SOMMAIRE DU BULLETIN N° 125.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France.

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

BULLETIN TRIMESTRIEL
N° 125

31e ANNÉE. — Quatrième Trimestre 1903.

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 7 novembre 1903.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

Lecture est donnée du procès-verbal de la dernière Assemblée générale adopté sans observation.

M. le Président ouvre la session 1903-1904 en adressant la bienvenue à ses collègues, dont les travaux vont continuer à mettre en évidence notre Société.

Excusés. MM. Arquembourg, Butzbach et Kestner s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Décès. Depuis la dernière séance, la Société a eu la douleur de perdre MM. Van Ackère, Dujardin, Thiriez.

M. Van Ackère était l'un de nos membres les plus assidus et les plus dévoués, il a fait parmi nous de nombreuses communications très intéressantes publiées dans nos bulletins.

M. Albert Dujardin était une haute personnalité de Lille, où il avait créé de toutes pièces une des plus importantes industries. Une mort foudroyante l'a enlevé à l'unanime sympathie de ses concitoyens. Membre de la Chambre de commerce, président du Tribunal de commerce, ce fut un homme aimé, estimé et apprécié.

M. J. A. Thiriez était l'aîné d'une famille admirablement unie, qui avait créé une énorme industrie dans notre région. Tant par sa situation que par ses mérites personnels, il avait été appelé à de multiples fonctions qui témoignent l'honorable et sympathique réputation dont il jouissait dans notre ville.

.M. le Président, au nom de l'Assemblée, exprime les regrets de la Société.

Démission du Trésorier.

M. Albert Delesalle, malgré les nombreuses démarches faites auprès de lui par le Conseil d'Administration, a demandé à être relevé de ses fonctions de trésorier. On se souvient que les rapports budgétaires de M. Delesalle ont été, chaque année, soulignés d'unanimes applaudissements. M. le Président regrette le départ de ce parfait trésorier et prie M. Delebecque, Vice-Président, de vouloir bien accepter ces fonctions, par intérim, en attendant le renouvellement du bureau.

Correspondance

M. le Maire de Lille demande à la Société Industrielle, un délégué pour faire partie de la Commission du legs Wibaux. M. Delebecque, Vice-Président, qui s'est toujours vivement intéressé aux questions de protection du premier âge, est nommé pour cette délégation.

L'Union Commerciale de Lille nous fait part du vœu émis dans une récente réunion, de voir modifier l'installation du bureau de poste de la gare de Lille, défectueux sous tous rapports.

MM. Vialatoux et Wisse, ingénieurs-conseils à Lyon, se

mettent à la disposition des industriels du Nord pour les représenter dans la région lyonnaise.

Nous avons reçu les documents relatifs à la réorganisation de l'École de Commerce de Lille.

M. Crepy a envoyé à la Société Industrielle un intéressant projet de théâtre sur l'emplacement de l'hôpital militaire actuel avec percement de voies de communication dégageant tout le quartier.

Les documents qui nous sont parvenus sur l'Exposition de St-Louis et sur le 42me Congrès des Sociétés Savantes (1904), section d'Histoire et Philologie, sont à la disposition des membres qui désireraient en prendre connaissance, au Secrétariat.

Bulletin.

Notre bulletin sera dorénavant envoyé à la bibliothèque du Musée Industriel, Agricole, Commercial et Colonial de Lille qui nous en a fait la demande.

Communications. — M. Lozé. — Mode de fixation des salaires dans les industries houillères de la Grande-Bretagne.

La parole est donnée à M. Lozé qui nous montre les différentes solutions de conflits entre ouvriers et patrons en Angleterre. M. Lozé expose d'abord les diverses théories en cette matière : celles des dogmatismes intransigeants, des avancés, des partisans du Dieu-État ; puis il retrace l'historique de la question et l'organisation, pour ces derniers temps, dans les bassins houillers d'Angleterre, dont il donne un aperçu descriptif. La période du Northumberland ou de Newcastle est caractérisée par le système des échelles mobiles dont la base est le prix du charbon ; M. Lozé montre combien ce facteur est insuffisant à considérer et le cercle vicieux vers lequel on tend en voulant appliquer ce mode de fixation de salaires. La période du Yorkshire ou du Midland marque un progrès en remplaçant le prix du charbon par le coût de la vie dans tous ses détails. Actuellement, on pense en Angleterre être dans le vrai avec les "Boards of Conciliation", qui, d'ailleurs, ont évité les grèves depuis leur création. Ces conseils, formés de représentants ouvriers et patrons, qui font de ces fonctions un

