont restés au séminaire protestant de Wittemberg, tandis que l'esprit de réforme est vraiment transféré à Halle.

Et c'est ainsi, qu'à une époque presque récente, il est devenu naturel de réunir à Halle l'un des plus retentissants parmi les Congrès des socialistes allemands. On y a proclamé comment le socialisme est l'achèvement naturel et nécessaire de la réforme du protestantisme.

un endroit propice, soit gratuitement, soit à un prix raisonnable. Le magistrat accueillit la proposition avec un véritable empressement ; mais il déclina la responsabilité de la décision sur la question financière, en la remettant à la commission des finances de la ville.

Malgré diverses difficultés il fallut se décider pour la ville de Halle, parce que celle-ci présente en cas de besoin l'inestimable avantage de posséder des spécialistes de premier ordre dans chaque branche de la science médicale. On se réservait de faire appel à leur compétence, en assumant des frais relativement minimes et sans grande perte de temps. Dès lors on chercha par la publicité à trouver un terrain convenable.

Les dix offres de terrain à Hallescher, Diemitzer, Buschdörfer et le pré de Cröllewitzer furent soumises à la commission. La comparaison de ces différents terrains ne laissa aucun doute : celui mesurant 48 acres appartenant en commun au fabricant Wernicke et au rentier Haring, au prix de 8.000 marks par acre, était celui qui se prêtait le mieux aux conditions d'hygiène et aussi de forme. Le raccordement au canal de la ville était assuré et la conduite d'eau réalisable. Les propriétaires abaissèrent leur prix à 7.000 marks par acre et tinrent à la disposition du Comité une plus grande étendue de terrain. La Commission prit en considération que : 1^o Pour un agrandissement peut-être nécessaire de l'établissement l'étendue de terrain de 48 acres ne suffirait pas ; 2^o Dans ce cas, plus tard un agrandissement de terrain deviendrait peut-être difficile ; 3^o Comme en ce temps les surfaces disponibles pouvaient très facilement être appropriées en potagers et non seulement à cause de l'utilité directe que la culture de fruits et de légumes pouvait avoir pour l'établissement, mais encore pour l'influence salutaire que le léger travail de la culture pouvait avoir de toute façon sur les pensionnaires, en leur facilitant de nouveau l'exercice des muscles d'un côté et d'un autre en leur procurant le plaisir de se sentir utiles, et pour ceux qui seraient imparfaitement guéris, ces occupations leur ouvriraient peut-être des horizons nouveaux, s'ils devaient être

forcés d'abandonner leur métier antérieur. Pour ces divers motifs, la décision fut arrêtée à la date du 8 juin 1891.

Le Comité s'est rendu acquéreur de 23 acres au lieu de 18 ; la détermination fut d'autant plus facile à prendre qu'il y avait une perspective certaine d'une plus value dans la valeur des terrains.

Dès la même séance du Comité, on s'est occupé des ressources pour faire fonctionner l'établissement sans pouvoir encore en établir les bases nécessaires : il fallait régler avec la Corporation quelles seraient les conditions pour admettre au traitement médical les blessés victimes des accidents du travail pendant les treize premières semaines. La loi allemande en attribue la charge aux caisses-maladies. Le transfert au compte de la Corporation n'était pas encore sanctionné par une nouvelle loi.

Dans ces conjonctures le Président en informa la réunion de la section, qui se tint à Halle, le 30 juin 1891. Il s'efforça d'expliquer les motifs, qui militaient en faveur de la nécessité et de l'utilité de la fondation d'une maison de santé ; et il donna un compte rendu de tout ce qui était fait jusque-là.

L'assemblée de la section résolut, sur la proposition du Conseiller des mines Schrockner, que les résultats de toutes ces démarches devraient être groupées d'une manière méthodique en un mémoire : un des membres de l'assemblée était désigné pour en coordonner les éléments pour le rédiger. On vota pour ces travaux préliminaires la somme de 4.500 marks.

Dans le mémoire, qui fut présenté le 21 août 1892, il ne pouvait encore être question de la nouvelle loi, qui entra en vigueur le 1^{er} janvier 1893.

Par l'art. 76 de cette nouvelle loi, article ajouté, à la *loi sur l'assurance contre les maladies*, les Corporations ont le droit de soigner les blessés et les malades dès les treize premières semaines à leurs frais. Dès les premiers jours et jusqu'à la fin du traitement le droit du blessé à l'indemnité de l'assurance est transféré à la caisse de la Corporation.

Cette dernière par contre contracte l'obligation de remplir tous les devoirs qui seraient à la charge de la « caisse maladie. »

Par ces hautes et graves décisions le projet de construction d'une maison de santé de la Corporation se trouve assis sur un fondement solide. Mais le Comité, dans sa séance du 21 mai 1892, a été amené à remanier complètement le mémoire.

La Commission se réunit le 9 juin 1892, ne changea rien au devis déposé par l'architecte Fahro, ne fit pas de proposition sur les moyens de se procurer les fonds ; mais elle décida le taux de 4 % pour les valeurs à emprunter. Par contre, elle était en mesure de fixer approximativement les frais par tête et par jour 2 marks 48, en mettant en regard les dépenses qui, d'après les comptes de 1891, se montaient à 4 marks 27.

Désormais complété dans ce sens, le mémoire fut présenté à la Commission le 16 juin 1892 et accepté, après qu'il y eut été apporté quelques modifications. Le projet était à point pour être proposé à la réunion de la section, pour la mise en exécution. Le mémoire fut imprimé et expédié aux membres de la section.

Quant aux moyens de se procurer de l'argent pour mener à bonne fin la réalisation du projet, le Président, avait dans une réunion du Comité, développé ses intentions, qui étaient de prendre une inscription hypothécaire pour la moitié de la valeur taxée, à la Caisse des pensions de la Corporation des mineurs de l'Allemagne du Nord avec $3 \frac{1}{3}$ — $3 \frac{1}{2}$ % ; et d'émettre, pour le reste, des obligations à 4 % avec 2 % d'amortissement par l'entremise d'un banquier, ou bien ce reste, en raison de l'absolue sécurité de la section, par des hypothèques à 4 %, à constituer avec les fonds du Nouveau-prussien ou des Saalhreiser « Corps des Mineurs », en admettant que l'administration royale des mines y donne son assentiment.

Dès cette séance du 16 juin 1892 le Président fait observer que l'administration royale des mines, d'après le texte de la loi, se trouverait difficilement en état d'accéder à cette demande. On se décida donc pour l'émission d'obligations.

A la réunion de la section, qui a eu lieu à Eisenach, le 25 juin 1892 et à laquelle assistaient 30 membres, avec 4.287 voix (71.5%) sur 4.800 voix, on a adopté en principe l'érection d'un établissement pour : accidents, maladies et convalescence. La prévision fut de 400 lits. Le Comité fut prié de compléter son mémoire, et de soumettre à une réunion extraordinaire de la section, un plan définitif des constructions et un projet, de budget, ainsi qu'un programme du fonctionnement.

La Commission s'adjoignit un homme compétent, l'architecte du Gouvernement Hasse, lequel comme propriétaire de la fosse Constantin près Weissenfels est membre de la section, tandis que les affaires de la compétence médicale restèrent comme auparavant confiées au professeur D^r Oberst.

Pour arriver à avoir un plan de construction pratique, on établit, d'après la proposition de l'architecte du Gouvernement Hasse, une sorte de concours restreint, pour lequel on admettait l'architecte Fahren, l'architecte du Gouvernement Hagemann, qui a construit la clinique de neurologie à Halle, et l'architecte Göhring.

Les esquisses demandées pour le 23 juillet 1892 furent remises à jour fixe. Celle de l'architecte Hagemann fut trouvée propre à servir de base à un plan plus détaillé.

Pour préciser les conditions financières de l'entreprise, le Président tenta d'obtenir les 400.000 marks non couverts par l'hypothèque $3 \frac{1}{2}$, sur les fonds de réserve de la Corporation des mineurs ; mais l'office impérial des assurances d'Allemagne ne put y consentir, puisque les prêts sur les fonds de réserve, n'étaient pas encore prévus par les lois.

On espérait en 1892, que par une prochaine révision de la loi sur les accidents, il serait proposé un projet de loi qui permettrait de disposer d'un quart pour le but ainsi désigné. Ce projet est actuellement réalisé et il est mis à profit depuis plusieurs années. Au moment de la fondation, (1892), on se bornait à dire : « Si la loi est modifiée dans ce sens on fera appel aux fonds de réserve

pour purger l'hypothèque et pour amortir les obligations aussi loin que l'on pourra aller. »

Le plan dressé d'après ces principes, comme construction, mise de fonds et exploitation était en réalité arrivé au budget suivant :

Frais de construction,.....	400.981	marks
Terrain 18 acres à 7.000 marks.....	126.000	»
Chauffage, ventilation, éclairage, canalisation, chemins, pavage, jardins, générateur et machines...	118.000	»
Architecte, acte de vente et frais	19.619	»
Aménagement intérieur pour 20.000 machines médico-mécaniques	65.000	»
Intérêts.....	20.400	»
Total.....	750.000	marks

Les frais généraux furent prévus sur la base de 44.975 jours de maladie à 104.000 marks soit 2 marks 50 par tête et par jour.

Le plan de construction mise de fonds et exploitation fut expédié le 5 août 1892 aux membres de la section, qui étaient déjà invités à la réunion extraordinaire, qui devait avoir lieu à Halle le 11 août 1892 pour en arriver aux conclusions.— La réunion de la section après que la construction de l'établissement eut été acceptée en principe le 25 juin 1892, n'avait plus qu'à approuver le plan de construction, le budget et les bases de l'exploitation.

Après de longues délibérations et après une argumentation soutenue pour défendre la proposition, le président fut appuyé par le Directeur général Kuhlow, le Conseiller des mines Mentzel, le Conseiller Weissleder, le Directeur Simon, le Directeur général Johanni, de la manière la plus efficace contre quelques oppositions isolées qui se succédèrent pendant cette discussion.

Pour conclure, l'acceptation fut définitive et formelle :

1^o Il est accordé pour l'ensemble de la construction un capital de 750.000 mk. ;

2^o Le Comité de la Section est autorisé à employer pour l'achat du terrain, comme pour l'exécution de la construction à Halle sur

Saale et pour l'exploitation de la maison de santé tous les moyens juridiques et non juridiques ; l'assentiment de la réunion est donné particulièrement au Comité de la Section par cette autorisation ;

a. pour emprunter les capitaux et faire tous les arrangements nécessaires ;

b. si par motif d'ordonnances des autorités compétentes pour la permission de bâtir ou pour des changements opportuns à apporter dans les plans de « Construction, mise de fonds et exploitation » et qui élèveraient le devis de 750.000 mk, le Comité de la Section est autorisé à prendre de son propre chef les dispositions nécessaires.

Pour répondre à un désir exprimé, il fut proposé au Comité de la Section de porter la question à l'ordre du jour le 5 septembre 1892 à la réunion générale de Breslau.

En même temps, il fut remis aux délégués, comme aussi aux membres du comité, une copie du plan de construction, mise de fonds et exploitation avec les esquisses.

Le 11 août 1892, la réunion de la Section arrêta la décision qu'en vertu des pouvoirs conférés par la loi et les statuts, au Comité de la Société, ce dernier avait le droit de s'adjoindre un homme de loi, qui pouvait acquérir des propriétés pour la Section ; mais dans la suite cette décision fut trouvée défectueuse.

Par toutes ces discussions on perdit beaucoup de temps et l'année tirait à sa fin... et toujours encore de nombreuses formalités à remplir empêchaient le commencement de la construction, quoique pour bien des raisons on eût voulu en hâter l'exécution.

La réunion du 40 décembre 1892, à Berlin, mit fin à toutes les hésitations ; 72 délégués y assistèrent et parmi eux 40 de la Section IV et par un vote définitif les 750.000 mk. furent accordés.

L'assesseur des mines Léopold reçut tous les pleins pouvoirs.

Le 22 décembre 1892, le Comité se réunit pour délibérer sur l'affaire en général, en simplifier et en hâter la marche, en constituant les commissions spéciales pour les finances et pour la construction.

Des que l'administration de la police eût délivré la permission

de bâtir et que toute une série d'autres formalités se trouva remplies dans une suite de réunions de la Commission, les constructions purent enfin être commencées le 12 avril 1893.

Le 3 juin 1894, la pose de la première pierre fut l'occasion d'une grande solennité.

Le Président, accompagné du D^r Oberst, de l'architecte Hasse et de l'architecte Gohring, vint toutes les semaines tenir conseil sur les lieux avec l'inspecteur des maisons de santé.

La construction a été terminée sans accident et à partir du 6 août 1894 elle a pu recevoir ses pensionnaires.

Et le rédacteur du souvenir du 8 septembre 1894 ajoute :

« Puisse cette œuvre, créée par les plus purs sentiments
» d'humanité et dans l'esprit même de la loi sur les accidents, être
» pour l'ouvrier blessé dans l'exploitation des mines, le soutien et
» la guérison ; et que le beau nom qu'elle a adopté : « *Consolation*
» *du Mineur* » reste en tout temps une vérité ! »



Les bâtiments sont désignés dans le plan d'ensemble, comme suit :

A. Le bâtiment principal renferme les salles des malades et les salles d'opération : des locaux pour les recherches scientifiques, des logements pour les médecins-adjoints et pour le personnel ;

B. La place des pavillons I et II, en vue de l'augmentation des lits ;

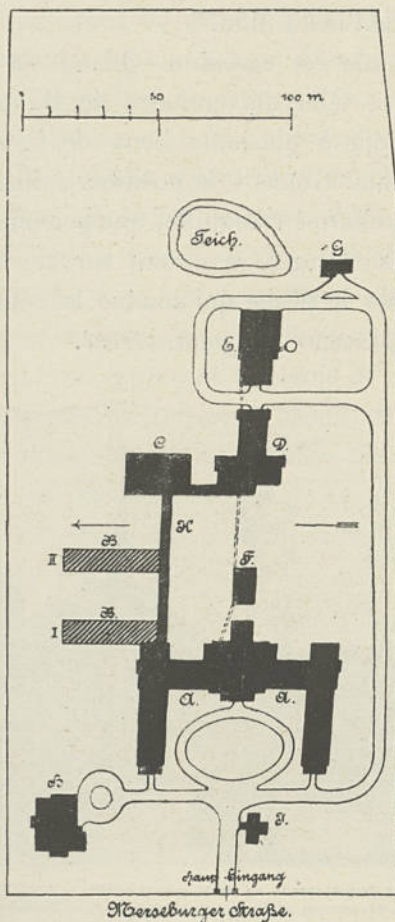
C. L'institut médico-mécanique ;

E. e. Les chaudières avec une cheminée et un tunnel, lequel est indiqué par un pointillé jusqu'au service des machines dynamo-électriques et jusqu'au bâtiment principal ;

F. f. Les machines dynamo-électriques avec les accumulateurs ;

G. g. La morgue ;

H. La maison d'habitation du médecin en chef ;



Situationsplan der gesamten Anlage.

Plan d'ensemble des bâtiments de Bergmanstrost (1894.)

D. d. La maison d'exploitation avec le logement (en 1894) de l'inspecteur (cuisine, lingerie et services administratifs) ;

F. La maison du portier ;

K. La galerie couverte pour relier le corps du bâtiment principal à l'institut médico-mécanique et le bâtiment d'exploitation.

La description de Bergmanstrost a été faite plusieurs fois ; et, si les relations diffèrent, c'est que des modifications notables se sont succédées depuis dix ans, sans cependant rien transformer de la valeur fondamentale de l'institution.

L'aspect de l'ensemble est agréable. Quand on vient du sud et qu'on se dirige vers la ville universitaire de Halle-sur-Saale, (en Saxe), on aperçoit, déjà à plusieurs lieux de distance, un groupe harmonisé de bâtiments. Grâce à la position suffisamment élevée, le coup d'œil offre un charme tranquille, que personne ne peut nier. Les bâtiments, vastes et larges, ressortent sur la verte campagne et se réunissent autour de la flèche qui domine le centre de la maison de santé et de convalescence *Bergmanstrost*.



L'hôpital corporatif de Bergmanstrost vu de la grande route. — A droite et au premier plan, l'angle du pavillon des services administratifs et l'habitation de l'inspecteur. — Vers la gauche, le logement du portier jardinier masque l'aile gauche de l'hôpital corporatif.

Le site est voisin de la promenade publique de Halle, sur la chaussée de Merseburger, à dix minutes de la gare, (c'est le faubourg le plus voisin de la gare de Halle), à vingt minutes de la

place du marché de la grande ville. On y accède aisément par un double service de tramways électriques.

Situé à trente mètres au-dessus du niveau de la Saale, il donne à ses habitants la satisfaction d'embrasser une vue très étendue.

Pour ceux qui ne connaissent que les antiques hôpitaux étriqués des grandes villes, le terrain est vaste jusqu'à l'excès. Il mesure environ 23 acres, dont 13 servent pour le moment, à la culture ou mieux au jardinage des maraichers. L'autre portion est — en partie occupée par les bâtiments et — en partie par les espaces destinés aux distractions et aux amusements des convalescents hospitalisés. — C'est comme une vaste prairie agrémentée de chemins variés, sinueux ou rectilignes, avec de larges pelouses, des corbeilles de fleurs de ci de là et de nombreux massifs d'arbustes, choisis et groupés pour éviter la monotonie, avec une répartition conforme aux usages du pays. Des bancs sont distribués selon l'orientation, afin de ménager l'ombrage à ceux, qui éprouvent le besoin de deviser et de respirer au grand air, pendant les différentes heures de la journée. L'allure d'ensemble fait oublier les sévères murailles des anciens hopitaux des vieilles villes universitaires ; cela rappelle les établissements balnéaires, les sanatoria encore tout frais, les stations de campagne destinées à la « cure d'air. »

De loin, ce qu'on aperçoit d'abord c'est la flèche très élancée, un peu grêle, du pavillon central. En arrivant de Halle, ce qu'on voit le premier, c'est un châlet d'une belle ampleur et d'un confortable discret, l'habitation de M. le professeur docteur Oberst, (de l'Université de Halle), le conseil technique pour la fondation. Il est devenu le praticien très occupé de la région, tout en demeurant le chef de tout le service de Bergmannstrost ; mais la clientèle absorbe une grande portion de son temps.

Les nécessités du service imposent une somme importante de travail. Celui-ci est réparti entre : M. le professeur docteur Oberst, *chefarzt* ; M. le professeur docteur Bunge, *augenarzt*, consultant ; M. le docteur Zimmermann, *oberarzt*, premier chirurgien ; six

assistenzarzte et un *volontararzt*, chirurgiens traitants, qui sont MM. les docteurs Roloff, Kohlhardt, Wende, Schultze, Meunch, Reichenbach et Bruning ; M. le docteur Kohlhardt est le seul qui ne soit pas logé dans l'établissement. Sa courtoisie soutenue et très explicite a été pour l'auteur de ces pages la plus précieuse ressource, la plus utile collaboration d'un voyage d'études, qui n'était pas sans difficultés ; le lecteur n'a pas à s'étonner que ce témoignage public complète l'expression sincère du remerciement de celui, qui a été si fructueusement guidé par M. le Docteur Kohlhardt.

Le *chefarzt* habite l'établissement ; c'est à peu près comme s'il y était en permanence ; et son action se retrouve un peu partout, avec cette discipline, que pratiquent les Saxons depuis l'hégémonie



Cour d'entrée de l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — A droite et au premier plan, l'escalier et le bord du pavillon du portier.

de la Prusse — en Allemagne. Ce qu'on voit d'abord, c'est le châtelet de M. le médecin-chef ; mais, quand on suit la grille, on trouve la porte largement ouverte pendant toute la journée.

L'entrée est accostée de deux pavillons inégaux. Celui de gauche, tout voisin de la grille, n'est guère qu'une large guérite : le portier s'y tient en permanence, il y exerce sa fonction, telle qu'on la voit déjà dans tout les hôtels du pays. Ses investigations se succèdent sur toutes les allées et venues, sans rien laisser échapper aux rigueurs de sa consigne. Du côté droit, se trouve un pavillon, qui est une vraie maison à étage, avec le toit élevé et surplombant, qu'on rencontre souvent dans les campagnes ; c'est l'habitation de ce portier, qui est, paraît-il, simultanément préposé aux soins des cours et jardins.

Quand on parcourt l'allée centrale pour se rendre au bâtiment principal, on ne remarque pas tout de suite la disposition en un large fer à cheval, parce que l'attention est retenue par une certaine élégance de la cour d'honneur. Celle-ci est abondamment gazonnée, ornée de pelouses avec des massifs d'arbustes dans chacun des deux angles et surtout avec un motif central, qui s'impose à l'attention.



Dans la cour d'honneur de l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — Au fond et à droite, la porte d'entrée. — Au premier plan et à gauche, la statue du mineur, qui vient se désaltérer à la source d'eau vive.

A une hauteur suffisante se trouve une statue de grandeur nature, qui représente un mineur penché qui se rafraîchit à une source d'eau vive. Un genou posé sur une rocaille, il tient le pic dans sa main gauche, tandis que, de sa main droite, il recueille un peu d'eau de la source jaillissante. Cela répond à une très jolie pensée, en même temps qu'au nom même de l'établissement, qui signifie consolation ou rafraîchissement du mineur. L'encadrement est fourni par un petit nombre d'arbustes conifères répartis avec la précaution de ne point masquer le principal, qui est le bâtiment.

Après avoir contourné la vaste pelouse, qui égaye la cour d'honneur, on arrive à l'entrée proprement dite, dont la porte est surmontée d'une rosace sous une toiture-abri disposée en un angle saillant. C'est là qu'est la loge du vrai portier, lequel dispose du téléphone et fait la répartition des arrivants. — Le visiteur, qui ne s'est pas annoncé, a tout le temps de remarquer le large escalier de granit, le vestibule à colonnes et à murailles bien blanches, elles lui semblent vernissées sous les reflets de la peinture d'émail. D'emblée on est frappé par l'aspect des vastes corridors très favorisés par une lumière claire, que laissent passer de larges fenêtres sans rideaux, ni stores. Quand on y ajoute l'escalier qui conduit à l'étage, en montrant trois larges baies, dont le jour est ménagé par de hautes verrières polychromes et parfaitement harmonisées avec le goût du pays et les préoccupations de la maison, on a bien l'impression d'un hôpital corporatif qui a plus que le nécessaire. Ce n'est pas de l'opulence qui s'étale ; mais c'est la preuve de la manifeste générosité d'une administration, qui a voulu que le service ne manquât de rien.

Dans cet ordre de considérations se rencontre ce qu'on appelle le « Casino des médecins ». C'est une sorte de cercle réservé au personnel médical ; il est à l'écart, derrière l'aile gauche, adossé au bout du service de mécano-thérapie. — Avec une entrée réservée, le Casino comprend vestibule, salon, salle à manger, verandah ; tous ces appartements sont tenus avec un soin, qui n'est pas dépourvu d'un luxe de bon goût. — Là, comme ailleurs, on constate la méthode rangée,

la tenue correcte, que peut obtenir la surveillance incessante des personnes hospitalières, qui portent des bijoux, broches et autres objets similaires, à la façon des insignes des examens antérieurement subis, ou bien des fonctions actuellement exercées par elles.

Un détail qui n'est pas sans originalité, c'est la présence d'une bascule dans le vestibule : elle est du modèle à cadran ; et elle fonctionne sans aucune introduction de pièce de monnaie pour déclencher l'aiguille indicatrice. Il suffit de s'y tenir debout pour être renseigné. Qu'on entre ou qu'on sorte de l'hôpital, on rencontre à la porte le moyen facile de se rendre compte de cette indication relative à l'état général.

Le pavillon central est un peu plus élevé que tout le reste ; mais il est relié aux deux ailes, de façon à constituer un ensemble, qui n'est pas dénué d'harmonie. Un contraste singulier oppose les briques rouges du dehors, les arêtes vives de l'extérieur, et les grandes toitures sombres recouvertes des ardoises tirées des carrières ducales de Lehesten : tout cela est de couleur foncée pour le dehors ; tandis que tout est blanc à l'intérieur et tout y est si fraîchement lavé, qu'on croit toujours ce soin pris depuis le dernier quart d'heure, tant on y est heureusement préservé des poussières de la route.

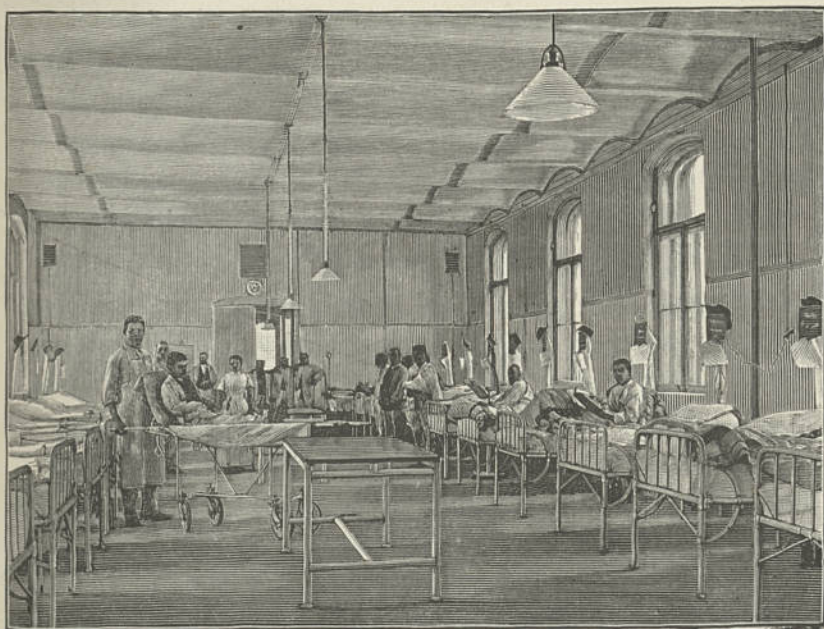
Primitivement, les deux ailes étaient exactement symétriques comme le montre le plan général (fig. 6) et aussi le plan du bâtiment principal (figure 7) : la surface bâtie formait un total de 2.077 mètres carrés, qui se partagent en 4.086 m. c. pour les ailes et 991 pour le bâtiment du milieu. L'isolement est tout naturellement effectué entre l'aile droite (sud) et l'aile gauche (nord).

Le rez-de-chaussée présente un aspect de sous-sol, bien qu'on y pénètre de plein pied. Sa hauteur n'est que de 3 m. 30, tandis que les étages placés au-dessus ont chacun 4 m. 80. — Il n'existe pas de caves proprement dites, parce qu'on a voulu être certain, que, dans tout le bâtiment, il ne pût se trouver aucun endroit, où l'humidité pût développer de mauvaises odeurs. On a poussé très loin le souci de cette préservation : il y a tout un ensemble de précautions

d'ailleurs entièrement peinte en blanc ; il en est de même encore des marches des escaliers : elles sont en granit, mais recouvertes d'une ample couche de couleur blanche imperméable. Même dans ce détail, on retrouve le soin d'arrondir les angles et de prévenir les recoins, où pourraient s'accumuler les poussières.

Le véritable rez-de-chaussée, où se trouvent tous les services principaux, est donc une sorte de premier étage.

Les grandes salles, qui sont les dortoirs de malades et blessés, sont au nombre de quatre, superposées par deux ; il y en a deux dans l'aile droite, deux dans l'aile gauche. Chacune compte vingt-cinq



A l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — L'une des salles de vingt-cinq lits, où sont reçus les blessés et malades de la section IV de la Corporation des mineurs d'Allemagne. — On y reçoit aussi des ouvriers blessés sur la demande de plusieurs autres Corporations.

lits : elle est spacieuse, simple, nue, sans fleurs, sans statues, sans images ; elle est froidement scientifique dans sa correction irréprochable.

Les dépendances ne laissent rien à désirer.

Chaque lit a son écriteau, qui est noir selon la tradition allemande; son sachet pour la feuille d'observation, la courbe de température et tout ce qui se rapporte à la documentation clinique. La table de nuit est l'unique mobilier personnel. Au besoin, les vêtements disponibles sont appendus à la pancarte et les bouteilles encombrantes sont placées sous les lits. Il y a des accessoires mobilisables, comme la poire de la sonnerie électrique, quelques pupitres pour la lecture, les pièces appropriées pour l'extension continue et surtout un brancard monté sur roues, d'une grande régularité d'entretien.

Les meubles d'usage général sont de grandes tables de milieu formées d'une dalle de verre large et très épaisse avec des pieds et contreforts en fer. Ceux-ci, de même que les lits de fer, tables de nuit et tout le reste sont universellement et uniformément peints en émail blanc. Dans l'intérieur de la salle-dortoir, il y a un lavabo composé de plusieurs cuvettes, qui sont disponibles en tout temps.

Les dépendances, qu'on trouve avant d'entrer, se succèdent sur le côté d'un vestibule, ou large corridor, qui est parfaitement éclairé, puisqu'il prend jour sur la cour d'honneur. Il y a trois petites salles distinctes : le cabinet de la surveillante, une salle de pansements et une autre, qui est à la fois cuisine, tisanerie et office : tout cela est très accessible pour le service, contre le palier de l'escalier, et à côté de la salle dortoir.

A l'autre extrémité de cette salle se trouvent des dépendances d'autre nature, dont la principale est une *véranda*, qui est très goûtée par les hospitalisés, de même qu'elle a été l'un des premiers *desiderata* des fondateurs. A la vérité, c'est un fumoir; et il n'y a pas à regretter qu'il ne s'ouvre pas directement sur la salle dortoir. On l'aperçoit au fond de cette salle : derrière la porte il y a un vestibule, et c'est encore plus loin qu'est la véranda. Dans ce vestibule, il y a à droite une salle de bains avec un lavabo, tandis qu'à gauche se trouvent trois water-closets *abort*. Le tout est soigné jusque dans les moindres détails et bien tenu. — C'est volontairement,

que la véranda est aménagée à l'extrémité Est du bâtiment. On a voulu donner aux blessés la possibilité de ne pas être réduits au séjour permanent, sans discontinuité, dans la salle des malades. On leur a procuré le moyen de passer la journée dans un autre lieu de réunion ; et on leur a donné en même temps la ressource de jouir dans ces salles supplémentaires, d'une échappée sur la campagne, embrassant prairies, rivières et cultures, bois et montagnes, contrées verdoyantes et fertiles : c'est un moyen très apprécié pour écouler d'une manière agréable les heures de la journée.

Le sol de la chambre de la surveillante est revêtu d'un linoléum : c'est la seule salle ainsi pourvue. Toutes les autres chambres et salles, ont un sol en « terrazzo ». Pour éviter les fissures qui se produisent très souvent dans ces sortes de matériaux, on y a introduit une toile métallique; malgré la difficulté on a réussi : le revêtement cimenté n'a aucune crevasse. — Les murailles sont peintes en partie à l'huile, en partie à l'émail, ou peinture laquée. Dans le haut la peinture est faite à la détrempe, à la colle.

Les salles de pansements et aussi une partie des salles de bain ont été peintes, dans toute leur hauteur, avec une triple couche à l'émail.

Pour répondre aux modernes indications de l'hygiène hospitalière, on a pris les dispositions utiles en vue de faciliter l'entretien et les nettoyages des salles, spécialement au point de vue des poussières ; on a fortement arrondi tous les angles, toutes les encoignures des murailles, du sol et des plafonds ; on n'y laisse plus de place pour l'accumulation des poussières oubliées. Dans le même but, les portes et fenêtres sont d'une construction spéciale, ainsi que tous les objets du mobilier de l'établissement. Les pièces sont de verre, ou bien de fer soigneusement enduit d'une peinture en émail blanc ; il est facile d'en vérifier l'état de propreté. Le nettoyage et la désinfection de ce matériel présentent de véritables garanties.

Les grandes salles des malades sont pourvues de doubles fenêtres à cause de leur situation exposée. Du côté du soleil on a installé entre ces doubles fenêtres des stores ou des rideaux foncés.

En outre des grandes salles pour 25 malades se trouvent, au deuxième étage, encore une chambre d'isolement pour un seul malade et une petite salle de malades avec 4 à 6 lits. Dans une des chambres d'isolement il y a un matelas d'eau.

C'est de l'autre côté de l'escalier, que se trouvent les chambres d'isolement; elles sont, ou du moins elles peuvent être desservies par un escalier spécial, façon précieuse de prendre des garanties par l'affectation d'un personnel particulier pour soigner les contagieux. Cet escalier se voit sur le plan d'ensemble; il y en a un à chaque extrémité du principal corps de bâtiment.

Il y a ainsi tout un coin en impasse, dès qu'on arrive sur un palier de l'escalier, ou bien dès qu'on passe d'un corps du bâtiment dans un autre.

L'aile gauche de Bergmanstrost est à l'usage des ouvriers blessés de la section IV de la Corporation des mineurs; mais il se trouve d'autres ouvriers, qui appartiennent à d'autres Corporations, parce que celles-ci ont traité avec Bergmanstrost, soit en passant un contrat régulier, soit en concertant un accord entre les deux administrations.

Dans l'aile droite, se trouve la section réservée, *privat station*. C'est là que sont hospitalisés les employés principaux et les fonctionnaires supérieurs des mines. C'est là surtout que sont les hommes, femmes et enfants, qui forment la clientèle personnelle du *Chefarzt*. Il a fallu y joindre les chambres disponibles du corps de bâtiment du milieu; et, depuis quelques années, c'est devenu l'argument principal pour déterminer l'administration de Bergmanstrost à l'achèvement de l'aile droite: celle-ci se prolonge, en effet, jusqu'au bout de la grande cour intérieure. Les étages y sont complets; il a même fallu ajouter un étage supplémentaire au pavillon qui forme le centre de l'aile droite.... Ainsi s'est trouvée déjouée l'espérance du développement prévu tout d'abord: les deux bâtiments projetés sur le côté de l'aile gauche ne sont même pas en préparation; et c'est pour la clientèle de la ville, qu'il a fallu faire les premiers agrandissements.

Il faut reconnaître que l'organisation est en concordance avec tout

l'aménagement intérieur, et avec le reste de Bergmanstrost. Toutefois, les cinq chambres pour une personne sont garnies de linoléum, tandis que la salle commune où se trouvent cinq lits est pourvue d'un sol en « terrazo ».

Les dépendances complémentaires de la section réservée consistent en une chambre pour la surveillante, trois water closets, une salle de bain et un cabinet pour un médecin adjoint. Cette partie de la maison de santé est complètement séparée du reste de l'établissement par deux corridors fermés à clé.

Bergmanstrost a donc déjà subi des agrandissements : ce ne sont pas les deux constructions projetées pour être annexées à l'aile gauche et perpendiculairement à l'axe de celle-ci. Elles ne se retrouvent sur le plan qu'en témoignage des intentions primitives. Le bâtiment nouveau est le prolongement de l'aile droite jusqu'au bout de la grande cour intérieure ; il forme le pendant de la galerie couverte, qui conduit de l'aile gauche au service de la mécano-



Une portion de l'aile droite de l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. L'agrandissement se compose du pavillon avec étage supplémentaire et de tout ce qui se trouve au delà. Cette portion est occupée par les appartements des surveillantes et par les salles de la Section réservée, où se trouve la clientèle personnelle de M. le Chefarzt, prof. Oberst.

thérapie. Et la grande cour intérieure est désormais complètement close.

Dans la portion nouvelle, les dispositions générales sont les mêmes que dans le reste de l'établissement. Il y a deux étages. Des salles variées s'ouvrent sur un vaste corridor latéral. Il n'y a plus de grandes salles, où on est encombré ; la répartition se fait par 2, 6, 8 ou 15 lits. — Dans ce pavillon nouveau se trouvent les appartements particuliers des surveillantes et ils sont assez nombreux. Le personnel de tout rang se trouve donc favorisé par une sollicitude, qui se traduit sous bien des formes.

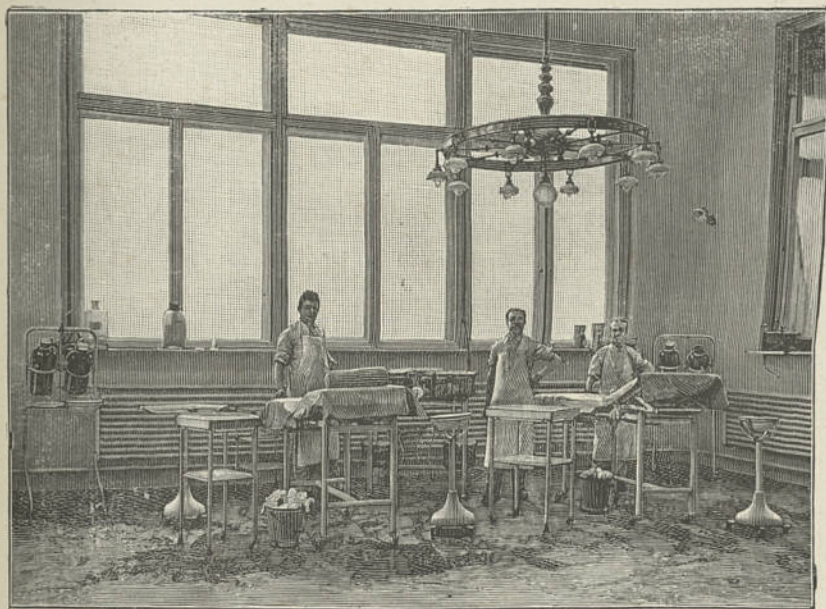
M. l'Inspecteur a, lui aussi, un pavillon spécial, où se trouvent ses bureaux : il n'est même pas indiqué sur le plan d'ensemble ; c'est à droite de l'entrée et très voisin de la route.

Parmi toutes les salles, la plus présentée est la salle des opérations aseptiques, celle qu'on appelle la grande salle d'opérations chirurgicales ; elle est aussi la plus étudiée et la plus commentée par de justes éloges. Elle se trouve dans l'axe et même au centre de Bergmanstrost, derrière l'entrée principale, après le grand vestibule, adossée à l'escalier d'honneur. Sa forme est rectangulaire, avec dix mètres de longueur sur huit de largeur. Sa hauteur de six mètres donne un ample cube d'air avec un large espace, qui en fait une salle presque vaste, tant elle est grande : elle sera donc suffisante encore, à l'époque où l'établissement aura pris tous les développements, dont il paraît être susceptible.

Le difficile problème de l'éclairage est bien résolu : l'orientation est bonne, parce que la salle est adossée à la façade Est du bâtiment. La lumière diurne pénètre par trois larges baies latérales, et par une large verrière, qui occupe tout le centre du plafond. Chacune d'elles est close par une double paroi de verre.

Dans la double paroi du côté méridional, on range éventuellement une série de trois stores, dont un se rapporte à chacune des trois fenêtres qui sont jumelles. Les dispositions prises sont bien harmonisées entre les trois côtés qui prennent jour sur la grande cour cen-

trale ; elles donnent, en outre, de précieuses facilités pour l'entretien : le haut est d'une seule pièce très avantageuse ; le reste, à doubles vantaux, avec des traverses et des montants aussi réduits que possible, se termine un peu au-dessus de la hauteur d'appui. Les autres portions



A l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — Dans la salle des opérations aseptiques ; le côté ouest, l'une des grandes fenêtres, avec doubles parois de verre.

de paroi et de plafond se trouvent enduites d'une peinture émail, avec des angles et des coins largement arrondis, partout en couleur blanche. Du côté accessible au jour, il y a 80 mètres carrés de superficie ; et, sur ce total, on mesure 68 mètres carrés de surface vitrée ; c'est dire avec quelle profusion la lumière diurne est assurée pendant les opérations chirurgicales.

L'éclairage artificiel est abondamment réparti dans toute la salle. Au centre, se trouve un lustre en couronne, qui porte dix lampes à incandescence. A mi-hauteur des murailles sont distribuées dix autres lampes de même sorte. On complète, au besoin, ces ressources

par quelque lampe mobile, ou bien par une lampe qu'un aide tient à la main, pour en braquer le réflecteur vers le champ opératoire.

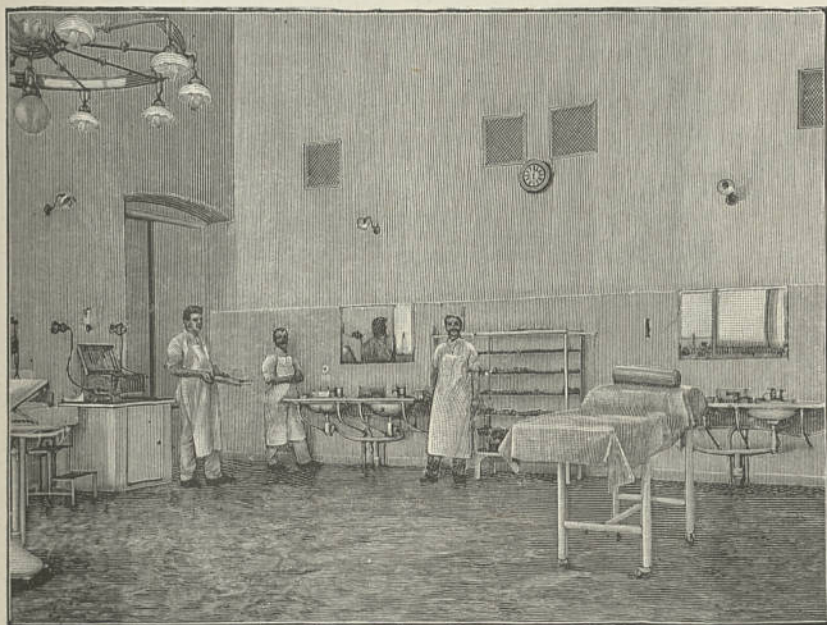
Deux tables sont toujours disponibles pour y coucher les opérés : ce sont des dalles de verre, avec des cadres, montants et autres garnitures en fer revêtu d'une peinture en émail blanc. Quand une opération est achevée sur l'une, il y a des assistants préposés aux soins des sutures, drainage, pansement et transport de l'opéré; tandis que, simultanément, d'autres assistants forment l'entourage de l'autre côté pour préparer le nettoyage, puis la désinfection et enfin l'asepsie d'un autre patient, sur lequel on fait les préparatifs nécessaires pour garantir le succès de l'opération qu'il s'agit de pratiquer ensuite. Cette méthode, qui répartit le travail, n'est pas inconnue ailleurs; elle n'est plus une innovation; mais l'exécution est poussée avec une remarquable précision de détails dans le service de Bergmanstrost. Quand vient le moment de l'action, tout le matériel est groupé autour du lit de l'opéré; liquides antiseptiques, cuvettes montées sur pieds à roulettes, tables avec ou sans immersion des instruments de chirurgie, tablettes avec les caisses métalliques, directement venues de l'autoclave, renfermant les compresses, gazes et ouates stérilisées, etc. Tout cela est mobilisable en cas de besoin.

Sur le pourtour de la salle règne une tablette en marbre blanc ou en opaline, ou bien en verre opaque et lisse, d'une épaisseur de trois centimètres; là sont rangés les liquides variés, qui peuvent éventuellement trouver leur emploi.

Sous l'horloge se trouve l'arsenal des instruments avec des approvisionnements suffisants pour une ample série d'opérations: le chirurgien les choisit sur place.

A droite et à gauche se trouvent des cuvettes groupées deux par deux, avec eau chaude et eau froide, de sorte que le temps des dispositions à prendre, entre deux opérations qui se suivent, trouve encore son utilisation très judicieuse; tout naturellement, c'est là que le chirurgien retient son collaborateur direct: tous deux prennent

les soins prolongés imposés par la toilette de leurs propres mains (1) et ils échantent les doutes, les instructions et les recommandations, par lesquelles sont concertées les décisions successives, dont se compo-



A l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — Dans la salle des opérations aseptiques, le côté est et l'angle sud-est ; la vitrine de l'arsenal chirurgical ; les deux lavabos ; la porte qui donne accès à la salle des préparatifs préopératoires, à l'ascenseur et au vestiaire.

sent les opérations bien préparées. Tandis que se fait d'un côté ce travail de l'esprit, qui a le commandement en même temps que la responsabilité, il se fait de plusieurs autres côtés la manutention du matériel nécessaire pour que rien ne manque au moment de com-

(1) On n'y emploie que le savon vert, mou ; il s'y trouve un sablier : on le retourne quand on commence ; et on doit continuer à se brosser et à se savonner aussi longtemps que le sable passe : cela dure dix minutes. Les brosses de chaque lavabo sont immergées dans l'eau phéniquée *carboly* ; les deux cure-ongles sont dans l'alcool dilué. — Un second sablier règle l'ablution subséquente au moyen de la solution de sublimé : celle-ci a une durée de trois minutes.

mencer l'acte chirurgical. — Mais ces dispositions préalables ne sont peut-être pas les plus intéressantes pour les hommes techniques.



A l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — Dans la salle des opérations aseptiques : la grande fenêtre du côté Sud, avec les stores logés entre les deux parois de verre. Les dispositions prises pour pratiquer la stérilisation des instruments de chirurgie au moyen d'un courant d'électricité dans un bain de bicarbonate de soude.

En effet, pour avoir une place nette, il faut commencer par l'achèvement de la liquidation de tout l'acte qui vient d'être terminé.

Ce service de l'évacuation du matériel devenu hors d'usage est organisé à Bergmanstrost par un dispositif, remarqué par tous les visiteurs. — Des deux côtés de la salle, il y a des ouvertures, qui ont une apparence d'armoires et qui sont destinées à l'enlèvement du linge sale, des pièces souillées des pansements et autres étoffes à éliminer sans délai et sans compliquer le service des soins aseptiques et antiseptiques. Par les ouvertures spéciales, la lingerie en évacuation tombe directement dans une caisse métallique roulante, qui circule dans le tunnel souterrain, lequel assure simultanément le service du chauffage et conduit en un plan incliné jusqu'au voisinage des chaudières. On livre immédiatement au feu ce qu'il faut absolument détruire et on dirige le reste vers la buanderie. — Tout ce service d'évacuation est complètement indépendant de tous les autres;

le personnel n'est pas le même et le matériel non plus. — Les trappes et conduits de décharge sont d'ailleurs soigneusement ventilés.

Tout le gros œuvre de la salle d'opérations a été l'objet de soins aussi méthodiques et aussi précis dans les détails.

Pour la salle et pour ses dépendances, le sol et les plafonds sont imperméables ; le sol est en une mosaïque commune dite terrazzo ; le plafond de la salle d'opération est en béton ; les voûtes des passages et annexes sont en briques avec un revêtement de ciment. — Partout il y a une triple couche de peinture émail de couleur blanche uniforme.