métier et non un moyen, tranchent à l'amiable les différends auxquels doivent se conformer les deux partis. Cependant, il est à remarquer que dans les circonstances graves, ces bureaux se sont cru obligés de demander un referendum pour sanctionner leurs décisions. M. Lozé termine par l'exposé des tendances actuelles et préconise de donner à ces conseils une investiture plus officielle.

M. le Président remercie M. Lozé de son étude très intéressante et très documentée.

La parole est donnée à M. Messier.

M. Messier. — Remarque sur l'emploi de la vapeur surchauffée.

M. Messier, rapprochant les formules de Clausius et de Zeuner, qui représentent respectivement, d'une façon approximative, la détente adiabatique de la vapeur surchauffée et celle de la vapeur saturée, déduit de ces formules le rapport des pressions correspondant à un même volume lorsque la pression et le volume initiaux sont les mêmes et montre par un exemple numérique que la pression de la vapeur surchauffée s'abaisse sensiblement plus vite que celle de la vapeur saturée. L'écart des courbes de détente est plus considérable encore dans la pratique par suite de l'action des parois, la courbe de la vapeur saturée étant relevée par la revaporisation d'une partie de l'eau qui s'est déposée pendant l'admission. L'aire de cette courbe est, au contraire, diminuée quand, à la fin de l'admission, la température des parois est encore sensiblement inférieure à celle de la vapeur. Sauf dans ce dernier cas, qui est assez rare, l'admission doit, pour permettre d'obtenir un certain travail dans un cylindre donné recevant de la vapeur surchauffée, être plus longue que si la vapeur n'était pas surchauffée.

M. le Président remercie M. Messier, de son intéressante remarque qui sera certainement prise en considération par la commission chargée des essais de surchauffe.

Scrutin.

A l'unanimité, MM. Corre, H.-F. Pittet, Ch.-A. Wuillaume, sont élus membres ordinaires de la Société.

Assemblée Générale mensuelle du 3 décembre 1903.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

Excusés.

MM. Hochstetter, Vice-Président du Conseil d'administration et Guérin, Président du Comité du commerce, s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Correspondance

L'Association Française pour la Protection de la Propriété Industrielle, organise un Congrès à Paris en 1904 et demande l'adhésion du Président de notre Société comme membre du Comité de patronage. Cette demande est accueillie favorablement.

Immeuble.

Nous avons reçu de nombreuses demandes de locations de bureaux pour diverses Sociétés. Quelques-unes des sociétés, déjà nos locataires, demandent à s'agrandir ; d'autre part, il y aurait un grand intérêt à grouper des Sociétés Savantes de Lille avec leurs riches bibliothèques et à rapprocher les syndicats patronaux; le Conseil d'Administration, après avoir examiné notre situation financière propose d'acheter les immeubles actuellement à vendre 110 et 112, rue de l'Hôpital-Militaire.

A l'unanimité l'Assemblée générale donne plein pouvoir au Conseil d'Administration pour l'acquisition et l'émission d'un emprunt.

Conférences 1903-1904.

MM. les Vice-Présidents sont chargés d'organiser des conférences qui seront sans doute faites par MM. Charpentier, Haller, Lemoult, Paillot, Rateau.

Communications. — M. Arquembourg. — Congrès d'hygiène de Bruxelles 1903.

M. Arquembourg a assisté au Congrès d'Hygiène, tenu à Bruxelles en 1903, et a suivi particulièrement les travaux de la section d'hygiène industrielle. M. Arquembourg rappelle l'organisation de ce congrès et les sections qui le composaient. Dans

la section d'hygiène industrielle, quatre questions très importantes ont été discutées :

l'ankylostomasie, maladie très fréquente chez les mineurs de l'Europe Centrale et peu connue chez nous, peut être enrayée par des dispositions préventives auxquelles l'ouvrier se soumet difficilement ;

les dangers causés par les composés du plomb ont été vivement discutés et l'on a proposé d'étudier tous les moyens possibles de leur substituer les composés du zinc ;

on a voulu aussi rechercher un criterium de la fatigue physique pour arriver à définir le surmenage ; les méthodes physiques, chimiques, physiologiques proposées semblent peu sûres ;

on a discuté aussi la respirabilité de l'air des ateliers en se basant sur la proportion de CO^2 et d'humidité qu'il contient; les conclusions que l'on a voulu adopter semblent excessives surtout dans nos climats.