On n'accède à la salle d'opérations que par deux portes, dont chacune est à double vantaux ; au sud, c'est la salle des préparatifs pré-opératoires ; au nord c'est celle des pansements post-opératoires.

La salle des préparatifs était primitivement réservée pour l'anesthésie et pour les préliminaires de l'opération. Elle s'ouvre sur le couloir central, sur l'ascenseur et surtout sur la salle des stérilisations et des fils destinés aux ligatures et aux sutures. Celle-ci est isolée ; elle est donc établie dans les conditions les plus favorables pour organiser une asepsie rigoureuse. Personne n'y peut entrer en passant ; son affectation est et demeure exclusive. Il en est autrement de la salle des préparatifs : l'usage en a quelque peu modifié l'emploi, qui paraît devenu un vestiaire et un premier lavabo, en même temps qu'un vestibule particulier.

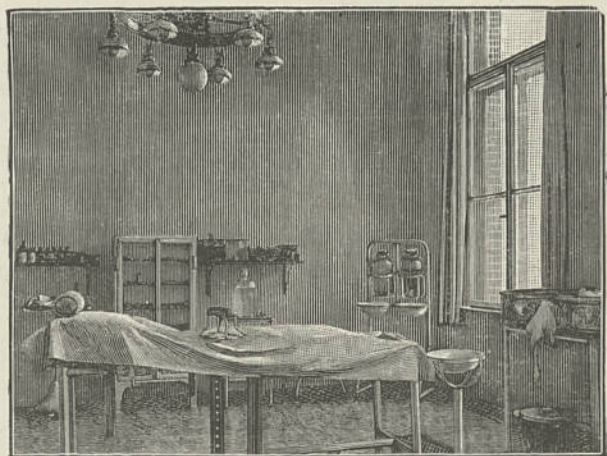
La salle des pansements, qui est disposée en symétrie de la précédente, n'a pas changé d'emploi, mais elle semble utilisée d'une façon plus spéciale quand il s'agit de confectionner quelque appareil plâtré (1) après l'opération et le bandage.

(1) On y trouve toute la série des accessoires pour la confection la plus moderne des appareils plâtrés : il y a les tricots en assortiment complet, depuis le tronc des sujets obèses, sur qui on moule un corset de Sayre, jusqu'au pied grêle des petits enfants, qu'on opère du pied-bot malgré l'extrême atrophie de la jambe. Il y a aussi les artifices de pièces mobiles pour faire une fenêtre dans l'appareil, dont il faut approprier la forme aussi bien que le siège pour répondre à chaque cas particulier. Enfin il existe tous les instruments utiles pour couper, cisailer, scier l'appareil plâtré, quand vient le temps de le renouveler ou de le supprimer.

Partout il advient que la pratique amène à modifier les dispositions primitives. Ce sont parfois les circonstances qui amènent à des transformations pour adapter les locaux à des usages tout aussi justifiés, même lorsqu'ils sont temporaires.

Toutefois, il y a des adaptations qui deviennent facilement des fautes. C'est cette pensée qui a donné d'emblée le précepte de faire une seconde salle d'opérations.

Cette sorte de double emploi n'existe pas partout ; mais c'est volontairement fondé et conservé à Bergmanstrost.



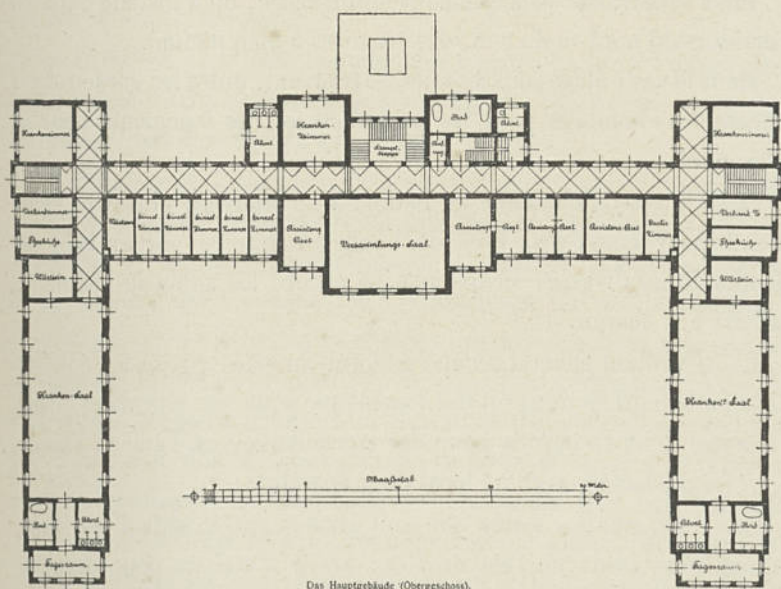
A l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — Seconde salle d'opérations chirurgicales : elle est réservée aux blessés ou malades antérieurement atteints de quelque maladie transmissible ; son matériel est entièrement distinct de celui de la salle des opérations aseptiques.

La seconde salle, pour les opérations des cas infectés, est complètement séparée et située à distance de la première qui demeure réservée aux opérations aseptiques. — La seconde salle possède toute son installation et tout son matériel à part. Tous les instruments de ce côté servent exclusivement pour les explorations et les opérations dans les maladies infectieuses.

Le but de cette séparation est d'éviter la transmission de germes d'un malade à un autre. M. le docteur Lucien Roques a relevé (page 33) l'importance de cette séparation des deux salles.

A l'étage principal se trouvent le service de la micrographie et le laboratoire de bactériologie. Ces deux laboratoires sont pourvus d'un sol en « terrazzo » ; ils possèdent des conduits d'eau chaude et d'eau froide, un grand lavabo et le gaz.

A droite de l'entrée principale se trouve, à ce même étage, le cabinet du médecin en chef et, à côté, le bureau de l'inspecteur de l'administration. Trois, parmi les cinq chambres, dans les deux étages, qui sont destinées aux médecins-adjoints, sont converties en chambres à coucher. L'aménagement en est simple ; le plancher en est recouvert de linoléum sur feutre de laine, les murs et les plafonds sont blanchis à la chaux.



La grande salle de réunion, située à l'étage supérieur dans l'axe principal du bâtiment, et qui peut aussi servir au service religieux, une surface de 122 mc sur une hauteur de 8 mètres.

L'ornementation de cette salle, en raison de son usage particulier, est très riche.

Tous les corridors et les cages d'escalier, comme aussi tous les

plafonds des salles du rez-de-chaussée sont à l'épreuve du feu ; les premiers sont voutés (Stichkappengevoölbe) avec un sol en terrazzo, tandis que l'escalier principal ainsi que les escaliers secondaires sont en granit avec des rampes de fer forgé.

L'ascenseur qui se trouve à droite de l'escalier principal et qui monte à une hauteur de 8 mètres du rez-de-chaussée à l'étage principal, doit servir au transport des malades ; il est mis en mouvement par un moteur électrique de deux chevaux de force. Les dimensions de l'ascenseur et le poids qu'il peut supporter sont tels qu'un malade peut être élevé commodément dans son lit avec deux personnes pour le garder.

Pour débarrasser promptement le linge sale, on a installé dans les corridors du nord et du sud, des armoires à plan incliné.

Dans le vaste étage sous les toits, se trouvent, outre les garde-robes, encore des chambres pour les provisions et des logements pour le personnel.

Dans le rez-de-chaussée du bâtiment se trouvent plusieurs logements pour employés. Près de l'entrée habite le portier qui, en dehors de ses diverses occupations, a encore les soins du téléphone central à sa charge.

Le surveillant général occupe un local du côté opposé à l'entrée ; dans l'aile nord se trouvent des logements pour six infirmiers, dans l'aile sud deux chambres pour des surveillantes et l'ancien Casino pour les médecins, avec un local de préparation.

Les trois grandes salles qui sont situées sous la salle d'opération et aux deux coins de l'est devaient servir d'ateliers pour occuper les convalescents, mais leur usage est tombé en désuétude.

Dans le rez-de-chaussée on a ménagé une salle de bains avec baignoire et douche ; les closets n'ont pas été oubliés.

Entre ces locaux se trouvent disséminés aux endroits convenables les dispositions de chauffage et de ventilation.

Après avoir désigné chaque salle avec sa destination, il reste encore à signaler les services généraux, l'organisation centrale :

chauffage, ventilation, éclairage, distribution d'eau et servitude des égouts.

Le choix du genre de chauffage a été l'objet de la plus grande sollicitude lors de la composition du projet. Les prospectus les plus divers et des premières firmes furent consultés. La critique de tous ces prospectus mènerait loin : qu'il suffise de dire que la commission décida en principe de séparer complètement le chauffage de la ventilation.

Ensuite on se décida à préférer le chauffage central au chauffage local, parce que la salubrité et l'économie y trouvaient leur compte.

En dernier lieu il resta à se prononcer entre le chauffage à l'eau chaude ou celui à la vapeur.

On se décida pour l'eau chaude dans tous les locaux à l'usage des malades, soit, dans les deux étages principaux ; par contre le rez-de-chaussée devait être chauffé à la vapeur.

Le chauffage de l'eau a lieu dans des chaudières qui sont installées au rez-de-chaussée aux endroits propices et précisément par la vapeur de la machine productrice de l'éclairage électrique. Cette même vapeur suffit encore pour le chauffage du rez-de-chaussée. Seulement, par les journées très froides, où déjà il ne faut plus autant de lumière, il peut se trouver que la vapeur du générateur vienne à être utilisée en partie dans ce but. Suivant la règle la vapeur produite par la machine doit d'abord donner sa force et ensuite sa chaleur pour le chauffage : de cette façon les matériaux des combustibles employés à cet usage sont utilisés dans toute la mesure du possible.

Le chauffage par l'eau chaude est réparti en trois systèmes ; il y en a un pour chaque aile de bâtiment et le troisième pour la salle d'opération et ses annexes. Les chaudières sont en fer forgé et ont intérieurement des spirales à vapeur également en fer forgé. L'eau chaude est transmise dans le haut, sous les toits par un conduit ascendant et se porte de là dans les tuyaux répartiteurs ; les tuyaux descendants ont accès dans les tuyaux de retour qui se trouvent fixés aux plafonds du rez-de-chaussée. Les conduits perpendiculaires sont

scellés dans les murs et revêtus de plaques de tôles et se portent ainsi dans les salles qui participent à la répartition.

Les corps de chauffage ont une surface unie pour en faciliter le nettoyage. Dans les grandes salles de malades et dans la salle d'opération, les tuyaux longent les murs extérieurs.

Pour les chambres d'isolés on a choisi des registres de tuyaux disposés dans le sens vertical. Chaque corps de chauffage possède un régulateur.

Le chauffage pendant la nuit n'a pas de raison d'être puisque les dimensions de la chaudière et des tuyaux conducteurs sont telles que même pendant les grands froids ils maintiennent la chaleur pendant huit heures.

La salle de réunion est chauffée à air chaud.

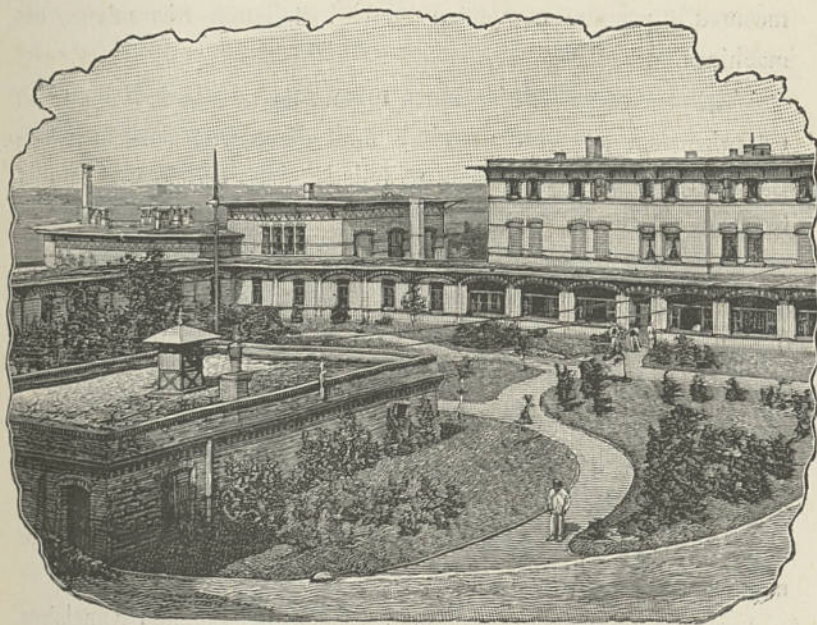
La *ventilation* est complètement distincte du chauffage, elle est combinée de telle sorte que l'air frais du rez-de-chaussée vient directement du dehors et s'infiltré selon les besoins dans les chambres; il est chauffé dans des corps de tuyaux par la vapeur et se porte ensuite dans les locaux respectifs.

L'air vicié monte dans des tuyaux ascendants par dessus les toits où sa sortie est favorisée par des ouvertures garanties sur les côtés par des jalousies fixes qui assurent le dégagement par tous les temps et par tous les vents. Les conduits d'air sont calculés de la sorte qu'ils suffisent amplement à procurer le cube d'air pur nécessaire même quand toutes les fenêtres sont fermées. Le changement d'air se monte par heure et par personne à 80 mètres cubes. La marche de l'air provient exclusivement d'une différence de température. En été par les températures lourdes il faut chauffer les canaux évacuateurs par des flammes de gaz. Les canaux conducteurs, sont par raison de propreté construits en briques vernies.

Les canaux conducteurs sont, comme les autres, munis de soupapes afin de pouvoir régler minutieusement la quantité d'air.

L'*éclairage* a été longtemps maintenu en discussion: la commission hésitait à accorder les fonds nécessaires pour l'installation de la

lumière électrique; les considérations suivantes finirent par déterminer ce choix. — 1^o Les frais d'exploitation seraient minimes puisque la vapeur servirait à deux fins; après avoir fourni sa force à l'installation électrique, elle servait encore au chauffage; — 2^o L'influence des produits de la combustion du gaz d'éclairage nuit au chloroforme, on attribue à cette influence différents accidents survenus pendant le sommeil artificiel; — 3^o L'éclairage électrique expose moins aux incendies; — 4^o La sécheresse de l'air et les éléments nuisibles qui s'y introduisent sont éliminés; — 5^o L'emploi de la force électrique pour l'ascenseur et pour l'institut médico-mécanique, permet de se passer d'autres transmissions compliquées. — On en a profité depuis l'époque de la fondation pour la radiographie et même, à une époque plus récente, pour la stérilisation des instruments de chirurgie (V. fig., page 304).



La cour intérieure de l'hôpital corporatif de Bergmanstrost. — A gauche et au premier plan, le service central de l'électricité. A gauche et au fond le service de la mécano-thérapie. A droite les services de cuisine, de lingerie et accessoires, avec divers logements pour le personnel.

L'installation comporte : 350 lampes à incandescence, 4 lampes

à arc, un moteur électrique de 3 ch. $1/2$ pour l'ascenseur, et un semblable de 2 ch. pour l'institut médico-mécanique.

Les courants électriques se trouvent dans une salle des machines tout spécialement aménagée derrière le bâtiment principal pendant que la vapeur est amenée des chaudières éloignées de 75 mètres.

Le moteur principal est une machine à vapeur horizontale à pression haute de 27 ch. qui met en mouvement deux dynamos de 48.000 amp. et 6.500 watt.

A côté se trouve un accumulateur système Tudor qui alimente 340 lampes à 16 bougies pour 3 heures. Pour arriver à faire le plus d'économies possible dans l'exploitation et pour permettre l'usage d'un grand nombre de lampes pendant le chargement de la batterie, la petite dynamo est placée derrière la grande, comme machine remplaçante : tous les instruments nécessaires à la sécurité et les mesures à prendre complètent cette installation très soignée des machines.

L'eau arrive par le réseau des tuyaux de la ville de Halle. L'eau est prise dans un vaste bassin à fond de gravier dans la Elster-Niederung et sa composition est telle, qu'elle est potable en tout temps et sans arrière-pensée.

La conduite passe à travers tous les bâtiments et elle est pourvue de robinets en cas d'incendie dans les endroits convenables.

La préparation de l'eau chaude a lieu dans une chaudière exactement construite comme celle de l'eau pour le chauffage et elle se fait par la vapeur. Après les prises partielles, la répartition se fait par une conduite circulaire en tuyaux de cuivre bien enveloppés d'écorces de chêne-liège. Pour toutes ces installations et tous les objets qui s'y rapportent on s'est surtout appliqué à les faire d'une manière simple et pratique.

Les salles de bains des sections possèdent des baignoires anglaises en faïence avec douche et prises de côté.

La batterie de soupapes spécialement construite dans ce but est montée librement contre le mur et facile à atteindre dans toutes ces

parties. Une échelle fixée au robinet de douche permet de lire à quel endroit on obtient une douche froide, mélangée ou chaude.

Les baignoires en faïence furent choisies malgré leur prix relativement élevé, à cause de la facilité de leur nettoyage et d'autres avantages sanitaires, qui leur donnent la supériorité sur toutes les autres.

Vis-à-vis de la baignoire, se trouve, dans chaque salle de bain des quatre services, un lavabo consistant en trois grandes cuvettes ovales sur une tablette en marbre blanc ; la muraille est aussi garnie de marbre. Les cuvettes se vident par le fond. On a pas choisi les cuvettes à bascule à cause de leur prix plus élevé et aussi parce que leur propreté est d'un entretien plus difficile.

Les closets sont du système Twyford. Dans un cabinet précédant chaque closet se trouvent de grands bassins à écoulement, en fonte avec des soupapes pour eau chaude et froide, pour le rinçage des vases indispensables ; ils complètent l'ameublement de ces annexes.

Dans chaque salle-dortoir se trouve un lavabo avec deux bassins pour eau chaude et froide, à l'usage des médecins et des gardes-malades. La salle d'opération en possède deux paires avec des tablettes en marbre et aussi un troisième en faïence.

En dehors de tous les dispositifs principaux, il y a encore de nombreuses fontaines et d'autres prises d'eau qu'il serait trop long d'énumérer.

L'évacuation des eaux de l'établissement a lieu par des conduits en fonte et en tôle et débouche dans le réseau général de canalisation de la ville de Halle.

Le bâtiment est pourvu d'une conduite de gaz qui sert pour la cuisine au gaz des tisanes, dans la stérilisation et pour les flammes de gaz pour la ventilation.

Le gaz est fourni par la ville.

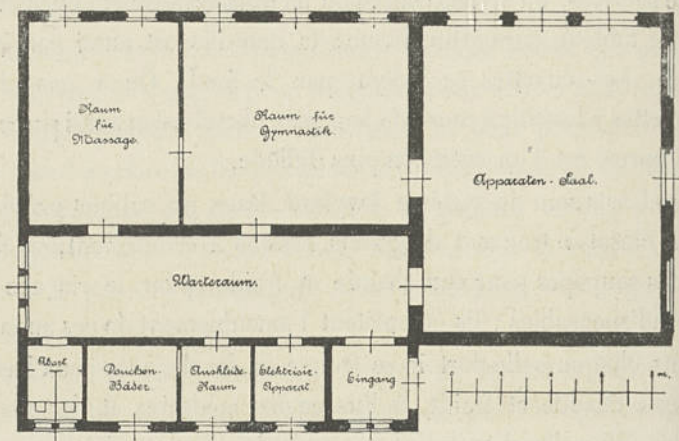
L'établissement possède un service téléphonique ; un réseau télégraphique doit y être ajouté.

Les meubles dans les salles et les chambres, comme dans les locaux

des opérations et des pansements, sont en fer et en verre pour que leur nettoyage et leur désinfection puissent se faire avec facilité et en toute sûreté.

Le service de mécano-thérapie est relié au reste de Bergmanstrost par une galerie couverte et vitrée qui prolonge l'aile gauche.

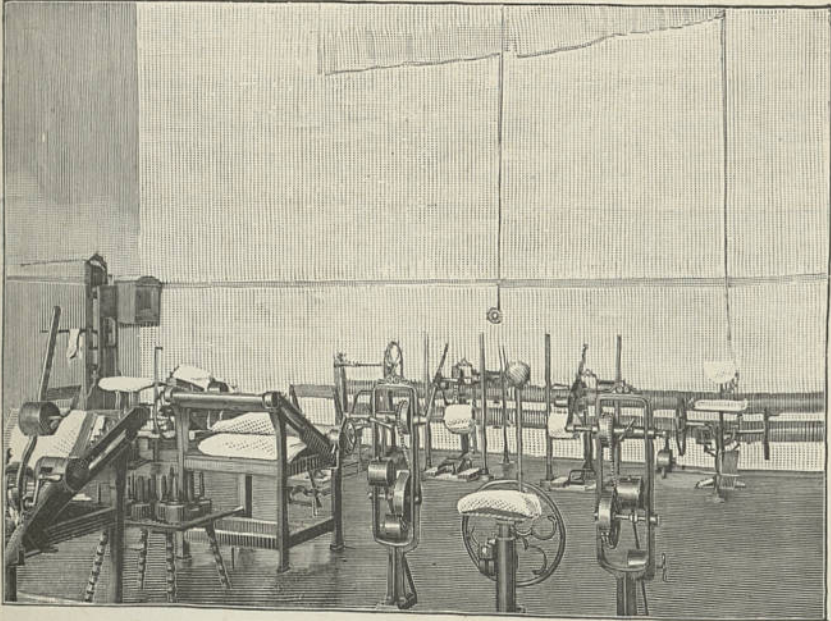
Il forme un groupe de bâtiments sans étage situés au delà de la cour intérieure et bien indépendants de tout le reste.



Das medico-mechanische Institut.

Il comprend la grande salle des appareils, deux locaux pour la gymnastique et le massage, un vaste corridor qui sert de salle d'attente, des bains avec salle de toilette, une petite salle pour l'électrothérapie et deux closets. Le bâtiment pour le traitement médico-mécanique n'a qu'un étage au-dessus de la cave. Le toit est plat et recouvert en bois (ciment). La hauteur de la salle des appareils est de 8 mètres ; celle des autres est de 4 m. 30 ; la surface bâtie est de 393 mètres carrés. La salle des appareils (appareils Zander) mesure 114 mètres carrés. Son plafond suit la forme du toit qui est fait en planches rabotées, qui sont ajustées dans le bas au bois de construction du toit. L'ordonnance de cette salle est si parfaite, que son agrandissement pourrait avoir lieu sans arrêt ni pour les machines, ni pour les appareils. La salle de gymnastique communique avec la

salle des massages. Les planchers de ces trois locaux sont recouverts de linoléum.



Le hall des appareils de mécanothérapie du système Zander à l'hôpital corporatif de Bergmanstrost; côté droit.

Les appareils au nombre de trente-quatre sont installés d'après le système Zander de Stockholm.

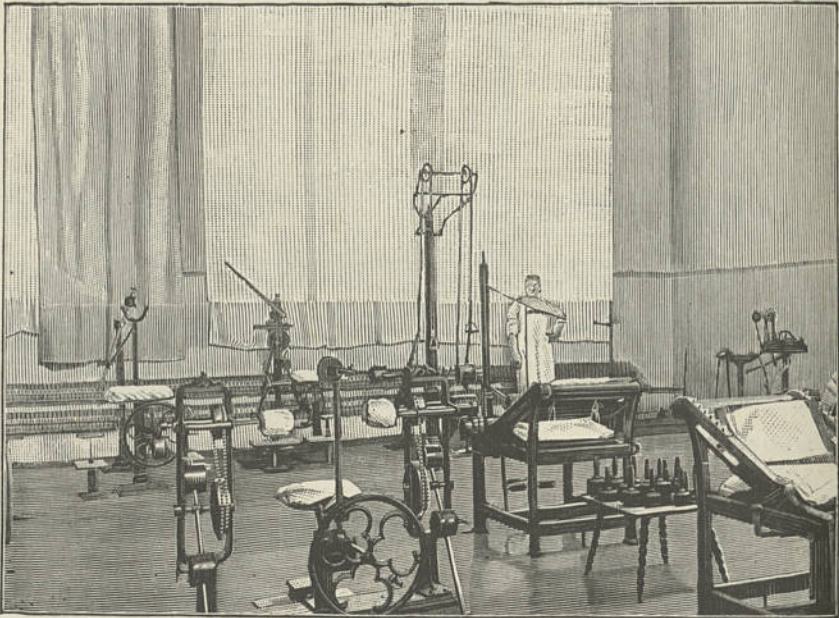
Mouvements actifs des membres supérieurs. — A 1. Abaissement du bras. — A 2. Élévation du bras abduction de l'épaule. — A 3. Flexion du coude. — A 4. Extension du coude. — A 6. Abduction du bras. — A 7. Circumduction du bras. — A 8a. Rotation du bras. — A 8b. Pronation et supination. — A 9. Circumduction du poignet. — A 11. Flexion et extension des quatre doigts ensemble. — A 12. Flexion et extension d'un doigt isolément.

Mouvements actifs des membres inférieurs. — Flexion de la hanche et du genou avec extension secondaire. — B 4. Extension de la hanche et du genou avec flexion secondaire. — B 6. Abduction des genoux. —

B 7. Mouvement vélocipédique. — B 9. Flexion du genou. —
B 10. Extension du genou. — B 11. Flexion et extension du pied. —
B 12. Circumduction du pied.

II. — APPAREILS PASSIFS MIS EN MOUVEMENT PAR LE MOTEUR. —

D. Mouvements d'oscillation. — D 3. Mouvement de rotation du tronc
en se tenant à califourchon. — E. Mouvements passifs et lents. —
E 4. Flexion et extension du doigt. — E 6. Abduction et adduction



Le hall des appareils de mécanothérapie du système Zander à l'hôpital corporatif de Bergmanstrost;
côté gauche.

des deux bras pour l'inspiration. — F. Mouvements ébranlants. —
F 1 Ebranlement de diverses régions. — G. Mouvements vibratoires.
— G 1. Poitrine. — G 3. Jambes.

I. — MOUVEMENTS POUR FRICTIONNER. — I 1. Friction du bras. —
I 2. Friction du pied — I 5. Friction du dos.

III. — APPAREILS ORTHOPÉDIQUES. — K 1. Inclinaison passive du
côté du tronc. — K 2. Pression du flanc pendant le décubitus. —

K 3. Torsion du tronc pendant le décubitus. — K 4. Redressement de la colonne vertébrale pendant la station assise. — 2. Redressements actifs pendant la position couchée.

Il y a en outre trois chaises roulantes.

A côté de ces appareils, il se trouve, dans les salles secondaires, un appareil de gymnastique Mayer, un grand tréteau de gymnastique avec échelles droites et penchées, des anneaux et l'appareil Beely-Scolios formé de poteaux pour grimper, des haltères, des bâtons, etc.

Le service de mécano-thérapie de Bergmanstrost est certainement le plus élégant de ceux des hôpitaux corporatifs allemands. Il a dû être onéreux parce que les 34 appareils Zander étaient, en 1894, monopolisés par une maison de Stockholm, qui prélevait, avant tout achat de détail, un droit préalable, qui était très élevé. Il n'en est plus ainsi désormais.

Dans les salles de gymnastique et de massage, il se trouve divers autres appareils, qui ne sont pas d'origine suédoise. Parmi eux, s'en trouvent deux, qui sont trop oubliés en France ; ils sont d'Amédée Bonnet, de Lyon. On semble étranger en Allemagne, aussi bien qu'en France, à la valeur historique du document. C'est cependant bien en 1841 dans la *Gazette médicale de Paris*, que le chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Lyon a, pour la première fois, décrit et figuré son appareil, en même temps que plusieurs autres, pour mobiliser les articulations malades. Zander avait alors l'âge d'onze ans. — Il est donc certain que la mécano-thérapie est une ressource thérapeutique, dont l'origine est bien française.

Pratiquement, l'appareil d'Amédée Bonnet est très apprécié par les blessés allemands. On en a eu d'abord un exemplaire ; on y retenait son tour en trop grand nombre ; on y passait trop de temps ; c'est pourquoi il en a fallu ajouter un second.

Les appareils électro-médicaux, un grand appareil statique et un autre appareil transportable pour galvanofaradisation, enfin toute la série des appareils endoscopiques, otoscope, uréthroscope, cystoscope

sont adaptés à la conduite électrique d'éclairage ou disponibles pour y fonctionner.

Beaucoup d'autres ressources résultent du service d'éclairage électrique : l'un des premiers est un appareil galvano-caustique.

Dans la salle de bains, on a placé cinq douches de températures différentes : Douche basse avec jet complet, douche de côté, douche de côté avec jet complet, douche pour la tête, douche pour la tête avec jet complet. Il y a, en outre, des bains de vapeurs, des étuves, des bains russes.

Le bâtiment possède le chauffage par la vapeur et l'éclairage électrique.

Le bâtiment d'exploitation, vu de l'extérieur a le même aspect que l'institut médico-mécanique.

Ce bâtiment à la forme d'un T. Le principal corps de bâtiment a le front tourné vers l'Est et contient dans ses caves les locaux pour les provisions d'usage général et pour les besoins des appartements de l'inspecteur de l'administration.

Au rez-de-chaussée se trouve la dépense pour la nourriture ; plus loin vers le Nord, une laverie et un local pour y éplucher les légumes, une salle à manger pour le personnel et une salle spéciale pour emmagasiner la vaisselle.

Au sud de la dépense se trouve le logement de la gouvernante (2 chambres) et l'escalier conduisant au logement de l'inspecteur de l'administration (5 chambres chauffées, une salle à manger, cuisine et salle de bains). Ce dernier appartement est actuellement changé d'affectation.

Dans les mansardes se loge le personnel de service.

Le bâtiment des cuisines est attenant et en partie excavé.

Au rez-de-chaussée se trouvent une seconde laverie et la cuisine; au-dessus la salle pour repasser le linge avec un appareil de séchage et une lingerie. Les plafonds à voûtes doubles de ces derniers locaux forment le toit qui est couvert en bois (cément).

L'appareil pour la cuisine à la vapeur est de beaucoup supérieur à tout ce qui a été installé jusqu'à présent en Allemagne : il est du système Dieker et Werneburg.

En premier lieu, chaque chaudière pour la préparation des aliments forme un appareil particulier et peut se pencher en avant pour pouvoir être bien lavée. Les couvercles ferment hermétiquement et de façon à ce que les aliments soient cuits à une pression de 4/10 atm. Un tuyau à eau muni d'une soupape de sûreté et relié à un couvercle, évacue la vapeur dans le cas où la pression dépasserait 4/10 atm. ; de cette façon la cuisine est libre de toute vapeur pendant la cuisson. Il y a quatre de ces appareils en fonctionnement : une chaudière pour viande de 400 litres, une chaudière à légumes de 150 litres, une chaudière pour pommes de terre de 150 litres et un récipient pour faire bouillir le lait de 60 litres.

Les chaudières sont, à l'exception du récipient pour le lait, en fonte non émaillée, mais soigneusement polie intérieurement. A l'extérieur elles sont, aussi loin que possible, bien lisses et bien tournées ; les autres parties sont laquées. Le récipient à lait est en pur nickel. Les avantages de ces appareils consistent en un entretien de propreté facile et dans l'absence de réparations.

L'appareil pour le café se rapproche des machines à café de Voince et fournit 75 litres de café.

Un four à tenir chaud et une tablette à chauffer les plats sont construits de telle façon que les platines en fonte, qui les composent, sont chauffées directement par la vapeur. Un foyer avec fours complète l'installation de la cuisine.

Dans la partie de derrière du bâtiment d'exploitation se trouve la blanchisserie à la vapeur. La buanderie est située au rez-de-chaussée, la machine à vapeur occupe un emplacement particulier. Les chambres pour le séchage, le calandrage et le repassage du linge se trouvent au premier étage et sont reliées à la buanderie par un monte-charge. La blanchisserie sert aux besoins actuels de la maison, mais elle suffira amplement pour un plus grand nombre de personnes.

Quelques principes ont donné l'inspiration de ce service : fournir vivement une besogne très importante, organiser de grands soins pour la préservation du linge, et pour la désinfection parfaite du linge ayant servi. Il est utile de connaître les détails de réalisation. Le linge sale passe d'abord dans les tonneaux à tremper et à bouillir. Il est bouilli dans ces derniers par la vapeur et pendant un arrosage de lessive. Il est ensuite, moyennant des wagonnets spéciaux, fourni à la machine à laver, dans laquelle il est bouilli à nouveau dans de la lessive et tourné sans interruption par un appareil intérieur rotatif. Dans la machine à laver s'opère déjà un premier rinçage à eau chaude, puis un second à eau froide. Le véritable rinçage est le troisième ; il a lieu dans la machine à rincer. Le linge est exprimé par la machine centrifuge et monté ensuite dans l'appareil de séchage.

La salle des générateurs se trouve dans l'axe principal des bâtiments réunis.

Le bâtiment se partage en un quartier de devant et un quartier de derrière.

Le quartier de devant contient des logements pour deux machinistes, une forge et un appareil de désinfection.

Il est démontré que les microbes pathogènes ne peuvent être détruits que par une action prolongée de la vapeur d'eau. L'appareil de désinfection construit en conséquence se compose d'une bâtisse en forme elliptique en fer forgé, qui est munie, à ses deux extrémités, de portes hermétiquement fermées. Dans l'intérieur de cette bâtisse se trouve un tuyau percé de trous pour livrer passage aux flots de vapeur et un système de conduits à ailettes pour la production d'air chaud sec. De plus il s'y trouve une soupape de sûreté, un thermomètre, une pomme pour jet en pluie et un appareil pour l'écoulement de l'eau condensée ; il y faut encore ajouter un rayon pour recevoir les objets à désinfecter, deux voies de rails, sur lesquelles ce rayon est mis en mouvement par l'appareil ; deux cadres

en bois pour recevoir les lits, matelas, etc. et les crochets nécessaires pour suspendre les objets à désinfecter. La bâtisse est entourée de cendres pour l'isoler et d'une maçonnerie. Les portes sont garnies de feutre afin d'éviter les déperditions de chaleur.

Le quartier de derrière est la véritable salle des générateurs ; il s'y trouve un local couvert en tôle ondulée, où l'on peut loger trois générateurs, et qui n'en possède encore que deux. Chacun de ceux-ci mesure 40 mètres de long sur 2 mètres de diamètre et il est muni de deux chaudières tubulaires de 0 m. 68 de diamètre. La surface de chauffe est de 76,5 mètres carrés et il a d'après le contrôle 6 atm.

Les feux sont disposés pour brûler de la houille et se composent de deux grils mobiles. Pour arriver à avoir une combustion sans fumée, le foyer est rétréci par le milieu pour que les gaz, qui se portent de haut en bas, soient resserrés là où les flammes sont plus intenses. En dehors de cela on introduit encore, derrière ce rétrécissement, de l'air atmosphérique chauffé préalablement, pour que par un mélange parfait avec cet air, les gaz non encore brûlés puissent arriver à complète combustion.

L'alimentation des chaudières a lieu moyennant un injecteur et une pompe Duplex fournissant 80 litres par minute. On peut employer de l'eau fraîche ou bien l'eau condensée retour des conduits de chauffage. Cette dernière se rend dans un bassin et parvient à l'aide d'une pompe Duplex fournissant 400 litres par minute à fournir l'alimentation des chaudières.

L'installation est si adroitement combinée, qu'elle permet, à cette pompe, d'alimenter directement ainsi le générateur.

Des appareils de sûreté perfectionnés Bluck se mettent en mouvement dès que le plus bas niveau d'eau admis est atteint.

La cheminée ronde a une hauteur de 40 mètres ; la dimension supérieure est de 1 m. 50 ; il y a un paratonnerre.

Un tunnel relie la salle des générateurs au bâtiment principal. Le service des machines est assez éloigné du bâtiment principal

pour que le bruit qu'elles produisent, non plus que celui des dynamos devienne incommode.

Dans le service producteur d'électricité, on trouve la salle des machines contenant une machine à vapeur horizontale à un cylindre, plus loin le local pour les accumulateurs et un atelier. Le bâtiment est de moitié dans le sol, correspondant à la profondeur du canal et il est très massivement construit.

A l'écart des autres bâtiments se trouve le pavillon du post mortem. Il se compose d'une cave et d'un rez-de-chaussée ; dans la cave deux salles de dépôt pour les morts et au rez-de-chaussée le local pour les autopsies, et un cabinet de recherches pour les préparations qui doivent être étudiées et éventuellement conservées. La salle d'autopsies est reliée avec la cave des morts par un monte-charge.

Près de la ville, dans la partie nord-est de l'établissement, on a construit l'habitation du médecin en chef.

L'extérieur en est simple et son aspect donne l'impression d'une demeure aussi agréable que confortable. Elle contient : caves, rez-de-chaussée, étage et mansardes. Dans les sous-sols se trouvent : caves, buanderie, lingerie et le chauffage central. Au rez-de-chaussée : une salle autour de laquelle se groupent : parloir, bureau, salon, salle à manger. Un corridor latéral conduit à la cuisine, office, chambre de bonnes, closet. Les chambres à coucher, chambres d'amis, chambres d'enfants avec salle de bain se trouvent au premier. Les mansardes servent au personnel et comme décharges. Il y a un chauffage central et l'éclairage électrique.

La maison du portier ou pour mieux dire la *maison du jardinier* se trouve nécessairement à droite de l'entrée principale car le portier proprement dit est installé dans le bâtiment principal.

Le terrain est entouré d'un lattis dont le bois est imprégné de créosote, les poteaux sont en fer.

Contre la rue se trouve une grille en fer forgé avec des piliers en pierre de Greppine.

On a prévu des bâtiments à surajouter dans la suite. On a ainsi prévu une installation de bains avec natation ; un jeu de quilles ; des serres ; des écuries pour bestiaux et une blanchisserie pour les employés.

L'esquisse du projet fut exécutée dans un laps de temps remarquablement court par l'architecte du gouvernement Hagemann ; et elle était si parfaitement conçue, que son application ne comporta que de très insignifiantes modifications. L'architecte Göhring le remplaça plus tard pour cause d'empêchements de service.

On a commencé par un total de 132 lits.

Tel qu'il est en 1903, Bergmanstrost peut recevoir 276 malades ou blessés. Les frais de construction, en y comprenant les agrandissements successifs, ont atteint un total de 4.700.000 marks, (2.125.000 francs). Le prix de revient d'un lit, est donc, au seul point de vue des frais de construction, de 7.699 francs.

Le service administratif est fait par un inspecteur, deux secrétaires, deux employés et un expéditionnaire.

Le personnel de second rang comprend : — 8 surveillantes en 1901, — 8 infirmiers, 9 en 1904, dont un infirmier-chef, — 8 infirmières, 11 en 1904, — 7 filles de salles, 8 en 1904, — 1 homme de service, — 7 filles de service, — 1 ménagère-chef, — 5 filles de cuisine, — 5 filles de buanderie = en tout 50 personnes. Lucien Roques (page 29 du rapport). Ce total s'élève à 64 en 1904.

M. le professeur Oberst de Halle dirige le service médical, aidé par un médecin en chef et par sept médecins assistants.

Dans les rapports médicaux des années 1900 et 1904 on trouve les renseignements suivants qui peuvent être utiles à connaître.

Pendant l'année 1899 4.453 accidents furent déclarés. En 1900 il y en eut 5.023 ; et en 1904, ce fut 6.131. Différents tableaux montrent la division de ces accidents d'après les mois et les jours, le nombre de ceux qui donnent lieu à indemnités, leurs causes internes et externes, la nature des blessures, la division des acci-

dents entraînant le paiement d'une indemnité, et les conséquences de ceux-ci sur les branches de l'industrie et les parties de l'exploitation.

3.958 certificats médicaux ont été délivrés en 1900, pour constater l'état lors du premier examen après l'accident. En outre il a fallu 4.784 rapports plus étendus sur l'état des blessés ; parmi ceux-ci 848 ont servi à déterminer la rente pour la première fois, 966 à des examens consécutifs. Dans 9 cas l'autopsie a été faite pour déterminer la cause de la mort.

Pendant la période du 1^{er} janvier au 31 décembre 1900, 804 blessés sont entrés en traitement à l'hôpital, au sujet desquels la corporation fournit le tableau suivant :

Total des cas pris en traitement : 804.

Fractures des os : 336.

Blessures des yeux : 53.

Autres blessures : 412.

Traitements à l'hôpital : 800.

Blessés de l'extérieur : 4.

Résultats obtenus : favorables : 752.

Résultats obtenus : défavorables : 49.

Dépenses totales : 174.330.54 marks.

Frais remboursés par les caisses-maladie : 27.642,40 marks.

Montant des frais pour soins après la période de carence : 147.304,35 marks. Les chiffres du rapport pour 1901 ne sont pas présentés de la même façon.

Dans le rapport de 1900, l'on insiste sur l'opportunité de l'envoi immédiat des blessés dans un hôpital : on fait valoir l'économie qui en résulte pour les caisses des corporations et pour l'atténuation des blessures.

On y rappelle très sommairement que les blessés qui ont reçu des rentes sont toujours l'objet d'une surveillance spéciale, en s'entourant de renseignements au moyens d'examen pratiqués régulièrement auprès des chefs d'industrie, relativement à l'emploi et au salaire des blessés.

Les examens périodiques, se font sous le contrôle d'un médecin assistant à l'hôpital, assisté d'un médecin de la Corporation et d'un de ses hommes de confiance.

En calculant environ 300 jours de travail, il survient par journée de travail 16,7 accidents sur le chiffre total de 5.023 accidents de 1900.

Sur le nombre total des accidents survenus en 1900, 616 accidents seulement ont donné lieu au paiement d'une indemnité jusqu'à la fin de cette année.

Chiffre moyen des assurés : 75.498.

Chiffre des assurés pour lesquels une déclaration d'accident a été faite, au total : 5.023 et sur 1000 : 67.

Chiffres des assurés pour lesquels des indemnités ont été fixés dans le compte de l'année : Hommes adultes 598 ; femmes adultes 6 ; hommes jeunes 12 ; femmes jeunes 0. Total 616.

Les accidents indemnisés ci-dessus ont eu pour conséquences.

Hommes morts	128
Femmes mortes.....	1
Total.....	<u>129</u>
Incapacité permanente absolue ..	12
» permanente partielle.....	323
» temporaire.....	152
Total.....	<u>487</u>

Sur 10.000 personnes assurées :

Morts	17,1
Blessés avec incapacité permanente.....	44,4
» » temporaire.....	20,1
Total	<u>81,6</u>

Nombre des ayants-droit à une indemnité :

Veuves	96
Enfants.....	229
Ascendants.....	5
Total	<u>330</u>

Les salaires à indemniser ont été respectivement : en 1899 ; 69.021.710 ; en 1900 : 79,244.204 ; en 1901 : 86.579.709.

Les indemnités d'accidents pour la section IV ont été en 1901 : 1.056.162.22 marks, soit 23,97 marks en plus que l'année précédente.

Sur 10.000 marks de salaire il y a comme indemnité d'accidents : 19,2, en 1900. (1)

Le rapport sur l'exercice 1901 présente une série de comparaisons relatives aux cinq dernières années écoulées : 1897, 1898, 1899, 1900 et 1901.

Ils s'agit de journées d'hospitalisation. Les chiffres principaux sont ceux qu'impose l'obligation légale après les 13 premières semaines : les totaux sont presque régulièrement croissants : 12,788 ; 10.842 ; 13.712 ; 14.422 ; et 16.007.

Ceux, qui se rapportent aux 13 premières semaines et que la Caisse-maladie rembourse à la Corporation, sont plus importants ; ces jours de carence augmentent sans cesse. Cesont : 23.910 ; 25.614 ; 27.638 ; 33.493 ; 34.036.

D'autres nombres importants sont ceux des journées qui sont remboursées par la Caisse-invalidité-vieillesse des mineurs : 10.928 ; 12.387 ; 17.266 ; 17.906 ; 17.157.

Sans importance sont les journées des blessés ou malades mis en observation ; il y en a eu 463 ou 1897 ; mais, depuis lors, les totaux annuels ont été respectivement : 24 ; 6 ; 15 et 28.

Les autres Corporations ont donné les nombres suivants de journées d'hospitalisation . 1.044 ; 1.214 ; 1.357 ; 1.043 ; 2.558. Cette augmentation en 1901 est très remarquée.

La clientèle de M. le Chefarzt Oberst a augmenté selon les nombres suivants de journées d'hospitalisation 9.444 ; 10.913 ; 15.315 ; 20.813 ; 21.275.

Notice sur les lois d'Assurances sociales en Allemagne adressée à M. le Ministre des Chemins de fer de l'État belge, par la mission composée de : M. Blankaert, conseiller ; M. de Pruyssenaere, Directeur d'administration ; M. le Dr J. De Lantsheere, oculiste aggré, rapporteur, p. 143.

La durée moyenne d'hospitalisation a été, par unité de blessé : 43, 36, 40, 38, 46 jours.

Et le rapport ajoute que, depuis son agrandissement, Bergmanstrost augmente son action bienfaisante et qu'en 1904, les 276 lits ont été occupés, en moyenne 330 jours, tandis que le budget ne leur avait prévu que 300 jours.

Si on veut pénétrer davantage dans l'appréciation des services rendus par l'institution, on peut s'en tenir aux chiffres de 1904. Le total des journées d'hospitalisation est 94.064.

Le service des victimes des accidents du travail a donné 34 036 journées de carence, 16.007 journées pour les treize premières semaines ; et 28 journées de mise en observation ; en tout 50.074 pour les blessés de la section IV de la Corporation des mineurs.

Pour la Caisse d'assurance invalidité-vieillesse des mêmes mineurs, il y a eu 47.157 journées.

Pour les autres Corporations, qui ont confié leurs blessés à Bergmanstrost, il y a eu 2.558.

Enfin, pour la clientèle personnelle de M. le professeur Oberst, le chiffre des journées d'hospitalisation s'est élevé à 21.275.

Ce dernier chiffre suffit à montrer que les intentions des fondateurs sont remplies. Bergmanstrost est, simultanément, un hôpital corporatif et une maison de santé.

Ce sont les circonstances, qui conduisent aux modifications successives, qui donnent au second élément une prépondérance de plus en plus marquée sur le premier. Les lois y sont pour une part ; mais les tendances personnelles des Saxons paraissent y déterminer davantage encore.

Pour préciser davantage quels sont les services rendus par Bergmanstrost, il suffit de calculer le pourcentage des journées d'hospitalisation pendant l'exercice 1904. — La part, qui incombe aux accidents, la seule que puisse légalement accaparer la Corporation comprend 54,98 pour 100 des journées. — L'assurance invalidité vieillesse se charge de 18,84. — Les autres Corporations ont sollicité et obtenu 2,80. — La clientèle personnelle de M. le prof. Oberst

absorbe 23,37 des journées. — Pour les mineurs mis en observation, il a suffi de 0,04. — Le total est exactement de cent journées.

Il est donc certain que Bergmanstrost rend des services de diverses sortes : à ce titre, on peut le mettre en comparaison avec beaucoup d'autres établissements ; mais, il faut bien le reconnaître, c'est une institution sans pareille.

THÉORIE

DE

LA SURCHAUFFE DE LA VAPEUR

par M. AIMÉ WITZ
Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

La théorie a devancé quelquefois la pratique, mais le plus souvent ce sont les gens de métier qui lui ont proposé les problèmes qu'elle a résolus : la machine à vapeur tournait depuis longtemps quand Sadi Carnot découvrit comment la chaleur était mise en œuvre dans les moteurs ; et encore fallût-il attendre les compléments d'explication de Seguin et de Mayer pour découvrir le mode exact de transformation des calories en kilogrammètres.

De même, avant que Hirn ne prit son brevet de 1856, des thermodynamistes inconscients avaient chauffé la vapeur séparée de son liquide générateur ; mais les constructeurs n'auraient pas tiré parti de ces premiers essais si le savant ne leur avait frayé les chemins, montré les voies à suivre et signalé les impasses.

Hirn ne s'attachait pas aux vaines formules, mais il semait des idées à pleines mains ; les grains ont germé inégalement ; les enveloppes et les multiples expansions ont mûri plus vite ; mais aujourd'hui l'heure de la surchauffe est venue et la moisson promet d'être belle.

C'est ce que je voudrais faire voir d'abord, en ouvrant une enquête sur les faits dûment acquis à ce jour : j'essaierai ensuite de démontrer que la théorie les explique et qu'elle aurait pu les découvrir. Ce travail constituera une timide et bien modeste contribution à la théorie de la surchauffe.

Pour apprécier les services rendus par la surchauffe, il faut s'assurer d'abord qu'elle améliore réellement le rendement des machines : dans ce but, rapprochons un certain nombre de résultats d'essais faits en ces derniers temps sur diverses machines.

CONSOMMATION DES MEILLEURES MACHINES A VAPEUR.

TYPE DE LA MACHINE	AUTEUR DE L'ESSAI	DATE de L'ESSAI	DIAMÈTRE DES CYLINDRES	COURS DU PISTON	NOMBRE DE TOURS par minute	PRESSION DE LA VAPEUR	TRAVAIL Indiqué EN CHEVAUX	DEGRÉ de SURCHAUFFE	TEMPÉRA-TURE DE LA VAPEUR	CONSOMMATION par cheval-heure	
										en kilogs de vapeur	en calories
Monocylindrique sans condensation.. avec condensation.. sans condensation.. avec condensation.. avec condensation.. id. id. id. id.	Delafond.....	1884	550 m/m	1 ^m , 100	62, 7	74, 28	240, 0	0	170 ^o	6 ^h , 02	6236, 3
	Id.	1884	id.	id.	59, 9	7, 30	157, 0	0	171 ^o	7, 38	4861, 0
	Commission officielle.	1896	500	1, 000	75, 0	6, 80	125, 93	0	168 ^o	9, 93	6576, 0
	Vingotte	1894	660	1, 525	47, 87	6, 26	305, 03	0	166 ^o	5, 46	3588, 1
	Id.	1891	800-1254	1, 800	51, 71	6, 80	531, 53	0	168 ^o	5, 99	3947, 2
	Witz	1892	600-1150	1, 350	64, 39	6, 28	760, 252	0	165 ^o	6, 067	3965, 4
	Id.	1897	813-1422	1, 680	60, 905	7, 14	790, 315	0	170 ^o	5, 87	3865, 0
	Walther-Meunier.....	1891	525-800-1100	1, 350	64, 47	5, 80	277, 4	0	162 ^o	5, 67	3522, 0
	Schröter	1890	504, 25-754, 5-1202, 6	1, 4015	66, 41	10, 35	717, 7	0	184 ^o	5, 63	3731, 2
	Marche en vapeur saturée sèche.										
Monocylindrique, avec condensation..... sans condensation.. id. avec condensation.. id. id. id. id.	Walther-Meunier....	1892	712	1, 367	60, 15	4, 56	308, 87	66 ^o	221 ^o	7, 36	4863, 7
	Schröter	1894	310-630	0, 500	117, 3	11, 90	76, 37	461 ^o	351 ^o	4, 55	3397, 0
	Witz	1895	80-140	0, 090	309, 7	14, 00	6, 77	168 ^o	365 ^o	5, 85	4377, 0
	Gyssling	1893	676, 4-1050, 7	1, 350	66, 0	6, 5	588, 57	72 ^o	238 ^o	5, 53	3828, 0
	Witz	1902	300-500	0, 600	125, 30	13, 0	149, 29	12 ^o	206 ^o	5, 03	3779, 0
	Walther-Meunier....	1898	525-825	1, 200	—	8, 4	328, 08	169 ^o	345 ^o	4, 40	3271, 8
	Schröter	1902	325-560	0, 850	127	10, 28	215, 19	172 ^o	356 ^o	4, 02	2992, 0
	Walther-Meunier....	1897	560-800-1150	1, 370	69, 98	11, 40	816, 07	99 ^o	288 ^o	4, 67	3430, 0
	Id.	1901	490-760-1250	1, 350	67, 11	11, 09	844, 76	47 ^o	235 ^o	5, 03	3454, 0
	Marche en surchauffe.										
Compound sans condensation.. avec condensation.. id. id. id. id.	Walther-Meunier....	1892	712	1, 367	60, 15	4, 56	308, 87	66 ^o	221 ^o	7, 36	4863, 7
	Schröter	1894	310-630	0, 500	117, 3	11, 90	76, 37	461 ^o	351 ^o	4, 55	3397, 0
	Witz	1895	80-140	0, 090	309, 7	14, 00	6, 77	168 ^o	365 ^o	5, 85	4377, 0
	Gyssling	1893	676, 4-1050, 7	1, 350	66, 0	6, 5	588, 57	72 ^o	238 ^o	5, 53	3828, 0
	Witz	1902	300-500	0, 600	125, 30	13, 0	149, 29	12 ^o	206 ^o	5, 03	3779, 0
	Walther-Meunier....	1898	525-825	1, 200	—	8, 4	328, 08	169 ^o	345 ^o	4, 40	3271, 8
	Schröter	1902	325-560	0, 850	127	10, 28	215, 19	172 ^o	356 ^o	4, 02	2992, 0
	Walther-Meunier....	1897	560-800-1150	1, 370	69, 98	11, 40	816, 07	99 ^o	288 ^o	4, 67	3430, 0
	Id.	1901	490-760-1250	1, 350	67, 11	11, 09	844, 76	47 ^o	235 ^o	5, 03	3454, 0

L'avantage de la surchauffe ressort à l'évidence de ce tableau comparatif, dans lequel j'ai réuni tous les types de machines et les modèles les plus variés, à tiroirs plans, à obturateurs Corliss, à soupapes Sulzer et à pistons valves van den Kerchove ; la colonne des calories qui sont le prix du cheval-heure indiqué, témoigne d'un progrès réel réalisé par les surchauffes même modérées. On peut garantir sans aucun risque, pour les machines à condensation, une consommation de 3.000 à 4.000 calories, suivant leur puissance, pourvu qu'on fasse de la surchauffe. En vapeur saturée on n'était assurément pas loin de ce résultat, mais on n'avait pas la même certitude de le réaliser. Jamais d'ailleurs on n'avait relevé, pour une machine de 200 chevaux, une dépense de 2.992 calories. Ce chiffre correspond à un rendement thermique indiqué de $\frac{635,29}{2.992} = 0,212$ (1) ; or, je ne connaissais jusqu'ici aucun rendement supérieur à 0,494 en machine à vapeur (2).

L'expérience démontre donc que la surchauffe produit en général des effets appréciables dans les machines à vapeur de tous les types et de toutes les puissances et qu'elle améliore incontestablement leur rendement.

Toutefois on avait le droit de se demander quelle est exactement l'économie procurée par la surchauffe pour des machines de premier

(1) Le rendement thermique est le rapport des calories utilisées aux calories disponibles. Le cheval-heure, correspondant à $3.600 \times 75 = 270.000$ kilogram., représente une utilisation de $\frac{270.000}{425} = 635,29$ calories. En divisant ce nombre de 635,29 par les calories consommées par cheval-heure indiqué, on obtient le rendement indiqué.

(2) Le moteur à gaz donne des rendements beaucoup plus élevés. Ainsi le moteur Cateau, que j'ai essayé récemment à Roubaix, a consommé 317 litres de gaz à 5.784 calories au mètre cube par cheval-heure indiqué. C'est un rendement thermique indiqué de 0,346. Il est exceptionnel, mais les rendements de 0,300 sont communs, ainsi que je l'ai démontré en janvier et juin 1902, dans l'*Eclairage Électrique*, au cours de mon étude sur le rendement comparé et le fonctionnement des moteurs thermiques.

ordre, pourvues d'enveloppes efficaces, et effectuant dans des cylindres étagés une double ou une triple expansion de la vapeur. La surchauffe n'est-elle pas une superfétation dans des moteurs où rien n'a été négligé déjà pour conjurer l'action nuisible des parois? Le bénéfice obtenu alors suffit-il encore pour justifier l'emploi d'appareils assez coûteux, sujets à une usure rapide, qui sont et resteront longtemps délicats et qu'il faudra toujours ménager et surveiller?

Pour répondre à cette question, il convenait d'instituer des essais de comparaison, ayant spécialement pour objet la détermination exacte des calories gagnées grâce à la surchauffe dans des machines d'ailleurs excellentes. Ces expériences ont été faites de divers côtés, mais l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur, si habilement dirigée par M. Walther-Meunier, a fourni le plus de données pour la solution de cet important problème; nous sommes fiers de constater qu'après avoir inauguré la pratique de la surchauffe, l'Alsace a par la suite contribué aussi le plus effectivement à sa vulgarisation et à ses perfectionnements.

Le tableau ci-contre met en parallèle les résultats obtenus tour à tour pour une même machine marchant avec ou sans surchauffe, toutes choses égales d'ailleurs, tant que cela est possible.

Le bénéfice varie de 7,8 à 17,3 pour cent et il est à remarquer que l'ordre de classement des machines est le même en vapeur saturée et surchauffée; les rendements croissent parallèlement dans les deux cas et l'économie se trouve maximum pour le moteur qui tenait déjà le premier rang en vapeur saturée. La constatation de ce fait a une portée considérable sur laquelle nous ne saurions trop insister.

Le dernier essai de notre tableau mérite d'ailleurs à tous égards d'arrêter notre attention; il fait partie d'une remarquable série d'expériences effectuées à Gand, aux ateliers Van de Kerchove, par M. le Professeur Schröter, en septembre 1902, sur une machine à pistons-valves, dont le petit cylindre était dépourvu

CONSOMMATIONS COMPARÉES DES MÊMES MACHINES À VAPEUR
ALIMENTÉES DE VAPEUR SURCHAUFFÉE OU SATURÉE.

TYPE de la MACHINE	EXPERIMENTATEURS	VAPEUR SATURÉE				VAPEUR SURCHAUFFÉE					
		Travail indiqué en chevaux	Tempé- rature de la vapeur	Consommation par cheval-heure indiqué En kilogs de vapeur	Béné- fice pour cent	Travail indiqué en chevaux	Tempé- rature de la vapeur	Degré de sur- chauffe	Consommation par cheval-heure indiqué En kilogs de vapeur		
Woolf jumelle.....	Walther-Meunier..	362,63	159°05	10,013	6558	405,68	216°0	56°95	8,860	6045	7,8
Monocylindrique Corliss....	Id.	310,27	161°00	8,641	5673	308,87	221°5	57°50	7,136	4882	13,9
Compound Corliss.	Id.	557,30	166°60	8,50	5587	577,77	230°0	63°40	6,75	4642	16,5
Id. Sulzer.....	Gyssling.....	574,44	166°80	6,76	4443	581,71	230°0	72°20	5,63	3896	12,3
Triplex Frikart.....	Weber.....	699,01	188°68	6,18	4103	697,40	230°18	41°50	5,46	3734	9,0
Id. Corliss.....	Walther-Meunier..	805,493	188°50	5,748	3816	809,19	288°0	99°50	4,676	3328	13,0
Compound Van de Kerchove.	Schröter.....	219,03	180°30	5,470	3618	215,19	352°18	171°88	4,020	2692	17,3

Ces recherches ont fait ressortir l'influence d'une surchauffe progressive.

	Vapeur saturée.	VAPEUR SURCHAUFFÉE.				
Température de la vapeur.....	180°3	204°3	233°6	263°4	306°4	352°8
Travail indiqué en chevaux	220,92	222,87	223,90	220,29	220,24	215,19
Consommation de vapeur par cheval-heure indiqué.....	5 ^k 47	5 ^k 25	4 ^k 99	4 ^k 84	4 ^k 46	4 ^k 02
Consommation équivalente en vapeur saturée.....	—	5,34	5,19	5,14	4,87	4,52
Calories correspondantes.....	3618	3534	3430	3397	3220	2992
Économie réalisée pour cent par la surchauffe.....	—	2,4	5,1	6,0	11,0	17,3

Ces essais ont été poursuivis à des températures de surchauffe plus élevées encore et les consommations observées confirment les brillants résultats que nous venons de faire connaître : nous extrayons d'un mémoire inédit, qu'on a eu l'obligeance de nous communiquer, les chiffres ci-dessous :

	Vapeur saturée.	VAPEUR SURCHAUFFÉE.			
Pression de la vapeur.....	9 ^k 09	9 ^k 13	9 ^k 18	9 ^k 24	9 ^k 14
Température correspondante...	180°69	180°86	181°10	181°33	180°98
Température de la vapeur au petit cylindre.....	178,03	254,7	306,8	341,9	390,0
Degré de surchauffe.....	—	73,84	125,7	180,57	209,3
Travail indiqué en chevaux	227,75	233,62	232,05	223,48	221,62
Consommation de vapeur par cheval-heure indiqué.....	5,78	4,87	4,38	4,21	3,85
Consommation de calories.....	3818	3395	3162	3151	2934

On a même atteint 403°⁶, soit 222°⁵ de surchauffe, et la consommation de vapeur est tombée à 3^k,63, correspondante à 2,790 calories. Pour 13° d'augmentation, le gain est donc de 144 calories ; nous ne touchons par conséquent point encore au maximum et l'expérience démontre péremptoirement qu'il y aurait

lieu de surchauffer davantage si cela était possible. Nous attachons un grand prix à cette constatation expérimentale.

La loi que M. Walther-Meunier avait énoncée en 1895 est donc solidement établie ; la consommation de calories par cheval-heure indiqué diminue au fur et à mesure que la température de la surchauffe augmente et le rendement s'améliore continûment.

M. Dujardin a déduit d'autre part des expériences qu'il a poursuivies sur sa machine d'atelier, à des charges variables que la consommation de vapeur surchauffée reste constante par unité de travail, à pleine et à demi-charge. Les chiffres ci-dessous sont décisifs à cet égard (1).

Pression de la vapeur.....	6k0	8k8	7k0	5k0	6k0	7k3
Travail indiqué en chevaux	90	138	139	166	173	205
Température de la vapeur.....	265°	288°	275°	270°	270°	285
Consommation par cheval-heure indiqué.....	6k050	5k920	6k000	5k950	5k950	5k930

Les données expérimentales que nous possédons sur les effets de la surchauffe peuvent par conséquent se résumer dans les lois suivantes :

1^o La surchauffe augmente le rendement des machines à vapeur quelles qu'elles soient, monocylindriques, Woolf, Compound ou Triplex, alors même qu'elles sont pourvues d'enveloppes à circulation de vapeur constituées dans les meilleures conditions ;

2^o Le bénéfice croît avec le degré de surchauffe ;

3^o La consommation par unité de travail reste constante à pleine et à demi-charge.

Tels sont les faits que la théorie doit expliquer.

Des considérations générales sur le cycle de la machine à vapeur

(1) Un de nos collègues nous a fait savoir, à la suite de notre communication à l'assemblée générale de la Société Industrielle, que ce phénomène avait été observé déjà par plusieurs constructeurs.

nous fourniront une première démonstration de l'amélioration nécessaire du rendement produite par la température plus élevée de la vapeur à son entrée dans le cylindre moteur.

Le cycle de la machine à vapeur ne répond pas au concept de Carnot. Bien que la chaleur soit cédée au fluide par le foyer à une température constante, que nous appellerons T_1 , et qu'elle soit reprise aussi à une température constante T_2 par le condenseur, qui joue ici le rôle et remplit la fonction de réfrigérant, le cycle des machines n'est pas le cycle de Carnot, parce qu'il n'est pas limité d'autre part par deux adiabatiques. La quatrième phase du cycle théorique, celle de compression sans perte ni gain de chaleur, qui doit ramener le fluide à son état initial, fait absolument défaut dans le cycle réel de la machine à vapeur; au lieu de revenir à la température T_1 , le mélange de vapeur et d'eau reste à la température T_2 du condenseur. On peut admettre que le cycle se ferme, mais le cycle n'est pas réversible. Il ne saurait donc être question d'appliquer la formule de Carnot et de calculer le rendement du cycle par la formule $\frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$; toutefois, il convient d'observer qu'il ne serait pas impossible de faire cette compression finale et de réintroduire dans la chaudière de l'eau à la température T_1 ; des ingénieurs anglais l'ont essayé, non sans quelque succès, et, s'ils y ont renoncé, c'est parce qu'ils ont constaté que la solution de ce problème ne présentait pas un intérêt pratique suffisant. On a donc quelque droit de faire usage de la formule théorique au titre d'une approximation lointaine, et de retenir comme une indication générale les conclusions relatives auxquelles elle conduit. Il doit dès lors être avantageux d'augmenter la chute de température $T_1 - T_2$ en faisant croître T_1 ; or, on ne fait pas autre chose en surchauffant la vapeur.

Sous les réserves ci-dessus, voyons quelle valeur prend le rendement, que nous appellerons ρ , quand la vapeur a les températures de 164° centigrades, (pour 6 k. de pression, en vapeur saturée) et celles

de 275° et 350° en surchauffe, alors que le condenseur est à 30° ; nous aurons :

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 273^\circ + 164 = 437^\circ \text{ absolus.} \\ T'_1 = 273^\circ + 275 = 548^\circ \quad - \\ T''_1 = 273^\circ + 350 = 623^\circ \quad - \end{array} \right\} T_2 = 273 + 30 = 303.$$

$$T_1 - T_2 = 134^\circ \quad \rho = 1 - \frac{303}{437} = 0,307$$

$$T'_1 - T_2 = 245^\circ \quad \rho' = 1 - \frac{303}{548} = 0,447$$

$$T''_1 - T_2 = 320^\circ \quad \rho'' = 1 - \frac{303}{623} = 0,514$$

La surchauffe améliore donc progressivement le rendement et elle pourrait procurer, dans une machine fonctionnant d'après le cycle de Carnot, une économie énorme de 67 pour cent, pour une surchauffe de 350°. Nos machines réelles sont loin de réaliser un semblable bénéfice.

Voyons ce qu'elles doivent réellement gagner par la surchauffe.

Le rendement d'un cycle quelconque peut se calculer rigoureusement, pourvu qu'il soit fermé, en faisant le quotient de la chaleur transformée en travail par la chaleur cédée par le foyer, c'est-à-dire à l'aide de la formule $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$, Q_1 étant cette chaleur cédée et Q_2 la chaleur portée au réfrigérant.

Or, nous avons le moyen de calculer exactement Q_1 et Q_2 .

Supposons en effet que le cycle soit parcouru par un mélange d'un kilogramme de vapeur et d'eau.

Ce kilogramme est pris dans le condenseur à l'état liquide et à la température de t_2 (1) ; il est refoulé ensuite dans la chaudière où l'eau est portée de t_2 à t_1 et vaporisée. Mais la vapeur saturée n'arrive généralement pas sèche dans le cylindre ; celui-ci reçoit un mélange de vapeur et de liquide contenant une fraction x_1 de vapeur et $1 - x_1$ d'eau.

(1) Nous désignerons par les lettres t les températures centigrades, et par T les températures absolues.

Ce mélange apporte avec lui la quantité de chaleur Q_1 égale à $\int_{t_2}^{t_1} C dt + x_1 r_1$; C est la chaleur spécifique de l'eau, et r_1 sa chaleur de vaporisation à la température t_1 ; si l'on admet que C est constant, on aura

$$Q_1 = C (t_1 - t_2) + x_1 r_1$$

Ce mélange agit sur le piston à pleine pression d'abord, puis il se détend, en passant de la pression p_1 de la chaudière à celle du condenseur p_2 , de la température t_1 à la température t_2 . Clausius et Hirn ont découvert que cette détente est fatalement accompagnée d'une condensation partielle, qui abaisse le titre du mélange de x_1 à x_2 ; Clausius a démontré que x_2 se détermine en fonction de x_1 par la formule

$$\int_{T_2}^{T_1} C \frac{dT}{T} + \frac{x_1 r_1}{T_1} - \frac{x_2 r_2}{T_2} = 0$$

La valeur de x_2 est donc connue.

Le condenseur condense tout le mélange; il retire donc $x_2 r_2$; c'est la quantité Q_2 (1).

Nous avons par suite :

$$\rho = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{C (t_1 - t_2) + x_1 r_1 - x_2 r_2}{C (t_1 - t_2) + x_1 r_1} = 1 - \frac{x_2 r_2}{C (t_1 - t_2) + x_1 r_1}$$

C'est ainsi que se calcule le rendement ρ d'une machine alimentée de vapeur saturée, au titre x_1 .

Dans le cas de la surchauffe, $x_1 = 1$; de plus, la surchauffe coûte en chaleur $c (t'_1 - t_1)$, c étant la chaleur spécifique, supposée constante, de la vapeur et t'_1 la température de la surchauffe.

Nous avons donc :

$$Q_1 = C (t_1 - t_2) + c (t'_1 - t_1) + r_1$$

En détente, la vapeur perd graduellement sa surchauffe, passe

(1) Nous ne faisons pas mention de deux termes en $A p_2 u x_2$ qui s'annulent; d'autre part nous négligeons le travail d'alimentation de la chaudière, qui est le même en saturation et en surchauffe, et n'a d'ailleurs qu'une faible valeur.

par l'état de saturation et aboutit finalement à un titre que nous appellerons x'_2 , pour le distinguer de x_2 ; x'_2 est évidemment plus grand que x_2 .

Le reste du calcul est identique au précédent (1).

Il vient donc :

$$\rho' = 1 - \frac{x'_2 r_2}{C(t_1 - t_2) + c(t'_1 - t_1) + r_1}$$

Pour se rendre compte de l'effet produit par la surchauffe, il faut déterminer les valeurs respectives de ρ et de ρ' pour un exemple concret; remplaçons donc les symboles par les nombres considérés ci-dessus.

$$\begin{array}{l} t_1 = 164^\circ \qquad t_2 = 30^\circ \qquad t_1 - t_2 = 134^\circ \\ r_1 = 490,66 \qquad r_2 = 585,62 \\ C = 1,013 \end{array}$$

Prenons $x_1 = 0,95$; c'est la valeur relevée habituellement; la formule de Clausius donne $x_2 = 0,79$.

Tous calculs faits, nous trouvons pour la marche en vapeur saturée :

$$\rho = 1 - 0,768 = 0,232$$

En surchauffe :

$$\begin{array}{l} t'_1 = 350^\circ \qquad c = 0,48 \qquad x'_2 = 0,92 \\ \rho' = 1 - 0,752 = 0,248 \end{array}$$

Le bénéfice est égal à 7 pour cent environ (2).

Avant de discuter ce résultat, nous ferons observer que nos calculs nous ont fourni une indication précieuse; ils nous montrent que, dans une détente effectuée depuis la pression correspondante à 164° , en saturation, jusqu'à celle d'un condenseur maintenu à 30° , alors même

(1) Nous ne tenons pas compte dans nos calculs de l'action de l'enveloppe dont l'apport de calorique peut lutter contre la condensation dans une certaine mesure.

(2) Regnault avait adopté pour la chaleur spécifique de la vapeur, c , la valeur 0,48 que nous appliquons dans notre calcul; mais il est bien probable que ce coefficient croît avec la température et qu'à 350° le chiffre de Regnault devrait être majoré; le bénéfice augmenterait en conséquence.

qu'on surchauffe à 350°, la vapeur perd entièrement sa surchauffe et que son titre tombe même à 0,92. Cela n'arriverait pas dans le cas d'une détente moins complète, ainsi que je l'ai constaté pour une machine sans condensation avec surchauffe à 365°, dont la vapeur s'échappait dans l'atmosphère à une température de 448° (1); le phénomène serait donc moins marqué dans la pratique, parce qu'on détend rarement la vapeur jusqu'à la pression du condenseur; néanmoins, on peut dire que la surchauffe est d'ordinaire insuffisante pour qu'elle se maintienne jusqu'à la fin de la course.

Pour obtenir ce résultat, il serait nécessaire de partir d'une température beaucoup plus élevée que 350°.

Quelle est exactement cette température?

Le thermodynamique nous permet de répondre à cette question.

En effet, Clausius a admis que la vapeur d'eau surchauffée se détendait comme un gaz et que la formule de Poisson, $pv^\gamma = \text{constante}$ lui était applicable à condition de faire l'exposant γ égal à 1,28. Il en résulte que les températures absolues et les pressions sont liées par la formule connue :

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}$$

Passant aux nombres, nous trouvons :

$$T_1 = 303 \left(\frac{7}{0,0429} \right)^{0,218} = 920^\circ \text{ absolus} = 647^\circ \text{ centigrades.}$$

Pour arriver dans une machine à condensation et à détente complète, à fin de course, avec de la vapeur absolument sèche, sans tenir compte de l'action de l'enveloppe, il faudrait donc surchauffer à plus de 600° : nos arrière-neveux réaliseront peut-être ces températures et ils auront à s'en féliciter, car la valeur du rendement

(1) Il s'agit d'une petite machine Buffaud et Robotell, alimentée par un générateur-surchauffeur Serpollet, que j'ai essayée en 1896 à Paris; elle consommait 5 kil. 88 de vapeur par cheval-heure effectif, sous 14 k. de pression.

ρ recevrait un accroissement remarquable ; le calcul donne en effet dans ce cas :

$$\rho = 0,375$$

Pour le coup, le moteur à gaz serait dépassé.

A l'heure présente, le cas que nous venons de considérer est, il est vrai, absolument fictif et rien que théorique ; mais les tenants de la vapeur retiendront sans doute les conclusions de notre calcul. D'autres se contenteront de noter que la théorie est d'accord avec la pratique, attendu quelle annonce, ainsi que nous l'avons constaté expérimentalement, qu'il y a un bénéfice croissant avec le degré de surchauffe, au-delà même de 400°.

Mais on constatera aussi que le bénéfice promis par le calcul est moindre que celui qu'on a réalisé : le cas est intéressant, attendu qu'un calcul spéculatif de l'espèce de celui que nous venons de faire devrait conduire à des résultats supérieurs à ceux que fournit l'expérience, puisqu'il s'applique à une machine relativement parfaite, et qu'il n'a fait entrer en ligne de compte aucune déperdition.

Comment se fait-il donc que le calcul n'indique que 7 pour cent d'économie, alors qu'on obtient quelquefois 18 pour cent ?

Le calcul est-il faux ou bien est-il incomplet ?

Nous allons voir qu'il est incomplet.

Hirn avait en effet déjà rencontré de semblables divergences entre la théorie et les faits, et il avait été amené de la sorte à déclarer que toutes ces théories qu'il appelait *génériques* étaient insuffisantes, parce qu'elles négligeaient un élément capital dans la question, *l'action de paroi*.

Il nous reste donc à faire intervenir dans l'étude des phénomènes qui se succèdent à l'intérieur du cylindre, cette influence prépondérante du métal au contact duquel la vapeur évolue dans le cycle, en appliquant la théorie *expérimentale* du maître (1).

(1) Wirtz. — De l'effet thermique des parois d'une enceinte sur les gaz qu'elle renferme ; Thèse inaugurale soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris, et Annales de chimie et de physique, 5^e série, Tome XV, 1879.

La surchauffe de la vapeur a pour premier effet de transformer un fluide immédiatement condensable en un gaz susceptible de céder une certaine quantité de chaleur sans se condenser, et j'ai démontré, en 1878, que les gaz perdent moins de calorique au contact des parois des enceintes qui les renferment que les vapeurs condensables; l'action de paroi est donc moindre sur la vapeur surchauffée que sur la vapeur saturée, et la détente s'approche davantage d'être adiabatique.

Mais c'est le petit côté de la question, car voici une autre considération bien plus décisive et une influence beaucoup plus énergique. Quand la vapeur arrive à fin de détente à l'état de saturation, elle dépose de la buée sur la paroi intérieure du cylindre; cette buée s'évapore au moment où le cylindre est mis en communication avec le condenseur, en empruntant au métal la chaleur qui lui est nécessaire, et ce phénomène occasionne la perte que Hirn a dénommée *le refroidissement au condenseur*. C'est cette perte qui contribue le plus à l'abaissement du rendement des machines. « La cause la plus désastreuse de perte de chaleur, dit Hirn, c'est l'évaporation instantanée de l'eau qui reste le long des parois des cylindres à la fin de la détente et au moment où se fait l'échappement au condenseur ». (1)

Cette évaporation a pour résultat immédiat de refroidir tellement le métal qu'il se produise au début du cycle suivant, lors de l'admission consécutive, une condensation de vapeur abondante, qui abaisse le titre de la vapeur admise, mouille de nouveau la paroi et aggrave le mal jusqu'à ce qu'un état de régime soit établi. Ces phénomènes constituent une cause de détérioration du cycle des plus graves; la quantité de chaleur perdue par cette voie peut dépasser de beaucoup la quantité de chaleur qui se transforme en travail.

Or, il est évident que cette détérioration est d'autant plus impor-

(1) HIRN. — Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la chaleur, 3^e édition, tome II, page 65, Paris, 1875.

tante que x_2 est plus faible ; elle est donc fortement réduite par la surchauffe, puisque x'_2 est toujours plus grand que x_2 .

Mais ce n'est pas tout : si la surchauffe de la vapeur admise est telle que $c(t'_1 - t_1)$ soit plus grand que le refroidissement au condenseur, la vapeur ne se condensera pas durant la phase d'admission : il en résultera par suite un bénéfice considérable que la théorie générique néglige entièrement ; c'est en cela qu'elle est incomplète.

Nous voyons donc pourquoi le calcul ne nous a fait trouver que 7 pour cent d'économie, alors que la pratique en donne parfois 17.

La constance de consommation constatée à demi-charge s'explique par ces mêmes considérations ; avec de la vapeur saturée, x_2 est d'autant plus faible que la détente est plus complète, et sa valeur doit donc diminuer avec la charge ; c'est pourquoi la consommation à demi-charge est toujours plus grande qu'à pleine charge, même par cheval-heure indiqué. Mais en surchauffe, la variation de x'_2 est beaucoup moins marquée et le rendement ne varie qu'insensiblement.

Puisque x'_2 n'est jamais égal à 1 par défaut de surchauffe, le concours de l'enveloppe de vapeur et des expansions multiples reste utile ; la surchauffe doit donc être économique pour toutes les machines ainsi que l'expérience le démontre.

Mais son action ne dépasse guère le cylindre à haute pression des machines compound et triplex, et les condensations intérieures se reproduisent dans les cylindres suivants. Il serait donc rationnel de faire encore une certaine surchauffe dans les *receivers*, au passage d'un cylindre à l'autre, ainsi que l'ont proposé les ingénieurs de MM. Sulzer frères et ainsi que cela a été pratiqué en Allemagne, avec succès, nous a-t-on dit.

La théorie expérimentale complétant les conclusions de la théorie générique, rend dès lors suffisamment bien compte des diverses particularités observées dans la marche en surchauffe et elle explique le bénéfice réalisé, qui est dû à la plus grande chute de température entre le foyer et le réfrigérant, aux conditions meilleures de la

détente et principalement à la diminution, sinon à la suppression complète du refroidissement au condenseur.

Ces considérations sont de nature à encourager les praticiens à poursuivre leurs essais et à persévérer dans leurs tentatives ; il s'agit surtout de perfectionner les surchauffeurs et de construire des moteurs qui permettent l'emploi des températures élevées, sans leur faire perdre la sécurité du fonctionnement qui est la qualité maîtresse des appareils à vapeur.

Nos plus habiles constructeurs se sont mis à la tâche ; on peut espérer qu'ils réussiront bientôt.

En attendant tous les industriels ont intérêt, dès maintenant, à adjoindre des surchauffeurs à leurs générateurs de vapeur, et il suffira d'une surchauffe très modérée pour donner des résultats appréciables, dans n'importe quelle machine.

COMMENT SE COMPORTENT

LES

MÉTAUX INDUSTRIELS

QUAND ILS SONT SOUMIS

A DES TEMPÉRATURES DE 160° A 400° C. EN PRÉSENCE DE LA VAPEUR

Par J. DEFAYS,

Ingénieur,
Président du Comité du Génie Civil.

Les générateurs de vapeur et les machines qui utilisent cette vapeur sont composés, en général, d'organes en fonte, fer, acier, cuivre, bronze, antifricition ; l'aluminium et le nickel purs ou alliés à d'autres métaux trouvent aussi leur emploi dans la fabrication de certaines pièces spéciales.

Tous ces métaux ont été étudiés avec grands soins ; mais la plupart des expériences auxquelles ils ont été soumis ont été faites à froid, c'est-à-dire à des températures de 15 à 20°. Jusque maintenant on s'était toujours contenté de ces résultats pour étudier les dimensions à donner aux organes des machines ; on s'en était bien trouvé, car les températures atteintes dépassaient rarement 185°. Quand, comme dans les locomotives et les machines marines, on a poussé les pressions jusque 15 et 16 kilog. correspondant à des températures de 200° environ, on a rencontré de graves inconvénients résultant de l'emploi de ces métaux ordinaires. Ces inconvénients

se sont encore accrus, quand on a repris l'étude de la surchauffe qui amenait la vapeur à des températures de 300 à 400°, avant de l'employer dans les machines.

Il faut que les organes contenant la vapeur surchauffée et à des pressions relativement fortes puissent résister aux efforts intérieurs sans se déformer, se désagréger ou se corroder. C'est le cas pour les tuyaux, les prises de vapeur, les cylindres, les boîtes de distribution.

Aux cylindres on demande en plus de résister à l'usure provenant des frottements auxquels ils sont soumis.

Aux segments de piston on demande et de la résistance au frottement et une élasticité suffisante.

Les tiges de piston doivent surtout résister aux efforts de traction et de compression, et à l'usure provenant des frottements dans les boîtes à bourrage.

Les garnitures de stuffing-box doivent, sans rayer les tiges, résister aux frottements énergiques.

Mais à toutes ces qualités exigées des organes, il faut encore que les dilatations et déformations provenant des différences de température ne soient pas assez grandes pour contrarier les efforts et amener des complications dans la construction des organes.

On voit donc combien la question est complexe, aussi je ne pourrai donner ici que des indications générales et montrer la voie à suivre pour éviter les surprises dans la construction des machines.

Voyons d'abord les qualités des métaux qui sont à notre disposition :

La fonte. — Dans les machines ordinaires elle est employée dans la construction des différents objets moulés : cylindres, pistons, tuyauteries, prises de vapeur, etc.; à la température ordinaire on demande à une bonne fonte de moulage de pièces mécaniques, une

résistance à la traction de 12 à 15^k par mm². Cette fonte, à la flexion, résistera à 25 kil. pour une barre de section carrée.

Dans la pratique, il a été démontré que la fonte à haute température au point de vue de la résistance à la traction et à la compression se comportait très bien. Aussi Schwærer, un des rénovateurs de la surchauffe, a-t-il trouvé bon de n'employer que des surchauffeurs en fonte et le succès qu'il obtint depuis de nombreuses années semble lui donner raison.

Mais si la fonte résiste convenablement aux efforts de traction, il est bon de l'étudier spécialement au point de vue des *dilatations* et de l'*oxydation*.

Dans les cylindres l'inégalité de l'échauffement donne des déformations importantes qui peuvent amener des coincements de pistons, si on n'a pas prévu les dilatations uniformes ; il faut donc, dans les pièces moulées, bien équilibrer les masses. Cet équilibre doit surtout être étudié pour les chemises rapportées qui peuvent se resserrer dans les bouts et amener de graves inconvénients.

Il est à remarquer qu'une pièce venant difficilement de fonderie souvent se comporte mal au point de vue des dilatations.

Il est donc utile d'avoir recours aux lumières du fondeur pour obtenir des moulages faciles et par suite des pièces saines.

C'est surtout dans l'étude des distributeurs que la question de dilatation est importante.

Nous pensons bien faire en reproduisant ici un extrait d'un mémoire de R. Lenke présenté à l'International Congress of Engineering of Glasgow. (1).

« Les distributeurs à nombreuses nervures comme les tiroirs plats »
» et les robinets Corliss ordinaires, ne supportent pas facilement la »
» surchauffe au delà de 250° environ, même s'ils sont petits, et les »
» grands tiroirs sont rebelles même aux faibles surchauffes à moins »
» de les graisser par une circulation forcée.

(1) *Revue Technique* du 10 novembre 1901.

» Les tiroirs-pistons conviennent parfaitement en raison de la
» répartition uniforme de leur métal, mais ils exigent néanmoins
» certaines précautions ; les ailettes qui relient le pourtour de ces
» tiroirs au moyeu ne doivent pas, dans les tiroirs ajustés par
» rodage et sans garnitures, se prolonger jusqu'aux surfaces frot-
» tantes, qu'elles rendraient polygonales par leur dilatation ; et on
» doit roder ces tiroirs dans des manchons plus petits que ceux dans
» lesquels ils doivent travailler afin de tenir compte de la dilatation
» des tiroirs. Comme le cylindre du moteur se dilate plus ou moins
» que sa boîte à tiroir, il faut munir cette boîte d'un manchon dans
» lequel travaille le tiroir, et disposé de manière à ne pas se déformer
» par ces dilatations inégales. Les joints entre ces manchons et
» leurs boîtes doivent, afin d'en assurer l'étanchéité, être étagés et
» à garniture en minces anneaux d'amiante ; le manchon est pressé
» sur ces anneaux par des vis, et l'étanchéité est assurée par l'élas-
» ticité de l'amiante. Les longs tiroirs, rafraichis ou non par la
» vapeur d'échappement, se grippent, il faut les faire le plus court
» possible : il ne faut pas y employer de segments, la vapeur passe
» derrière eux, augmente leur pression et les frottements ; comme
» on ne peut pas garantir l'étanchéité des tiroirs-pistons, il faut les
» faire du plus petit diamètre possible. La vapeur surchauffée peut
» passer dans les conduites 30 à 40 fois plus vite que la vapeur
» saturée et il faut en tenir compte dans l'établissement de la distri-
» bution.

» Les tiroirs-pistons glissant l'un dans l'autre, comme ceux des dis-
» tributions Rider et Mayer, sont impraticables avec la surchauffe. »

On voit par là combien il est important d'étudier comment la fonte se comporte aux hautes températures au point de vue de la *dilatation*.

— Je disais aussi qu'il fallait craindre l'*oxydation* avec la vapeur surchauffée. Les pièces en fonte et en fer soumises à l'action de l'oxygène, de l'eau et de l'acide carbonique se rouillent ; mais, si un de ces corps manque, il ne se produit pas de rouille.

Cette remarque est nécessaire pour le choix des huiles et lubrifiants. Les lubrifiants peuvent, sous l'influence des hautes températures, donner de l'acide carbonique donc provoquer des oxydations de la fonte, et des détériorations rapides des pièces rodées.

La fonte dans les cylindres doit aussi être assez *dure pour éviter l'usure* qui donne des ovalisations, mais elle doit être surtout *homogène*. Une fonte homogène se travaille bien.

Une fonte non homogène est exposée à des usures mécaniques différentes, mais aussi à des désagréments locaux d'autant plus dangereuses que les températures sont plus fortes.

Les segments doivent, avec la vapeur surchauffée, se faire en fonte. L'acier coulé et le bronze ne résistent pas comme nous le verrons plus loin à des températures dépassant 200°, surtout dans les pièces soumises à des frottements énergiques. La fonte des segments doit être dure et élastique. Je pense que dans le cas de la vapeur surchauffée, il serait imprudent d'employer des segments à épaisseurs différentes à cause des ovalisations possibles. Il est aussi nécessaire de tourner une seconde fois les segments, après l'enlèvement de la partie correspondant à la bande naturelle que l'on veut obtenir et cela pour avoir des segments bien ronds et s'appliquant exactement sur les parois des cylindres. Les bagues de stuffing-box métalliques ont été faites avec la vapeur saturée en bronze ou en antifriction. Nous verrons plus loin les ennuis provenant de l'emploi de ces métaux avec la vapeur surchauffée. Aussi on a essayé la fonte pour cet usage et grâce à des précautions spéciales dans la construction de ces bagues, on est arrivé à des résultats très satisfaisants. On savait depuis longtemps que fonte sur acier et fonte sur fonte donnent d'excellents frottements. Comme nous le disions plus haut, il est utile dans ce cas d'éviter les oxydations possibles.

La fonte dans laquelle on introduit quelques pour cent de nickel est fort compacte. La cassure donne un grain fin et serré, ce qui empêche les grippements. Cette fonte est surtout utilisée en Angleterre et en Allemagne pour la confection des boîtes de distribution.

La fonte qu'emploie M. Schwoerer pour la fabrication de son surchauffeur sont, m'a-t-on dit, des fontes plus ou moins décarburées.

L'acier. — L'acier remplace presque toujours le fer dans la construction des organes des machines.

A froid il donne :

Pour l'acier extra-doux non trempé	40 ^k	avec allongement de	27	%	
Pour le très doux	44 ^k	»	»	24	%
Pour le doux	54 ^k	»	»	17	%
Pour le dur	64 ^k	»	»	12	%
Pour le très dur	74 ^k	»	»	7,5	%
Pour l'extra dur	84 ^k	»	»	4,5	%

La trempe de ces aciers augmente la charge de rupture mais diminue l'allongement.

Les tuyaux en acier sont employés dans presque tous les surchauffeurs. Les tiges de piston, les tiges filetées des robinets à soupape, les boulons, etc., toutes pièces exposées à la vapeur surchauffée se font en acier. Aussi ce métal a-t-il été soumis à de nombreuses expériences, expériences qui malheureusement sont assez contradictoires probablement à cause des différences de composition des aciers et surtout des méthodes employées pour faire les essais.

D'après Fairbairn la résistance de l'acier augmente, ou au moins se maintient jusque 400°, mais après la résistance décroît rapidement.

Les hautes surchauffes deviennent donc impossibles même avec l'acier.

Huston qui a fait des expériences sur le fer et l'acier aux températures de 0°, 300° et 500° montre que la résistance augmente avec la température, tandis que l'allongement décroît.

D'après Barba, la résistance augmente jusque 300° et l'allongement décroît ; au-dessus de 300°, les résistances diminuent rapidement.

On voit que les avis sont partagés.

Dans l'ouvrage d'Unwin sur les résultats des essais faits sur les matériaux employés dans les constructions, on trouvera des tableaux de résultats intéressants à consulter, les essais ayant été faits à des températures très différentes.

En France, il a été fait pour la marine des quantités d'essais sur l'acier. Il en résulte que l'acier peut être employé sans crainte, au point de vue de la *résistance* et de l'*allongement*, dans les divers organes de générateurs et machines à vapeur.

Il faut aussi savoir comment se comporte l'acier sous l'influence de la chaleur au point de vue de la *dilatation*.

MM. Charpy et Grenet, Ingénieurs à la C^{ie} des Forges de Châtillon, viennent de publier une étude très complète sur ce sujet.

De cette étude ils déduisent qu'au-dessous de 700° environ, les aciers à différents teneurs en carbone possèdent des coefficients de dilatation sensiblement identiques et croissant régulièrement avec la température, ensuite que les coefficients de dilatation des aciers au nickel (de 0 à 29 % de Ni) sous la forme stable à froid, diffèrent relativement peu du coefficient de dilatation de l'acier ordinaire, mais que : les coefficients de dilatation des aciers au nickel, sous la forme stable à chaud, varient considérablement avec la teneur en nickel aux températures comprises entre 0° et 200° (1).

L'acier fondu. — Comme nous le verrons plus loin, le bronze doit être proscrit des pièces soumises aux hautes températures du moins pour les pièces moulées.

L'acier moulé peut avantageusement remplacer le bronze, mais à des températures de 200°, il devient tendre et il ne peut plus servir pour la fabrication des pièces soumises aux frottements.

Le cuivre rouge. — Le cuivre rouge est employé surtout pour

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, N° 4. T. 104, 1^{er} semestre 1903.

la confection des conduites de vapeur. Si ce métal a rendu de grands services avec l'emploi de la vapeur saturée à pression moyenne, il doit être absolument rejeté avec la vapeur surchauffée, car sa tenacité diminue rapidement avec la température.

Les expériences, faites sur des planches en cuivre par le comité de l'Institut Franklin, sont résumées dans le tableau ci-après :

TEMPÉRATURES	RÉSISTANCES PAR $\frac{m}{m^2}$	TEMPÉRATURES	RÉSISTANCES PAR $\frac{m}{m^2}$
40°	23 ^k	430°	13 ^k 5
150°	21 ^k 6	535°	7 ^k 9
285°	17 ^k 5	1.100°	0

Nous verrons plus loin qu'en introduisant dans le cuivre certains métaux étrangers, même à faible dose, on arrive à des résultats intéressants pour l'emploi de ce métal, même avec la vapeur surchauffée.

Les bronzes. — Comme pour la fonte on peut faire varier les qualités des bronzes suivant les usages auxquels ils sont destinés. On peut avoir des bronzes durs, doux ou tendres.

Les uns peuvent résister aux chocs, aux efforts de traction ayant divers degrés d'allongement, d'autres résistent surtout aux frottements ; mais portés à la température de 200° environ, on voit toutes les qualités que possèdent ces métaux à la température de 15° disparaître rapidement. Ils deviennent cristallins et excessivement fragiles, l'usure au frottement est rapide à 300°. Le bronze le meilleur pour résister aux efforts de traction, par exemple, ne donne plus que 3^k ou 4^k par mm^2 , même à 200°. Le bronze ne peut plus être utilisé pour les pièces soumises aux efforts de traction et de frottement.