M. le Président félicite M. Arquembourg de la part active qu'il a prise à ce congrès et le remercie de son intéressant rapport.

M. Cousin. — Modifications apportées par l'emploi de la surchauffe dans les canalisations de vapeur, joints, soupapes, calorifuges, etc.

M. Cousin a examiné les modifications apportées aux accessoires des installations de vapeur par l'emploi de la surchauffe.

M. Cousin décrit, croquis à l'appui, les différents types de joints que l'on a essayé d'employer, discutant leurs avantages et leurs inconvénients ; de même pour les brides et les soupapes. M. Cousin traite en détail la question des calorifuges : il rappelle les nombreuses études théoriques qui ont été faites à ce sujet surtout à l'étranger et présente à l'Assemblée des échantillons de plusieurs compositions employées comme calorifuges. Parmi ces types beaucoup sont à rejeter dans le cas de la surchauffe parce qu'ils sont constitués en partie par des matières ne pouvant supporter de hautes températures. Incidemment

M. Cousin parle de la boîte dite boîte à bourrage américaine, des régulateurs et des indicateurs de températures.

M. le Président félicite M. Cousin de son étude documentée sur ces sujets assez peu connus et l'en remercie au nom de tous.

Question des assurances

M. le Dr Guermonprez demande la parole pour signaler à l'appui des récentes communications qu'il nous a faites, un article du *Journal Officiel*, où il est fait mention des Compagnies d'assurances autorisées. Leur nombre se restreignant de jour en jour, il est à se demander ce que nous réserve l'avenir.

M. Arquembourg considère ces décisions comme des mesures d'intérêt commun et approuve ce contrôle gouvernemental.

M. le Président remercie MM. le Dr Guermonprez et Arquembourg de ces renseignements qui sont certainement à prendre en considération.

Scrutin.

A l'unanimité des membres présents, MM. Coquelin et Langlois sont élus membres ordinaires de la Société.

Assemblée Générale mensuelle du 24 décembre 1903.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

Excusé.

M. Parent, vice-président, regrette d'être dans l'impossibilité d'assister à la séance.

Correspondance

M. le Consul de Belgique fait part de l'Exposition qui doit s'ouvrir en 1905 à Liège et dont il envoie les documents. M. le Consul de Belgique souhaite que l'industrie de notre région y soit largement représentée.

La Société pour l'Étude Pratique de la Participation du Personnel dans les Bénéfices demande à la Société Industrielle de bien vouloir accepter à titre gracieux ses dernières publications.

Cette proposition est acceptée avec reconnaissance.

Immeuble.

Comme suite à la décision prise dans la dernière séance, M. le Président fait savoir que le Conseil d'Administration propose d'émettre un emprunt de 75.000 fr. à 3 1/2 % et remboursable en cinquante ans par des tirages annuels. Cette somme serait destinée à l'acquisition et à l'aménagement des immeubles 110 et 112, rue de l'Hôpital-Militaire.

L'Assemblée ratifie cette proposition, il sera donc envoyé une circulaire à tous les membres pour leur demander d'indiquer le nombre d'obligations qu'ils désirent souscrire. Ces obligations seront ensuite reparties au prorata des demandes.

Séance solennelle 1904.

M. le Président rappelle que la Séance solennelle de distribution des prix du concours de 1903 aura lieu le 21 janvier 1904.

La conférence sera faite par M. Levasseur, membre de l'Institut, Administrateur du Collège de France, elle aura pour titre *la Question des logements à bon marché.*

Plaques commémoratives.

A la séance solennelle seront inaugurées à l'entrée de notre salle des Fêtes deux plaques de marbre rappelant les généreux dons de MM. Agache et Descamps-Crespel.