Donc plus de bronze pour les tiges de soupapes, de prises de

vapeur, plus de bronze à plus forte raison pour les robinets, clapets, obturateurs, boîtes de dilatation.

Comme je le disais plus haut les *segments de pistons* ne devront plus être en bronze. Ils seraient usés rapidement et seraient exposés à se casser. Leur élasticité deviendrait nulle.

Les garnitures métalliques des stuffing-box qui rendent de si grands services dans les fortes machines à vapeur saturée ne peuvent plus être en bronze à moins de précautions spéciales pour mettre les garnitures le plus possible à l'abri de la chaleur.

C'est surtout dans les constructions navales où l'emploi du bronze était général que l'on a ressenti d'abord les ennuis des températures relativement élevées.

C'est alors que le besoin de trouver un métal non oxydable résistant à des températures correspondant à des pressions de 15^k a poussé les chimistes-métallurgistes à chercher de nouveaux alliages à base de cuivre.

Je veux parler de ces laitons dans lesquels on introduit du fer, du nickel, du manganèse de l'aluminium, etc. En France nous avons le « Roma » inventé par M. Guillemin et exploité par la maison Mathelin et Garnier de Lille.

En Angleterre, le Bull's Metal, le Melloïd, le Pearson, le Delta, etc.

Malgré les qualités exceptionnelles du Roma, par exemple, nous tombons après 250° de température dans l'incertitude et l'irrégularité la plus forte.

La marine pour les pièces soumises au contact de la vapeur de ses machines à hautes pressions procède à des essais de résistance à 15° et 215°. Les barrettes doivent donner en moyenne :

TEMPÉRATURES	15°	215°
Résistance à la rupture.....	35 ^k	25 ^k
» élastique.....	12 ^k	15 ^k
Allongement total.....	18 %	20 %

Les essais sur le Roma ont donné les résultats suivants :

	15	100	150	200	225	250
<i>Roma N° 3 moulé</i>						
Résistance	40 ^k	41	39	30	28	27
Limite élastique	14 ^k	18	20	22	22	20
Allongement	18%	20	28	44	49	50
<i>Roma N° 4 laminé et recuite</i>						
Résistance	40 ^k	37	36	34	30	28
Limite élastique	12 ^k	14	15	15	15	14
Allongement	32%	36	55	60	60	54
<i>N° 4 laminé et écroui</i>						
Résistance	50 ^k	45	42	40	38	35
Limite élastique	28 ^k	22	22	27	30	28
Allongement	22%	22	24	25	30	33

Les résultats sont déjà très beaux, mais pour des pièces moulées, peut-on compter sur les résistances dans toutes les parties de la pièce. Ces métaux sont très difficiles à couler et à obtenir sains.

Voici quelques renseignements sur le Bull's métal de Joker près Glasgow comparé aux bronzes ordinaires et aux laitons.

Températures	MÉTAL BULL LAMINÉ						MÉTAL à canon 87.75-9.75-2.50		LAITON LAMINÉ 60 Cu, 40 Zn			LAITON AMIRENTHÉ laminé 61 Cu, 38 Zn, 1 Sn		
	Doux			Dur			R.	All.	R.	E.	All.	R.	E.	All.
	R.	E.	All.	R.	E.	All.								
15°	51.5	45.25	46.5	66.5	54.8	»	23.7	12.5	39.4	25.35	21.1	42.75	29.85	19.1
150°	42.7	35.7	12.7	»	»	12.5	22.5	10.0	»	»	»	»	»	»
205°	39.95	33.2	14.6	61.5	53.8	5.8	11.0	0.75	33.8	22.4	28.7	37.05	26.35	16.2
260°	»	»	»	52.4	45.4	7.8	11.25	Nul	31.60	22.45	27.8	37.10	29.85	13.8

Comme vous le voyez, le bronze dit bronze à canon à 260° de température ne donne plus que 41^k,25 de résistance et l'allongement est nul. Il est bon de le remarquer, c'est le bronze pour pièces soumises à la traction.

Les bronzes plus riches en étain, à cette température de 260°, se casseraient comme du verre.

Je n'ai pu obtenir de renseignements sur ces métaux fondus simplement et probablement pour cause. Pour la surchauffe il est donc nécessaire de prendre dans des barres laminées les pièces que l'on voudrait faire en métal Bull.

Un autre métal, le Melloïd, inventé aussi par M. Bull possède certaines qualités que je vais résumer.

Cet alliage est un vrai bronze, composé de cuivre et d'étain et qui résiste surtout à la corrosion.

Lorsqu'il est laminé, sa résistance à la traction est de 45 k. environ et cette résistance n'est pas sensiblement amoindrie à 300°. En effet il donne encore 40 k. à cette température.

Mais ce métal ne peut résister aux frottements et il ne doit être employé que pour les plaques de foyer, entretoises, tubes, boulons, valves, etc.

Voici un tableau des expériences faites par M. Stanger de Londres.

BARRES EN MELLOÏDE	A FROID	205°	260°	315°
Résistance.....	45 ^k 4	43,3	41,1	40,2
Limite d'élasticité...	43 ^k 4	36,9	38,9	33,7
Allongem. sur 250 ^m / _m .	»	5,0	5,2	7,7

Remarquons que la limite élastique est bien près de la charge de rupture.

Les bronzes d'aluminium sont aussi employés dans l'industrie. Ils

possèdent certaines qualités qui pour le cas qui nous occupe doivent attirer sur eux l'attention des constructeurs.

Bien composés ils possèdent des résistances qui atteignent celles des meilleurs aciers ; ils peuvent se mouler, se forger et ils possèdent en plus une qualité exceptionnelle, une grande inoxydabilité.

Les alliages légers, c'est-à-dire ceux dans lesquels il n'entre que 3 à 10 % de cuivre perdent toutes leurs qualités, à haute température.

Les alliages lourds, sont composés d'environ 90 % de cuivre et 10 % d'aluminium.

Ces bronzes à texture fine et homogène, malgré des refontes successives ne donnent pas de liquation. Ils résistent à des efforts de 48 à 60 k. avec des allongements de 24 à 12 %, suivant qu'ils sont coulés en sable ou en coquilles. 1/20 % de silicium augmente la résistance.

Les laitons d'aluminium à froid donnent 30^k avec 30 à 45 % d'allongement.

Ces bronzes et laitons d'aluminium possèdent, et c'est cela qui nous intéresse dans cette étude, le grand avantage de conserver leurs propriétés de résistance ou d'allongement jusque 400°.

En plus, il sont moins oxydables que les autres bronzes (c'est du moins ce que dit M. Moissonier, dans son ouvrage sur l'aluminium)(1).

En résumé, les bronzes proprement dits, à base de cuivre et d'étain, ne donnent que des déboires avec la surchauffe.

C'est vers les bronzes spéciaux dont nous avons parlé que l'on doit chercher la solution si épineuse des pièces non oxydables devant résister à de grands efforts sous des températures relativement élevées.

Les antifrictions. — Les antifrictions sont des composés d'étain, d'antimoine, de cuivre ; quelquefois d'étain, d'antimoine, de plomb,

(1) *L'Aluminium*, par Moissonier ; Gauthier-Villars, Paris.

etc., en proportions variables. Les meilleurs, quoi qu'on en dise, sont encore ceux à base d'étain. C'est vrai qu'ils sont coûteux. Ces alliages jouissent de propriétés qui paraissent incompatibles, à première vue. Ils sont très tendres puisqu'ils se laissent couper au couteau et malgré cela ils résistent parfaitement aux frottements énergiques.

En voici, en quelques mots, l'explication :

L'antifriction est composé d'une matière eutectique, plastique, dans laquelle sont enchâssés des millions de cristaux microscopiques d'antimoniure d'étain. Ces cristaux sont très durs. Sous l'influence de la pression la matière eutectique se moule parfaitement sur la surface avec laquelle elle est en contact et la pièce frotte sur les petits cristaux sans les user.

La matière eutectique sert donc à enchâsser la matière qui doit résister au frottement tout en répartissant les efforts sur la plus grande surface possible.

Cela n'explique cependant pas l'usage que l'on fait dans les locomotives de tiroirs garnis de pépins en antifriction. Je pense que ces boîtes de distribution reçoivent de la vapeur entraînant des particules solides rayant les glaces et les tiroirs. Ces particules s'incrustent alors dans les alvéoles remplies d'antifriction et n'ont plus ainsi aucun effet nuisible. Ces alvéoles sont donc des nids à crasses. Avec la vapeur surchauffée il faut employer de l'antifriction ne fondant pas à la température de 300°. Le Tempalto, inventé par M. Bull ne fond qu'à 600° et peut donc être employé sans inconvénient jusque 400°. Il peut donc rendre de grands services dans les machines à vapeur surchauffée.

Mais l'antifriction est surtout employé dans la confection des stuffing-box. Pour les températures moyennes on emploie un antifriction contenant environ 76 % plomb, 14 % d'étain et 10 % d'antimoine. Ce métal est trop fusible, mais on pourrait l'utiliser en prenant des précautions pour que le métal se trouve plus ou moins à l'abri de la chaleur en l'éloignant le plus possible de la vapeur.

Comme je le disais tout à l'heure, il est sage de se méfier des antifrictions du commerce. J'ai fondu il y a quelques années des bagues de presse-étoupes en un métal dans lesquels l'étain était remplacé par du zinc. Après six mois de marche, ce métal qui était, avant son emploi, très dur, d'un beau brillant et peu fusibles' était transformé en une matière noirâtre qui s'écrasait sous la pression du doigt.

D'où provenait ce phénomène ? Je n'ai pas eu l'occasion de m'en rendre compte. Il a pu, sous l'influence de la haute température et en présence d'huiles sulfureuses se former des sulfates de zinc noirâtres et friables.

Depuis le constructeur est revenu aux bons antifrictions qui lui ont toujours donné toute satisfaction.

Il se présente encore dans la construction des robinets à soupape soumis à de hautes températures un grand inconvénient provenant de la difficulté d'obtenir une fermeture hermétique.

Qu'arrive-t-il ? Les sièges des soupapes se déforment sous l'influence de la chaleur, les clapets se dérodent, les soupapes fuient.

Nous avons eu l'occasion d'étudier une nouvelle soupape qui vous sera présentée plus tard et qui a donné d'excellents résultats. Je dirai seulement que pour obtenir une fermeture étanche nous nous sommes basés sur la propriété d'un cuivre phosphuré spécial qui, aux hautes températures, devient assez plastique pour n'exiger qu'un rodage sommaire et qui en s'appliquant même sur un siège déformé donne une étanchéité parfaite.

Nous avons des robinets à soupape jusque 475 $\frac{m}{m}$ d'orifice soumis à une pression de 12 k. à 300° de température qui résistent très bien et donnent toute satisfaction.

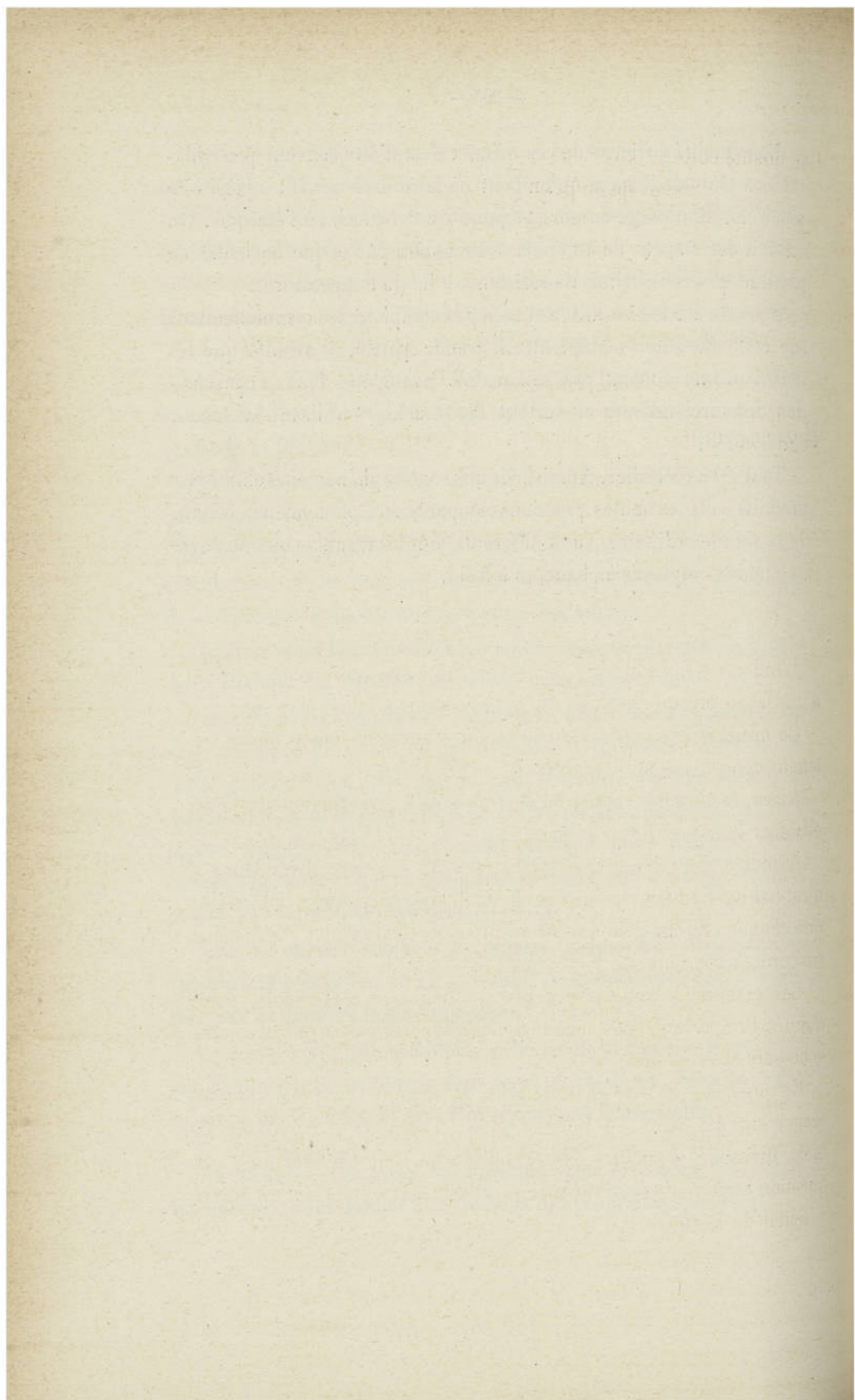
Un métal à peu près semblable a été employé à cause de sa plasticité pour sertir les cylindres dans leurs enveloppes. Trop tendre ce métal ne peut, en aucun cas, être soumis aux frottements.

Le nickel. — Ce métal est introduit dans les fontes, les aciers, les bronzes, pour donner à ces métaux des propriétés spéciales.

Une qualité curieuse de ces métaux c'est d'être souvent peu dilatables. On voit l'usage qu'on peut en faire dans certaines pièces de machine. Son usage en sera toujours assez restreint à l'état pur. On en fait des clapets de robinets à soupape, parce que ce métal ne perdrait pas ses qualités de résistance à haute température.

De cette étude bien ardue et bien peu complète, les renseignements sur cette question manquent en grande partie, il résulte que les ingénieurs ne doivent pas se lancer à l'aveuglette dans la construction des surchauffeurs et surtout des machines utilisant la vapeur surchauffée.

Tout est à réétudier. Aussi différents sont les phénomènes chimiques produits sous les hautes pressions comparés aux phénomènes connus de la chimie ordinaire, aussi différents sont les résultats obtenus avec les métaux employés à chaud ou à froid.



RAPPORT

DE LA

COMMISSION NOMMÉE PAR LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DU NORD DE LA FRANCE

dans sa Séance du 18 Mars 1903, pour l'étude d'une

Méthode unitaire du Dosage du Soufre dans les Pyrites

par M. LEMAIRE,

Ingénieur chimiste, rapporteur de la Commission.

L'industrie si importante de l'acide sulfurique emploie aujourd'hui d'une façon presque exclusive la pyrite comme matière première.

Ce minerai est généralement vendu d'après la teneur en soufre, teneur déterminée par l'analyse.

Aussi, le chimiste industriel se trouve-t-il très souvent amené à effectuer le dosage de ce corps.

A moins de conventions spéciales entre acheteur et vendeur, il n'est habituellement pas imposé de méthode analytique ; il s'en suit que chaque chimiste employant un procédé différent, les résultats ne concordent pas toujours.

Ces erreurs se multipliant par de très gros coefficients, étant donnée l'importance des marchés, de fréquents litiges ont lieu entre acheteurs et vendeurs.

En présence de ces contestations, la Société Chimique, dans sa séance du 18 mars, a nommé une Commission composée de MM. Brasseur, Lemaire, Maire et Moritz, chargée d'étudier la question et de rédiger un rapport qui serait soumis au Congrès International de Berlin.

La Société a émis le vœu qu'une méthode d'analyse, servant de base à ces transactions soit déterminée par le Congrès.

La Commission a étudié les différents procédés analytiques dans le but de présenter une méthode susceptible de donner satisfaction tant aux acheteurs qu'aux vendeurs.

Le soufre existe dans la pyrite :

1^o A l'état de sulfure ;

2^o A l'état de sulfates partiellement décomposables à la température des fours à pyrites :

3^o A l'état de sulfates indécomposables dans ces conditions et, par conséquent, inutilisables dans la fabrication de l'acide sulfurique.

Il serait à désirer que la méthode d'analyse à appliquer fût celle qui indiquerait une teneur en soufre se rapprochant le plus de la quantité transformable en acide sulfureux pendant le grillage.

Les procédés d'analyse se divisent en :

1^o Méthodes par voie sèche ;

2^o Méthodes par voie humide ;

Consistant toutes deux à transformer le soufre en acide sulfurique, état où il sera dosé à l'état de sulfate de baryte. La manière d'obtenir ce résultat diffère seule.

La voie sèche comprend :

1^o Le procédé Clarck au peroxyde de sodium ;

2^o Le procédé Frésenius par attaque au carbonate de soude et au nitrate de potasse.

La voie humide comprend diverses méthodes d'attaque par l'eau régale et notamment celle préconisée par Lunge (*Vade mecum*).

Nous ne citerons que pour mémoire la méthode alcalimétrique de Pelouze ; elle donne la teneur en soufre à 1 % près environ et ne saurait convenir pour une analyse aussi rigoureuse que celle de la pyrite crue.

La méthode de Clarck consiste à attaquer 1 gramme de pyrite par 5 grammes de peroxyde de sodium. On chauffe sur une petite flamme ; après une ou deux minutes, la masse devient incandescente et entre en fusion ; l'attaque est terminée, on reprend par l'eau froide, on chauffe à l'ébullition, on porte à un volume connu, on filtre et on précipite sur 0 gr. 5 après acidulation par HCl.

On peut reprocher à cette méthode l'attaque de la silice et des silicates par le peroxyde et la possibilité de la précipitation ultérieure de la silice avec le sulfate de baryte.

Il faudrait donc une évaporation à sec du liquide acidulé pour séparer la silice dissoute, ce qui augmenterait la durée de l'opération.

Nous reprocherons également à cette méthode d'attaquer d'une façon très notable les appareils où on la fait. Un creuset de platine de 49 grammes perdit, en moyenne, 0,433 par opération ; toutefois, il a été reconnu que les creusets en platine iridié s'attaquent très peu par cette opération. Les creusets de cuivre, fer, essayés successivement, donnèrent des résultats plus mauvais encore ; une partie du soufre étant retenue à l'état de sulfure à la surface du creuset, les résultats obtenus furent, d'une manière générale, de beaucoup trop faibles.

On obtient de bons résultats avec les creusets en nickel, en chauffant d'une façon spéciale (1).

De plus, le peroxyde de sodium est un produit assez dangereux à manier et susceptible de produire de violentes explosions.

Il faut encore remarquer que sa conservation est difficile et que l'humidité l'altère rapidement.

La méthode de Frésenius consiste à attaquer 1 gramme de la pyrite par 10 parties d'un mélange de 2 parties de carbonate de potasse pur avec 1 partie de nitrate de potasse.

(1) *Bulletin Société Chimique*, 1898, fascicule 4.

On chauffe jusqu'à fusion tranquille. Après refroidissement, on lessive à l'eau chaude, on filtre, on porte à un volume.

On prélève une partie de la liqueur correspondant à 0,5 de pyrite, on acidule nettement par l'acide chlorhydrique, on évapore à sec pour insolubiliser la silice et chasser l'acide nitrique.

On humecte le résidu avec deux gouttes d'acide chlorhydrique et on précipite par le chlorure de baryum.

Il est à remarquer que l'évaporation à sec ne doit pas être négligée, ainsi que nous l'avons vu faire par le chimiste d'un four-nisseur de pyrites.

En ce cas, les résultats sont évidemment trop forts.

Ce procédé nous semble plus long que celui par voie humide. Il a l'inconvénient de doser le soufre non seulement des sulfures, mais encore celui des sulfates inutilisables dans l'industrie de l'acide sulfurique, comme le sulfate de baryte.

Pour le chauffage du creuset, le gaz d'éclairage est à rejeter ; il peut, en effet, contenir du soufre qui viendrait fausser les résultats. Il est donc nécessaire d'employer la lampe à alcool (Frésenius).

MÉTHODES PAR VOIE HUMIDE

DOSAGE DU SOUFRE D'APRÈS LUNGE ⁽¹⁾

On traite 0 gr. 5 de pyrite par 10^{cc} d'un mélange de 3 volumes d'acide nitrique ($d = 1,4$) et de 1 volume d'acide chlorhydrique fumant (on s'assure que ces deux acides sont complètement exempts d'acide sulfurique). On conduit l'opération de façon à éviter toute projection et on chauffe lorsqu'il est nécessaire. On évapore à siccité

(1) *Vade mecum* du fabricant de produits chimiques, traduit de l'allemand sur la 2^e édition, 1892, p. 148.

au bain marie, on reprend par 5^{cc} d'acide chlorhydrique qui ne doivent pas donner lieu à un dégagement de vapeurs nitreuses et on évapore de nouveau. On reprend le résidu par environ 1^{cc} d'acide chlorhydrique et 100^{cc} d'eau chaude, on filtre à travers un petit filtre et on lave à l'eau chaude. On peut sécher, calciner, peser le résidu insoluble qui peut renfermer outre la silice et les silicates, les sulfates barytique, plombique et aussi le sulfate calcique, on ne se préoccupe pas de l'acide sulfurique de ces composés parce qu'il est complètement inutilisable. Le filtrat et les eaux de lavage sont additionnés d'ammoniaque *en léger excès* et le liquide est chauffé 10 à 15 minutes à 60-70° mais pas à l'ébullition, il doit toujours se dégager nettement l'odeur de NH³, sans quoi le précipité renfermerait un peu de sulfate ferrique basique. L'hydrate ferrique est alors séparé par filtration et lavé. Cette opération peut être rapidement terminée si on observe les précautions suivantes : 1° Filtrer à chaud et laver le filtre avec de l'eau chaude en évitant la formation de canaux dans le précipité ce à quoi on arrive en remettant chaque fois tout le précipité en suspension au moyen de la pissette (le lavage par décantation exigerait trop d'eau). 2° Se servir de papier assez épais mais filtrant rapidement. 3° Employer des entonnoirs bien faits à angle de 60° dont la douille se remplisse complètement de liquide. On peut aussi se servir de la trompe. — On continue le lavage jusqu'à ce que 1^{cmc} d'eau de lavage ne se trouble plus par addition de chlorure barytique, même après plusieurs minutes. L'ensemble du filtrat et des eaux de lavage ne doit pas dépasser 200^{cmc} éventuellement on devra concentrer par évaporation. On acidule ensuite par l'acide chlorhydrique pur en évitant un trop grand excès, on chauffe à l'ébullition, on retire la lampe et on verse dans le liquide une solution de chlorure barytique préalablement chauffée à l'ébullition. 20^{cmc} d'une solution de BaCl² à 10 % sont plus que suffisants pour 0,5 de pyrite, on les mesure dans un tube à réaction portant un trait de jauge et on les chauffe directement dans ce tube. Il faut éviter d'employer un trop grand excès de BaCl² parce que le résultat serait alors trop élevé.

Après avoir précipité, on laisse en repos 1/2 heure, au bout de ce temps la liqueur doit être complètement éclaircie. On décante sur un filtre le liquide clair, on verse sur le précipité 100^{cc} d'eau bouillante et on agite. Au bout de 2 à 3 minutes, le liquide s'est de nouveau éclairci, on décante la partie claire, on ajoute de l'eau bouillante et on continue le lavage jusqu'à cessation de réaction acide, on fait alors arriver le précipité sur le filtre, on sèche et on calcine. Il doit être complètement blanc et ne pas s'agglutiner, une partie de ce précipité correspond à 0,43734 de soufre.

Nous demandons, toutefois, qu'une légère modification soit apportée à la méthode de Lunge. Dans un grand nombre d'essais, nous avons pu remarquer qu'une plus grande quantité d'eau est nécessaire au lavage du précipité d'oxyde de fer.

Jungfleisch (1) émet l'avis qu'un volume de 1000^{cc} est nécessaire à la précipitation de 1 gramme de sulfate de baryte, afin d'éviter tout entraînement d'éléments étrangers.

A notre avis, il suffirait de laver le précipité d'oxyde de fer jusqu'à ce qu'on ait obtenu un volume de 500^{cc}. La quantité d'eau employée permet d'affirmer que le précipité est bien lavé sans autre examen.

On a objecté à la méthode par voie humide que le précipité de sulfate de baryte contient souvent du fer, lequel est décelé par une teinte rougeâtre. En opérant suivant la méthode indiquée ci-dessus et en ayant soin d'éliminer le fer par l'ammoniaque, nous avons toujours obtenu un précipité parfaitement blanc.

Cette méthode donne le soufre du sulfure, le soufre des sulfates solubles dans l'eau régale. Le soufre des sulfates insolubles tels que le sulfate de baryte et une partie du sulfate de chaux n'est pas dosé. Ceci nous semble d'ailleurs équitable étant donné qu'il est inutilisable dans la fabrication de l'acide sulfurique.

En définitive, les méthodes par voie sèche qui sont du reste d'une

(1) *Manipulations de Chimie*, 1886, N° 1062.

application difficile et qui se prêtent mal à l'analyse d'une série d'échantillons à la fois ont le grave inconvénient de doser le soufre des sulfates indécomposables dans le grillage de la pyrite. Pour cette raison primordiale, ces méthodes doivent être rejetées.

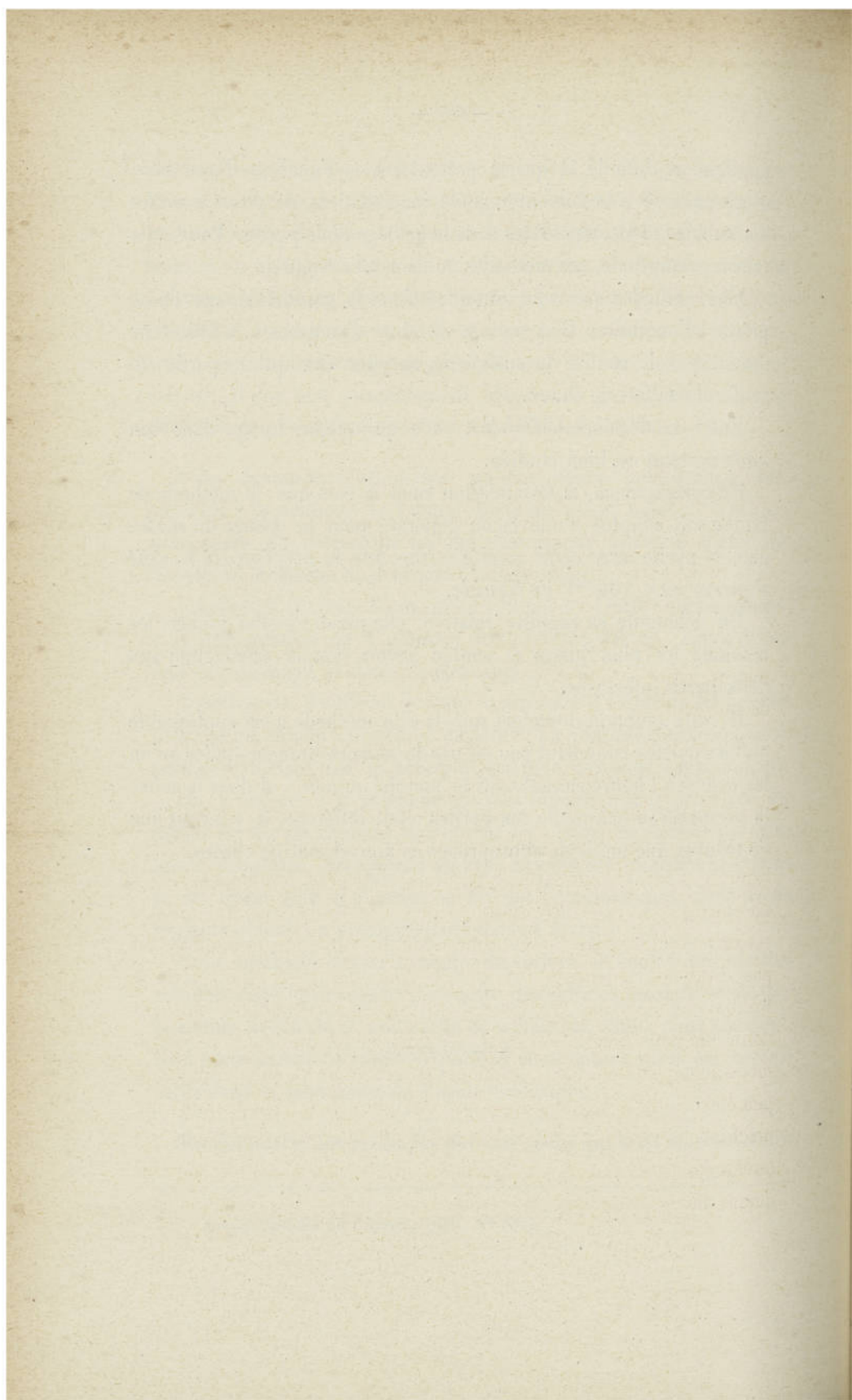
Les méthodes par voie humide offrent le grand avantage de se prêter à l'exécution d'un certain nombre d'analyses à la fois et ne dosent pas le soufre du sulfate de baryum ainsi qu'une partie du soufre du sulfate de chaux.

Entre ces dernières méthodes, celle qu'indique Lunge dans son *vade mecum* est bien étudiée.

En conséquence, la Commission émet le vœu que la méthode de Lunge soit adoptée d'une façon générale pour le dosage du soufre dans la pyrite *avec cette modification que la précipitation doit s'opérer sur 500^{cmc3} de liquide.*

En dehors de sa rapidité relative, elle paraît en effet donner les résultats les plus justes et semble devoir donner satisfaction aux deux partis intéressés.

Il reste entendu toutefois que la dite méthode n'est applicable qu'aux pyrites contenant peu ou pas de métaux étrangers telles qu'on les trouve à l'heure actuelle sur le marché minier ; si dans la suite, la composition habituelle des pyrites était différente il y aurait lieu de trouver une méthode appropriée à ce nouvel état de choses.



LES LUBRIFIANTS

SOU MIS AUX HAUTES TEMPÉRATURES

Par H. DERREVAUX,

Importateur d'huiles.

Dans la très intéressante communication qu'il a faite récemment à la Société Industrielle sur la théorie de la surchauffe, M. Witz nous a montré :

1^o Que pour toutes les machines, la surchauffe donnait une économie en vapeur, économie variant avec le type de machine et le degré de surchauffe.

2^o Qu'il y avait intérêt, théoriquement, à pousser celle-ci très haut, au delà même de 400°.

La réalisation d'une pareille température ne me paraît pas pour l'instant bien facile ; quant à l'emploi de la vapeur à cette température, il n'est pas non plus, je crois, des plus commodes. C'est qu'entre la théorie et la pratique, il y a une distance quelquefois considérable. Comme l'a fait remarquer M. Witz, la surchauffe n'est pas d'invention récente, et je sais pour ma part qu'il existe à Roubaix, depuis une trentaine d'années des surchauffeurs qui ont donné de bons résultats ; mais ces appareils se limitaient généralement aux opérations pour lesquelles il est besoin de température un peu élevée, dans les peignages par exemple. Leur application aux machines à vapeur n'avait guère réussi, ou bien parce qu'ils étaient quelquefois mal établis, ou bien parce que les machines s'accommodaient mal de cette vapeur à température élevée. Des inconvénients

se présentaient dans les distributions, les pièces se déformaient, et leur graissage offrait de grandes difficultés.

Ces difficultés n'ont pas disparu, mais on s'est ingénié à les surmonter et les résultats obtenus sont, à la vérité, encourageants. M. le Président du Comité du Génie Civil, avec l'autorité que lui donnent ses connaissances en la matière, nous a entretenu dernièrement de l'effet de la surchauffe sur les métaux et des modifications qui ont dû être apportées dans la construction des machines en ce qui concerne l'emploi de ces métaux.

Il nous a rappelé un fait entre autres bien connu déjà, c'est que le cuivre doit être proscrit dans l'emploi de la surchauffe, et Messieurs les Industriels qui possèdent des tuyauteries en cuivre feront bien de se préoccuper de ce fait.

Il nous a indiqué enfin que les métaux qu'on employait impunément en vapeur saturée doivent être sélectionnés avec soin et que certains d'entre eux doivent même être éliminés.

Il m'incombe d'examiner aujourd'hui la question du graissage qui, quoique jouant un rôle très important dans l'économie de tout établissement industriel, est cependant une de celles dont la valeur est le plus souvent négligée par ceux dont elle devrait spécialement attirer l'attention ; car le fonctionnement régulier et économique des machines ainsi que la conservation du matériel dépendent presque toujours de l'application raisonnée des huiles lubrifiantes et de la connaissance de leurs propriétés. Afin de rester dans le cadre du programme, je me bornerai à vous entretenir uniquement du graissage des cylindres et des parties susceptibles d'être portées à haute température, c'est-à-dire des distributeurs et des garnitures qui sont en contact avec la vapeur surchauffée directement ou par conductibilité.

Lorsqu'on consulte les comptes rendus d'essais de consommation de machines, on est frappé du peu de renseignements qui y sont donnés sur le graissage. La raison de ce fait s'explique aisément : Lorsqu'une machine est en essai, c'est généralement pour rechercher

sa consommation de vapeur par cheval, base la plus commune, et, il faut bien le dire, la plus rationnelle pour le constructeur. Pendant la durée de l'expérience, on néglige le plus souvent tous éléments autres que la mesure de la quantité de vapeur consommée, on ne demande au chauffeur que de bien tenir sa pression et ses niveaux, et au conducteur de machine de ne pas provoquer des arrêts qui auraient pour résultat d'interrompre l'essai, ou peut-être même de le fausser. Peu important le poids de charbon et le poids d'huile consommés pour arriver à ce résultat.

On trouve cependant des remarques intéressantes, celles-ci par exemple :

Essai fait en 1895 par l'Association Alsacienne d'une machine de 800 chevaux, du système Corliss, construite par M. Berger-André.

L'économie réalisée a été de 13,05 % en vapeur et de 5,02 % en charbon.

La température de la vapeur, obtenue à l'aide d'un surchauffeur indépendant Uhler, était à la sortie de l'appareil de 260° environ, (maximum 270°), et à la machine de 228° à 234°.

Le rapport conclut ainsi :

« Il est probable que si on avait pu surchauffer la vapeur à une » température plus élevée, 260 à 270° au cylindre au lieu de 228°, » l'économie eût été supérieure. Malheureusement, le graissage des » obturateurs ne permit pas de pousser au delà de 228° en moyenne, » de crainte de voir gripper ces organes. Du reste, ajoute le rapport, » le surchauffeur Uhler ne doit pas être soumis à une température » élevée dans l'intérêt de la conservation des tubes ».

On ne mentionne pas la consommation d'huile, mais on signale là un inconvénient sérieux, digne d'appeler l'attention.

Nous trouvons, d'autre part, dans le bulletin de 1904 de l'Association du Nord le compte rendu d'un essai fait en mai 1900 sur une machine Compound à deux cylindres, à distribution par soupapes Sulzer, et construite par MM. Carels de Gand.

Le surchauffeur employé était du système Schmidt et la température moyenne de surchauffe a été, pendant les deux journées d'essais de 344° à la sortie du surchauffeur, et de 306° à l'entrée dans le petit cylindre.

Les essais ont accusé une consommation moyenne d'huile de 2 grammes 33 par cheval indiqué et par heure.

Ce chiffre comprend naturellement les différentes huiles qui étaient du reste :

1° Pour les cylindres et leurs tiges, de l'huile 600 W de la Vacuum Oil Company ;

2° Pour le graissage des glissières et de la manivelle, un mélange d'huile de pieds-de-bœuf et de fusoline.

Les prix ne sont pas mentionnés, mais la consommation ressort à plus du double de celle que garantissent ordinairement les constructeurs, et notamment MM. Carels.

Comme il est évident que les huiles employées avec surchauffe sont au moins aussi chères que les autres, il s'en suit que la consommation d'huile, et par suite son prix, ont doublé par l'emploi de la surchauffe.

Dans un autre essai effectué en mai 1896 par l'Association Alsacienne sur la machine de 800 chevaux dont nous avons parlé plus haut et pour laquelle on avait remplacé le surchauffeur Uhler par celui de Schwoerer, on avait obtenu une température de surchauffe de 266 et 288° au surchauffeur, et de 229 et 253° au petit cylindre.

Le poids d'huile consommée pour les cylindres seulement, mais dont on n'indique pas l'origine, a été relevé ; nous trouvons qu'il s'est élevé :

Pour onze heures de marche :

Marche sans surchauffe . . . 4 kilog., à 68,00 les % kilog.

Marche avec surchauffe . . . 5,35 kilog. à 75,00 les % kilog.

se répartissant comme suit :

Petit cylindre	4 k.,50	} 5 k. 35
Moyen cylindre.	0	
Grand cylindre.	0 k.,85	

En somme, le prix de l'huile employée pour le graissage des cylindres a été, pour :

La marche sans surchauffe. . . 4 k. à 0,68	2,72
La marche avec surchauffe . . . 5 k, 35 à 0,75	4,01
	<hr/>
Différence	1,29
ou 47,5 %	

Il ressort de ces chiffres que le graissage revient plus cher pour les machines à vapeur surchauffée que pour celles à vapeur saturée.

Loin de moi la pensée d'en conclure qu'il ne faut pas utiliser la surchauffe. Je tirerai seulement de cet exposé cette déduction que l'industriel doit se préoccuper beaucoup plus sérieusement du graissage des parties subissant l'influence de la vapeur surchauffée, et porter son attention tant sur le choix de *l'huile que sur la manière dont on doit la faire arriver en contact avec les parties à lubrifier.*

La négligence de ces précautions aurait nécessairement des conséquences plus graves qu'avec l'emploi de la vapeur saturée ; il faut donc concentrer tous ses soins sur ce point.

Le choix des huiles et leur adaptation aux différents usages qu'on veut en faire est chose beaucoup moins simple qu'on ne le suppose généralement ; le fournisseur doit en effet s'inquiéter non seulement de l'emploi de l'huile qu'il livre, mais aussi, lorsqu'il s'agit d'huile pour cylindre et distribution, de la pression de la vapeur, c'est-à-dire de sa température.

L'industriel ignore généralement l'origine des sortes qui lui sont livrées et leurs qualités ; il s'en désintéresse d'ailleurs le plus souvent. Le point qui attire le plus son attention est le prix qu'on lui demande. Certains d'entre eux, et c'est la grande majorité, achètent les huiles les moins chères ; d'autres, au contraire, c'est l'exception, ont une tendance à acheter des marques d'un prix élevé sous prétexte qu'on en a toujours pour son argent. En principe, ce raisonnement est exact parce que les huiles les plus chères sont les mieux raffinées, les

mieux distillées, les plus résistantes, en un mot celles qui réunissent la plus grande quantité de conditions favorables qui les font apprécier.

Mais les deux considérations dans nous venons de parler et qui guident les industriels ne sont vraiment exactes ni l'une ni l'autre.

C'est qu'en effet, l'huile possède différentes propriétés qui établissent une sorte de classification pour les besoins auxquels elle est destinée.

On relève dans une huile les éléments suivants :

La densité,

La viscosité,

Le point d'inflammabilité des vapeurs,

Le point de combustion,

La teneur en matières saponifiables,

Et le résidu qu'elle donne après distillation complète.

La condition essentielle et primordiale pour une huile est évidemment de ne pas se décomposer ni se volatiliser à la température à laquelle on l'emploie ; il est facile de trouver des huiles résistant aux températures ordinaires de la vapeur saturée.

Dans les machines anciennes, on ne dépassait pas souvent la pression de 5 à 6 kilogrammes, correspondant à une température de 158° à 164°.

Puis sont apparues les machines polycylindriques dans lesquelles on a fait usage de pressions plus élevées. On marche maintenant assez fréquemment à 8, 9, 10 et même 12 kilogrammes. La température correspondante à ces pressions est de :

175° pour 8 kilogrammes

179° pour 9 —

183° pour 10 —

187° pour 11 —

191° pour 12 —

Les machines marchant à pression plus élevée sont rares ; en tous cas, je ne pense pas qu'on ait dépassé celle de 20 kilogrammes pour laquelle la température de la vapeur est de 214°.

A ces températures, les huiles résistent fort bien, mais lorsqu'on atteint 300, 350 et même 400°, la question devient plus délicate.

D'ailleurs, la même difficulté se présente avec les surchauffeurs, attendu que certains fabricants déclinent toutes garanties pour une température supérieure à 280°.

Les huiles minérales pures commencent généralement à s'enflammer à 270° ; on arrive facilement maintenant à retarder ce point d'inflammation jusqu'à 300°. Les producteurs, poussés par les demandes qui leur sont faites, nous envoient actuellement des huiles permettant d'atteindre 350 à 360°, mais je ne voudrais pas affirmer que l'on puisse impunément et en toute sécurité employer couramment ces huiles à une température constante de 350°. Cette température n'est, du reste, je pense, qu'exceptionnelle, et dans les essais que j'ai vus, on se rapproche beaucoup plus de 260 à 270° au maximum. Ces températures n'ont du reste pas été dépassées en Alsace. Je dois dire que jusqu'à présent je n'ai pas eu connaissance d'accidents sérieux pouvant être attribués à la qualité des huiles employées au graissage des machines à vapeur surchauffée ; c'est donc qu'elles étaient toujours suffisamment résistantes pour la température à laquelle on en faisait usage.

Il n'en est pas moins vrai qu'un fournisseur consciencieux devra se préoccuper d'une manière sérieuse de cette question de température, et les industriels auront à lui indiquer celle à laquelle ils doivent marcher. La marge entre la température de décomposition d'une huile et celle de la vapeur, qui était grande autrefois, se restreint aujourd'hui dans des limites beaucoup plus étroites ; il est donc indispensable que le fournisseur soit averti de la température que l'on doit atteindre pour qu'il fasse son choix d'après cette condition essentielle.

Pour produire des huiles se décomposant moins facilement, on en

pousse la distillation à un degré plus élevé ; on obtient ainsi des huiles plus denses, dont le degré d'inflammabilité est moindre, et dont on peut faire usage à des températures plus grandes ; par contre, on est en droit de se demander si l'huile, ainsi distillée, à son maximum, conservera toutes les propriétés lubrifiantes qu'elle possédait à des températures moins hautes.

C'est qu'en effet, la résistance d'une huile à la chaleur ne constitue pas toute sa qualité. D'autres éléments importants interviennent qui doivent être pris en considération et qui ont une influence variable suivant les usages auxquels on la destine. Parmi ces éléments sont : la viscosité et la résistance au frottement.

La viscosité est, pour ainsi dire, la résistance qu'une huile présente à l'écoulement ; c'est le contraire de la fluidité. Si une huile est trop fluide, elle passe trop vite disent les conducteurs, et on doit en employer une quantité plus grande. Si elle est trop visqueuse, elle met trop de temps à passer par les graisseurs, et ne lubrifie pas suffisamment.

Or, une huile très visqueuse peut devenir très fluide lorsqu'on augmente sa température. Telle sorte, par exemple, dont le degré de viscosité est 100 à 50° ne donne plus que 13 à 100°.

La résistance au frottement augmente généralement avec la viscosité. Si donc, on se sert pour le graissage des pièces frottantes telles que obturateurs, garnitures de tiges de piston, etc., en un mot de toutes les pièces avoisinant le cylindre, d'huiles difficilement décomposables, il peut se faire qu'on augmente considérablement la résistance au frottement de ces pièces, ce qui constitue naturellement un inconvénient grave ; de plus, certaines huiles manquant de fluidité n'imprègnent pas immédiatement les surfaces à lubrifier ; le graissage se fait mal et les surfaces grippent.

Il est donc indispensable, dans le choix d'une huile à cylindre (car je ne veux envisager que celles-là), de ne pas se préoccuper seulement de sa résistance à la chaleur, mais de ne pas négliger non plus ses autres propriétés qui ont leur importance.

Enfin, il faut tenir compte du mode de graissage employé. Certains constructeurs graissent la vapeur avant son entrée dans les cylindres, d'autres envoient l'huile à l'aide d'une pompe sur les parois à lubrifier ; d'autres enfin se servent des deux procédés simultanément.

Dans le premier cas, il faudra que l'huile puisse être facilement entraînée par la vapeur, et, à ce point de vue, elle devra faire l'objet d'une étude spéciale.

On s'est préoccupé, il y a quelques années, de cette question d'entraînement de l'huile dans la vapeur, et on a reconnu que la température jouait un rôle important dans cette action.

Certaines huiles ont, par exemple, un pouvoir entraînant maximum représenté par 100 pour 6 k. ou 164° ; ce pouvoir entraînant diminue en deçà et au delà de 165° ; il devient égal à 1,40 % à 135° , soit à 2 k. et à 66 % à 175° , soit à 8 k.

Une autre huile a son pouvoir entraînant maximum à 8 k. ; à 6 k. ce pouvoir n'est plus que de 29 % et à 4 k. de 2 %.

Ces chiffres, que je pourrais multiplier, font bien ressortir l'importance qu'il faut attacher à cette considération de l'entraînement de l'huile par la vapeur dans ce mode de graissage.