Sur l'une sera gravée :

AGACHE-KUHLMANN

VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DE 1879 A 1890
PRÉSIDENT DE 1890 A 1902

A DONNÉ EN 1902
UNE SOMME DE 25.000 FRANCS
DESTINÉE A LA FONDATION DE 15 PRIX DE 100 FRANCS
A DÉCERNER TOUS LES DEUX ANS
POUR AIDER ET CONSOLIDER DANS LA CLASSE OUVRIÈRE
L'AMOUR DU TRAVAIL, DE L'ÉCONOMIE ET DE L'INSTRUCTION

Sur l'autre :

DESCAMPS-CRESPEL

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ DE 1873 A 1897

A LÉGUÉ EN 1897
UNE SOMME DE 15.000 FRANCS
POUR FONDER UN PRIX ANNUEL DE 500 FRANCS
DESTINÉ A L'AUTEUR
DU MEILLEUR TRAVAIL PRÉSENTÉ AU CONCOURS

Changement de titulaire.

La Société Anonyme de Mécanique Industrielle d'Anzin, remplacera dorénavant M. O. Vallet, ex-directeur de cette Société et pourra déléguer pour la représenter à nos réunions l'un de ses ingénieurs.

Communications. — M. Lemoult — Recherche de la saccharine dans la bière.

M. Lemoult explique la raison fiscale de l'interdiction de la saccharine en France. Ce produit, sucrant 400 fois plus que le sucre et d'un modeste prix de revient, peut en effet causer le plus grand préjudice à l'industrie sucrière. La défense d'employer la saccharine donne journellement lieu à des différends qu'il est assez délicat de trancher. M. Lemoult indique les méthodes généralement employées qui laissent pour la plupart beaucoup à désirer ; il préconise la méthode dite de dégustation. La discussion de la récente réunion du Comité de Chimie, les travaux de M. Lescœur et de M. Schmitt permettent de préférer à tout autre le mode opératoire suivant : traitement de la bière par l'éther après alcalinisation, séparation de la saccharine avec un acide, dégustation et analyse quantitative de la saccharine alors isolée.

M. le Président félicite M. Lemoult ainsi que MM. Lescœur et Schmitt d'avoir mis au point cette importante question et remercie M. Lemoult de son intéressant communiqué.

M. Hochstetter — Rapport sur le Congrès de chimie appliquée tenu à Berlin en 1903.

M. Hochstetter rappelle les précédents congrès de chimie tenus à Bruxelles, à Paris, à Vienne, à Paris, la composition et l'organisation de celui de 1903 à Berlin qui avait réuni 3.200 adhérents dont 2.200 présents sous la présidence d'honneur de M. Winkler et la présidence effective de M. Otto Witt.

M. Hochstetter fait un compte-rendu des séances plénières d'ouverture dans lesquelles M. Moissan a traité des hydrures métalliques, Sir W. Crookes a exposé les hypothèses actuelles sur la matière, M. Van t'hoff la formation des dépôts salins naturels, M. Solvay la fabrication de la soude l'ammoniaque, M. Engler, la théorie de l'autoxydation ; M. Krœmer le goudron de houille.

M. Hochstetter donne ensuite les titres des plus importantes communications faites dans les 11 sections du Congrès et raconte la séance pléinière de clôture ainsi que les excursions et fêtes organisées en l'honneur des congressistes.

M. le Président remercie M. Hochstetter de son intéressant compte-rendu et en approuve les conclusions qui doivent être un encouragement et un stimulant scientifique pour notre pays.

Scrutin.

A l'unanimité des membres présents sont élus :

M. Rolants, membre fondateur ;

MM. Antoine, Decroix, Gruson, Stievenart, membres ordinaires de la Société Industrielle.

DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX DES COMITÉS.

Procès-verbaux des Séances.

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

Séance du 19 octobre 1903.

Présidence de M. DEFAYS, Président.

S'excusent de ne pouvoir assister à la séance : MM. Bellanger, Borrot, Witz.

La parole est donnée à M. Butzbach, qui étudie les principaux types de surchauffeurs. M. Butzbach fait l'historique de la construction de ces appareils et décrit les systèmes les plus usités actuellement, les classant en diverses catégories : surchauffeurs dépendants et indépendants, surchauffeurs à gros tubes et à petits tubes. Il examine entre autres les appareils Babcock et Wilcox, Héring, Badère et Malézieux, Niclausse, Piat, Maiche, etc.

M. Butzbach donne ensuite quelques indications sur la construction technique de chacun de ces types et des surchauffeurs en général.

M. le Président remercie M. Butzbach de son intéressante communication et le prie de vouloir bien la présenter en prochaine Assemblée Générale.

Au sujet de l'emploi de la vapeur surchauffée, M. Messier fait remarquer que, pour permettre d'obtenir un certain travail

dans un cylindre donné, l'admission doit, en général, être plus longue que si la vapeur n'était pas surchauffée, car dans le cas de la surchauffe la courbe de détente s'abaisse plus rapidement.

M. le Président remercie M. Messier de son intéressante remarque qu'il le prie de vouloir bien communiquer, en la développant, à l'Assemblée Générale.

Séance du 23 novembre 1903.

Présidence de M. DEFAYS, Président.

Au nom du Comité M. le Président remercie M. Parent de vouloir bien prendre la direction des essais de surchauffe.

M. Labbé, inscrit à l'ordre du jour, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

Il est procédé à la nomination des commissions de concours 1903, ainsi composées :

MM. Bonnin, Coquelin, Delebecque, pour le *Tacchymètre Carlier breveté.*

MM. Messier, Paillot, Petot, Witz, pour la *Thermodynamique au triple point de vue du calcul de l'observation et de la raison.*

MM. Colin, Herlicq, Messager, Meynier, Swyngedauw, pour le *Rhéostat continu Lemire.*

MM. Bellanger, Bienvaux, Voituriez, pour l'*Étude des moyens de déterminer rapidement la qualité des ciments.*

MM. Liévin Danel, Dulieux, Paillot, J. Walker, pour les *Appareils Hemdé.*

MM. Arquembourg, Gaillet, Mouchel, P. Sée, pour :

1° *Construction, installation, législation des usines et manufactures.*

2° *Principes techniques et économiques relatifs à la création d'établissements industriels.*

MM. Meynier, Neu, Swyngedauw, pour l'*Accumulateur électrique*, système Dorez.

Le volume : *Combustibles industriels,* par MM. Colmer et Lordier, n'a pu être admis au concours, ayant déjà été édité. Le Comité remercie néanmoins les auteurs, dont l'ouvrage, fort intéressant, sera remis à la bibliothèque.

M. Cousin, inscrit à l'ordre du jour, traite des modifications apportées par l'emploi de la surchauffe dans la construction des appareils accessoires des installations à vapeur.

M. Cousin rappelle les communications qui ont été déjà faites sur la surchauffe et prend successivement les points qui n'ont pas encore été traités. Il décrit la façon de faire les joints, la constitution des soupapes avec siège en acier au nickel qui a la propriété, selon les proportions de Fe et de Ni entrant dans la composition, d'atteindre même coefficient de dilatation que la matière de la soupape, fonte et acier.

M. Cousin décrit un régulateur et un indicateur de température, ainsi que les garnitures métalliques de stuffing-box, dites garnitures américaines. Il étudie ensuite les calorifuges rappelant les expériences qui en ont été faites et leur emploi dans la surchauffe.

M. le Président remercie M. Cousin de son intéressant communiqué et le prie de le refaire en prochaine Assemblée Générale.

Séance du 14 décembre 1903.

Présidence de M. COUSIN, Secrétaire.

M. Defays, Président, et M. Borrot, Vice-Président, s'excusent de ne pas assister à la réunion.

Après discussion des commissions de concours 1903, le Comité propose de demander au Conseil d'administration :

Une médaille d'argent pour le *tacchymètre J. Carlier breveté.*

Une médaille de bronze pour le *rhéostat continu Lemire.*

Une médaille d'argent pour l'*Étude des moyens de déterminer rapidement la qualité des ciments.*

La parole est donnée à M. Labbé sur l'apprentissage en Allemagne d'après une visite aux établissements de la Société Ludw. Lœwe et Cie à Berlin.

M. Labbé décrit d'abord les établissements Lœwe et principalement les dépendances à l'usage des ouvriers : vestiaire confortable, garage de bicyclettes, buvette hygiénique, etc.