C'est vraisemblablement pour ne pas avoir tenu compte du rôle que jouait la température dans l'entraînement de l'huile dans la vapeur qu'on a éliminé dans certaines usines l'usage des graisseurs compte-gouttes injectant l'huile dans la vapeur ; ces graisseurs avaient cependant certains avantages notamment celui de permettre au patron de pouvoir contrôler à chaque instant le débit d'huile, et de s'assurer de visu que le conducteur ne négligeait pas cette partie de sa mission. On employait pour ces graisseurs des huiles dont la propriété d'entraînement n'était pas convenable pour la température de la vapeur, et l'huile injectée dans la tuyauterie restait collée aux parois sans être entraînée dans le jet de vapeur.

On rencontre souvent maintenant des graisseurs à piston. Ces graisseurs se composent d'un cylindre en fonte dans lequel se meut un piston actionné par une vis. On remplit le cylindre d'huile et le

piston, en s'enfonçant dans le cylindre, la refoule dans les obturateurs et autres parties à graisser.

On règle le débit d'huile en augmentant ou en diminuant l'enfoncement du piston dans l'unité de temps.

Ce procédé a l'avantage d'envoyer l'huile, à l'aide de petits tuyaux, aux endroits précis que le constructeur estime devoir lubrifier particulièrement. Cette précaution est toute indiquée pour les machines à obturateurs qui doivent être lubrifiées sur toute leur surface. Il ne suffit pas, en effet, que l'huile soit injectée dans la boîte de distribution, mais il faut, à l'aide d'une pompe spéciale pour chaque obturateur, la faire arriver sur les parties frottantes, et cela en dehors du graissage du cylindre proprement dit.

Donc, pour ce genre de machines, qui sont d'ailleurs les plus nombreuses dans notre région, on arriverait, je pense, à réaliser un graissage suffisant en prenant les précautions que j'indique. Il en faut moins pour le graissage des distributions qui se font par pistons-valves, et par soupapes, mais comme je le disais, j'estime qu'on peut arriver aisément à graisser les machines à obturateurs en prenant les précautions nécessaires.

L'emploi de la vapeur surchauffée pour les machines a amené les constructeurs à modifier certaines parties de leur moteur ; ils devront se préoccuper particulièrement de la manière dont il faut graisser les parties frottantes. De leur côté les fournisseurs d'huile feront bien d'étudier un peu la question et si, comme il est probable, la surchauffe se maintient pratiquement dans les environs de 260 à 280°, ils ne rencontreront pas de difficultés sérieuses pour le graissage, pourvu toutefois qu'ils se donnent la peine de rechercher le point d'inflammabilité des produits qu'ils offriront, qu'ils en contrôlent la viscosité à 100° et qu'ils s'assurent de leur pureté absolue.

En effet l'emploi de l'huile minérale pure au graissage dans la vapeur surchauffée s'impose par ce fait que les matières végétales ou animales, dont on s'est servi trop longtemps pour lubrifier les cylindres, se saponifient et se décomposent en acides gras sous l'influence

de la chaleur et de la vapeur d'eau ; tandis que les carbures d'hydrogène, étant neutres, restent stables à de très hautes températures et, par leur peu d'affinité de combinaison, n'attaquent ni le fer, ni le plomb, ni la chaux, rencontrés sur leur passage. La décomposition ou dédoublement de certaines huiles à cylindres, mélangées de matières ternaires, amène fatalement la formation de savons à base de fer avec le métal du piston, du cylindre et des chaudières, à base de plomb avec le minium ou le métal des joints, à base de cuivre avec le métal des tubes du condenseur et à base de chaux avec les sels calcaires entraînés mécaniquement par la vapeur. Ces savons, qui adhèrent fortement aux parois des différents organes de la machine, peuvent provoquer rapidement par oxydation l'usure du métal, du cylindre et de la tôle des chaudières. Enfin les matières grasses, en se combinant avec les sels calcaires des eaux, forment un dépôt gras, mélange de stéarate et d'oléate de chaux qui, s'attachant aux parois, constitue un parfait isolant entre la tôle et l'eau. La chaudière se trouve alors attaquée non seulement à l'intérieur mais elle est exposée aussi extérieurement aux coups de feu qui provoquent des déformations ou des brûlures de tôles, des fentes dans les rivures et parfois même des explosions.

Pour être bien édifié sur ce point on n'a qu'à consulter les communications très documentées faites à ce sujet par MM. Olry et Bonet dans les bulletins de l'Association du Nord.

Ceci dit, il ne s'en suit pas que toutes les huiles minérales pures soient à l'abri de toute critique ; j'ai pu en effet me convaincre récemment que certaines sortes à bas prix, mais dont le point de résistance était néanmoins suffisant, ne devaient leur apparente viscosité qu'à une teneur en goudron trop élevée et à la présence de paraffine en excès ; après décomposition on recueillait un dépôt susceptible de causer à la longue des inconvénients à peu près identiques à ceux dont j'ai parlé plus haut.

Sur 9 échantillons d'huiles minérales de provenances diverses que les vendeurs offraient ou livraient pour le graissage de machines

à vapeur surchauffée et garantissaient comme pouvant atteindre 350 à 375°, j'ai constaté, sans grand étonnement du reste, qu'une seule de ces huiles arrivait à 365° maximum; c'est, je pense, ce qui a été fait de mieux jusqu'à présent; deux atteignaient 350° et les autres ne dépassaient guère 300°. Je parle bien entendu du point de combustion complète, celui d'inflammabilité des vapeurs étant généralement inférieur d'environ 45°; cette observation n'a à mon avis, qu'une importance relative, car j'estime qu'il s'écoule assez de temps entre l'inflammation des vapeurs et la volatilisation absolue pour que ce qui reste de l'huile puisse produire son effet utile; la quantité en œuvre est évidemment fortement diminuée, mais par contre elle représente la quintessence du pouvoir lubrifiant.

En dehors des renseignements que j'ai pu recueillir chez MM. les Industriels du Nord, se servant de surchauffeurs, j'ai eu recours à l'obligeance de nos collègues MM. P. Bonet et J. Walker qui ont bien voulu me communiquer les résultats de quelques essais intéressants faits tant en France qu'en Angleterre. Des expériences que j'ai suivies et de diverses notes que j'ai personnellement recueillies auprès d'ingénieurs et d'industriels compétents en Belgique, en Allemagne et en Suisse on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Le graissage n'est pas un obstacle à la surchauffe tant que celle-ci ne dépasse pas 350°.

2° Il faut rejeter impitoyablement les oléonaphthes russes dont le point d'inflammabilité est de beaucoup trop bas.

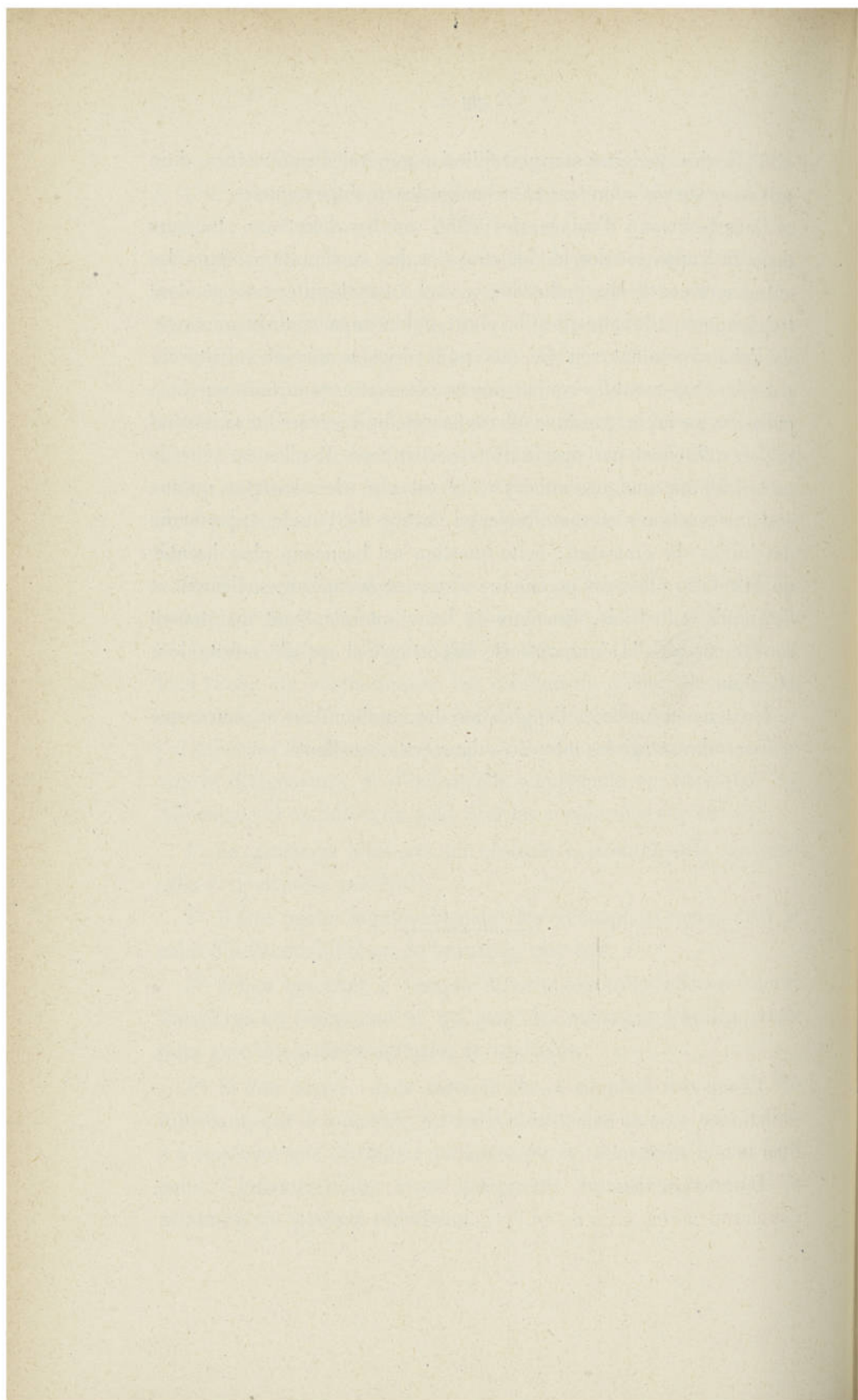
3° Il faut renoncer à l'emploi de certaines huiles offertes comme Valvolines ou Compound et qui sont des mélanges d'huiles minérales avec des graisses animales ou végétales.

4° Si l'on arrive, dans certains cas, à suppléer à la qualité du lubrifiant, par la quantité, il ressort néanmoins qu'on a tout intérêt à n'employer que des huiles minérales pures, atteignant le plus haut point d'inflammabilité, ayant une grande viscosité et possédant le maximum du pouvoir entraînant.

5° Seules quelques marques d'huiles minérales américaines, d'un prix assez élevés réunissent l'ensemble des qualités requises.

Dans beaucoup d'usines, les chefs ou les directeurs, toujours disposés à apporter des modifications et des améliorations dans les autres services de leur industrie, se sont à tort désintéressés pendant trop longtemps de cette question pourtant fort importante du graissage; ils l'abandonnaient souvent aux soins d'un personnel subalterne, possédant rarement les connaissances nécessaires pour faire un choix judicieux parmi les produits offerts par les fournisseurs ou se laissant parfois influencer par des intérêts particuliers. Il n'en est plus de même depuis quelques années et il est aisé de constater qu'une certaine réaction s'est manifestée en faveur de l'étude approfondie des huiles de graissage; cette question est beaucoup plus discutée qu'autrefois; plusieurs ingénieurs s'en sont occupés spécialement et de grands industriels, soucieux de leurs intérêts, sont maintenant convaincus qu'elle a une sérieuse importance et qu'elle mérite leur attention.

L'extension forcée de l'application des surchauffeurs ne pourra que pousser davantage les intéressés dans cette excellente voie.



QUANTITÉ DE CHALEUR

CONTENUE DANS LA VAPEUR SURCHAUFFÉE,

Par M. BORROT,

Ingénieur A. et M.,
Vice-Président du Comité du Génie civil.

Dans les machines, la consommation de vapeur par cheval-heure indiqué se mesure généralement en kilogrammes, elle peut aussi s'exprimer en calories.

La dépense exprimée en calories est la méthode la plus rationnelle parce qu'elle permet la comparaison immédiate des machines marchant dans des conditions différentes. C'est donc avec raison que notre collègue, M. Witz, dans ses intéressantes communications, vous a donné les consommations en kilogrammes et en calories.

Je me permets d'attirer votre attention, pendant quelques instants, sur cette question de calories.

La quantité de chaleur contenue dans un kilogramme de vapeur à la température t_1 surchauffée à t'_1 est donnée par la formule de Regnault, formule que vous connaissez tous :

$$L = 606,5 + 0,305 t_1 + C (t'_1 - t_1).$$

C chaleur spécifique, c'est-à-dire le nombre de calories nécessaires pour élever de 1° un kilogramme de vapeur sous une même pression.

La valeur de C est encore mal déterminée, beaucoup d'auteurs l'indiquent comme constante tandis qu'elle est réellement modifiée par la température.

D'après Regnault $C = 0,480$, ce chiffre est habituellement appliqué par les savants, en France et à l'Étranger.

Claudel indique 0,475 en spécifiant que cette valeur est moitié de ce qu'avaient trouvé MM. Delaroche et Bérard.

Sinigaglia, ingénieur italien, prend 0,500 pour les hautes pressions.

Enfin, à la suite d'expériences, M. Bach, professeur du Laboratoire de mécanique à l'École royale technique de Stuttgart, conseille 0,600 pour température de 360°. Pour ses essais, Bach a pris des serpentins de 50 mètres de longueur, de 6 mètres carrés de surface. Ces serpentins ont été plongés dans des cuves pleines d'eau. Il a envoyé une certaine quantité de vapeur surchauffée dans ces tuyaux, un échange de chaleur s'est produit, on a pu alors apprécier, par l'échauffement de l'eau, la chaleur contenue dans la vapeur. Les résultats ont été remarquables ; car, toujours les calorimètres ont indiqué une quantité de chaleur supérieure à celle donnée par la formule où le coefficient est 0,48. Vous trouverez ci-dessus un tableau donnant les résultats complets de 4 expériences.

N°	t'_1	t_1	$t'_1 - t_1$	t_v	t_l	$t_v - t_l$	C
1.....	325,9	128	197,0	28,4	30,9	- 2,5	0,624
2.....	227,1	146,3	180,8	40,7	36,4	+ 4,3	0,574
3.....	325,6	160,5	165,1	51,4	31,8	+ 19,6	0,534
4.....	324,6	171,5	154,1	60,5	33,7	+ 26,8	0,536

t_v étant la température de l'eau des bassins et t_l la température de l'air ambiant.

On voit que :

pour vapeur saturée à 128° surchauffée à 326° C = 0,624

» 146° » 327° C = 0,574

» 160° » 325° C = 0,535

» 170° » 324° C = 0,536

Pourquoi ces différences pour des températures à peu près égales ?

C'est que ;

dans la première expérience	$t_v - t_1 = - 2^{\circ},5$
dans la deuxième	» » » $+ 4^{\circ},3$
dans la troisième	» » » $+ 19^{\circ},6$
dans la quatrième	» » » $+ 26^{\circ},8$

On voit donc que C diminue à mesure que croît $t_v - t_1$, c'est-à-dire entre la température de l'eau et celle de la salle d'expériences.

Cette perte ne peut s'expliquer que par la disparition d'une certaine quantité de chaleur par le rayonnement des bassins,

Je tiens du reste à faire remarquer que Bach, en réalisant ses expériences, ne s'est pas donné pour but « la recherche de la valeur exacte de C », il a étudié le problème d'une façon incidente, mais suffisante pour tirer cette conclusion que « la chaleur spécifique de la vapeur fortement surchauffée varie avec la température ». Et, en attendant d'autres expériences plus complètes, il demande, pour se rapprocher le plus possible de la vérité, de prendre 0,600 pour surchauffe de 200° environ.

Dans ces conditions, de la vapeur saturée à une température de 180°, surchauffée de 180°, total 360°, contiendrait 769,8 calories en prenant 0,600 et 747,8 avec 0,480, soit différence 3% environ. Si nous admettons le chiffre de 0,950 de Delaroche et Bérard, la différence dans l'exemple précédent serait considérable, toujours par rapport à 0,480.

Donc, jusqu'à nouvel avis, l'économie donnée par la vapeur surchauffée est moins grande qu'on le supposait en appliquant la formule Regnault avec le coefficient 0,480.

Il paraît assez surprenant de voir, qu'à notre époque, les ingénieurs ne possèdent pas encore des éléments précis pour le calcul de cette quantité de chaleur.

C'est une lacune à combler, cela a été parfaitement compris par le Président de la Société des Ingénieurs allemands, car, sur la proposition du Comité des essais scientifiques, il a accordé une somme de 3.000 Mk pour arriver à cette solution.

Le professeur Lorenz de Göttingue a été chargé de cette délicate étude. Je me ferai un devoir de vous en donner connaissance.

Les nouveaux coefficients serviront à rectifier les résultats déjà publiés pour certains essais de moteurs et seront précieux pour le calcul exact, en calories, du rendement des machines à vapeur actuelles fonctionnant à forte pression et haute surchauffe.

De plus, votre Commission d'essais, nommée ces temps derniers, vous donnera des renseignements intéressants, car il est évident que cette question entre absolument dans son programme.

En attendant nous nous approcherons de la vérité en prenant pour valeur de C :

0,420	pour surchauffe de	100 à 226°
0,600	»	» 227 à 400°
0,950	»	» 401 et plus.

ANALYSE

D'UN

Mélange d'Hyposulfite, de Sulfite et de Carbonate de sodium

PAR LA VOIE TITRIMÉTRIQUE,

Par MM. GLICQUES et GESCHWIND,
Ingénieurs aux Établissements KUHLMANN.

Au cours d'essais sur la fabrication de l'hyposulfite de soude, nous avons été amenés à rechercher une méthode titrimétrique, nous permettant, dans un mélange, de doser l'hyposulfite, le sulfite, et le carbonate de sodium. Les méthodes proposées par les auteurs, sont généralement longues, imprécises, incomplètes; elles ne pouvaient nous convenir car nous devions être rapidement et exactement renseignés sur la marche des opérations que nous suivions. Nous avons basé la méthode qui nous était nécessaire sur la série des équations suivantes :

- (1) $2 S^2 O^3 Na^2 + 2 I = 2 Na I + S^4 O^6 Na^2$
- (2) $S O^3 Na^2 + 2 I = 2 I H + S O^4 Na^2$
- (3) $2 S O^3 Na^2 + S O^4 H^2 = S O^4 Na^2 + S O^3 Na H$

La réaction de l'iode sur l'hyposulfite donne de l'iodure de sodium et du tétrathionate.

Avec le sulfite on obtient du sulfate de sodium et de l'acide iodhydrique.

D'autre part une solution d'hyposulfite est neutre au méthylorange.

Le sulfite de sodium est transformé en bisulfite par les acides

étendus, et la fin de la réaction est nettement indiquée par le virage du méthylorange.

Il y a donc là un ensemble de réactions bien définies pouvant servir à l'édification d'une méthode titrimétrique d'analyse.

Si en effet, nous prenons le titre d'iode d'une prise d'essai mélange de sulfite, d'hyposulfite et de carbonate de sodium, nous doserons en bloc l'hyposulfite et le sulfite et nous formerons de l'iodure de sodium, du tetrathionate, du sulfate de sodium et de l'acide iodhydrique, en vertu des équations (1) et (2). Celui-ci est titrable et, par conséquent, dosable. Si, en présence, il existe du carbonate de sodium, celui-ci sature une quantité correspondante d'acide iodhydrique et il ne reste, de réellement titrable, que la portion non saturée.

A la liqueur même qui a servi pour la détermination du titre d'iode, ajoutons une trace de SO^2 pour détruire l'iode en excès et décolorer le liquide ; laissons ensuite tomber quelques gouttes de méthylorange et titrons avec une liqueur de soude décimale ; nous obtiendrons ainsi la somme algébrique : *Sulfite-Carbonate*.

Sur une nouvelle prise d'essai et toujours en présence de méthylorange, déterminons maintenant un nouveau titre au moyen d'acide sulfurique décimale, nous doserons ainsi, en bloc, le carbonate et la moitié du sulfite, puisque, pour $2 \text{SO}^3 \text{Na}^2$ il faut $\text{SO}^4 \text{H}^2$.

Si les trois titres : titre d'iode et titre acidimétrique après action de l'iode, titre alcalimétrique, sont effectués au moyen de liqueurs $\text{N}/_{10}$ sur des prises d'essai égales, les indications obtenues permettront de dégager les diverses inconnues du problème.

Posons en effet :

S = Sulfite ;

H = Hyposulfite ;

C = Carbonate ;

T = Titre d'iode ;

t = Titre acidimétrique après action de l'iode ;

θ = Titre alcalimétrique,

Nous pouvons écrire, en vertu des équations posées au début :

$$(1) \quad T = S + H ;$$

$$(2) \quad t = S - C ;$$

$$(3) \quad \theta = \frac{S}{2} + C ;$$

d'où, en résolvant :

$$(I) \quad S = \frac{\theta + t}{1,5} ;$$

$$(II) \quad C = \frac{\theta + t}{1,5} - t ;$$

$$(III) \quad H = T - \frac{\theta + t}{1,5} .$$

Remarquons en passant que, comme nous disposons de deux équations exprimant C ou S, par rapport à t et θ , nous pouvons vérifier l'analyse en portant les valeurs obtenues pour C et S dans l'une ou l'autre des deux équations qui doivent, si les opérations analytiques ont été bien conduites, satisfaire à ces quantités.

Notre méthode consiste donc à déterminer le titre d'iode sur une prise d'essai ; puis, sur cette même prise, à titrer à l'aide d'une liqueur de soude (ou d'acide sulfurique si la quantité de carbonate est en excès sur celle nécessaire à la saturation de l'acide iodhydrique formé ; enfin, sur une seconde prise d'essai, à titrer à l'aide d'une liqueur alcalimétrique.

Les trois titres ainsi déterminés, permettent de calculer la teneur de l'échantillon en hyposulfite, sulfite et carbonate.

Nous avons réussi à simplifier encore cette méthode déjà très simple. Au lieu de prendre les trois titres sur deux prises d'essai différentes, nous opérons maintenant sur une seule et même prise. Le procédé est plus exact et plus général, car il supprime l'influence troublante du carbonate sur la détermination du titre d'iode.

Nous déterminerons tout d'abord le titre alcalimétrique, puis le titre d'iode, puis le titre acidimétrique.

Appelons comme tout à l'heure :

- T = Titre d'oxide ;
- θ = Titre alcalimétrique ;
- t = Titre acidimétrique ;
- S = Sulfite ;
- C = Carbonate ;
- H = Hyposulfite.

Nous pouvons écrire :

$$(1) \quad T = S + H ;$$

$$(2) \quad \theta = \frac{S}{2} + C ;$$

$$(3) \quad t = S + \frac{S}{2} ;$$

d'où, en résolvant :

$$(I) \quad S = \frac{t}{1,5} ;$$

$$(II) \quad C = \theta - \frac{t}{3} ;$$

$$(III) \quad H = T - \frac{t}{1,5} .$$

Cette méthode donne, en quelques minutes, des résultats suffisamment exacts pour la grande majorité des cas. En effet, nous avons constitué synthétiquement une liqueur, renfermant exactement par litre :

Hyposulfite.....	10 gr. 300
Sulfite.....	2 gr. 252
Carbonate.....	1 gr. 103

En opérant avec la première méthode, puis avec la méthode simplifiée, et en partant de prises de 20^{cc}, les formules nous conduisent aux résultats numériques relatés ci-après :

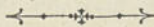
	TENEURS	TENEURS TROUVÉES par l'analyse.	
	réelles.		
		1 ^{re} Méthode.	Méthode simplifiée.
Hyposulfite.....	10,300 ^{gr.}	10,340 ^{gr.}	10,292 ^{gr.}
Sulfite.....	2,252	2,285	2,268
Carbonate.....	1,103	1,125	1,139

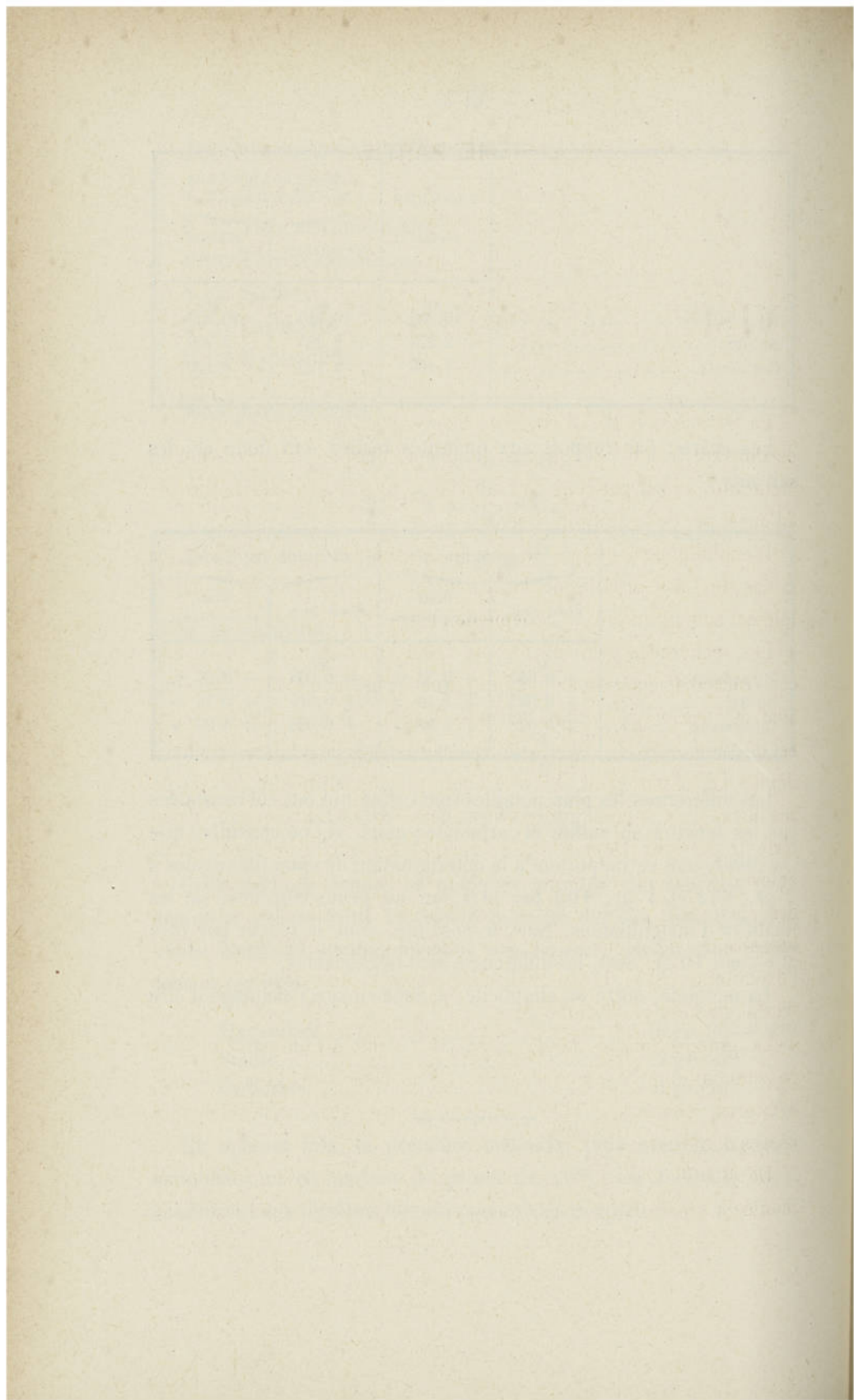
Les écarts, par rapport aux quantités réelles, ont donc été les suivants :

	1 ^{re} MÉTHODE		MÉTHODE SIMPLIFIÉE.	
	Écart brut.	Écart en centièmes.	Écart brut.	Écart en centièmes.
Hyposulfite.....	+ 0,040 ^{gr.}	+ 0,38 %	- 0,008 ^{gr.}	- 0,07 %
Sulfite.....	+ 0,033	+ 1,46 »	+ 0,016	+ 0,71 »
Carbonate.....	+ 0,022	+ 1,99 »	+ 0,036	+ 3,26 »

Les différences les plus notables sont celles qui ont été constatées sur les teneurs en sulfite et carbonate ; mais, si l'on considère que ces différences se rapportent à la détermination de quantités égales à 2 gr. 252 et 1 gr. 103 par litre, on ne peut s'empêcher de les qualifier d'insignifiantes. Sur l'hyposulfite, dont la teneur par litre atteignait 10 gr. 300, les différences sont négligeables.

La méthode, outre sa simplicité, a donc encore l'avantage d'être exacte.





QUATRIÈME PARTIE

EXCURSION

VISITE AUX MINES DE LENS

La Société des Mines de Lens occupe les concessions de Lens et de Douvrin, soit 6.939 hectares limités au nord par la concession de Meurchin, à l'est par celle de Courrières, au sud par celle de Liévin, à l'ouest par celle de Bully-Grenay.

D'exploitation plus récente que les bassins houillers du Nord, les mines de Lens produisent annuellement plus de trois millions de tonnes, soit à peu près le dixième de l'extraction française.

Les recherches commencées en 1846 aboutissent en 1852, à la constitution de cette société, dont le premier président, M. Casteleyn, avait été le principal initiateur. Au décès de M. Casteleyn, la présidence est dévolue à M. L. Bigo, ancien maire de Lille ; elle est occupée depuis 1876 par M. Léonard Danel, qui en continuant l'œuvre de ses devanciers, a communiqué aux affaires de la Société une vive et forte impulsion. Depuis 1898, époque à laquelle la mort venait enlever le premier agent-général, M. Ed. Bollaert, qui avait été l'un des plus actifs promoteurs de l'entreprise, M. Elie Reumaux, son successeur, Ingénieur en Chef de la Société depuis 1866, maintient l'exploitation dans une période de prospérité qui depuis ne cesse de s'augmenter et de s'améliorer.

La grande variété de ses produits fournit à l'industrie et à la consommation privée tous les genres de charbons : maigres, 1/4 gras, 1/2 gras, charbon à coke, charbon pour foyers, générateurs et usages domestiques et charbons à gaz.

De 3.000 habitants, la population de Lens est actuellement montée à 26.000. Le nombre de personnes employées par la Société

atteint 13.000, ce qui représente, avec les familles, une population de près de 50.000 âmes.

Les nombreux sièges d'extraction, le matériel doté des derniers perfectionnements de l'industrie minière, dont beaucoup sont originaires de la Société de Lens, le réseau de chemins de fer privés, les habitations, les institutions de bienfaisance, les établissements divers constituent un ensemble inconcevable que la Société Industrielle a été invitée à visiter le 2 avril 1903.

Un programme de l'excursion avait été distribué à l'avance ainsi que des numéros distinctifs, permettant aux sociétaires de se grouper pour voir dans la matinée spécialement soit les installations du jour, soit les travaux du fond des fosses 9, 11 ou 12.

Au nombre de soixante-dix environ, les membres de la Société Industrielle arrivent à 8 h. 49 du matin en gare de Lens, où les attendait M. Elie Reumaux, entouré des chefs principaux de service, MM. Lafitte, Naissant, Dinoire, Salvétat. M. le Président de la Société Industrielle présente les membres du conseil d'administration, M. Reumaux souhaite la bienvenue aux excursionnistes et les fait monter dans les wagons qui conduisent les trois groupes aux sièges choisis, avec M. Reumaux pour le n° 9, avec M. Lafitte pour le n° 11, avec M. Dinoire pour le n° 12 ; MM. les Ingénieurs se répartissent dans ces trois sections.

Après avoir revêtu le costume de mineur et être passé devant le traditionnel objectif du photographe, chacun va prendre au guichet sa lampe.

Celle employée au n° 9 est une lampe de sûreté à benzine (ou plutôt à essence de pétrole spéciale) d'un modèle étudié et établi par les mines de Lens, autorisé dans les travaux grisouteux sur l'avis favorable de la commission du grisou. Pour le tamis, le verre et la cuirasse, ce sont les dispositions de la lampe Marsaut. L'essence est absorbée et retenue par de la ouate dont est garni le réservoir. Pour le rallumage un percuteur Seippel détermine l'inflammation de pastilles fulminantes déposées sur un ruban de papier. La fermeture

est assurée par le système Dinoire à rivet de plomb, qui consiste en une petite boîte indépendante, contenant un verrou et un ressort ; quand la boîte est placée contre le montant plat de lampe et rivée avec ce montant, on peut visser et non dévisser ; les deux têtes de rivet portent chacune une lettre imprimée à la pince. Cette lampe ainsi que sa fermeture a donné pleine satisfaction ; très sensible au grisou, très facile à rallumer, d'un entretien réduit, elle donne un pouvoir éclairant de 0,60 bougies.

Montant au premier étage, on arrive à un hall autour duquel sont groupés les bureaux de tous les services de la fosse, sur un côté sont les petites armoires individuelles pour chaque mineur.

A l'étage supérieur, se trouvent la machine d'extraction, la recette et le triage à la main.

La machine d'extraction est munie d'appareils de sûreté connus, dès à M. Reumaux, qui ont pour but d'arrêter automatiquement la machine à des moments déterminés d'avance et sans provoquer aucune manœuvre spéciale du mécanicien. Ils se composent essentiellement d'un obturateur et d'un frein à vapeur.

L'obturateur est un cylindre placé perpendiculairement à la conduite d'arrivée de vapeur et dans lequel peut se mouvoir un double piston, dont l'une des parties est susceptible d'obstruer complètement la conduite. Pendant la marche, la vapeur passe entre les faces internes du piston, les faces externes étant toujours en communication avec la conduite de vapeur par de petits conduits ménagés dans l'épaisseur du cylindre. Si le mécanicien ne serre pas son modérateur, lorsque la cage est à environ 40 mètres du niveau où elle doit s'arrêter, un doigt placé sur le disque de sonnerie fait ouvrir une soupape qui met en communication la face externe du petit piston avec l'échappement, les pistons se déplacent brusquement, le plus long ferme l'arrivée de vapeur et arrête la machine. La soupape lâchée par le doigt se referme aussitôt et l'équilibre de pression est rétabli sur les faces externes du double piston. En manœuvrant le modérateur, le mécanicien met automatiquement

l'autre face externe du double piston en communication avec l'échappement, le mouvement inverse se produit et la vapeur passe librement. Ce dispositif ne nécessite aucune manœuvre supplémentaire pour le mécanicien, mais il arrête automatiquement la machine si son conducteur oublie de faire la manœuvre nécessaire pour se rendre maître de la vitesse à l'arrivée, qui consiste à fermer d'abord, puis à rouvrir le modérateur. Un second doigt qui entre en prise quand la cage dépasse le moulinage d'une hauteur d'environ 1 mètre, fait fonctionner à nouveau l'obturateur comme évite-molettes indépendamment de l'action du frein à vapeur.

L'appareil est complété par un système qui assure l'arrêt de la machine même en cas de moments négatifs. A cet effet, le double piston est prolongé par une tige cylindrique qui se meut dans un tube de même diamètre et qui est terminée par un clapet conique en bronze. L'extrémité de ce cylindre communique d'une part avec la conduite générale de vapeur avant l'obturateur, d'autre part avec le dessous du piston du frein à vapeur. Quand l'obturateur est ouvert le clapet ferme la communication avec le frein ; sinon, le clapet rappelé avec les pistons laisse libre passage à la vapeur entre la conduite et le frein. Normalement, le machiniste rappelle tout de suite l'obturateur et le serrage n'a pas le temps de se produire ; dans le cas contraire, le frein se serre progressivement jusqu'à arrêter complètement la machine.

Le frein de la machine d'extraction peut être serré à la main au moyen d'une vis ou bien commandé soit à la vapeur, soit à l'air comprimé. Dans ce cas, le fluide peut arriver sous le piston de frein par un tiroir qui donne une admission en grand et détermine un serrage brusque, ce tiroir est mù par un levier sous la main du machiniste ou automatiquement quand il se produit un accident au générateur ou la conduite générale de vapeur.

Dans le cas de translation du personnel, le tiroir est mis dans une position telle que la lumière du cylindre à frein se trouve fermée, la vapeur arrive sous le piston par une petite soupape à ressort antago-

niste réglable, qui se soulève lorsqu'un doigt disposé ad hoc au disque de sonnerie détermine par une mise à l'échappement le mouvement du petit piston relié à la soupape. Ce frein agit encore automatiquement comme évite-molettes, quand un doigt spécial sur le disque de sonnerie met en communication avec l'échappement la partie inférieure d'un petit cylindre accolé à la boîte du tiroir.

M. Reumaux montre aux excursionnistes le fonctionnement de ces appareils et les conduit à la recette.

Les berlines sont roulées à des culbuteurs dans lesquels, pleines, elles déterminent un porte à faux qui les renverse et, vides, reviennent d'elles-mêmes leur position primitive.

Les produits d'extraction tombent sur des courroies de transport constituées par des lamelles de fer à recouvrement fixées sur des rubans de toile et caoutchouc, souples et solides, ne laissant pas tamiser les fines grâce au recouvrement des fers. Là se produit un triage à la main et par des cribles convenablement disposés.

Revenus au moulinage, les visiteurs peuvent examiner les dispositions de la cage, du puits et de la recette.

Pour la fosse n° 9, la cage est à deux étages, quatre berlines par étage. Le guidage est en rails d'acier établi sur des moises au milieu du puits. Un longrinage spécial assure aux parachutes une action très efficace en cas de rupture des câbles, tout en ménageant le guidage et la cage. Le parachute est formé de deux paires de griffes munies de dents dont chacune agit latéralement sur les longrines du guidage. La forme des dents a été étudiée de façon à assurer la prise efficace des griffes. Un premier ressort, à lames, disposé dans la cage, se détend en cas de rupture du câble et amène les griffes au contact des longrines. Un deuxième ressort, à boudin, au-dessus de la cage, reçoit alors l'action des bielles des griffes ; il se comprime en procurant ainsi un arrêt progressif de la cage et en évitant un choc brusque. Un verrou, placé sur le chapeau de la cage, permet de caler le parachute pendant la remonte du charbon. Pour le transport du personnel, on décale le parachute ; la tringle qui commande le verrou est

enclenchée avec un petit disque formant voyant, placé à la partie supérieure de la cage, de telle sorte que le voyant apparaît lorsque le parachute est décalé. Le personnel est ainsi assuré que le parachute est prêt à fonctionner.

Les taquets à excentriques du jour, système Reumaux, fonctionnent comme des taquets ordinaires et peuvent en même temps s'effacer par voie de glissement quand la cage repose sur eux, ce qui évite d'avoir à soulever la cage pour la mettre dans le puits. L'enclenchement des taquets du jour se fait par la corde de la sonnette du fond ; ces taquets sont normalement immobilisés par un enclenchement relié à la corde de la sonnette, c'est le chargeur aux cages du fond qui, lorsque tout est prêt, les déclenche en même temps qu'il donne le signal au mécanicien. Les barrières du fond et l'enclenchement de ces barrières avec le levier de sonnette sont disposés de manière à empêcher : 1^o de sonner tant que les barrières ne soient fermées, du côté des pleins comme du côté des vides ; 2^o de ne maintenir ouvertes les barrières des pleins et des vides que si la cage est à l'accrochage et si le levier de sonnette occupe la position où les taquets du jour sont immobilisés. Au jour, les barrières sont à guillotine ; au fond, des taquets d'arrêt, sur les voies d'arrivée des pleins à quelques mètres de l'accrochage, empêchent les berlines chargées de venir heurter la cage ou les barrières et assurent toute sécurité aux chargeurs aux cages pendant leur travail.

Au fond, les excursionnistes visitent les écuries, les différentes galeries de roulage où l'on remarque le garnissage en fer pour le soutènement du toit par le système Daburon. Tous les mètres sont des fers I transversaux, reposant sur les parois verticales de la galerie ou formant cadres complets, sur ces fers reposent dans le sens de la longueur des queues, formées d'un fer carré de 10^{mm} recourbé en œillets à ses deux extrémités. Les queues à œillet Daburon travaillent à la traction sous le poids du toit, c'est-à-dire dans les meilleures conditions possibles, par suite de l'élasticité que leur procurent les œillets.

MM. les Ingénieurs montrent les divers cas qui se présentent dans

l'exploitation et la détermination des salaires selon les difficultés et le rendement du travail. Ils font voir et expliquent les différents travaux exécutés : boisage, préparation des tailles, piquage, chargement des berlines, roulage, remblayage, etc. Une tirage de mine au moyen d'un exploseur dynamo électrique est faite en présence des visiteurs.

En passant devant un plan incliné, on remarque à la tête un frein normalement serré par un contrepoids qu'il faut soulever pour permettre le mouvement des berlines, là une fermeture de sûreté est formée par un bois et une chaîne. Les signaux sont transmis d'une extrémité à l'autre par une sonnette. Au pied, le plan ne débouche pas directement sur la galerie de roulage ; il est relié à celle-ci par une petite montée ; de vieilles cordes disposées au bas du plan servent de tampon au cas où une berline viendrait à s'échapper. De cette façon, la marche du plan incliné n'apporte aucun danger à la circulation dans la voie de roulage. Pendant la manœuvre, la barrière de tête est ouverte, suspendue à deux crochets ; la berline montante en arrivant agit sur une came qui repousse les crochets et la barrière retombe automatiquement ; avant de pouvoir engager la berline pleine dans le plan, il faut accrocher à nouveau la barrière ; la berline en passant actionne encore sur une came qui produit l'effet inverse.

A midi, les invités se trouvaient réunis avec les chefs de service et principaux employés de la Société de Lens, dans le bâtiment des voitures du chemin de fer décoré de faisceaux de drapeaux et d'écussons rappelant les différents sièges d'extraction. Un magnifique lunch était servi auquel chacun fait le plus grand honneur. Au dessert, M. Bigo-Danel remercie les Mines de Lens du charmant accueil qu'elles font à la Société Industrielle et lui-même, membre du Conseil d'administration de ces Mines, profite de l'occasion pour féliciter M. Reumaux, agent général, de son admirable direction. M. Bigo-Danel signale le double intérêt de cette agréable excursion qui fait connaître une industrie très spéciale et très importante du Nord de notre France et qui montre de près la véritable existence de

ces mineurs dont la situation peu connue du public est pourtant très discutée.

M. Reumaux est très sensible aux félicitations de M. Bigo-Danel et, au nom des Mines de Lens, remercie les visiteurs d'avoir répondu en si grand nombre à leur invitation. Cette visite marquera dans les annales de Lens et, particulièrement à cette époque, il est heureux qu'une société formée des plus grands industriels de notre région constate sur place les efforts de l'industrie minière, en continus rapports commerciaux avec toutes les autres et puisse se rendre un compte exact du sort de ces ouvriers si souvent pris en considération.

Au sortir du lunch, les visiteurs reprennent le train spécial qui les conduit à la fosse N° 14 en fonçage au moyen de la congélation du terrain.

Lens a été la première à appliquer ce système en France (procédé Poetsch) en 1890 pour l'avaleresse N° 10 ; depuis, de nombreux charbonnages français ont suivi l'impulsion donnée. A Lens, le N° 10 bis et le N° 5 bis ont été foncés par le même procédé, employé avec plein succès pour la réfection du cuvetage du N° 4 et actuellement pour le N° 14.

La méthode consiste à transformer en glace le terrain aquifère en faisant circuler dans des tubes placés à l'intérieur des trous de sondage une dissolution de Ca Cl^2 à -20°C .

Sur une circonférence dont le rayon est d'un mètre plus grand que le rayon du puits à creuser, on répartit des trous de sondages à environ 4 m. les uns des autres ; à la tête de chaque trou de sonde sont, au besoin (ce cas ne s'est pas présenté aux Mines de Lens), exécutés des travaux de captage destinés à empêcher les eaux de jaillir à la surface : un tube de tôle dont la base est noyée dans le ciment et dont la tête s'élève au-dessus du niveau piezométrique des eaux de la craie, s'oppose à l'écoulement des eaux en charge et amène au sein de la masse liquide l'immobilité nécessaire à la congélation.

Dans chaque trou de sonde a été descendue une double colonne de tubes destinée à assurer la circulation du froid, composée d'un tube

de faible diamètre ouvert à sa base, placé à l'intérieur d'un gros tube fermé au bas. Le liquide froid est amené par la tuyauterie générale relié aux réfrigérants de la machine à froid à une couronne collectrice placé à la tête du puits, qui le distribue entre les circuits, descend à l'intérieur des tubes centraux, remonte par la partie annulaire et se rassemble dans une couronne collectrice reliée à la tuyauterie de retour vers les réfrigérants.

Des vannes placées sur chaque circuit permettent de régler la répartition du froid entre les divers tubes, réglage facilité par les indications de thermomètres et par les couches plus ou moins épaisses de neige qui se forme sur les tubes.

Dans une salle provisoire à proximité se trouvent les machines nécessaires à ce travail. Le liquide froid, dissolution de Ca Cl^2 , est constamment refroidi par sa circulation dans des réfrigérants et constamment réchauffé par sa circulation en terre. L'installation frigorifique proprement dite comprend une machine à vapeur dont le volant actionne par courroie les compresseurs. Le gaz ammoniac est aspiré dans les réfrigérants et refoulé dans les condenseurs où il se liquéfie à l'intérieur des serpentins autour desquels est établie une circulation d'eau froide. L'ammoniac liquide passe des condenseurs dans les réfrigérants où il est ramené par détente à l'état gazeux. Le gaz détendu est de nouveau aspiré et refoulé par les compresseurs parcourant le même cycle. Le froid produit par la vaporisation et la détente de l'ammoniac est transmis à travers les parois des serpentins réfrigérants à la dissolution de Ca Cl^2 qui revient chargée de la chaleur prise au terrain pour y retourner refroidie à $- 20^{\circ}$. Des pompes assurent la circulation d'eau froide nécessaire à la liquéfaction de l'ammoniac dans les condenseurs, d'autres servent à la circulation de la dissolution saline dans les tubes circuits et autour des serpentins réfrigérants. L'installation fonctionne sans discontinuité, pendant tout le creusement dans les terrains aquifères et le cuvelage du puits.

En allant au Rivage, les excursionnistes visitent le nouveau hall où

s'installe le groupe électrogène important à courant triphasé que la Compagnie de Fives-Lille exposait en 1900 à Paris.