Il étudie ensuite comment se conçoit l'apprentissage et, d'une manière générale, l'enseignement technique en Allemagne. Pour les jeunes ouvriers, dont on conduit rationnellement et méthodiquement l'éducation manuelle et scientifique, on préconise des stages prolongés dans divers ateliers convenablement choisis pour le métier dans lequel ils se spécialiseront ; des cours du soir et du dimanche complètent l'instruction, en développant l'intelligence et reposant du travail manuel ; les erreurs sont relevées, photographiées et donnent lieu à des explications. On fait en somme une école dans les usines mêmes sans entraver le moins du monde la production.

M. le Président remercie M. Labbé de son intéressante communication et compte qu'il voudra bien la développer en Assemblée Générale.

Comité des Arts chimiques et agronomiques.

Séance du 21 Octobre 1903.

Présidence de M. PAILLOT, Président.

Sur la proposition de la majorité des membres, les séances du comité commenceront dorénavant à 5 heures et demie très précises.

Depuis la dernière réunion le comité a perdu dans la personne de M. Van Ackère l'un de ses plus dévoués collaborateurs. M. le Président rappelle la carrière de M. Van Açkère et adresse, au nom du comité, une lettre de condoléance à Madame Van Ackère mère.

M. Ruffin a adressé au comité une lettre dont il est donné lecture, au sujet de l'arrêté municipal du 30 avril dernier, approuvé le 5 mai par M. le Préfet du Nord, n'autorisant que la vente du lait naturel et pur tel qu'il provient directement de la traite normale. M. Ruffin préconise l'unification des méthodes d'analyse du lait pour mettre fin aux divergences inévitables actuellement par les modes opératoires employés.

Il est répondu à M. Ruffin, en lui envoyant les remercîments du comité pour son intéressante note, que le Congrès de Chimie de Berlin a émis un vœu plus large répondant au désir de M. Ruffin : l'adoption de méthodes unitaires officielles d'analyse pour tous les produits commerciaux et alimentaires.

M. le Président entretient le comité des études micrographiques des fers et aciers. Par l'iode et l'acide azotique on remarque que les attaques ne sont pas homogènes et on a été amené à considérer plusieurs états du fer : ferrite, martinsite,

perlite, cementite, etc., dont les caractéristiques seraient distinctes et dont la réunion variable donne des propriétés différentes au fer.

M. Paillot parle aussi des aciers au nickel dans lesquels la présence du nickel modifie les propriétés magnétiques et physiques.

Dans une séance ultérieure M. Paillot reprendra cette question en détail.

Séance du 18 novembre 1903.

Présidence de M. PAILLOT, Président.

S'est excusé de ne pouvoir assister à la réunion M. Boulez.

Le comité examine les mémoires présentés au Concours 1903 et nomme les commissions suivantes :

MM. Bourigeaud, Corman-Vandame, Vandame, Verbièse, pour *Matériel hygiénique de brasserie.*

MM. Boulez, Bourigeaud, Lemoult, Lenoble, Lescœur, Schmitt, Verbièse, pour la *transformation des déchets de brasserie en un produit pour l'alimentation du bétail d'une durée indéfinie de conservation.*

MM. J. Bernard, Lemoult, Lenoble, Lescœur, Stalars, l'abbé Vassart, pour la *fabrication des hydrosulfites purs à l'état solide sous le nom de rédos.*

MM. Paillot, Pélabon, Schmitt, pour *la Chimie aux hautes températures.*

M. le Président complète par quelques renseignements la causerie qu'il a faite dans la dernière séance sur les aciers au nickel.

Séance du 18 Décembre 1903.

Présidence de M. PAILLOT, Président.

S'excuse de ne pas assister à la réunion M. G. VANDAME.

Le Comité propose l'achat de *La Question sucrière en* 1903, par Grandeau.

Les documents présentés par M. Périer sur un nouveau procédé de distillation sont parvenus trop tard pour participer au concours de cette année.

Après examen des rapports du concours 1903, le comité propose de décerner :

Un prix destiné à récompenser la création d'industries nouvelles dans la région à M. Boutteau, pour son *procédé de transformation des déchets de brasserie en un produit pour l'alimentation du bétail d'une durée indéfinie de conservation.*

Le même prix à MM. Descamps et Harding, pour leur *procédé de fabrication des hydrosulfites purs à l'état solide sous le nom de rédos.*

Une médaille d'argent pour *la Chimie aux hautes températures.*

La parole est donnée à M. LEMOULT sur la recherche de la saccharine dans la bière.

M. LEMOULT rappelle les différentes méthodes employées et décrit particulièrement celle à l'acide salicylique dont les résultats varient selon l'éther utilisé ; celle à la résorcine qui parait déceler la saccharine même où il n'y en a pas ; enfin celle dite de la dégustation, qui consiste en principe à isoler la saccharine, à la goûter et à la doser.

MM. LESCŒUR et SCHMITT approuvent M. LEMOULT de préférer cette dernière à toutes les autres et les travaux qu'ils ont faits

sur la question permettent, avec les observations de M. Lemoult, d'affirmer que l'on a dans la méthode de dégustation le plus simple, le plus rationnel et le plus sûr moyen de résoudre le problème.

M. le Président remercie ces Messieurs d'avoir mis cette importante question au point et prie M. Lemoult de faire connaître ses conclusions en Assemblée Générale.

Comité de la Filature et du Tissage,

Séance du 20 Octobre 1903.

Présidence de M. G. CRÉPY, Président.

M. le Colonel ARNOULD, s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion.

M. DEBUCHY présente le « Barber Knotter » dont il fait la description. Cet appareil est fixé à la main au moyen d'une courroie, ce qui permet, sans le lâcher, de se servir commodément de tous les doigts. Il a pour but de nouer rapidement les fils cassés et de couper les bouts du nœud. Pour l'utiliser il suffit de présenter parallèlement les deux extrémités du fil rompu et de les placer sur un crochet ; par simple pression sur un levier de l'appareil les deux brins sont pincés, noués et coupés. Cet appareil est très curieux par la multiplicité des mouvements obtenus aux moments voulus, par sa précision de construction et permet aux noueuses de travailler plus rapidement.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. DEBUCHY de son intéressante étude.

Séance du 17 novembre 1903.

Présidence de M. G. CRÉPY, Président.

Il est procédé à la nomination des commissions de concours 1903 comme suit :

MM. BERTHOMIER, CAUSSIDIÈRE, G. CRÉPY, Julien THIRIEZ fils, pour *Étude comparative entre la filature sur continu et la filature sur renvideur.*

MM. le colonel Arnould, Maurice Barrois, Maurice Crépy, Dantzer, René Delesalle, Debuchy, pour *Guide pratique de la préparation et de la filature de coton* (2 mémoires présentés).

MM. Ernest Crépy, Gaston Lebban, Pascalin, Scrive-Loyer, pour la *Ventilation des carderies, système Carter*.

MM. Gavelle, Miellez, Scrive-Loyer, Vallez-Roger, pour *Étude sur la culture, le rouissage et le teillage du lin*.

MM. Berthomier. l'abbé Courquin, Skene, pour *Appareil permettant le nettoyage automatique des barrettes du mouvement carré des peigneuses circulaires, genre Lister*.

MM. Ernest Crepy, G. Le Blan, Pascalin, Scrive-Loyer, pour *Étude sur l'installation complète des carderies d'étoupe*.

MM. Duhem, Ryo, Scrive-Loyer, pour *Réglage des métiers à tisser*.

MM. Dantzer, Labbé, Petot, Trannin, pour *Théorie des satins à figures régulières*.

MM. G. Crepy, Debuchy, pour *Étude sur le cardage du coton*.

MM. Berthomier, Maurice Barrois, G. Crepy, Debuchy, comme examinateurs des cours municipaux de filature.

MM. Arquembourg, Scrive-Loyer, J. Walker, comme examinateurs des cours municipaux de tissage.

La parole est donnée à M. Dantzer qui présente un nouveau genre de fil en papier. M. Dantzer montre des échantillons de papier découpé par un jet de vapeur, enroulé en forme spirale et tissé comme un fil de coton ou de lin. On obtient des tissus dont la trame peut être faite avec ce genre de fil, supportant parfaitement le lavage et présentant une grande solidité.

M. le Président remercie M. Dantzer de son intéressante communication.

Séance du 15 Décembre 1903.

Présidence de M. G. GRÉPY, Président.