L'alternateur de ce groupe est du type à induit fixe et inducteur mobile. A la vitesse de 79 tours par minute, correspondant à 50 périodes par seconde, il peut développer une puissance de 800 kw, sous une tension de 5000 v. L'inducteur forme le volant de la machine à vapeur, il est intérieur à l'induit et se compose d'une carcasse en fonte portant à sa périphérie 76 pôles en tôle de 1^m/_m d'épaisseur. Les paquets de tôles sont assemblés par des rivets, chacun d'eux est fixé à la jante du volant au moyen de deux boulons qui viennent se visser dans une barre d'acier noyée dans les tôles. Des goujons fixés à la jante assurent un repérage exact des pôles. Les bobines excitatrices sont enroulées sur des carcasses en laiton fondu et maintenues en place par un épaulement ménagé sur les pièces polaires. Elles sont divisées en deux séries de 38, montées en parallèle; la tension du courant d'excitation est 220 v. L'induit a une largeur suivant l'axe de 270^m/_m; il est formé de tôles de 0,5^m/_m d'épaisseur qui sont réunies entre elles et au bâti en fonte par des boulons qui les traversent et les serrent entre une bride fixe et des flasques amovibles. On a pu se dispenser d'isoler les boulons en les plaçant suffisamment près de la périphérie de l'induit pour que le flux qui les traverse soit négligeable. Les encoches destinées à recevoir les conducteurs sont garnies de tubes en mécanite avant l'enroulement. Le bobinage est fait en fil de 4,4^m/_m de diamètre. Le nombre des encoches est de 456, celui des bobines de 114, soit 4 encoches par bobine et 38 bobines par phase. La carcasse supportant les tôles d'induit est formée de quatre segments assemblés suivant deux diamètres, un vertical et un horizontal; elle repose sur ses plaques de fondation par des vis calantes qui permettent de la rentrer exactement.

Au Rivage, les Mines de Lens ont installé un procédé d'embarquement très ingénieux: un train chargé de charbon est amené le long du quai, les attelages détachés et chaque wagon placé en face

d'une trémie dont l'extrémité inférieure est munie d'un double mouvement permettant de charger à volonté un bord ou l'autre de la péniche. La locomotive de manœuvre vient sur une voie parallèle se placer successivement à côté de chaque wagon chargé ; une grue à vapeur sur cette locomotive accroche la caisse de ce wagon dont on a préalablement ouvert les portes latérales, la culbute autour du longeron et la replace sur le châssis. Le transbordement est très rapide et le chargement très méthodique.

La Société Industrielle visite ensuite les fours à coke, les lavoirs, et la fabrication des briquettes de Pont-à-Vendin, puis les fours à récupération de la fosse N^o 8.

Il y a une dizaine d'années, les menus constituaient un produit encombrant et de vente difficile. Un lavoir à grains en traitait environ 300 tonnes par jour et en retirait une certaine quantité de grains de forge ; le reste était vendu à des prix peu avantageux. Actuellement, on transforme ces produits en charbon lavé, en coke et en briquettes dont la vente est plus rémunératrice en même temps que l'écoulement plus facile des fines permet d'améliorer la qualité des charbons tout-venant et industriel.

Au lavoir, dans les bacs à grains, on sépare les grains supérieurs à 10^{mm} vendus dans le commerce ; dans les bacs à feldspath, on traite les fines de 4 à 10^{mm} qui sont destinées en partie au commerce, en partie à la fabrication du coke ; les poussières de 0 à 4^{mm} ne sont pas lavés, mais employés directement pour le coke ou les agglomérés. Les eaux noires des premiers bacs sont recueillies dans des citernes avant de retourner aux pompes centrifuges, les schlamms qu'elles y déposent, de teneur en cendres peu élevée, sont repris et incorporés au mélange pour coke. Les eaux noires provenant des bacs à feldspath sont filtrées, les schlamms que l'on en retire sont utilisés au chauffage des générateurs. Les appareils à fines sont constitués par des caisses doubles dans la partie arrière desquelles se meuvent des pistons donnant à l'eau un mouvement ascensionnel, alors que la partie avant porte la claie de lavage ; les feldspaths, dont

la densité est intermédiaire entre le charbon et le schiste, calibrés, déposés sur cette claie jouent le rôle de clapets et entraînent constamment les schistes au fond des caisses, tandis que le charbon pur s'écoule avec le courant supérieur. Les fines à laver arrivent à la partie supérieure de la première caisse et s'y débarrassent des schistes purs qui vont au fond de celle-ci. Le trop plein d'eau de cette caisse coule dans la deuxième en entraînant les fines qui s'y débarrassent des schistes un peu moins purs et ainsi de suite jusqu'à la dernière caisses où sont abandonnés les intermédiaires (schistes et charbons mélangés). Les charbons purs sont égouttés, puis versés dans les trémies de chargement.

Avant de l'envoyer aux fours à coke, on fait passer aux broyeurs un mélange de fines grasses brutes choisies parmi les plus propres, de poussières non lavées 0-4, de fines lavées 4-10 et de schlamms des bacs à grains ; ce mélange renferme environ 25 % de matières volatiles ; il est amené par wagonnets à la partie supérieure des fours et versé dans des ouvertures ménagées au sommet des voûtes. L'échauffement de la masse enfermée dans le four se produit par la transmission de la chaleur des parois, et celles-ci, à leur tour, sont échauffées par la combustion des gaz que dégage la houille, lesquels circulent dans des carneaux enveloppant le four, où ils sont mêlés à de l'air pris à l'extérieur pour déterminer la combustion. La carbonisation s'opère donc à la fois sur toute la masse en marchant de la surface vers le centre, de là la forme des fours parallélépipédiques dont la section est un rectangle de petite base par rapport à la hauteur. De petits regards ménagés dans les portes latérales fortement luttées permettent de suivre la combustion. Le défournement doit se faire rapidement pour perdre le moins de chaleur possible, on emploie une machine constituée par un plateau ayant la section verticale du four, qui pousse toute la masse hors du four. (Ce plateau est muni d'une tige à crémaillère dont l'avancement est produit par une roue dentée mue mécaniquement). On arrose alors la masse en ignition, on la casse et, après refroidissement, le coke est chargé sur les wagons.

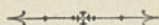
Les gaz chauds à leur sortie des fours à coke chauffent des générateurs et pour un certain nombre de fours, tant à Pont-à-Vendin, qu'au n° 8, vont au préalable à la récupération des sous-produits.

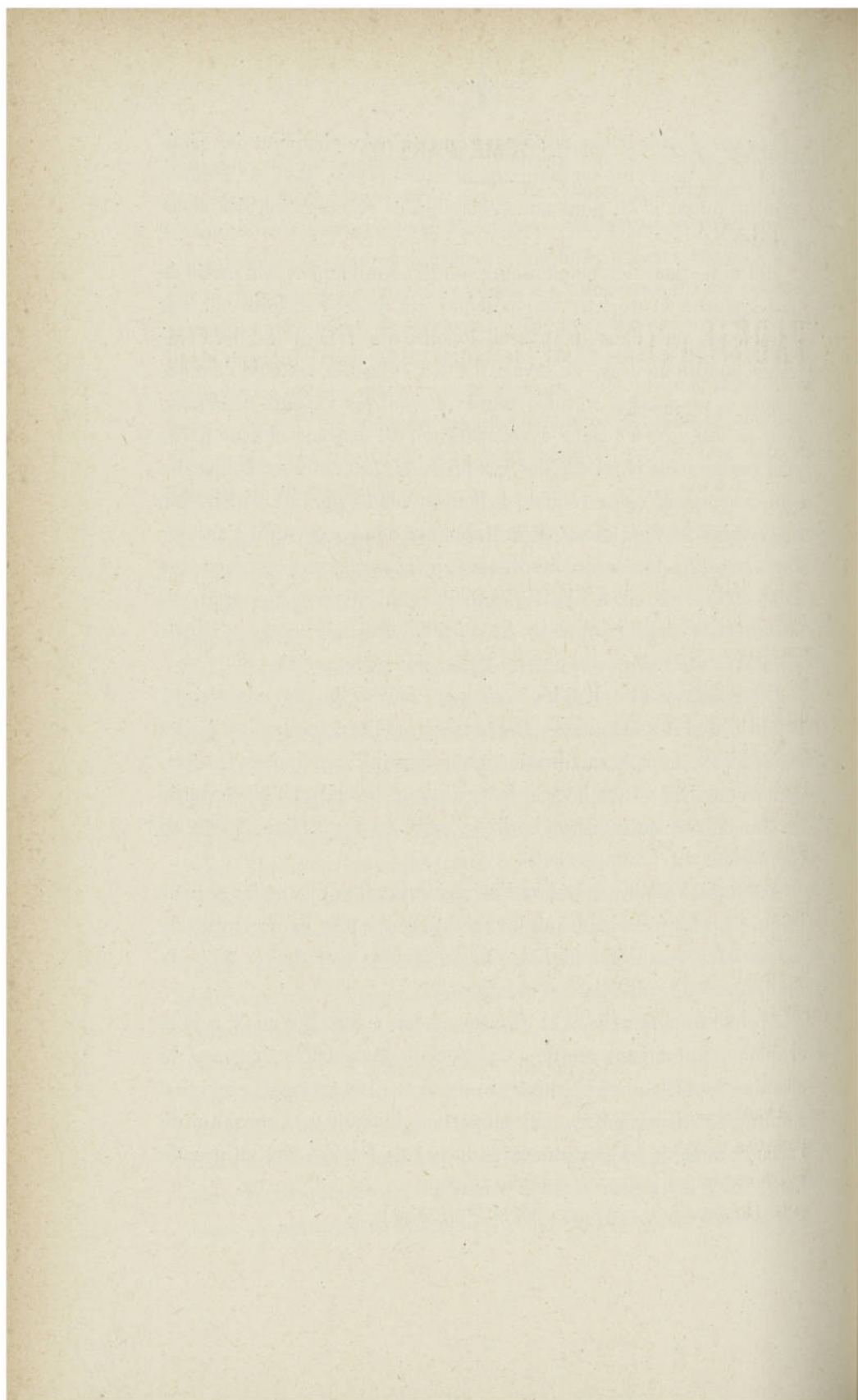
Refroidis dans des condenseurs, où ils abandonnent une partie de leur goudron et de leur ammoniacque, ils passent ensuite par des extracteurs, puis dans un appareil Pelonze qui retient les dernières traces goudronneuses, un lavage à l'eau enlève le reste de l'ammoniacque et un passage à l'huile lourde dissout les vapeurs de benzol. Pour la fosse N° 8 l'usine à récupération est double ; chaque partie peut traiter seule la totalité des gaz produits. Les eaux ammoniacales sont envoyées à l'usine à sulfate de Pont-à-Vendin par une canalisation souterraine de 3 kilomètres (la différence de niveau suffit à assurer l'écoulement). Les huiles lourdes benzinées sont distillées dans une usine où l'on extrait de l'huile débenzinée qui retourne aux appareils laveurs et le benzol brut qui est rectifié, lavé à la soude, à l'acide sulfurique et distillé pour obtenir la benzine commerciale.

Les goudrons sont distillés à part pour fournir le brai nécessaire à la fabrication des briquettes. Les autres produits consistent en huiles légères qui vont à la rectification pour benzine ; en huiles lourdes, dont une partie sert au lavage des gaz pour benzol et l'autre partie est transformée en graisse à berline ; enfin en naphthaline, livrée au commerce.

A Pont-à-Vendin, se trouve l'usine à briquettes : le mélange pour briquettes séché et chauffé au four rotatif reçoit 8 % de brai avant de passer aux presses Conflinhal. Ces briquettes ont depuis 4 % de cendres et 18 % de matières volatiles.

Après avoir visité la « La Goutte de lait » installée au N° 8 et la chapelle entièrement en fer, la Société Industrielle reprend le chemin de Lille, très satisfaite de cette intéressante excursion admirablement organisée et emportant le meilleur souvenir de l'accueil aimable et somptueux reçu par la Société des Mines de Lens.





CINQUIÈME PARTIE

TRAVAIL RÉCOMPENSÉ AU CONCOURS 1902.

FABRICATION DU CARBURE DE CALCIUM

Par M. A. RANÇON.

« Un Français en Autriche. »

AVANT-PROPOS

La fabrication du carbure de calcium a été décrite mainte et mainte fois, et chaque auteur s'est plu bien souvent à ne pas donner exactement les prix de revient réels de fabrication ; nous tâcherons, nous au contraire, de les donner le plus exactement possible et tels qu'ils ressortaient de nos livres de fabrication et de comptabilité.

Nous décrirons, et nous croyons que ce travail sera rendu ainsi plus intéressant, la fabrication du carbure de calcium, par le mélange direct, dans les fours à carbure, du *calcaire et du coke*, supprimant ainsi le *four à chaux*.

Nous croyons que seule l'usine de X... a réalisé cette marche d'une façon continue et normale ; cette marche devient économique quand les prix des charbons sont élevés, et surtout quand on se trouve dans la situation de l'usine de X..., c'est-à-dire quand le courant est payé à l'année pour un prix fixe.

Mœurs du pays (Tyrol).

Avant d'entrer dans le vif de la fabrication du carbure, disons quelques mots sur l'endroit où est située l'usine de fabrication, c'est-à-dire sur la petite station climaterique de X... et sur les mœurs du pays. (Je demande pardon pour cette digression).

X... est une petite ville de 12 à 15.000 habitants en temps normal, mais de 15 à 25.000 de janvier à juin ; pendant cette *saison*, toute la haute société viennoise vient y trouver le calme, un air très pur et des promenades, en montagne, superbes.

L'usine est installée sur le torrent de l'*Etsche* qui prend sa source dans les glaciers du massif de l'*Ortler* (Tyrol).

Le débit de l'*Etsche* peut être évalué à 40 ou 42 mètres cubes.

L'ouvrier tyrolien est très obéissant et très respectueux envers ses chefs ; pas un seul ouvrier ne resterait assis quand son directeur entre dans l'atelier dans lequel il travaille ; malheureusement l'*élément italien* tend à le gêner, et pour conserver aussi intacte que possible la discipline dans l'usine, il faut éviter de se servir de ces nomades, qui ne demandent que le travail facile, et sont de vrais facteurs de désorganisation ; malheureusement l'ouvrier tyrolien a son champ, ses vignes et à certaines époques on est obligé de faire appel à l'élément étranger, en le sélectionnant le mieux possible.

Si l'ouvrier tyrolien est obéissant envers son chef d'usine, il l'est plus encore envers son Herr Vater (son curé) ; ainsi la fabrication du carbure de calcium, qui doit être continue, est interrompue chaque dimanche et jour de fête pour le repos dominical ; il en résulte une grosse perte dans la fabrication, puisque pendant cet *arrêt du courant électrique*, les fours refroidissent, les coulées qui se font pendant la marche normale toutes les deux heures, ne reprennent que huit à dix heures après la remise en marche du courant, les électrodes qui sont prises dans la masse se manœuvrent difficilement, et cassent bien souvent lorsque l'on veut les dégager. D'autre part, comme le courant est à prix fixe, il s'ensuit que cet arrêt causant une diminution de production sensible, le prix du carbure augmente considérablement. Grâce à la bonne volonté du Herr Vater, j'ai pu marcher le dimanche, en évitant ainsi les inconvénients dont je viens de parler. Les jours de fête, il ne fallait, par exemple, pas y penser.

Le vendredi saint est aussi une fête chômée; c'est une solennité remarquable. Cette solennité représente le simulacre de l'enterrement du Christ.

A 3 heures après-midi le cercueil, contenant ou plutôt devant contenir la dépouille mortelle du Christ, est enlevé et porté processionnellement par les notables de la ville, dans une autre église de la ville, le deuil est conduit par le sous-préfet, le bourgmestre et les conseillers municipaux, puis viennent les nombreuses confréries de moines et religieuses, suivies par des délégations de chaque canton, de chaque commune, en ce costume national si pittoresque et que porte si bien le paysan tyrolien, les congrégations de femmes, les Tyroliennes viennent ensuite; hommes et femmes portent d'énormes chapelets qu'ils égrènent le long du parcours en récitant des *Pater* et des *Ave*.

Cette procession, que personne n'a le droit de rompre et dont nous n'avons aucune idée en France, est magnifique par le pittoresque et l'effet grandiose qu'elle produit.

Usine à carbure de calcium de X...

L'usine à carbure de calcium de X... est située près du village de *Partschin*; elle prend sa puissance à l'*Etsch* (Adige) dont le débit à l'étiage est d'environ 40 mètres cubes. La chute a environ 100 mètres de hauteur; elle a été captée, pour l'éclairage électrique de deux villes voisines, par la Société l'*Etchsverke* (Travail de l'*Etchs*) qui loue le courant nécessaire à l'usine de X... moyennant une redevance annuelle de 98.000 kronen ou $98.000 \times 1 \text{ fr. } 04 = 102.000 \text{ fr.}$ Ce prix énorme a été réduit à 80.000 fr. quelque temps après l'arrivée d'un Français à la direction de l'usine.

1. *Force hydraulique*. — Le barrage de retenue des eaux est établi à trois kilomètres de la station génératrice d'énergie; il développe, par les plus hautes crues, 4^m,60. Le canal d'aménée suit la rive droite de l'*Etchs*, sur une longueur de 4.500 mètres environ,

entre en tunnel sous la montagne, ressort de 3 kilomètres plus loin et aboutit à l'usine génératrice par une conduite en tôle.

Deux turbines, commandant deux alternateurs de 1.200 chevaux, sont affectés à la fabrication du carbure ; elles sont accouplées aux dynamos, sans interposition de manchons élastiques, et tournent à la vitesse de 320 tours par minute.

Elles sont munies de régulateurs de vitesse, mais malheureusement ces régulateurs fonctionnent très mal, et le mécanicien est continuellement à sa vanne de réglage.

L'énergie est transportée par une ligne aérienne d'abord, traverse le tunnel d'amenée, et redevient ensuite aérienne jusqu'à la salle des transformateurs.

2. *Transformateurs*. — La salle des transformateurs est complètement séparée des autres salles de travail de l'usine, elle comporte deux groupes de transformateurs de trois chaque, servant à l'alimentation des fours électriques ; chacun de ces groupes a une puissance de 250 kilowatts ; un troisième groupe de trois transformateurs triphasés, de 20 kilowatts, alimente à 300 volts les différents petits moteurs de l'usine, tels que monte-charges pour les broyeurs à coke et à chaux, broyage du carbure, atelier de réparation, etc., etc. ; et enfin un petit groupe de 3 transformateurs triphasés qui fournit l'éclairage de l'usine à une tension de 100-110 volts.

L'enroulement primaire de chaque transformateur comporte trois bobines couplées en triangle.

L'enroulement secondaire comporte également 3 bobines fournissant chacune un courant de 2500 ampères, sous 33 volts ; les bobines secondaires sont couplées en étoile. Chaque four s'alimente aux trois transformateurs d'un groupe.

Le directeur ou son suppléant ont seuls droit d'accès dans cette salle, à moins que le courant ne soit interrompu.

Afin de parer aux accidents qui pourraient arriver, si par imprudence ou maladresse on venait à toucher aux transformateurs, des

gants et des souliers en caoutchouc sont suspendus à la porte d'entrée, avec l'avis de s'en munir avant d'entrer dans la salle.

En Autriche pour pouvoir être accepté comme directeur dans une usine à carbure de calcium, ou tout autre dans laquelle l'électricité employée à haute tension, jouerait un rôle, l'Etat exige un diplôme de Directeur d'usine électrique.

J'ai dû passer un examen à Vienne quelque temps après mon installation à l'usine de X... ; disons de suite que l'examen est pour ainsi dire une simple formalité, la seule question qui m'ait été posée est celle dont je viens de parler plus haut, c'est-à-dire les précautions à prendre en entrant dans la salle des transformateurs.

3. *Fabrication du carbure.* — Maintenant que nous avons la force électrique, nous allons entrer dans la fabrication proprement dite que nous diviserons en quatre parties qui sont :

Fabrication proprement dite de Carbure de Calcium.	{	1 ^o Confection des électrodes. 2 ^o Fabrication de la chaux. 3 ^o Préparation des mélanges, soit de chaux ou de calcaire avec le coke. 4 ^o Fabrication du carbure.
-------------------------------------------------------------	---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

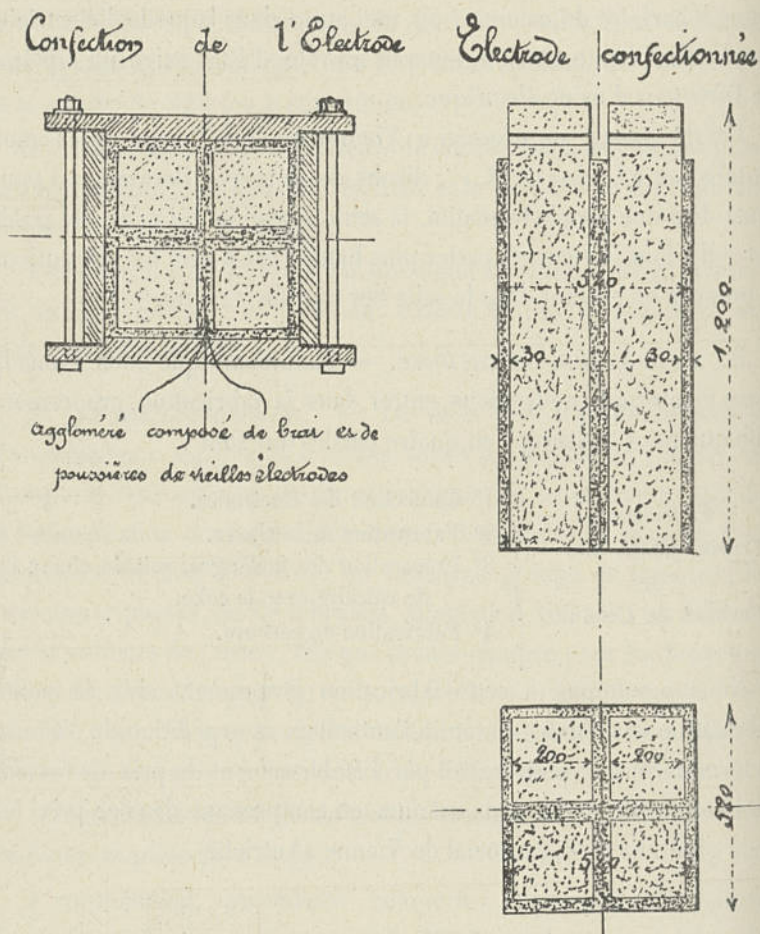
Nous ajouterons à cette fabrication proprement dite la petite fabrication des bidons servant à l'emballage et expédition du carbure et terminerons ce petit travail par l'établissement du prix de revient de la tonne de carbure de calcium en comprenant dans ce prix les frais généraux du siège social de Vienne (Autriche).

1^o CONFECTION DES ÉLECTRODES.

Dans les fours de l'usine de X... on employait des électrodes provenant de chez Conradty à Lessing (Allemagne) je crois, nous avons eu rarement à nous plaindre de ce fournisseur.

Une électrode de dimensions respectables comme les nôtres, c'est-à-dire de 1^m200 de longueur, 0^m200 largeur et 0^m200 épais-

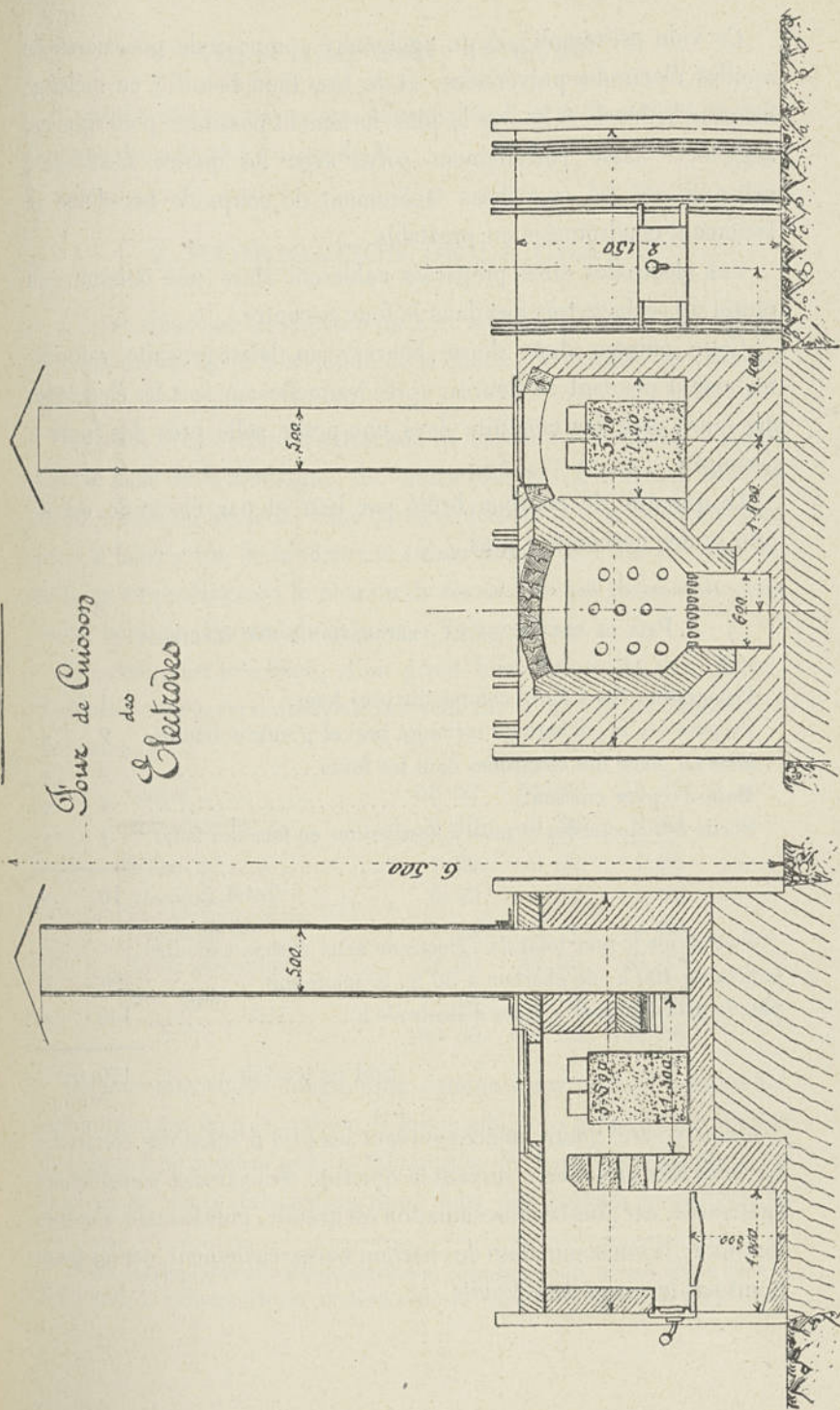
seur, doit être parfaitement plane à sa partie supérieure, car ces électrodes n'entrent pas telles qu'on les reçoit dans le four.



Elles sont assemblées, à raison de quatre, pour former une électrode ayant les dimensions indiquées sur la figure.

Pour réunir les quatre âmes d'électrodes, on se sert de carcans en fonte, comme ci-dessus, formant une enveloppe pleine aux quatre âmes, mais laissant un vide de 30 à 40 ^m/_m entre les électrodes et l'intérieur des carcans.

Tour de Cuiseurs
des
Electrodes



Ce vide est rempli par un aggloméré composé de poussières de vieilles électrodes pulvérisées, et de brai bien bouilli ; ce mélange est posé à chaud et bourré le plus fortement possible ; pour que cet aggloméré fasse parfaitement corps avec les quatre électrodes, celles-ci ont été encochées légèrement de coups de bec-d'âne et fortement goudronnées au préalable.

Ces électrodes ainsi préparées subissent alors une cuisson, ou plutôt un séchage très fort dans le four ci-contre.

Cette cuisson dure douze heures ; on laisse ensuite refroidir lentement pendant 24 heures, après lesquelles on sort les électrodes des fours pour les conduire dans une petite salle près des fours à carbure.

La quantité de charbon brûlé par four et par électrode est de 500 k. de charbon 1/2 gras.

PRIX DE REVIENT DE LA PRÉPARATION D'UNE ÉLECTRODE.

Préparation des 4 âmes comme dit plus haut.....	1 fr. »
Préparation et coulage du mélange brai et goudron bouilli.	2 »
Mise en place des électrodes dans les fours.....	2 »
Main-d'œuvre cuisson.....	4 »
Sortie des électrodes et mise à destination en face des fours.	1 »
	<hr/>
Total.....	10 »

Pour avoir le prix total de l'électrode nous aurons à ajouter	
le prix de 400 k. de charbon à 50 fr. la tonne soit	20 »
plus le prix des quatre âmes d'électrode à.....	140 »
	<hr/>
Soit un total de.....	170 fr. »

Ce prix varie naturellement suivant les prix d'achat des électrodes qui sont très variables ; suivant la quantité d'électrodes consommées également, car plus la consommation est grande, plus la main-d'œuvre diminue ; la consommation de charbon baisse également, car les fours n'ont pas le temps de refroidir.

PRIX DE REVIENT MOYEN : 161 fr. 50.

Le prix moyen nous servira pour établir le prix de revient réel de la tonne de carbure à l'usine de X...

2. FABRICATION DE LA CHAUX

L'usine à carbure de calcium de X... se trouvait assez bien située au point de vue de la fabrication de la chaux ; le calcaire se trouvait pour ainsi dire à pied d'œuvre.

En effet, une carrière d'extraction de carbonate de chaux, existait dans le flanc de la montagne, de l'autre côté de l'*Etsche*, à environ 1000 mètres de hauteur ; cette carrière desservait une usine installée pour la fabrication de la chaux et située en face de celle de X... de sorte qu'en prolongeant le chemin de fer aérien qui desservait cette usine, on était alimenté de calcaire. (Voir schéma).

Ce calcaire est très beau, d'un grain bien fin ; il est très dense ; ci-dessous une série d'analyses relevées sur le carnet de laboratoire de l'usine.

Chaux	53 52	54 80	53 63
Magnésie (*)	0 40	0 36	0 43
Silice	1 09	0 72	1 28
Alumine	0 23	0 14	0 32
Oxyde de fer	0 24	0 10	0 29
Acide carbonique	42 50	43 56	42 62
Non dosé.....	2 02	0 38	1 43
	<u>100 00</u>	<u>100 00</u>	<u>100 00</u>

Il donne une chaux magnifique comme blancheur et foisonnant admirablement bien. Combien de fois avons-nous pensé à l'électrolyse du chlorure de sodium pour la fabrication de la soude caustique et du chlorure de chaux, fabrication dont deux des facteurs principaux se

(*) Ne pas employer un calcaire contenant de la magnésie, nous verrons dans la fabrication du carbure (fours) combien cette matière est funeste à la fabrication.

trouvaient réunis: force motrice et chaux; restait le chlorure de sodium, mais celui-ci ne se trouvait pas non plus à une distance très éloignée.

C'est dans cette usine de fabrication de chaux que nous avons vu défourner de la chaux absolument rouge, contrairement à notre marche française où la chaux se défourne pour ainsi dire froide avec apparition de légères lueurs rosées à la partie supérieure du four; la chaux défournée est de grosseur de deux têtes d'hommes environ, tandis que nous ne dépassons pas la grosseur de deux poings; une cheminée en tôle, d'un diamètre de 1^m,00 environ et de 3^m,00 de hauteur, sert pour activer le tirage du four.

Malgré ces dimensions énormes du calcaire, la chaux était bien cuite et il ne sortait pour ainsi dire pas d'incuit de la fabrication; seulement, ces fours marchant à un régime de production maximum que je crois trop forcé, sont obligés de subir, après une campagne de cinq à six mois, une réfection complète de l'enveloppe intérieure en réfractaire, et les foyers sont à rétablir complètement.

La quantité de charbon brûlé par tonne de chaux est très forte, des quantités considérables de gaz sont mal utilisées; elle était de 300 kgr. de charbon 1/2 gras valant de 50 à 55 kronen la tonne rendue au pied du four de l'usine.

Si j'ai insisté un peu sur les détails de la fabrication chez notre voisin, c'est que nous avons été amenés, par *raison économique*, avant de substituer la *marche au calcaire* direct à la *marche à la chaux*, à acheter de la chaux au lieu de la fabriquer nous-mêmes, le prix d'achat chez notre voisin étant plutôt inférieur à celui de notre fabrication.

Le four à chaux de l'usine de X... était construit de dimensions beaucoup trop grandes pour la quantité de chaux nécessaire à la quantité de carbure que pouvaient produire par vingt-quatre heures les fours électriques.

Construit suivant les données d'un ingénieur allemand, D^r Mendheim de Munich, il pouvait produire par 24 heures 10 à 12 tonnes de chaux, tandis que les besoins de l'usine pendant ce même laps de

temps, pour une production de 6 tonnes de carbure, n'étaient que de 4 à 5 tonnes de chaux ; on voit que la production du four à chaux était à peu près exactement le double des besoins de la fabrication ; aussi, sa marche était-elle loin d'être économique.

Il est probable que dans l'esprit de l'ingénieur créateur de l'usine, le doublement des fours à carbure s'imposait dans un délai très rapproché et le four, marchant à sa production normale, devenait alors un bon four, tandis que marchant à petite allure, la main-d'œuvre et le charbon des gazogènes devenaient beaucoup trop considérables ; et si on marchait à allure normale, le four ne pouvait marcher que quinze jours sur trente, ce qui était très mauvais pour la qualité de la chaux qui se recarbonatait rapidement, et mauvais également pour la conservation du four, les matériaux avec lesquels il est construit supportant mal les éteignages et rallumages périodiques.

PRIX DE REVIENT D'UNE TONNE DE CHAUX A L'USINE DE X...

400 kg. charbon à 50 fr. la tonne.....	20	fr. 00																
2200 kg. calcaire à 0 fr. 50.....	1	10																
Main d'œuvre { <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>2 hommes de jour à</td> <td align="right">4</td> <td align="right">fr. = 8</td> <td align="right">fr. »</td> </tr> <tr> <td>1 homme la nuit à</td> <td align="right">4</td> <td align="right">» = 4</td> <td align="right">»</td> </tr> <tr> <td>1 casseur de calcaire à.....</td> <td align="right">3</td> <td align="right">» = 3</td> <td align="right">»</td> </tr> <tr> <td>1 récepteur chemin de fer aérien</td> <td align="right">3</td> <td align="right">» = 3</td> <td align="right">»</td> </tr> </table>	2 hommes de jour à	4	fr. = 8	fr. »	1 homme la nuit à	4	» = 4	»	1 casseur de calcaire à.....	3	» = 3	»	1 récepteur chemin de fer aérien	3	» = 3	»		
2 hommes de jour à	4	fr. = 8	fr. »															
1 homme la nuit à	4	» = 4	»															
1 casseur de calcaire à.....	3	» = 3	»															
1 récepteur chemin de fer aérien	3	» = 3	»															
Total		18 »																
soit la tonne....		3 60																
Entretien du four et réparations.....	2	10																
Camionnage du coke des gazogènes.....	1	00																
Entretien chemin de fer aérien et divers.....	1	20																
Total.....		29 00																

Le prix d'achat chez notre voisin étant légèrement inférieur à ce prix, nous avons tout intérêt à nous servir chez lui ; nous avons tout

intérêt surtout à nous passer de lui ; comme nous l'avons d'ailleurs dit plus haut, en supprimant la chaux et en marchant au calcaire.

3. — PRÉPARATION DES MÉLANGES

Chaux et coke ou Calcaire et coke

L'atelier du broyage de la chaux et du coke se trouve situé au premier étage, au-dessus du broyage et du blutage du carbure de calcium situé au rez-de-chaussée ; au-dessus du broyage se trouve le réservoir des mélanges de chaux et de coke, réservoir placé de telle façon que la vidange se fasse aisément dans un wagonnet alimentant la partie supérieure des fours à carbure de calcium.

Les matières premières sont montées aux broyeurs par un ascenseur, qui, en continuant sa marche, monte les wagonnets de matières broyées dans un réservoir spécialement destiné à cet usage.

Le calcaire, ou la chaux, est broyé dans un broyeur *Blacke*, à mâchoires puissantes, ou dans un broyeur à rouleaux cylindriques, avec enveloppe en acier, à écartement variable ; les rouleaux des cylindres sont cannelés, de façon à ne pas s'empâter lorsque la chaux est un peu humide. (Cas très mauvais pour la fabrication.)

La grosseur du calcaire, ou de la chaux broyée, ne doit pas dépasser celle d'une noisette ; et la grosseur du coke, celle d'un grain de blé à un petit pois maximum.

Il est inutile de broyer plus fin sous prétexte d'obtenir un mélange plus intime, les grosseurs ci-dessus sont excellentes et évitent des soufflards dans les fours lors de la fusion des mélanges.

A la sortie du monte-charge et avant le basculage des wagonnets dans le réservoir, ceux-ci sont pesés très exactement ; un tableau pour la chaux et un pour le coke reçoivent les inscriptions de chaque pesée.

Les poids de chaux et de coke peuvent varier, suivant les analyses

de ces matières, aussi les poids à mélanger sont-ils déterminés chaque jour par le chimiste qui fixe lui-même les poids de chacune des matières formant le mélange final.

Les deux wagonnets de chaux et de coke sont basculés ensemble, et non séparément, de façon à former un premier mélange dans le réservoir ; la vis d'Archimède qui le conduit dans le wagonnet d'alimentation des fours continuera ce premier mélange.

On ne saurait prendre trop de soins pour avoir des mélanges d'une homogénéité aussi parfaite que possible : 1^o au point de vue d'une bonne fabrication du produit final ; quand les mélanges laissent à désirer, que l'on met par exemple dans le four un mélange avec un grand excès de coke ou de chaux, il peut se former, pendant la fusion du mélange des poches dans lesquelles l'oxyde de carbone tend à s'accumuler pour produire des soufflards projetant les matières premières en dehors des fours : projections qui rendent le travail du four irrégulier en changeant la proportion des mélanges ; projections qui en plus gênent considérablement le travail des ouvriers des fours.

Réservoir des mélanges.

Le réservoir des mélanges est en tôle de 4 à 5 ^m/_m d'épaisseur ; il est divisé en trois compartiments par des cloisons, également en tôle, suspendues au ciel du réservoir ; des tirants ou entretoises assurent le maintien vertical de ces séparations.

Chacun des compartiments présente à sa partie inférieure deux parties coniques, à l'extrémité desquelles sont des registres permettant de donner passage au mélange qui tombe dans une cavité contenant une vis d'Archimède ; celle-ci amène le mélange dans un wagonnet, qui conduit lui-même le dit mélange dans la place qui lui est réservée au-dessus et en face de chaque four à carbure.

Chacun des compartiments contient pour deux jours environ d'approvisionnement nécessaire à la marche des fours.

La chaux des mélanges, au contact de l'humidité du coke, s'éteint

en dégageant de l'acide carbonique ; celui-ci est aspiré par un ventilateur placé au-dessus du réservoir ; ce ventilateur assure en même temps la ventilation de la salle des fours ; à cet effet une conduite, ayant un très large orifice disposé en face de chaque four, longe les dits fours et débouche dans le réservoir des mélanges où le peu de poussière, qu'aurait pu entraîner la ventilation, vient se déposer et naturellement resservir.

Chaque compartiment est fermé par une simple fermeture hydraulique, facilement enlevable à la main.

Il peut arriver que le ventilateur s'arrête pour une cause quelconque ; dans ce cas, il faut ouvrir le registre de la cheminée du tirage direct.

Si pour une raison quelconque on avait besoin de descendre dans le réservoir, il est absolument nécessaire, avant d'y descendre, de s'assurer qu'une bougie peut y rester allumée, car l'humidité du coke éteint la chaux en partie en dégageant de l'acide carbonique pouvant entraîner la mort de l'imprudent qui descendrait dans le réservoir, non complètement ventilé.

Nous verrons plus loin que pour fabriquer 400 kilogs de carbure de calcium, les quantités approximatives de mélanges sont :

Chaux 90 kilogs.	} Total 150 kilogs de mélanges.
Coke 60 kilogs.....	

Pour une fabrication de 5 tonnes de carbure il faudrait donc 7.500 kilogs de mélanges.

Le broyage ne marchant pas le dimanche, prévoyant en outre un accident à un broyeur, pour assurer d'une façon certaine la fabrication il faut compter sur un stock en réservoir de 20 tonnes.

Le broyage ou préparation des mélanges comprend 3 hommes dont deux pour le broyage proprement dit et un pour les matières premières non broyées et broyées.

Nous donnons page suivante le Tableau des prix de revient d'une tonne de mélanges.

On remarquera dans ce dernier prix, qu'à certains intervalles de temps, le prix des mélanges baisse considérablement ; cela est dû au passage, dans les *matières premières, des résidus ou mélanges de coke et de chaux* qui enveloppent les blocs sortis des fours de fabrication, après une casse d'électrode.

4. — FOURS A CARBURE DE CALCIUM.

Les matières premières employées pour la fabrication du carbure de calcium sont habituellement la chaux et le coke.

On peut cependant employer, lorsque les prix du coke ou du charbon (ce dernier employé pour le four à chaux) sont élevés, lorsque le courant ou énergie électrique est payé un prix fixe annuel, on peut employer le carbonate de chaux et le coke, en se servant du courant pour transformer dans le four électrique lui-même, le carbonate de chaux en chaux, moyennant un léger excès de coke dans les mélanges. La vapeur d'eau et l'acide carbonique du calcaire, qui pourraient gêner l'ouvrier dans son travail sont enlevés au fur et à mesure de leur dégagement à l'aide du ventilateur qui sert déjà, comme on l'a vu, à ventiler le réservoir des mélanges.

L'équation de la formation du carbure de calcium dans le four électrique est la suivante :



c'est-à-dire que pour fabriquer 64 kilogs de	{	56 kil. de chaux
carbure, il faut.....		et 36 kil. de charbon.
et pour en fabriquer 100 kilogs, il faudra un	{	87 k. 500 de chaux
mélange de.....		56 k. 250 de charbon ou coke.
Soit un total de mélanges		143 k. 750

En pratique, ces chiffres sont plus considérables, non pas pour la chaux, qui ne dépasse pas 90 à 95 kilogs pour 100 de carbure, mais

pour le coke dont la quantité augmentera suivant les quantités de cendre qu'il contiendra.

Sous ce rapport l'usine de X... était très mal servie; jamais le coke employé n'a contenu moins de 8 à 12 p. % de cendres, j'ai employé des coques contenant 25 p. % de cendres, mais en ce moment nous avons trouvé la méthode d'épurer le carbure, et il n'y avait que le *prix de revient* final qui se ressentait de la mauvaise qualité de la matière première, la qualité du carbure restant excellente.

Energie nécessaire pour la production du carbure de calcium. — La température de réaction dans le four est de 2.800 à 3.000 degrés centigrades.

Nous empruntons à M. G..., ingénieur électro-métallurgiste, le créateur des fours à carbure de calcium du type Gin et Leleu, le calcul de la quantité d'énergie à dépenser pour amener les matières en présence dans le four jusqu'à la température à laquelle la combinaison s'effectue.

Soient p et p' les poids de chaux et de coke employés pour la production d'une tonne de carbure.

c et c' les chaleurs spécifiques de la chaux et du coke.

T la température de combinaison.

Soient $p = 900$ kil. $p' = 600$ kil. $c = 0.20$ $c' = 0.46$ $T = 2.800$

$$\text{On a } Q = (pc + p'c') T$$
$$\text{ou } Q = 1.534.000 \text{ calories}$$

représentant un travail de 6.400×10^6 joules environ ou 1.777 kilowatts-heures correspondant à 2.400 chevaux-heures.

Par suite de la perte de la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique, du voltage à maintenir en excès pour former un volant à opposer aux oscillations de résistance du four, il faut compter une forte perte calorifique dans le four. En majorant les chiffres théoriques de 50 p. %, on arrivera très près de

la vérité et on pourra conclure qu'une *tonne de carbure* exige environ :

4.800 chevaux-heure.

La production moyenne mensuelle est de 142 tonnes de carbure et annuelle de $142 \times 12 = 1.700$ tonnes.

Si une tonne exige 4.800 chevaux-heure 1.700 tonnes exigeront $4.800 \times 1.700 = 8.160.000$ chevaux-heure.

Le courant de la force génératrice était payé 120.000 fr. prix fixe annuel.

Le cheval-heure coûtait donc $\frac{120.000}{8.160.000} = 0 \text{ fr. } 015$.

Ce prix a été diminué et la location de la force n'a plus été que de 100.000, ce qui faisait ressortir le prix du cheval-heure à 0 fr. 012, légère différence qui, en totalisant, n'en représentait pas moins 18.000 francs annuellement.

Matières premières. Proportions. — Revenons aux matières premières employées pour la fabrication du carbure.

Les proportions que nous avons données précédemment concernant les mélanges, doivent être suivies le plus rigoureusement possible, si l'on veut arriver à obtenir constamment un carbure de calcium riche en litres de gaz acétylène, en tenant compte, bien entendu, des analyses exactes des matières entrant dans les mélanges, analyses faites chaque jour par le chimiste de l'usine.

En effet : si la proportion de chaux était augmentée (fait qui arrive assez fréquemment, car les ouvriers et le chef de fabrication lui-même ont une tendance à augmenter la proportion de chaux) comme la chaux fond à une température un peu plus basse que celle nécessaire à la formation du carbure, *celui-ci coule mieux*, l'électrode ne monte pas et la production de carbure augmente en quantité, mais par contre, la qualité du carbure est moins bonne et ne correspond plus au titre consciencieusement commercial.

Il se produira un phénomène inverse, si les mélanges contiennent un *excès de coke* :

On verra alors les coulées devenir de plus en plus petites et plus difficiles ; on sera obligé d'employer la masse et un percuteur en

acier pour déboucher le trou de coulée, et exhausser même ce trou ; on sera obligé de monter petit à petit l'électrode pour rester au voltage normal, et finalement le four sera mis hors d'usage par suite de la formation d'un énorme bloc de carbure.

On sauve l'électrode, si cela est possible, en la sortant du four, pour remettre le voisin en marche le plus rapidement possible ; cette opération prévue ne demande pas plus d'une heure.

Le bloc, formé dans les conditions que nous venons de décrire, donne au cassage un carbure toujours très riche et bien souvent nettement cristallisé, à larges facettes bleu d'acier.

M. Keller (ingénieur électro-métallurgiste de la société Leleux, Keller et Cie) a étudié de très près cette question des mélanges employés dans les fours à carbure de calcium ; il a fixé par des courbes les variations inverses des rendements en poids et litres de gaz obtenus dans un four convenable, avec des mélanges de chaux et de charbon dans des proportions variables.

Le régime des fours étant de 7.500 ampères avec une tension moyenne de 30 volts, il a trouvé que la richesse de 300 litres de gaz acétylène correspondait à un rendement en poids de 6 kil. 200 par kilowatt-jour effectif, tandis que le carbure à 290 litres correspondait à un rendement en poids de 7 kilogs.

On voit les avantages considérables que le fabricant de carbure trouverait dans la fabrication du carbure à 280-300 litres de gaz acétylène.

Les fours de fabrication pour le carbure à cette richesse se conduisent également mieux ; les électrodes s'usent et cassent moins vite, le travail de l'ouvrier défourneur est moins fatigant, le carbure coulant mieux.

De plus, la production augmente sensiblement et il s'en suit par conséquent une diminution notable dans le prix de revient final.

Matières premières. Qualité. — A la qualité de la chaux, quand on a un bon calcaire, on remédie facilement, tandis que l'on

ne peut éliminer aussi facilement que l'on voudrait les impuretés ou cendres du coke; et quand même on y remédierait par l'épuration dans le four, ce ne serait qu'aux dépens de la quantité de carbure produite; il est donc de toute nécessité, pour une bonne fabrication, d'acheter des coques contenant le moins de cendres possible. (Voir le mode d'épuration du carbure.

Ci-dessous quelques analyses des coques servant à la fabrication du carbure à l'usine de X...

Cokes d'Innsprück, Tyrol (Autriche).

Analyses des coques	{		1	2		4	Moyennes.
		Carbone	69.40	72.25	74.05	77.03	73.18
		Humidité	17.30	16.10	15.20	11.34	14.98
		Cendres.....	13.30	11.65	10.75	11.63	11.83

Cokes médiocres contenant beaucoup trop d'humidité et de cendres.

Cokes de Vienne (Autriche).

Analyses des coques	{	Carbone	63.90	56.65	54.80	58.60	58.48
		Humidité	19.65	21.40	20.60	18.34	19.75
		Cendres.....	16.45	22.95	25.60	23.06	22.01
		Cokes horriblement mauvais.					

Il saute aux yeux qu'avec une matière première semblable, il est presque matériellement impossible de faire un produit commercial, si ce n'est avec une méthode de travail d'épuration appropriée aux impuretés contenues dans les mélanges.

Pour remédier dans la mesure du possible à ces inconvénients de livraisons de mauvaise qualité de coke, la quantité de cendres doit être limitée dans les contrats d'achat, contrats qui doivent exiger que la quantité de cendres d'un coke ne dépasse pas 5 p. %.

Avec ces conditions il est facile, en soignant convenablement la préparation des mélanges, et en ajoutant dans ces mélanges des

quantités infinitésimales d'oxyde de fer, de faire un excellent carbure de calcium.

Considérations générales. — Les fours électriques employés pour la fabrication du carbure de calcium présentent généralement et à des degrés divers certains inconvénients que MM. Gin et Leleu avaient tâché de faire disparaître dans les fours qu'ils ont installés à l'usine de X...

La cause la plus appréciable de la faiblesse des rendements obtenus avec les fours ordinaires, réside, croyons-nous, dans les températures exagérées que l'on cherche à obtenir.

Nous avons souvent remarqué que lorsque la température est trop élevée, les corps mis en présence sont volatilisés et échappent par conséquent aux réactions prévues.

On observe aussi dans certains fours une consommation exagérée d'électrodes résultant de ce que la chaleur transmise par le foyer calorifique à la masse extérieure des électrodes est suffisante pour les porter au rouge (éviter surtout cette manière de travailler), et provoquer leur destruction rapide par combustion au contact de l'oxygène de l'air.

Pour obvier à ces inconvénients, on a réduit au minimum la consommation des charbons électriques par l'emploi d'électrodes mixtes dont nous avons décrit la fabrication complète dans un précédent chapitre. La coulée du carbure a été rendue plus pratique par l'emploi d'une sole double à communication, localisant une action thermique énergique à l'orifice de coulée. La production du carbure coulé a dépassé de beaucoup le carbure en blocs. Enfin, des manœuvres mécaniques de l'électrode ont été rendues le plus simple possible et surtout les contacts et connexions inférieures et supérieures ont été rendues pratiques, facilement démontables et remontables, très robustes et réduisant au minimum les pertes calorifiques extérieures.

Description du four. — Le four, qui dérive du système dit à résistance, comporte, d'une part, une électrode verticale,

susceptible d'un mouvement de montée et de descente qui peut être réglé à volonté ; et, d'autre part une sole, de forme spéciale, portée sur un chariot, et munie de connexions, permettant la mise en circuit très rapide.

L'électrode supérieure est constituée comme nous l'avons décrit plus haut, elle est fixée sur quatre conducteurs en forme de lames verticales qui reçoivent le courant et le transmettent aux âmes en charbon de haute conductibilité ; le contact, avec les faces supérieures des conducteurs, est obtenu par l'interposition de câbles souples métalliques en cuivre, tressés et posés entre les âmes en charbon, et les quatre conducteurs en cuivre.

La suspension de l'électrode et le serrage des connexions supérieures sont assurés par des coins de serrage et des boulons traversant les âmes d'électrodes.

La majeure partie du courant, passant par l'électrode, se propage à travers les âmes qui sont plus conductrices que le garnissage qui les entoure, et l'échauffement résultant du passage du courant a une tendance à se localiser dans la partie centrale de l'électrode. Il en est de même pour la chaleur ayant son origine au foyer même du four et qui est transmise par conductibilité calorifique.

Les âmes étant par leur partie supérieure en communication directe avec les lames métalliques de grande surface rayonnante, il s'établit une fuite calorifique qui n'intéresse que la partie centrale du charbon et non la périphérie.

La surface extérieure se trouve ainsi préservée d'un accroissement de température pouvant la porter au rouge et en provoquer la combustion aux dépens de l'oxygène de l'air ambiant. Cette combustion qui occasionne dans d'autres fours une usure des charbons, se trouve ainsi évitée.

L'emploi d'électrodes mixtes, si je puis les appeler ainsi, a encore pour effet de répartir l'action calorifique sur une surface dont l'étendue permet d'obtenir une température supérieure à celle de fusion, et de réaction des corps traités.

On réduit ainsi au minimum les phénomènes de volatilisation qui résultent des températures excessives ; l'on supprime en même temps les pertes d'énergie et de matières occasionnées par ces hautes températures.

L'électrode plonge au centre d'un wagonnet en tôle doublé intérieurement de dalles réfractaires ; cette enveloppe repose sur un chariot qui sert à la conduire entre deux murs en maçonnerie constituant le four.

Celui-ci est constitué tout simplement par deux murs verticaux dans lesquels vient se placer le wagonnet de fabrication.

A la partie supérieure du four, court une canalisation en tôle de 0^m200 de diamètre, canalisation qui amène les gaz des fours, gaz dégagés pendant les réactions, dans le réservoir des mélanges et à sa partie supérieure ; ce réservoir en tôle est relié à un ventilateur qui chasse dans l'atmosphère 1^o les gaz des fours dont nous venons de parler et 2^o l'acide carbonique dégagé par l'extinction de la chaux au contact du coke plus ou moins humide.

Les trous dont est perforée l'enveloppe en tôle du wagonnet facilitent la division des filets gazeux, en multipliant les points d'évacuation ; les ouvriers trouvent un grand avantage à cette ventilation ; aussi l'ouvrier chargé de la manœuvre des électrodes se promène-t-il, sans discontinuer et sans aucun inconvénient, au-dessus des fours, qu'il ne quitte jamais puisqu'il est chargé de leur charge et de la surveillance des voltmètres et ampéremètres.

La coulée se fait par un orifice pratiqué au-dessus de la sole, il peut arriver que l'on soit obligé de remonter ce trou de coulée ; aussi l'échancure laissée dans la tôle de façade du wagonnet a-t-elle une dimension de 8 à 10 cent. de largeur sur 10 à 12 cent. de hauteur.

La sole est composée de deux nappes, l'une aussi conductrice que possible qui sert d'intermédiaire entre le four et le circuit, l'autre résistante dans laquelle le passage du courant détermine un échauffement qui maintient le carbure à l'état fluide.

Les dispositions sont prises pour réaliser en face de l'orifice de coulée le foyer de concentration calorifique favorable à l'obtention et à la conservation de la fluidité du carbure.

Lorsque l'obstruction finit par se produire après 8, 10, 12 et même plus de jours de marche, l'électrode est remontée progressivement et on forme aussi un bloc de carbure, de la hauteur et dépassant même quelquefois celle de l'enveloppe métallique.

L'électrode est alors sortie à l'aide du treuil du mouvement de montée et descente, elle vient prendre sa place dans un wagonnet voisin préparé pour la recevoir, et l'opération recommence.

Il peut arriver dans la conduite de l'opération que le carbure ne veut plus couler, l'électrode monte, dans ce cas très rapidement, et le bloc se forme alors avec rapidité. Il n'y a aucune hésitation à avoir; on peut dire de suite : les mélanges sont mal composés et il y a dans le cas ci-dessus sûrement *un excès de coke*.

On pare facilement à cet inconvénient, en ajoutant de suite quelques kilogs de chaux dans chaque four; et en faisant un dosage d'un échantillon bien moyen des mélanges se trouvant au-dessus des fours, ou dans le réservoir, on voit la quantité de chaux qu'il est nécessaire de réajouter.

Il peut arriver également le phénomène inverse : le carbure coule trop bien, il force même les tampons de coulage et part seul; on a une production excellente, mais un carbure très pauvre en gaz acétylène; corriger les mélanges sur les fours et même dans le four, en ajoutant une petite quantité de coke bien pulvérisé.

Tous ces petits accidents de fabrication arrivent encore assez souvent par suite d'échantillonnages du coke plus ou moins bien faits, mais le remède est tellement facile que l'on ne doit jamais se laisser prendre.

La manœuvre de l'électrode se fait au moyen d'un système à double enroulement de chaînes constituant une suspension bifilaire, et s'opposant au balancement de la masse suspendue.

Un treuil à vis sans fin permet de réaliser sans grand effort et avec précision les mouvements de l'électrode.

Un avantage assez sérieux, c'est que les électrodes cassées ou usées, (plutôt cassées) resservent à nouveau pour former l'aggloméré qui sert dans la fabrication des nouvelles électrodes, comme nous l'avons vu au chapitre *Fabrication des électrodes*.

De grands ampèremètres et voltmètres se trouvent en face de chaque four et sont parfaitement éclairés ; l'ouvrier des fours peut donc se porter à chaque instant au volant de manœuvre de l'électrode et régler la hauteur moyenne de celle-ci suivant les indications de ces appareils ; en dessous de chaque voltmètre est posée une feuille sur laquelle les surveillants de jour et de nuit, le contremaître et même le directeur, inscrivent chaque deux heures le nombre de volts qui varie entre 25 et 30 :

**Fabrication. — Marche des fours au calcaire
au lieu de chaux.**

Le courant étant payé un prix constant annuel déterminé (à mon arrivée 120.000 francs par an, 6 mois plus tard sur mes demandes réitérées ce prix fut réduit à 100.000 francs) nous pouvions essayer de nous servir du courant pour transformer, dans lesdits fours, le calcaire en chaux, grâce à l'augmentation du poids du coke dans les mélanges bien entendu ; le départ de l'acide carbonique se faisait dans les fours à carbure, mais cet acide carbonique était vivement aspiré par un ventilateur placé au-dessus du réservoir des mélanges qu'il ventilait en même temps.

Nous avons d'abord essayé sur un four, et les résultats ayant confirmé nos prévisions, c'est-à-dire ayant montré qu'il n'y avait aucun inconvénient à ce mode de marche, nous avons continué cette marche pendant une période de 4 à 5 mois.

La quantité fabriquée était beaucoup moins grande, mais le prix de revient final était inférieur (très légèrement) par suite de la suppression du four à chaux, on pouvait par conséquent, quand les stocks de carbure en magasin le permettaient, marcher indifféremment au calcaire ou à la chaux.

La marche au calcaire avait cependant un avantage au point de vue de la qualité du carbure obtenu ; celle-ci restait beaucoup plus constante par suite de la plus grande régularité de la composition des mélanges, le facteur carbonate de chaux étant pour ainsi dire invariable comme composition chimique.

La marche au calcaire avait aussi un grand avantage au point de vue du travail des ouvriers, soit du broyage, soit des fours ; pour le broyage du calcaire, celui-ci se gelivant très bien, les cylindres des broyeurs restaient propres constamment, mais s'usaient plus rapidement ; la propreté était beaucoup plus grande sur les fours puisqu'il n'y avait plus aucune poussière ; le ventilateur enlevant l'acide carbonique qui se dégagait en plus grande quantité qu'avec la chaux, (il en reste toujours un peu dans les incuits) les ouvriers travaillaient beaucoup plus à leur aise ; il en résultait une meilleure surveillance des connexions supérieures des électrodes qui permettait de prolonger leur durée beaucoup plus longtemps.

TABLEAU DE LA PRODUCTION DE CARBURE DE CALCIUM
PAR QUINZAINE

1^o Avec coke et chaux

1 ^o Coke et chaux	50.702	kilogr.	
»	60.446	»	
»	53.765	»	
»	57.804	»	
»	53.002	»	
»	56.324	»	
»	26.602	}	chaux contenant de la magnésie
»	58.096		
»	56.840	»	
»	60.378	»	
»	59.340	»	
Totaux	593.299	kilogr.	
Soit par quinzaine	53.936	»	
» jour	4.495	»	

2^o Avec coke et calcaire

2 ^o Coke et calcaire	46.190	kilogr.
»	47.251	»
»	47.233	»
»	46.633	»
»	47.596	»
»	48.160	»
»	44.893	»
»	40.914	»
»	45.620	»
»	44.726	»
»	45.315	»
Totaux	504.731	kilogr.

Soit par quinzaine..... 45.884 »

Production par jour en plus..... 3.823 »

avec emploi de la chaux au lieu du calcaire 670 kilogr.

NOTA. — La richesse du carbure, en litres de gaz acétylène, est plus régulière avec la fabrication au calcaire, les mélanges sont beaucoup plus constants, le calcaire étant pour ainsi dire invariable comme quantité de carbonate de chaux.

Marche des fours avec des résidus de bloc. — Il y avait enfin une troisième fabrication : celle du passage dans les fours des matières entourant le bloc de carbure retiré du four après avoir acquis une hauteur de 1^m,00 environ.

Il était préférable d'affecter un seul four au passage de ces résidus afin de ne pas changer toute la fabrication des fours.

On faisait donc un tas de ces résidus pour une dizaine de jours de marche environ ; l'échantillonnage était absolument soigné, de de façon à ce que l'analyse puisse donner les quantités de coke ou de chaux à réajouter à ces résidus, pour que la nouvelle matière puisse donner un carbure aussi riche que possible ; j'avoue que la difficulté était grande, car les carbures obtenus avec ces résidus, malgré tous les soins apportés à leur nouveau passage en fabrication, ne dépassaient guère 275-285 litres de gaz acétylène ; cet emploi

de résidus de bloc nous amène à parler de suite de : l'*Épuration du carbure pendant sa formation dans le four.*

La fabrication du carbure riche en gaz acétylène, par une épuration chimique, dans les fours de l'usine de X... a été trouvée, pour ainsi dire par le fait d'une négligence dans le service de la préparation des grosses électrodes : Le manque d'électrodes préparées nous avait forcé à conserver dans un four pour ne pas arrêter la fabrication de ce four, une électrode dont les quatre âmes avaient perdu une partie de leur enveloppe d'aggloméré les réunissant en un seul bloc ; pour éviter un décollage complet nous avons réuni les quatre âmes au moyen de *grosses chaînes de fer*, qui trempaient comme l'électrode dans le bain de carbure formé et dans les matières premières.

Nous ne tardâmes pas à remarquer que le carbure coulé de ce four malgré le mauvais état de l'électrode, paraissait d'une qualité très supérieure au carbure coulé des fours voisins, malgré les mêmes mélanges employés, sortant d'un réservoir unique ; il présentait l'aspect cristallin à facettes bleu d'acier, et titrait couramment 320 litres de gaz acétylène par kilogr. de carbure.

On sélectionna immédiatement toutes les coulées de ce four qui continua de donner pendant toute la durée de l'électrode en mauvais état, un carbure parfaitement cristallisé et d'une richesse moyenne de 320-325 litres de gaz acétylène par kilog. de carbure, tandis que les fours voisins, avec des mélanges de même qualité comme nous l'avons dit plus haut, ne donnaient que du carbure tout ordinaire à 280-290 litres de gaz ; la différence était par trop grande pour que le phénomène put passer inaperçu et échapper à la direction.

Il y avait donc *épuration du carbure* sans que nous nous en doutions.

Mais, lorsqu'au bout de six à sept jours de marche dans ces conditions, nous fûmes obligés d'arrêter le four par suite de la casse finale de l'électrode, et que celle-ci fut sortie du wagonnet de

fabrication, nous constatâmes que les maillons des grosses chaînes (maillons de $20 \frac{m}{m}$ de diamètre) ayant servi à maintenir réunies les quatre âmes de l'électrode, étaient diminués considérablement de diamètre et, d'une chaîne mise neuve, nous retirâmes une *chaîne usée* et surtout usée dans la partie qui avait trempé dans le bassin de carbure formé et prêt à couler.

Il y avait donc eu *disparition d'une certaine quantité de fer* qui se mélangeant intimement avec le mélange en fusion, avait servi pour séparer le carbure de la chaux en excès et des autres matières inertes, cendres, etc. provenant du mélange ; il se formait pendant la coulée du carbure, au-dessus du pain coulé, une grossière écume facilement enlevable avec des écumeurs en acier, fait qui ne se passait pas dans les coulées habituelles des autres fours.

De là à nous approvisionner le plus rapidement possible de battitures ou oxyde de fer, d'essayer d'en ajouter une certaine quantité dans nos mélanges, d'approvisionner un de nos fours spécialement avec les dits mélanges, il n'y avait qu'un pas ; ce pas fut fait et le résultat fut probant, et nous pouvons affirmer que :

Avec des mélanges contenant un coke à 25 % de cendres, si on additionne ces mélanges d'une certaine quantité de battitures de fer, on obtiendra un carbure parfait comme aspect et richesse.

L'opération se fait en ajoutant dans les mélanges un demi-kilog. d'oxyde de fer par four et par coulée.

Nous faisons par jour : une coulée par four chaque 2 heures soit 12 coulées par 24 heures ; on peut compter, avec les changements d'électrodes, de connexions soit supérieures, soit inférieures, sur une marche à 5 fours et demi, sur les 6 qui pourraient être en service, soit 66 coulées par 24 heures, qu'à raison de 70 kilogs. de carbure par coulée, représentent une production de 4.620 kilogs.

Nous ajoutons pour l'épuration : un demi-kilogramme de battitures de fer par coulée, soit 33 kilogrammes par jour et pour

une production de 4620 kg. la *dépense par tonne de carbure* sera donc :

$$\frac{33 \times 1000}{4620} = 7 \text{ kg. } 14 \text{ à } 40 \text{ fr. les } 100 \text{ kg.} = 2 \text{ fr. } 856.$$

soit pour l'épuration d'une tonne de carbure,

$$\frac{2 \text{ fr. } 856}{4620} = 0 \text{ fr. } 620$$

Pour un produit comme le carbure de calcium se vendant à raison de 4 à 500 fr. la tonne, suivant les cours, on pouvait largement sacrifier cette petite somme pour arriver à obtenir un produit parfait et défiant toute concurrence.

NOTA: Ce mode d'épuration du carbure par l'oxyde de fer a été breveté en Autriche par la Société des carbures métalliques de X...

Détails de construction du Four producteur du Carbure de Calcium.

Le four, recevant les mélanges de chaux et de coke, producteur du carbure de calcium, peut se diviser en trois parties principales :

- 1° Le wagonnet de fabrication qui constitue l'âme du four.
 - 2° Connexions supérieures
 - 3° Connexions inférieures
- } Distributeurs de l'énergie électrique

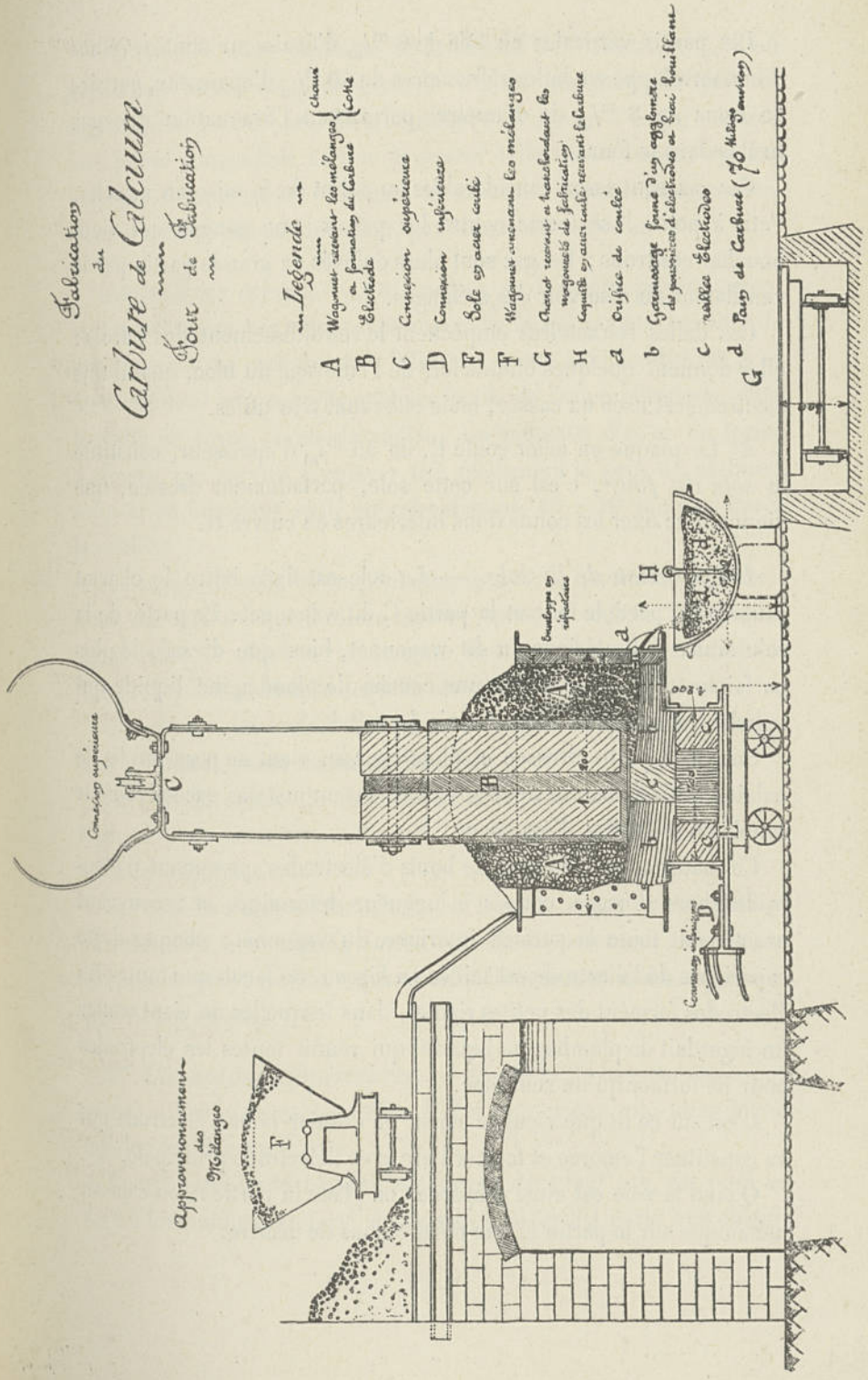
Nous allons décrire successivement chacune de ces parties :

1° *Wagonnet de fabrication.* — Le wagonnet de fabrication se divise lui-même en plusieurs parties :

1° La partie A est constituée par un caisson métallique en tôle de 8 $\frac{m}{m}$ d'épaisseur, ayant 4.200 de longueur, 1.200 de largeur et 0.650 de hauteur.

C'est dans ce caisson que plonge l'électrode, il reçoit les mélanges qui sont remplacés au fur et à mesure de leur fusion et de l'évacuation du carbure fini.

Fabrication du Carbone de Calcium Sort de Fabrication



- Legende*
- A Wagons recevant les mélanges de fabrication de Carbone Electrique
 - B Consigne supérieure
 - C Consigne inférieure
 - D Sole en acier usiné
 - E Wagons recevant les mélanges
 - F Chariot recevant et transportant les mélanges de fabrication
 - G Consignes de fabrication
 - H Consignes de consigne
 - a Grande roue forme d'un aggrégat de pignons et d'échelles à leur roulement
 - b Roules Electriques
 - c Part de Carbone (70 Kilos environ)

Les parois verticales au tôle de 8 m/m d'épaisseur sont revêtues d'une enveloppe en dalles réfractaires de 60 m/m d'épaisseur, percées de trous de 8 m/m de diamètre, permettant l'évacuation des gaz brûlés dans le four.

Ces gaz sont assez considérables au début de la mise en marche. Petit à petit, il se forme contre les parois, une gangue qui vient boucher ces trous ; les gaz sont alors enlevés en grande partie par le ventilateur du réservoir des mélanges.

Ces dalles réfractaires empêchent le refroidissement des parois ; elles donnent quelques ennuis lors de l'enlevage du bloc, quand une électrode est usée ou cassée, mais elles sont très utiles.

2^o La plaque en acier coulé E, de 25 m/m d'épaisseur, constitue la *sole du four* ; c'est sur cette sole, parfaitement dressée, que viennent se fixer les connexions inférieures en cuivre D.

Préparation de la sole. — La sole est fixée entre le chariot roulant qui porte le four et la partie C du wagonnet. La partie de la sole située à l'intérieur du dit wagonnet, bien que dressée le plus parfaitement possible, reçoit une couche de plombagine liquide qui bouche les moindres défauts du métal.

Sur cette partie dressée et plombaginée, vient se poser un lit de balais en fils de cuivre tressés, et formant un matelas excessivement souple de 5 à 6 m/m d'épaisseur.

Ce matelas est recouvert de bouts d'électrodes, provenant d'électrodes hors d'usage, coupés à longueur déterminée et recouvrant exactement toute la surface intérieure du wagonnet ; chaque arête supérieure de l'électrode est taillée en biseau, de façon que toutes les électrodes forment des petites rigoles, dans lesquelles on vient couler un léger lait de plombagine liquide, qui réunit toutes les électrodes pour ne former qu'un seul bloc.

C'est sur ce lit que vient se placer un dernier bout d'électrode qui va constituer l'amorce et former l'arc avec l'électrode principale.

Quand la sole est ainsi préparée, on place la partie A ou caisson métallique sur la partie C que nous venons de décrire.

On entoure alors l'amorce et le dessus de l'électrode C, d'un garnissage formé de poussières de vieilles électrodes broyées et agglomérées avec du brai bien bouillant ; on donne, à ce garnissage, une pente convenable et une épaisseur telle que l'amorce restant toujours complètement dégagée, le carbure formé vienne couler, pour ainsi dire dès sa formation, par le trou de coulée *a*.

Coquille de coulée. — Les coulées se faisaient primitivement tout simplement par terre, dans un cercle formé par une bordure de mélanges ou de carbure déjà fabriqué ; nous avons substitué à ce mode primitif une coquille en acier fondu de forme elliptique, dans laquelle on place, avant la coulée, un morceau d'acier en forme d'anneau qui servira à enlever très facilement le pain de carbure, celui-ci se décollant seul, en refroidissant, 45 à 20 minutes après la coulée.

A l'aspect de celle-ci on peut préjuger de la qualité du carbure : ainsi un carbure qui brûlera encore après la coulée, indique un léger excès de charbon, et donnera fort probablement un carbure riche ; la quantité dans la coquille sera petite.

Un carbure qui coulera facilement et en grande quantité, remplissant la coquille, sera rarement excellent.

Le trou de coulée du four est bouché tout simplement par un aggloméré de poussières d'électrode et de brai, comme le fond des soles de wagonnet.

Les coulées s'opèrent facilement, et il est rare que l'on soit obligé de déboucher le trou de la coulée à l'aide du perceur en acier, ce qui peut arriver cependant quand les mélanges sont mal composés et trop riches en coke.

2^o *Connexions supérieures.* — L'arrivée du courant électrique se fait à l'aide de câbles reliés à des connexions que nous allons rapidement décrire.

Parallèlement à la façade des fours et dans leur axe, est posé un fer à I longitudinal de forte dimension ; ce fer à I porte une chappe

sur laquelle est fixé : 1° le porte-poulie du mouvement de haut et baisse de l'électrode ; ce porte-poulie, en cuivre, reçoit, en outre, les câbles d'arrivée du courant venant de la salle des transformateurs

La transmission du courant au porte-connexions supérieur se fait à l'aide de 36 câbles en cuivre de 20 m/m de diamètre, ayant une section de 3 centimètres carrés 14 chacun, et une section totale de $3.14 \times 36 = 1$ décimètre carré 15.

Le porte-connexions supérieures est relié à l'électrode par 4 lames verticales en cuivre :

Largeur $0.200 \times$ épaisseur $20 \text{ m/m} = 40$ centimètres carrés et pour 4 plaques ou lames $= 1$ décimètre carré 16, le courant arrive donc normalement à l'électrode.

NOTA. — Si par suite d'un défaut d'approvisionnement, on venait à manquer de plaques de cuivre pour connexions supérieures, on peut remplacer celles-ci par des plaques en tôle de fer ; mais ce remplacement est très désavantageux, car le fer offre une résistance beaucoup plus grande au courant et la production s'en ressent.

Les plaques font contact parfait avec l'électrode à l'aide de matelas souples en fils de cuivre, serrés à bloc sur les parois verticales de l'électrode par des boulons, afin de ne pas briser les têtes d'électrodes par leur serrage, avoir bien soin de remplir par des clames légèrement coniques les intervalles vides des quatre têtes.

Les bouts des plaques de connexion supérieures sont très proches les mélanges ; ils sont sujets à se brûler ; aussi pour ne jamais avoir rien à changer à la tête principale du porte-électrode, les plaques sont reliées par des clames en fonte, avec 4 petites plaques pendantes fixées d'une façon définitive sur la dite tête principale.

Au fur et à mesure que les extrémités inférieures des plaques deviennent hors d'usage, par suite de la cause citée plus haut, on les recoupe jusqu'à ce qu'elles soient devenues définitivement trop courtes ; les bouts sont alors refondus à l'usine pour faire de nouvelles plaques.

Par suite des effets de dilatation, les écrous des boulons de serrage

doivent être resserrés très souvent, afin que le contact soit toujours parfait ; on évite ainsi des casses d'électrodes tout en conservant une bonne production au four.

Nous verrons un peu plus loin, l'influence des soins donnés aux connexions, dans le paragraphe : *Durée des Electrodes*.

Connexions inférieures. — Les connexions inférieures sont également en cuivre ; les parties qui font contact avec la plaque de sole du wagonnet de fabrication, doivent être parfaitement dressées afin que le contact soit bon ; trois boulons fixent chacune des têtes de connexion sur la plaque de sole.

La pose de ces connexions, sur la plaque de sole, doit se faire le plus rapidement possible, afin de rendre l'arrêt du four très court ; aussi avons-nous cherché à les rendre très simples et très maniables.

Chaque tête de connexion reçoit 12 câbles de 20 ^m/_m de diamètre ; les trois têtes reçoivent donc 36 câbles représentant une section totale égale à celle des câbles des connexions supérieures.

Les câbles sont fixés sur les têtes de connexion à l'aide de petites bagues coniques en métal blanc, fendues longitudinalement, enfoncées à frottement dur dans le logement préparé dans la tête de connexion ; pour assurer un joint parfait on coule un peu d'étain dans les vides qui pourraient rester entre les câbles et la bague, et entre celle-ci et la tête de connexion.

De même que les connexions supérieures peuvent servir pour le wagonnet de fabrication voisin du même four, les connexions inférieures viennent également se placer sur la sole du dit wagonnet.

En cas de casse d'électrode, il n'y a donc qu'un intervalle très court dans la fabrication.

En résumé, les connexions les plus simples seront bien souvent les meilleures.

Durée des Electrodes. — La durée du travail d'une électrode, ou le temps pendant lequel l'électrode produira du carbure de calcium, doit être la plus longue possible ; en effet, outre le prix de revient

moyen d'une électrode qui est comme nous l'avons vu (dans le chapitre *Fabrication des Electrodes*) de 161 fr. 50, non compris la mise en place dans le four, pendant le temps nécessaire à son remplacement le four ne produira rien, et même ce n'est que quelque 10 heures après la mise du courant que la première coulée aura lieu.

Cette durée tient d'abord aux soins apportés dans l'accrochage de l'électrode aux connexions supérieures, et ensuite à la surveillance du serrage des boulons qui assurent le contact parfait des lames verticales en cuivre avec les quatre têtes de l'électrode.

De plus, pendant la marche du four, la charge des mélanges doit se faire le plus régulièrement possible afin que le voltage reste constant, et que l'ouvrier, dont l'œil est toujours fixé sur les voltmètres et ampèremètres du four, n'ait à manœuvrer l'électrode que le moins possible, et cela sans à-coup, ni brusquerie.

Dans ces conditions l'électrode s'usera régulièrement et durera jusqu'à usure maximum.

J'ai vu la durée des électrodes ne pas dépasser une semaine ; grâce aux soins cités plus haut et grâce surtout à une prime de durée qui encourageait les ouvriers à donner ces soins, cette durée a augmenté sensiblement et les électrodes ont toujours duré un minimum de dix jours ; le maximum a été de 22 jours. Cette électrode a été photographiée à sa sortie du four.

La production moyenne de six fours, et pour une journée de travail, est de 4.720 kilogrammes de carbure à 300-315 litres de gaz acétylène soit :

par jour et par four 786 k. 66.

L'électrode citée plus haut avait donc fourni une production de carbure de calcium de

$$786 \text{ k. } 66 \times 22 = 17.306 \text{ k.}$$

sans aucune interruption de travail.

Je crois que l'on peut citer cette production par une seule électrode comme très rare dans la fabrication du carbure de calcium.

Nous croyons intéressant de donner quelques résultats des essais qui ont été faits pour la *Réception des fours électriques de l'usine de X...*

1^{er} ESSAI

Puissance effective des fours 150 à 160 kilowatts.

MATIÈRES EMPLOYÉES

Chaux.....	CaO = 0,85	} 1,00
CO ² + H ² O.....	= 0,02	
Non dosé.....	= 0,13	
Coke.....	C = 0,85	} 1,00
H ² O.....	= 0,02	
Cendres.....	= 0,13	
Heure de mise en marche des fours.....	9 heures matin	6.2
Heure de l'arrêt des fours.....	15 heures	9.2
Total de la durée de l'essai.....		54 heures.

Intensité secondaire moyenne en ampères.	}	Four N° 1	5.175
		» 2	5.300
		» 3	5.597
Différence de potentiel moyenne aux bornes des fours en volts.....	}	Four N° 1	27,31
		» 2	26,78
		» 3	29,00

Puissance absorbée en kilowatts effectifs (Cos φ = 0,85) convenu.

Four N° 1	5.175 × 27,31 = 141.329 × 0,85 = 120 kw.	129
» N° 2	5.300 × 26,78 = 141.934 × 0,85 = 120	» 643
» N° 3	5.597 × 29,00 = 162.313 × 0,85 = 137	» 966
Total.....		378 » 738

Nombre de kilowatts-jours absorbés par les fours et accessoires.

$$\frac{378^{\text{kw}} \times 54 \text{ heures}}{24} = 852$$

Poids de carbure fabriqué pendant ces 54 heures

(ce n'est pas facile à évaluer d'une façon absolument rigoureuse).

Carbure coulé.....	2.107 k.	
» en pains.....	3.062 k.	c'est énorme par rapport [au coulé
Total.....	5.169 k.	

Richesse 315 litres de gaz acétylène à la pression de 760 ^m/_m et à la température de 15 degrés centigrades.

5.169 : 852 = Soit un poids de Ca C² par kilowatt-jour de 6 k.060

2^m^e ESSAI

Puissance effective des fours 150 à 160 kilowatts

MATIÈRES EMPLOYÉES

Chaux.....	CaO = 0,94	} 1,00
CO ² + H ² O.....	= 0,02	
Non dosé.....	= 0,04	
Coke.....	= 0,85	} 1,00
H ² O.....	= 0,03	
Cendres.....	= 0,12	
Heure de la mise en marche des fours.....	19 heures	9.2
	19 »	10.2
Intensité secondaire moyenne en ampères..	{ Four N ^o 2	5.638
	» 3	5.597
	» 4	5.313
Différence de potentiel moyenne aux bornes des fleurs.....	{ » 2	23,3
	» 3	25,3
	» 4	25,2

Puissance absorbée en kilowatts effectifs (Cos φ = 0,85)

Four N ^o 2.....	111 kw.	660
» N ^o 3.....	135 »	782
» N ^o 4.....	113 »	825
Total.....	361 »	267

Production par kilowatts-jour (voir plus bas)

Poids de carbure fabriqué coulé.....	979 k.
en pains	1152 50
Total.....	2131 50

$$\text{et par kilowatt-jour } \frac{2131.5}{361.267} = 5 \text{ k. } 900$$

Richesse du carbure 308 litres. Pression 760 ^m/_m, Température 15°

Ces essais de rendement en gaz sont faits sur des échantillons pris à la sortie du blutoir.

3^{me} ESSAI.

Pour cette opération, la puissance a été mesurée en se servant de la formule

$$I = \frac{Ei \text{ Cos } r}{e}$$

Dans cette formule :

- I représente l'intensité dans le circuit secondaire d'un groupe de deux transformateurs.
 - E la différence de potentiel aux bornes primaires des transformateurs considérés.
 - e la différence de potentiel aux bornes secondaires de ces transformateurs.
 - i l'intensité dans leur circuit primaire.
 - r le rendement des transformateurs évalué à 0,93.
- Cos φ le facteur de puissance général de l'installation évalué à 0,80, étant compris dans ce chiffre le facteur de puissance des transformateurs.

Les matières premières employées ont été du même tas et de la même composition que dans l'essai précédent

Heure de la mise en marche des fours ... 15 heures, le 15.

Heure de l'arrêt des fours 19 » le 17.

Soit 52 heures.

Intensité moyenne dans le circuit primaire : 106 ampères.

Intensité moyenne dans le circuit secondaire déterminée d'après la formule spécifiée ci-dessus.

$$5.800 \text{ ampères} \quad d = 1,6 \quad D = 3,6$$

Différence de potentiel moyenne aux bornes de chaque four.

Fours N° 1 et N° 3.....	29 volts.
» N° 2	29, 26 volts.
» N° 4	28, 26 volts.

Soit une différence de potentiel moyenne générale de

$$28 \text{ volts } 73.$$

Puissance absorbée en kilowatts effectifs pour les trois fours :

$$28,73 \times 5.800 \times 3 = 501 \text{ kilowatts ou } 167 \text{ kilowatts par four.}$$

Nombre de kilowatts-jours absorbés par les 3 fours et accessoires :

$$\frac{501 \times 52 \text{ h}^{\text{res}}}{24} = 1090 \text{ kilowatts-jours.}$$

Poids de carbure fabriqué :

Carbure coulé	4.300 kil.	} 6.600 kilogs.
» en pain.....	2.300 kil.	

Rendement en poids CaC_2 par kilowatt-jour :

$$\frac{6.600}{1.090 - 24} = 6 \text{ kilogs } 191.$$

Rendement en gaz de carbure produit : 315 litres.

$$\text{Pression : } 76 \text{ } ^\circ/\text{m} \quad \text{Température : } 15^\circ.$$

NOTA. — Cet essai comprend l'arrêt du four N° 1 et la mise en circuit du four N° 3.

CARBURE DE CALCIUM

Rendements réels des Fours de l'usine de X...

1° Marche ordinaire.....	} Chaux Coke à 10-20 p. % de cendres.
--------------------------	------------------------------------------

Ampérage moyen 204,4 ampères. Production de 14 jours. 53.446 kil de carbure à 300-315 litres.

Les dynamos génératrices ont fourni :

	Production par jour....	4.112 kil.
204. 4 ampères $\times \sqrt[2]{3}$ \times 3.550 volts \times 14 jours \times 24 heures \times cos φ 0,85 =		357.568 kwh
Les accessoires indépendants, plus les pertes dans les transformateurs et canalisations à haute tension évaluées à 8 pour %.....		35.285 »

Travail absorbé par les fours..... 321.783 kw.

Production pendant cette durée du travail..... 53.446 kil.

Soit par kilogramme de carbure 6 kwh. 02 et par kilowatt-jour 3 k. 98 de carbure.

2^o Marche avec Calcaire et coke.

Ampérage moyen 215 ampères. Production de 13 jours. 45.805 kil.

Les dynamos génératrices ont fourni :

	Production par jour....	3.525 »
215 ampères $\times \sqrt{3}$ \times 3.550 volts \times 13 jours \times 24 heures \times cos φ 0,85 =		348.636 kw.
Les accessoires indépendants ont absorbé		34.130 »

Travail absorbé par les fours..... 314.506 »

Production pendant cette durée du travail..... 45.805 kil.

Soit par kilogramme de carbure 6 kwh. 86 et par kilowatt-jour 3 k. 49 de carbure.

3^o Marche avec résidus de blocs, Calcaire et Coke.

Ampérage moyen 227,8 ampères. Production de 12 j. 1/2. 41.194 kil.

Les dynamos génératrices ont fourni :

	Production par jour....	3.290 »
227,8 ampères $\times \sqrt[2]{3}$ \times 3.550 volts \times 12,5 jours \times 24 heures \times cos. φ 0,85 =		340.884 kw.
Les accessoires indépendants ont absorbé		33.510 »

Travail absorbé par les fours..... 307.374 »

Production pendant cette période..... 41.194 »

Soit par kilogramme de carbure 7 kwh. 45 et par kilowatt-jour 3 k. 51 de carbure.

NOTE sur le rendement des fours électriques pour la fabrication du Carbure de Calcium.

Il s'est glissé des erreurs assez sensibles dans les calculs d'évaluation de la quantité d'énergie théoriquement nécessaire pour la production du carbure de calcium.

Ces erreurs ne proviennent pas d'une évaluation fautive du rendement industriel des fours, elles portent au contraire sur les chiffres mêmes qui entrent dans les calculs. Aussi convient-il de redresser celles des données du calcul qui sont erronées, si on veut arriver à une approximation vraisemblable et en concordance avec les résultats industriels.

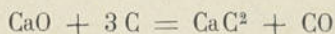
La cause d'erreur la plus grave réside dans les valeurs attribuées aux chaleurs spécifiques des corps réagissants ; on a adopté les chiffres des tables usuelles sans tenir compte de la variation de ces chaleurs spécifiques avec les températures.

Comme dans l'espèce il s'agit de températures très élevées, les calculs effectués dans ces conditions donnent des résultats très contestables.

Si nous prenons par exemple le carbone, nous voyons que sa chaleur spécifique moléculaire qui est de 1,92 à 0 croît jusqu'à 6,42 à la température de 3.000° ; dans les calculs habituels, on prend simplement 1,92 et l'on commet une erreur absolument inacceptable.

D'autre part, les chaleurs de formation des composés mis en jeu ou formés sont elles-mêmes fonctions de la température de réduction et de l'état physique des composants ; c'est ainsi que l'on sait, par les derniers travaux de M. Moissan, que la chaleur de formation de l'oxyde de calcium est 145.000 calories, en partant du métal solide pour aboutir à l'oxyde solide, alors que précédemment on a toujours adopté le chiffre de Thomson, 131.000 calories.

Examinons maintenant la réaction



En admettant qu'elle s'effectue à la température de 2.900° environ, calculons les quantités de chaleur nécessaires pour porter les masses réagissantes à la température de 2.900°.

1° Chaux :

La chaleur spécifique de CaO est sensiblement

$$11.4 + 0.0009 t.$$

La quantité de chaleur nécessaire pour porter un molécule à 2,900° sera donc 37.845 calories.

2° La chaleur moléculaire moyenne pour C = 42 déterminée par M. Violle est

$$4,26 + 0,00072 t$$

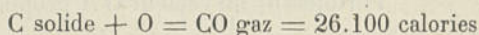
On en déduit la chaleur totale

$$Q = 15.380 \text{ calories}$$

et pour 3 molécules 47.140 calories.

3° *Chaleurs de réactions.* — Si nous considérons seulement les phénomènes qui se passent entre les états initial et final, nous devons ajouter aux quantités précédentes la chaleur de formation de CaO soit 145.000 calories et retrancher.

1° la chaleur de formation de CO



2° la chaleur de formation de CaC² évaluée à 7.250 calories.

Les corps étant supposés purs et parfaitement secs, la chaleur totale consommée sera

$$(37.845 + 47.140 + 145.000) - (26.100 + 7.250) = 196.635$$

calories-grammes correspondant à $196.635 \times 1.158 = 227.7$ watts-heures pour une molécule de CaC² = 64 grammes.

Soit 3.558 kilowatts-heures par tonne.

Donc dans un four ne comportant aucune perte correspondant aux volatilisations qu'on ne peut éviter parfaitement, et en supposant

que les produits mis en présence fussent parfaitement purs, le travail par tonne de carbure produit ne pourrait être inférieur à 3.558 kilowatts-heures correspondant à une production de 6 k. 745 par kilowatt-jour.

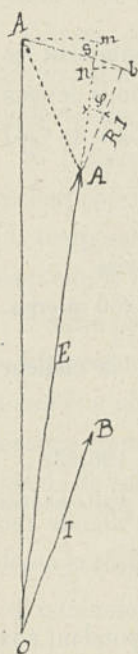
Pour atteindre le rendement de 6 k. qui a été réalisé et dépassé à X... il faut donc que le coefficient de rendement des fours atteigne 90 p. $\%$.

Si l'on considère qu'en pratique, on ne peut employer ni du coke, ni du charbon parfaitement sec que la chaux est plus ou moins carbonaté, on constate que le rendement vrai des fours serait peut-être plus élevé encore.

Nous avons admis $\cos \varphi = 0,850$, nous lui conserverons cette valeur dans les courbes qui vont suivre.

Calcul de $\cos \varphi$.

Le décalage dans les transformateurs à pleine charge étant négligeable, on peut admettre que $\cos \varphi$ est constant dans toute la canalisation ; mais il n'y a pas que le décalage, dû à l'inductance du circuit, il y a aussi la perte ohmique dans la ligne.



Suivons d'abord le graphique par vecteurs :

Portons sur un vecteur OA proportionnel à E efficace à l'arrivée et sur un autre décalé de φ la valeur de OB de I efficace.

En A menons à OB une parallèle $Ab = RI$, puis en b perpendiculairement à Ab une longueur $bA' = LI$, l'hypothénuse AA' sera égale au produit de l'impédance $\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ et la résultante oA' représentera la tension au départ.

Considérant successivement le triangle $oA'm$ et les petits triangles Abn , nbs , $sA'm$, on peut écrire

$$(1) E'^2 = [E + RI \cos \varphi + \omega LI \sin \varphi]^2 + [\omega LI \cos \varphi - RI \sin \varphi]^2$$

Admettons d'abord φ connu ; il reste à déterminer R et L pour appliquer la formule.

Pour chaque fil d'une ligne triphasée on a :

$$L = L_s - L_m$$

L_s et L_m étant l'autoinductance et l'inductance mutuelle qui sont données par les formules

$$L_s = l \left(\frac{1}{2} 2 \log \cdot a \right)$$

$$L_m = 2 l \log d \quad \begin{array}{l} a \text{ rayon du fil} \\ d \text{ écartement fil à fil.} \end{array}$$

$$l = 28 \times 10^{-4}$$

$$a = 6$$

$$d = 50$$

l'inductance mutuelle linéaire en unités C. G. S sera..... 7.823

la selfinductance linéaire..... 1.522

et l'inductance totale linéaire

$$\text{nous avons trouvé } I = 228.2 \quad R = 0 \Omega 52$$

$$\text{d'ou } RI = 73 \text{ et } \omega LI = 562.$$

On déduit alors de (1)

$$E'^2 = E^2 + 146 E (\cos \varphi + 7.7 \sin \varphi)$$

et par suite

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{E'^2 - E^2 - 146 E}{1.124 E}$$

Supposons que la tension au départ soit 3.550 et la tension au primaire des transformateurs 3.450 on aurait alors

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,625 \text{ et par suite } \cos \varphi = 0,848$$

5. BROYAGE, BLUTAGE ET EMMAGASINAGE DU CARBURE DE CALCIUM.

Au fur et à mesure que les pains de carbure de calcium sont enlevés des coquilles de coulée, ils sont amenés près du broyeur, dans la salle de l'embidonage du carbure. On les empile les uns sur les autres afin qu'ils prennent le moins d'humidité possible.

Le broyage commence à une heure déterminée, ordinairement vers le soir, lorsque les ouvriers préparateurs des mélanges ont terminé leur besogne.

Le carbure est broyé dans un broyeur à mâchoires, puis il est élevé à l'aide d'une chaîne à godets, qui l'envoie dans un blutoir en tôle d'acier, perforée de trous ayant des dimensions appropriées pour donner au carbure les différentes grosseurs demandées par la vente.

Ces dimensions sont :

N° 4	Tout-venant.....	50 à 100 $\frac{m}{m}$
3	Noix.....	20 à 50 $\frac{m}{m}$
2	Noisettes.....	10 à 20 $\frac{m}{m}$
1	Granulé.....	5 à 10 $\frac{m}{m}$
0	Poussières.....	au-dessous de 5 $\frac{m}{m}$

Pendant le broyage, on place les bidons remplis par dimension de grosseur et cinq par cinq.

Chaque lot de cinq est numéroté et échantillonné, puis analysé.

Il y a par exemple après broyage complet du carbure produit dans les vingt-quatre heures de travail.

25	bidons	N° 4
20	»	N° 3
12	»	N° 2
3	»	N° 1

Total.... 60 bidons à 100 k. = 6.000 k. de carbure.

L'échantillonnage sera composé de	5	échantillons	N° 4
	4	»	N° 3
	2	»	N° 2
	1	»	N° 1

Soit un total de 12 échantillons ou 12 analyses

Les analyses terminées, chaque bidon sera numéroté ; ce numéro sera reporté sur le registre du laboratoire et de la comptabilité avec le titre ou la richesse en litres de carbure qu'il contient. Il sera ensuite réparti dans le magasin à la place qui lui est destinée suivant son titre.

Dans ces conditions il est toujours facile de donner satisfaction à la clientèle ou du moins, de lui donner un carbure de calcium de

richesse connue ; on évite ainsi des réclamations toujours désagréables, auxquelles on peut répondre d'une façon à peu près certaine et en connaissance de cause.

Chaque bidon, aussitôt rempli, après échantillonnage et numérotage, est fermé par une des ouvrières chargées de la fabrication des bidons à carbure, c'est seulement alors qu'il prend rang dans le magasin comme nous l'avons dit plus haut.

Les bidons sont placés dans le magasin de façon à ce que l'on puisse toujours les prendre par rang d'ancienneté.

Fabrication des Bidons à Carbure de Calcium.

Non seulement on fabriquait les bidons à l'usine, mais on réparait également les vieux bidons rachetés à bon marché à la clientèle assez proche de l'usine pour que les frais du transport ne soient pas trop élevés.

Le petit atelier de confection comprend :

Une machine à cintrer ;

» à canneler ;

Une cisailerie découpeuse spéciale pour les fonds ;

Une embloutisseuse ;

Une poinçonneuse ;

et tous les différents outils de zingueur ;

Les prix de revient des bidons étaient un peu variables, comme on le voit ci dessous :

2 fr. 70, 3.90, 5 », 4.55, 3.58, 3.34, 3.07, 3.82, 4.32,
4.37, 3.77, 3.95, 3.86, 2.96, 2.86, 3.66, 3.32, 3.42,
2.13, 2.90, 3.40, 3 ».

Soit un prix de 3 fr. 53.

Ces variations assez sensibles dans le prix de revient final d'un bidon proviennent de la réparation des vieux bidons rachetés à un prix très bas et qui, réparés, rentrent dans la fabrication comme bidons neufs.

Le carbure de calcium se conserve assez bien en bidons parfaitement clos, dans des magasins absolument secs ; malgré cela je ne conseillerai jamais d'avoir de gros stocks, ils ne causent que des ennuis et représentent un gros capital immobilisé.

Deux mois de fabrication suffisent amplement.

Utilisation des résidus de fabrication. — Les fines poussières provenant des morceaux de carbure effrités, les résidus entourant les blocs, qui ne sont plus susceptibles d'être repassés dans les fours, les balayages opérés dans les salles de fours, du broyage, contiennent de la chaux qui existe surtout à l'état caustique ; on peut employer ces résidus comme engrais calcique.

On a expérimenté ces résidus, paraît-il sur l'avoine et les pois, il résulte des résultats des récoltes que, aussi bien avec les pois qu'avec l'avoine, on a obtenu avec les résidus des blocs de carbure les mêmes résultats que l'on obtient avec le carbonate de chaux, il faut par exemple, pour leur emploi, qu'ils aient desséchés pendant un temps très long et qu'ils soient répartis convenablement sur le sol.

Ci-dessous les analyses d'un carbure de calcium d'*excellente qualité*, analyses faites par M. Guide, professeur de physique et de chimie de la ville de Paris.

C'est cette qualité de carbure que tous les fabricants doivent chercher à produire couramment :

Carbure nettement cristallisé, à reflet bleu d'acier.

DENSITÉ 2,22.

Composition chimique.

Carbure de calcium.....	94,2
Chaux.....	0,9
Charbon.....	0,6
Siliciure de carbone.....	2,8
Non dosés.....	1,5
Gaz acétylène dégagé par kilogramme.....	332 litres.

Analyse du gaz dégagé.

Acétylène.....	99,508
Méthane.....	0,040
Hydrogène.....	0,064
Oxyde de carbone.....	0,084
Azote.....	0,230
Ammoniaque.....	0,032
Hydrogène sulfuré.....	0,018
» phosphoré.....	0,006
» silicié.....	Traces non dosables.
Non dosé.....	0,018
Total.....	<u>100,000</u>

6. FABRICATION DES BIDONS

servant à l'emballage du Carbure de Calcium.

Les bidons servant à l'emballage du carbure de calcium sont fabriqués à l'usine même de production du carbure.

A ce travail quatre femmes sont employées journellement ; l'une d'elles sert de contre-dame.

Leur salaire moyen est de 1 fr. 75 soit pour 3 femmes 5 fr. 25

Plus 2 fr. » pour la contre-dame 2 fr. »

Soit : 7 fr. 25

La production par mois étant de 440 tonnes de carbure environ, chaque bidon contenant 100 kilogrammes, la totalité mensuelle des bidons à fabriquer sera donc de 4.400 bidons. (On expédie fort peu en demi-bidons, soit par jour :

$$\frac{1.400}{25} = 56 \text{ bidons}$$

$$\text{Soit une main-d'œuvre par bidon} = \frac{7.25}{56} = 0 \text{ fr. } 13.$$

Usine de X...., Tyrol (Autriche).

PRIX DE REVIENT D'UNE TONNE DE CARBURE DE CALCIUM.

Production annuelle	1.700 Tonnes.
» mensuelle.....	141.600 kilogs.
» journalière.....	4.720 »
» quinzaine (de 12 jours).	56.640 »

1° Frais généraux se divisant en deux parties :

(1° Frais généraux d'administration. — 2° Frais généraux d'usine.)

1° FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION (Siège social VIENNE).

Un administrateur technique.....	12.000 ^{fr.} 00
Un directeur commercial (achats, ventes).....	8.000 00
4 employés de comptabilité (2.500 fr.)..	10.000 00
Location local des bureaux	1.500 00
Frais divers, voyages, assurances, etc ...	4.500 00
TOTAL.....	<u>36.000 00</u>

Soit par tonne $\frac{36.000}{1.700}$ ^{fr.} 21.20

2° FRAIS GÉNÉRAUX D'USINE :

1 directeur technique.....	8.000 00
1 chimiste.....	4.000 00
1 chef de fabrication.....	3.000 00
1 caissier comptable.....	3.600 00
1 aide comptable.....	2.400 00
1 agent réceptionnaire et expédition- naire (en gare).....	2.400 00
3 cochers conducteurs à 1.200 francs ...	3.600 00
Assurances incendie.....	5.000 00
» accidents.....	4.000 00
TOTAL.....	<u>36.000 00</u>

Soit par tonne $\frac{36.000}{1.700}$ 21.20

Frais généraux par tonne de Carbure de calcium... Total. 42.40

2° Main d'œuvre se divisant en deux parties :

(1° Main d'œuvre de fabrication. — 2° Main d'œuvre d'entretien.)

1° MAIN D'ŒUVRE DE FABRICATION PAR JOUR :

1. Four à chaux :

	fr.	fr.	
2 hommes de four, jour à.....	4.00	= 8.00	} 21.00 ^{fr.}
1 » » nuit à.....	4.00	4.00	
2 casseurs de calcaire.....	3.00	6.00	
1 aide.....	3.00	3.00	

2. Confection des Mélanges (Broyage) :

1 broyeur à coke.....	3.00	3.00	} 9.00
1 » à chaux ou à calcaire..	3.00	3.00	
1 alimenteur.....	3.00	3.00	

3. Confection des électrodes :

1 préparateur et cuiseur.....	3.50	3.50	3.50
-------------------------------	------	------	------

4. Fours à carbure :

2 surveillants (jour et nuit).....	4.50	9.00	} 31.00
4 ouvriers de fours.....	4.00	16.00	
2 préparation des soles, cassage des blocs.....	3.00	6.00	

Broyage du carbure, mise des bidons en magasins
et expéditions :

4 ouvriers.....	3.00	12.00	12.00
1 garçon de courses.....	3.00	3.00	3.00
1 garçon de laboratoire.....	2.00	2.00	2.00
4 femmes (fabrication des bidons).	2.50	10.00	10.00

TOTAL..... 91.50

Soit par tonne de carbure $\frac{91.50}{4.720}$ 19.90

2° MAIN D'ŒUVRE D'ENTRETIEN PAR JOUR :

2 ajusteurs-mécaniciens.....	4.50	9.00	} 26.00
2 1/2 » ».....	3.00	6.00	
1 menuisier.....	4.00	4.00	
1 maçon.....	3.50	3.50	
1 graisseur, raccomm ^r de courroies	3.50	3.50	

3° MATÉRIAUX PAR QUINZAINE :

Connexions supérieures et inférieures (plaques et têtes).....	268.00	}	970.00
Câbles souples et raides (suspensions électrodes).....	225.00		
Briques, dalles, etc. Réparation des fours..	122.00		
Tôles et cornières pour wagonnets de fabrication	154.00		
Outillages divers.....	75.00		
Bois, caoutchouc, huile, etc., etc.....	126.00		

Soit pour 1.000 kilogs..	$\left\{ \begin{array}{l} 2^{\circ} \frac{26.00}{4.720} = 5.53 \\ 3^{\circ} \frac{970}{56.640} = 17.14 \end{array} \right\}$	} 22.67

3° *Matières premières :*

Chaux } 31 fr. 80 la tonne de mélange × 1750....	55.65
Coke }	

4° *Courant électrique :*

Prix annuel payé à la société l'Etchswerke, 120.000 fr.

Soit par tonne	$\frac{120.000}{1.700}$	70.65
----------------	-------------------------------	-------

5° *Electrodes employées mensuellement :*

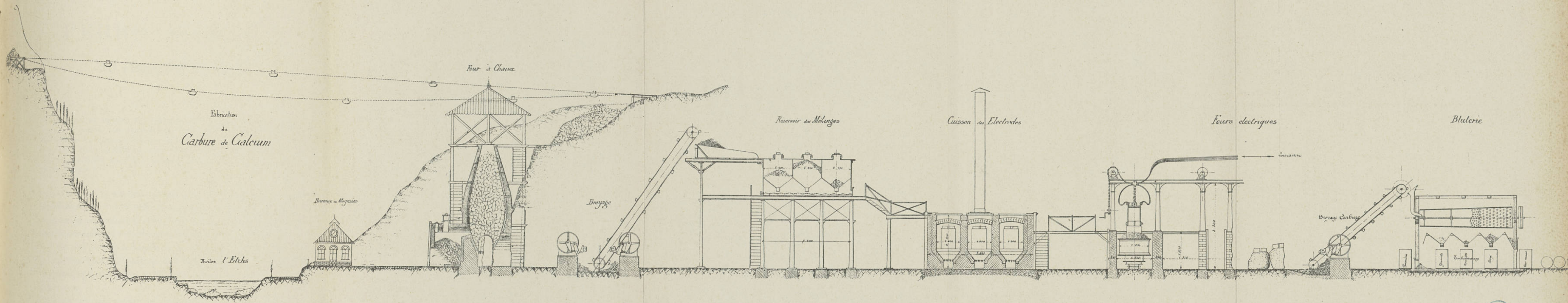
25 × 161.50 = 4.037 francs.

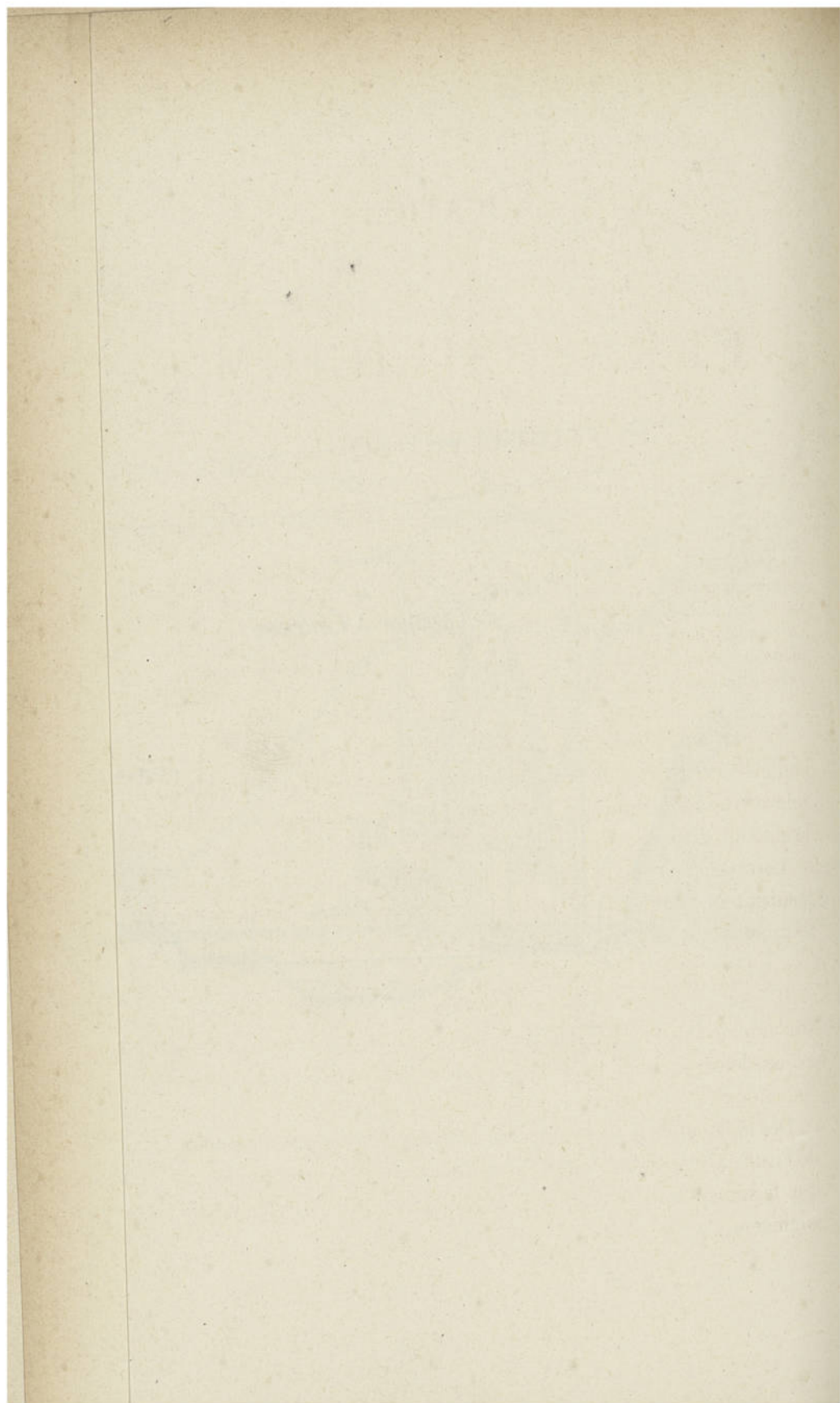
Soit par tonne	$\frac{4.037}{141.6}$	28.70
----------------	-----------------------------	-------

TOTAL.....	<u>240.00</u>
------------	---------------

RÉCAPITULATION :

Frais généraux : d'administration.....	21.20	}	fr. 42.40
» d'usine.....	21.20		
Main-d'œuvre : Fabrication.....	21.20	}	42.60
» Entretien.....	5.53		
Matériaux.....	17.17		
Matières premières.....			55.65
Electrodes.....			28.70
Courant électrique.....			70.65
			<hr/>
	TOTAL.....		240.00 la Tonne
	de Carbone de calcium à 300-320 litres de gaz acétylène.		





FABRICATION
DU
FERRO - SILICIUM
AU FOUR ÉLECTRIQUE

NOTA. — La mévente du carbure de calcium accumulant les stocks de carbure de calcium, nous avons dû chercher à employer l'énergie électrique et les fours pour une autre fabrication ; nous avons choisi celle pouvant se faire couramment dans les fours que nous avons décrits précédemment et avec des matières premières trouvées à proximité de l'usine ; c'est la fabrication du Ferro-Silicium.

On sait que le silicium, contenu dans la fonte, dégage par sa combustion de 7 à 8.000 calories qui restent dans le bain, et relèvent sa température de 250 à 300 degrés ; on sait également que le silicium donne aux aciers de la résistance et de la dureté.

Lors de l'arrêt de la fabrication du carbure de calcium, j'ai pensé à substituer à cette fabrication, celle du ferro-silicium. (Je crois être le premier qui ait fabriqué ce produit, en Autriche, à l'aide du four électrique).

Il est un fait notoire en métallurgie : que plus un ferro-silicium est riche en silicium, plus son action est utile. Nous avons donc cherché dans notre fabrication à faire des alliages riches en Si.

Dès le début de la fabrication, le chimiste attaché au laboratoire de l'usine a trouvé que les siliciures inférieurs sont magnétiques et que la susceptibilité magnétique décroît quand la teneur en silicium augmente.

Elle est très faible pour

Fe² Si²

Et nulle pour

Fe Si²

On peut donc apprécier grossièrement la richesse d'un ferro-silicium pulvérisé par simple exploration de l'aimant.

On a constaté qu'un aimant enlève par exemple 70 grammes d'un ferro-silicium à 10 p. % et 10 grammes seulement à 25 p. %. Au-dessus de 30 % l'aimant n'enlève plus rien.

Ce mode d'investigation rapide est excellent pour opérer un premier classement sans analyse du ferro-silicium à sa sortie du four.

J'ai adopté, et me suis trouvé bien de cette marche, le même régime pour la fusion des matières premières nécessaires à la formation du ferro-silicium que pour la fusion du carbure de calcium. c'est-à-dire un voltage variant entre 25 et 30 volts.

La densité de puissance était de 70 watts par centimètre carré.

Les proportions des matières premières employées pour la fabrication étaient

Battitures ou oxyde de fer	1.000	kilogs
Quartz	410	»
Coke	398	»

Les analyses des matières premières donnaient les résultats ci-dessous.

1° *Batitures de fer.*

Fer.....		71,90
Matières volatiles... {	Eau	
	Goudrons.....	4,80
	etc.	
Non dosés.....		23,30
	Total.....	<u>100,00</u>

2° Quartz.

Sio O ²	91,30
Divers.....	8,70
	<hr/>
Total.....	100,00

3° Coke.

Carbone total.....	63,90
Humidité.....	19,65
Cendres.....	18,45
	<hr/>
Total.....	100,00

La mise en marche de la fabrication a été très facile et le régime normal était atteint quelques heures après le passage du courant dans les fours.

Les coulées se font très facilement ; elles avaient lieu primitivement dans les mêmes coquilles de coulée en acier fondu que celles servant au carbure de calcium, mais ces coquilles ont été rapidement mises hors d'usage ; elles étaient percées par le ferro-silicium, à l'endroit du jet de coulée, comme si on avait enlevé le morceau à l'aide d'un emporte-pièce.

Nous avons substitué à ces coquilles de coulée en acier, des coquilles façonnées avec des débris de bouts d'électrodes coupées à longueur déterminée.

Malgré des mélanges de matières premières aussi soignées que possible, comme grosseur et quantité, (les mêmes grosseurs que pour le carbure de calcium sont bonnes) les coulées de chaque four diffèrent assez sensiblement comme richesse en Si ; nous avons remédié à cet inconvénient majeur en construisant un réservoir avec de vieilles électrodes, réservoir qui pouvait contenir la coulée de trois fours, la coulée précédente restant assez liquide pour se mélanger intimement avec la suivante ; nous obtenions ainsi à chaque coulée deux blocs donnant de très légères différences de composition à l'analyse.

Analyse d'un Ferro-Silicium à 28.30 p. % de Si

Silicium.....	28,77
Fer.....	70,29
Non dosé.....	0,94
Total.....	<u>100,00</u>

J'ai obtenu facilement des ferro-silicium, plus riches en augmentant progressivement la proportion de quartz; cette dernière fabrication présente beaucoup plus d'intérêt que celle des alliages à teneur moyenne car le prix de vente croît avec le nombre d'unités de silicium.

Analyse de Ferro Silicium.

La régularité de la richesse moyenne du ferro-silicium en Si est très difficile à obtenir, ci-dessous des résultats exacts obtenus avec des quantités constantes de matières premières et des mélanges de ces matières très soignés :

Richesse en Si.....	27,05
»	26,40
»	25,80
»	25,65
»	25,30
»	25,60
»	25,95
»	25,30
»	26,90
»	24,70
»	23,45
»	24,80
»	25,85
»	25,40
»	25,05
»	24,90
»	24,06
»	26,45
»	27,65
»	27,20
Richesse moyenne en Si.....	25,670

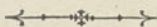
En Autriche-Hongrie, le prix de base est 200 francs la tonne pour le ferro-silicium à 10 % de Si.

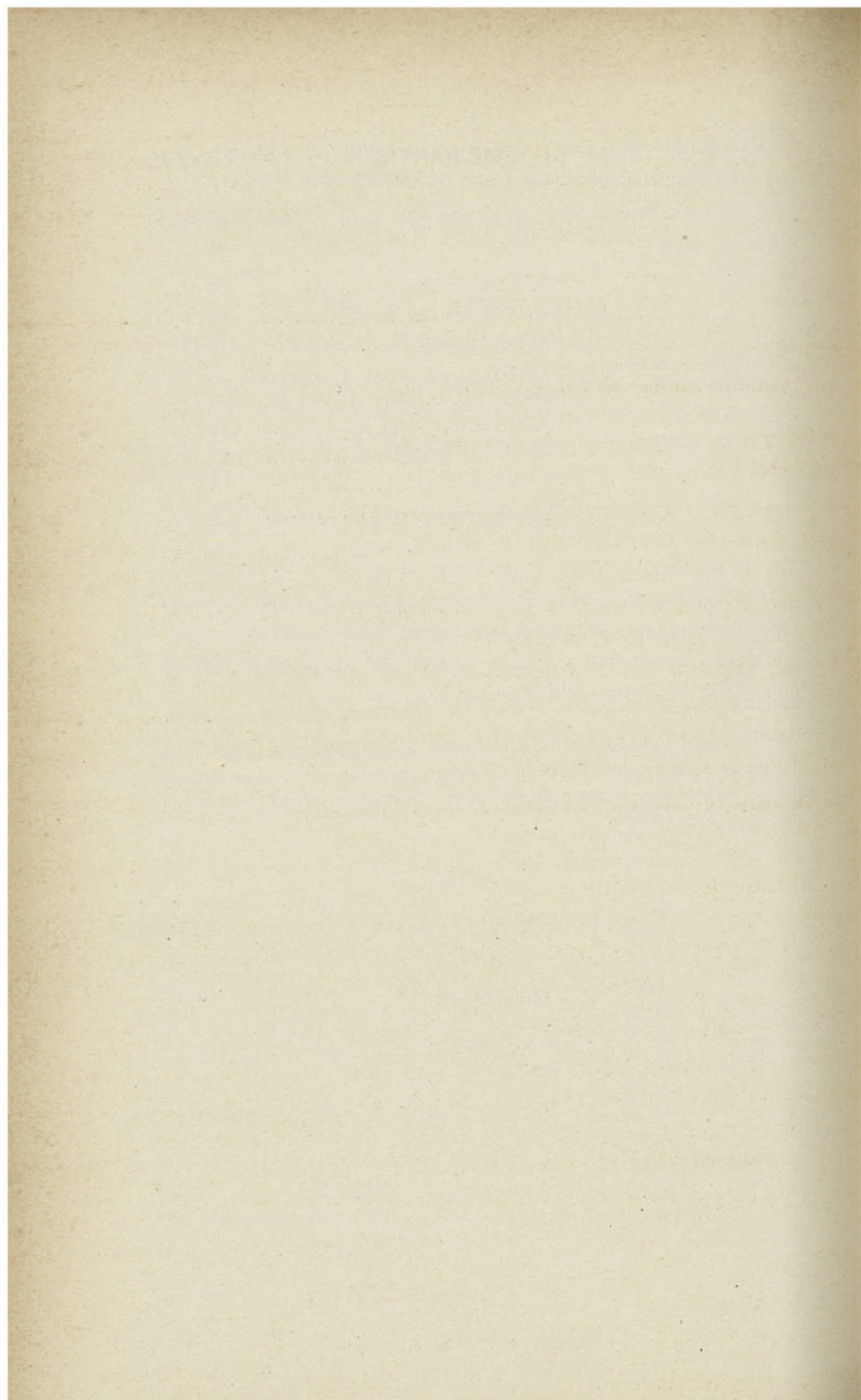
Le prix de revient très approximatif était pour le ferro-silicium à 25 p. % de Si :

	Energie électrique.....	30 fr.	
	Main d'œuvre.....	12 »	
Matières premières..	{	Battitures de fer.....	39 »
		Quartz.....	8 »
		Coke.....	30 »
		Electrodes.....	21 »
		Entretien et Réparations.....	15 »
		Amortissement.....	18 »
		Frais généraux.....	27 »
	Total.....	200 »	

On voit les gros avantages que présentent les fours Gin et Leleu ; ces fours se prêtent admirablement comme nous venons de le voir, et ce, sans changement de régime appréciable, aux deux fabrications du carbure de calcium ou du ferro-silicium.

Notre travail est terminé ; nous avons donné des renseignements aussi exacts que possible sur les deux fabrications du carbure de calcium et du ferro-silicium ; heureux nous serons si ces quelques notes peuvent être utiles à ceux qui en prendront connaissance.





SIXIÈME PARTIE

DOCUMENTS DIVERS

BIBLIOGRAPHIE

Aide-mémoire de photographie pour 1903, 28^e année, par C. FABRE, Docteur ès sciences. Broché 1 fr. 75 c., Cartonné 2 fr. 25 c. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6^e).

Le 28^e volume de l'Aide-Mémoire de Photographie vient de paraître chez Gauthier-Villars, éditeur à Paris. Cet annuaire contient, avec la liste des Sociétés, Journaux et Ouvrages photographiques, une Revue aussi complète que précise des nouveautés parues en 1902 : procédés de développement, de tirage, appareils nouveaux, etc., tout ce qui mérite d'être connu de l'amateur et du photographe professionnel se trouve décrit dans cet *Annuaire photographique* ; il contient aussi un formulaire et des instructions pratiques permettant d'obtenir de bons négatifs et de beaux tirages.

L'aluminium, ses propriétés, ses applications. Historique, minerais, fabrication, propriétés, applications générales, par P. MOISSONNIER, Pharmacien principal de l'armée, Chef des Laboratoires de l'Usine de Billancourt et du service de l'Intendance du Gouvernement militaire de Paris, Ex-secrétaire de la Commission de l'aluminium au Ministère de la Guerre. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6^e). Volume grand in-8 de XX-220 pages, avec 21 figures et un titre tiré sur aluminium ; 1903, 7 fr. 50.

Quelles perspectives seraient ouvertes à l'activité humaine le jour où, des affleurements mêmes du sol, pourrait être extrait industriellement un métal, non seulement comparable, mais supérieur au fer par l'ensemble de ses propriétés mécaniques, ne s'oxydant pas à l'air libre et, dans la pratique, plus léger que le bois, le verre même.

C'est ce que nous promet l'aluminium surtout depuis qu'on l'obtient directement par l'action du courant électrique sur l'alumine incorporée à un fondant approprié : la cryolithe ou fluorure double d'aluminium et sodium.

Il faut remarquer, de plus, que notre pays se trouve en situation privilégiée, non seulement par ses gisements presque inépuisables de minerai et par l'importance de ses fabriques, mais encore par la réserve inépuisable d'énergie électrique que possèdent les chutes des Alpes, des Pyrénées et des autres massifs montagneux de la France.

Il est vrai, l'opinion s'est trouvée partagée en deux camps bien tranchés : d'un côté, les enthousiastes qui escomptaient déjà un âge de l'aluminium aussi fécond en surprises industrielles que l'avait été l'âge du fer ; de l'autre, ceux qui pensaient devoir réagir contre un engouement plus ou moins justifié et qui, s'appuyant sur quelques expériences malencontreuses, appelaient avec conviction l'aluminium le *métal de la déception*.

La vérité se trouve entre les deux appréciations extrêmes et c'est ce que ne tardèrent pas à confirmer nos premières recherches sur les nombreux échantillons reçus des anciennes fabriques chimiques et des usines électrolytiques...

Nous nous efforcerons, dans cet ouvrage, de montrer comment les indications, déjà si favorables, enregistrées en 1896, n'ont fait que s'accroître avec l'augmentation croissante du titre de l'aluminium, amélioration telle que, de 0,900 environ en 1890, le degré de pureté est monté à 0,985 en 1895, pour arriver à 0,995 et plus en 1900. D'autre part, on verra comment le développement de l'industrie électrolytique appliquée à l'aluminium a pu faire passer la production globale de 200 tonnes en 1890 à 5 ou 6.000 tonnes en 1900, par l'utilisation bien entendue des chutes d'eau des Alpes : Arc, Valoirette, Rhin et de celles du Niagara.

En un mot, nous aurons à suivre toute une série interrompue de progrès relatifs à la production industrielle d'un métal à composition

et alliages bien définis, utilisable dans la confection des objets les plus variés.

Après un court historique de la question, ce sont surtout les applications que nous chercherons à faire ressortir.

C'est, au reste, dans ce sens qu'ont été dirigées nos recherches expérimentales, en réservant la protection du métal pour quelques cas particuliers seulement, mais à l'exclusion d'étamages onéreux et plus ou moins plombifères ou d'émaillages plus ou moins stables.

Enfin, un dernier Chapitre comprenant les Conclusions générales, et à la portée de tous, constituera le résumé de la production, des propriétés du métal et de ses alliages, avec indications des conditions à remplir en vue de leur utilisation pratique.

Traité de technologie mécanique, métallurgique, par A. LEDEBUR, Professeur à l'Académie des Mines de Freiberg (Saxe). Traduit sur la deuxième édition allemande, par G. HUMBERT, Ingénieur des Ponts et Chaussées, avec un *Appendice* sur la sécurité des ouvriers dans le travail, par J. JOLY. Librairie Gaulhier-Villars, quai des Grands-Augustins. 55, à Paris (6^e). Un volume grand in-8 de vi-740 pages, avec 729 figures ; 1903 ; 25 fr.

L'Ouvrage qui paraît ici en seconde édition est qualifié de *Traité* ; il ne renferme donc pas tous les détails que l'on doit attendre d'un *Manuel* destiné à être feuilleté. Son premier but est d'aider les étudiants et les jeunes praticiens à compléter leurs études théoriques et de leur donner une idée des dispositifs et des procédés qui se présentent à leurs yeux dans l'industrie. Ce dernier but ne peut être atteint que si le lecteur se rend bien compte des causes qui justifient l'emploi du procédé et la nature des moyens d'action correspondants. C'est pourquoi je me suis efforcé, dans les explications qui vont suivre, de prendre comme point de départ ces causes, c'est-à-dire les lois naturelles qui interviennent et les propriétés des métaux qui entrent en ligne de compte pour le travail mécanique et de les expliquer aussi clairement que le permet l'état actuel de la Science.

Le choix des figures a, dans beaucoup de cas, été l'objet de sérieuses considérations. Plusieurs de celles de la première édition avaient vieilli ou ne pouvaient plus être utilisées pour d'autres raisons. Elles ont été supprimées et remplacées. En fait, plus de 150 figures nouvelles ont été introduites dans cette édition. D'autres, surtout celles des machines-outils, tout en ne représentant pas toujours dans les détails les formes les plus modernes, faisant cependant connaître clairement les propriétés essentielles et la disposition générale des mécanismes encore employés dans l'industrie. Je n'ai pas hésité dans ce cas à conserver ces figures, en raison de l'objet de ce livre précédemment indiqué : mais je me suis attaché à faire connaître les perfectionnements apportés, à les commenter, au besoin, par des figures spéciales et à faciliter au lecteur une étude plus approfondie par des références à la bibliographie correspondante.

J'ai donné plus d'importance que dans ma première édition à l'histoire des procédés et des mécanismes qui leur sont appropriés. Chaque fois que cela m'a été possible, j'ai nommé l'inventeur et l'époque de l'invention et j'ai, dans certains cas, décrit entièrement les phases de son développement. Non seulement des renseignements de cette nature présentent un grand intérêt, mais ils aident encore à comprendre la raison pour laquelle un procédé s'exécute à l'époque actuelle d'une manière et non d'une autre.

Si, malgré ces modifications, le volume de l'ouvrage ne s'est pas augmenté, cela tient à la suppression d'un certain nombre de développements qui figuraient dans la première édition et qui n'étaient plus en rapport avec la situation actuelle ou qui, après mûr examen, m'ont paru superflus. Je serais heureux que le lecteur voulût bien considérer cette édition nouvelle comme une édition améliorée.

Les Verres et Cristaux. Le Diamant et les Gemmes, par E. D'HUBERT, docteur ès sciences, professeur à l'École supérieure de commerce de Paris. 1 vol. in-16 de 100 pages avec 40 fig., cart. : 1 fr. 50 (Librairie J.-B. Baillièrre et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris).

Les *verres* sont, de toutes les matières industrielles, celles qui se

présentent sous les états les plus divers, celles qui sont employées aux usages les plus variés.

Actuellement, après de grands progrès industriels, les verreries ont une importance capitale, particulièrement pour la France qui a su mettre ses industries verrières à la hauteur des derniers progrès.

M D'HUBERT divise l'étude des verres en trois chapitres, traitant respectivement : pour le premier, de la définition, de la composition, de la classification et des propriétés des verres ; pour le deuxième, de la préparation des matières vitrifiables dans les fours ; enfin, pour le troisième, du travail du verre en vue de l'obtention des objets principaux, glaces, vitres, bouteilles, gobelets, etc.

Dans une deuxième partie, il passe en revue les matières naturelles qui représentent un bel éclat, qui sont comme des verres d'une qualité exceptionnelle, fournis par la nature, et que l'on désigne sous le nom de *gemmes* ou de *pierres précieuses*. Cette étude des pierres naturelles est suivie de celle des pierres artificielles, imitées. Enfin, après avoir relaté les beaux travaux de M. MOISSAN sur la reproduction artificielle du diamant, M. D'HUBERT traite de carborundum, cette matière si dure, inventée en Amérique, et qui tend à prendre la première place dans la liste des matières usantes et polissantes.

Les industries chimiques et pharmaceutiques, par Albin HALLER, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Rapporteur du Jury de la classe 87 à l'Exposition universelle de 1900. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6^e). Deux volumes grand in-8, avec 108 figures ; 1902, ensemble 20 fr.

A peine érigée en science exacte à l'aurore du XIX^e siècle, la Chimie a progressé à pas de géant, durant cet intervalle qui nous sépare de l'époque de Lavoisier, et les nations qui ont contribué à en poser les assises sont aussi celles qui en ont montré les résultats les plus brillants.

Parallèlement à l'exposition des produits de leur industrie,

quelques pays ont montré avoir une légitime fierté, sous la forme d'appareils, d'instruments et de produits originaux ayant appartenu aux hommes qui ont illustré la Science, par leurs découvertes, la part qui revient à leurs nationaux dans cette évolution rapide qu'à subie la Chimie depuis un siècle.

L'exposition rétrospective française était particulièrement riche en objets historiques, véritables reliques qui évoquent les noms de nos esprits les plus élevés, de ceux auxquels la Science chimique doit la plupart de ses lois fondamentales.

De son côté, mais sous une autre forme, l'Allemagne a également tenu à montrer la contribution que ses savants ont apportée à la Science et elle a exposé, dans l'ordre chronologique et sous dix rubriques différentes, des spécimens de produits dont la découverte marque une date importante dans le développement de la Chimie, durant le siècle qui vient de s'écouler.

L'Autriche s'est aussi attachée à grouper dans son exposition rétrospective une série de produits et d'appareils de quelques-uns, parmi les plus marquants, de ses hommes de science du passé.

Située au centre même de la civilisation européenne, dans le pays qui, à tous égards, a été à un moment à la tête de tous les progrès accomplis dans le domaine intellectuel comme dans le domaine moral, il était naturel que cette exposition fût surtout une démonstration vivante, tangible, de l'œuvre immense réalisée au cours du XIX^e siècle, par le labeur ininterrompu des esprits les plus élevés et des intelligences les plus remarquables des principales nations de l'ancien monde.

Comme toutes les autres expositions, celle des produits chimiques et pharmaceutiques a donc été surtout une exposition de produits fabriqués, à laquelle ont pris part toutes les nations où l'industrie chimique a pris racine, sous une forme ou sous une autre.

Tout en reconnaissant les difficultés inhérentes à toute classification rigoureuse quand il s'agit de matières aussi dissemblables que les

produits qui font l'objet de ce travail, nous essaierons cependant de les grouper à un certain nombre de chapitres auxquels nous assignerons les en-têtes suivants :

I. *Grande industrie chimique.* — II. *Produits de la petite industrie chimique.* — III. *Matières colorantes artificielles et extraits de bois de teinture.* — IV. *Produits de la distillation sèche. Pétrole.* — V. *Parfums naturels et synthétiques.* — VI. *Couleurs minérales. Laques. Vernis.* — VII. *Savons.* — VIII. *Colles et gélatines.* — IX. *Matières plastiques. Soies artificielles.* — X. *Produits coloniaux.*

Chacun de ces Chapitres comprend des considérations générales sur l'industrie spéciale qui y est décrite, sur son développement et les modifications plus ou moins profondes qu'elle a subies depuis une dizaine d'années. A la suite de ces considérations, nous avons fait figurer la plupart des maisons qui ont pris part à l'exposition, avec la nature et l'importance de leur fabrication, les progrès qu'elles y ont réalisés et les principaux articles qu'elles ont exposés. Enfin, pour terminer, nous signalons, d'une façon sommaire, les découvertes ou les améliorations les plus importantes qui ont été effectuées dans le domaine de l'industrie à laquelle le Chapitre est consacré.

BIBLIOTHÈQUE

Aide-mémoire de Photographie pour 1903 publié sous les auspices de la Société Photographique de Mulhouse par C. Fabre, Docteur ès-sciences. — Éditeur Gauthier-Villars, 55 quai des Grands-Augustins, Paris, 1903. (Don de l'éditeur).

L'aluminium. Ses propriétés. Ses applications. Historique. Minerais. Propriétés. Applications générales, par P. Meissonnier. — Éditeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1903. (Don de l'éditeur.)

Traité de Technologie mécanique métallurgique, par A. Ledebur, Professeur à l'Académie des Mines de Freiberg (Saxe). Traduit par G. Humbert, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées. — Éditeur, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1903. (Don de l'éditeur).

Les verres. Le diamant et les gemmes, par E. d'Hubert, docteur ès-sciences, professeur à l'École supérieure de Commerce de Paris. — Librairie J.-B Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris, 1903. (Don des éditeurs).

Comité linier du Nord de la France. Rapport sur les travaux du Comité pendant les années 1901 et 1902 suivi de documents sur la culture, le commerce et l'industrie du lin, — Imprimerie C. Dubar et C^{ie}, Lille, 1903. (Don du Comité linier).

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, par les professeurs. — Éditeur Gauthier-Villars, quai des Grands Augustins, 55, Paris, 1902. (Don de l'éditeur).

Congrès International des Accidents du Travail et des Assurances Sociales. 6^e Session tenue à Dusseldorf en 1902. — Imprimeur-éditeur, C. T. Wiskott, Breslau-Berlin, 1902. (Don de l'éditeur).

First Report of the departemental Committee appointed inquire into the ventilation of factories and Workshops with appendices. — Presented to both houses of parliament by command of his majesty.

Étude sur les Distributions d'Énergie Électrique pour force motrice, par L. Saint-Martin, Ingénieur civil, 27, rue des Dames, Paris, XVII^e, 1903. (Don de l'auteur).

The Canadian Society of Civil Engineers. Report of Annual Meeting, 1903. — Montréal, Printed for the Society at the Witness Printed House.

The Canadian Society of Civil Engineers Charter By. Laws and List of Membres, 1903. — Montréal Printed for the Society at the Witness Printing House.

Statistique des Grèves en Belgique 1896-1900. — Ministère de l'Industrie et du Travail. — Office du travail. — Royaume de Belgique. — Imprimerie I. Lebègue et C^{ie}, rue de La Madeleine, 46, Bruxelles, 1903. (Don du Ministère).

Les Associations professionnelles ouvrières. Métaux. Céramique et Verrerie. — Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes (office du travail), Paris. — Imprimerie Nationale M. D. CCCC. III. (Don du Ministère).

Décoreuse de porcelaine de Limoges, d'après les renseignements recueillis sur les lieux en 1901, par M. L. de Maillard. — Secrétariat de la Société d'Economie Sociale, 54, rue de Seine, 1903. (Don de l'auteur).

Les Industries chimiques et pharmaceutiques, par Albin Haller, membre de l'Institut. — Editeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. (Don de l'éditeur).

Traité Théorique et Pratique des Moteurs à Gaz et à Pétrole, par M. Aimé Witz, Ingénieur des Arts et Manufactures, docteur ès-sciences. — Éditeur, E. Bernard, 29, quai des Grands-Augustins 1903, (Don de l'éditeur).

Rapport du Préfet du Département du Nord au Conseil général et Procès-verbaux des délibérations. — Session d'Avril 1903, Lille. — Imprimerie L. Danel, 1903. (Don du Préfet).

Les Progrès de la Sidérurgie Allemande, l'Exposition de Dusseldorf en 1902, par Maurice Metayer, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures. (Don du Comité des Forges de France).

SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE DES SOCIÉTAIRES

SOCIÉTAIRES NOUVEAUX

Admis du 1^{er} Avril au 30 Juin 1903.

N ^o d'ins- cription	MEMBRES ORDINAIRES		
	Nom.	Profession.	Résidence.
1070	DROPSY.....	Représentant, Sté Escaut et Meuse.	15, Avenue des Lilas, Lille.
1071	MATHIEU-WATTRE- LOT.....	Fabricant de peignes à tisser.	2, Rue du Bois-St-Sauveur, Lille.
1072	BRESSAC.....	Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur de la succursale de Lille, maison Babcock et Wilcox.	5, Rue Bruxelles, Lille
1073	VALLET.....	Directeur de la Société de mécanique industrielle d'Anzin.	Anzin (Nord).
1074	BLANCHE, E.....	Ingénieur.	14 bis, rue Thiers, Lille.
1075	DEGOTHAL.....	Directeur à Lille de la maison Thevenin-Sequin et C ^{ie} .	60bis, r. de Paris, Lille
1076	LANDRIAU.....	Inspecteur régional des assurances de Trieste.	17, r. Faidherbe, Lille.
1077	TALLERIE.....	Ingénieur de la Société française de l'accumulateur Tudor.	Route d'Arras, Thumesnil.
1078	HANNECART.....	Agent commercial de la Sté Escaut et Meuse.	Anzin (Nord).
1079	MALISSART.....	Directeur de la Société Escaut et Meuse.	Anzin (Nord).
1080	TANCREZ, G.....	Négociant.	42, r. des Jardins-Caulier, Lille-St-Maurice.
1081	BAILLET.....	Ingénieur. A. et M.	57, rue Roland, Lille.
1082	GL.....	Ingénieur.	94, rue de Douai, Lille.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses membres dans les discussions, ni responsable des notes ou mémoires publiés dans les Bulletins.