Après examen des mémoires présentés au concours 1903, le comité propose :

Une médaille de bronze pour *Étude comparative entre la filature sur continu et la filature sur renvideur* et pour *Guide pratique de la préparation et de la filature de coton.*

Une médaille d'argent pour *Études sur la culture, le rouissage et le teillage du lin.*

Une médaille d'argent pour l'*appareil Fatus permettant le nettoyage automatique des barrettes du mouvement carré des peigneuses circulaires, genre Lister.*

Une mention honorable pour *Mémoire pratique de la préparation de la filature de coton.*

Une médaille de vermeil pour *Étude sur le cardage du coton. — Description des différents systèmes de cardes. — Avantages et inconvénients de chacun d'eux.*

Le Comité adresse ses félicitations à M. le colonel Arnould, Secrétaire du Comité pour sa « Théorie des satins à figures régulières », qui ne rentre pas dans le concours et vote à l'unanimité que cette étude paraisse in-extenso dans le Bulletin de la Société.

Le comité envoie ses remerciements avec ses félicitations à M. Morcrette qui lui a communiqué des échantillons et d'intéressants documents sur sa fabrication.

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

Séance du 20 octobre 1903.

Présidence de M. le Dr GUERMONPREZ, Vice-President.

S'excusent de ne pouvoir assister à la réunion MM. Guérin, Président, Liévin Danel, Secrétaire.

M. Arquembourg fait un compte-rendu du Congrès d'Hygiène, tenu récemment à Bruxelles. Il fait connaître les mesures prises en Allemagne pour lutter contre l'ankylostomosie, mesures préventives par l'industriel, mesures de secours par le Gouvernement.

M. Arquembourg raconte la polémique qu'a occasionnée la question des usines de minerais de zinc et de plomb et dont la conclusion a été le vœu d'entreprendre des études pour remplacer le plomb autant que possible par des corps moins dangereux.

Dans ce congrès, on a discuté longuement les façons de constater l'état de fatigue et le surmenage de l'individu par des moyens physiologiques, statistiques, médicaux et chimiques.

Une autre question qui intéresse aussi l'industrie de notre région est celle de l'atmosphère des filatures de lin : les gaz toxiques, dont on ne peut guère constater aisément la présence dans l'air ambiant, se produisent simultanément et, on l'admet, proportionnellement avec CO^2; on a donc pris comme critérium de la respirabilité de l'air la proportion de CO^2 qui ne doit pas dépasser 12/10.000 et exceptionnellement 20/10.000 quand les ateliers sont éclairés au gaz. Quant à l'état hygrométrique, la limite admise par le congrès de 80 % est excessive, ce taux existant parfois dans nos climats à l'air libre.

M. le Président remercie M. Arquembourg de son intéressant compte-rendu, de la part active qu'il a prise au Congrès et espère qu'il voudra bien en faire part à la prochaine Assemblée Générale.

La parole est donnée à M. Lozé qui présente une étude sur la fixation des salaires dans les industries minières de Grande Bretagne.

M. Lozé fait l'historique de la question en Angleterre, qui a vu aussi des discordes entre patrons et ouvriers, il rappelle le régime de l'échelle mobile loin d'être parfait et la tendance actuelle à une solution dont on n'a eu jusqu'à présent qu'à se louer.

Dans les échelles mobiles on ne fixait le salaire que d'après le prix du charbon, ensuite on tint compte du coût de la vie dans tous ses détails ; maintenant des bureaux sont institués, composés d'hommes compétents représentant ouvriers et patrons et discutant les réclamations des uns et des autres avec impartialité. D'autres sous-comités, plus techniques que les précédents, composés de délégués patrons et ouvriers renseignent les bureaux de conciliation sur les points de détail et tranchent les questions peu importantes.

M. le Président prie M. Lozé de vouloir bien faire sa communication en Assemblée Générale qui sera vivement intéressée par cette question toute d'actualité.

Séance du 17 Novembre 1903.

Présidence de M. GUÉRIN, Président.

Lecture est donnée du procès-verbal de la dernière réunion.

M. Wuillaume n'approuve pas dans les circonstances présentes, la façon dont M. Lozé a présenté la fixation des salaires dans les mines d'Angleterre ; note en est prise au procès-verbal.

M. Guérin parle de la crise actuelle que subit l'industrie linière. Il expose dans quelle mesure la grève, qui dure encore, vient aggraver la situation de la filature et du tissage. Depuis trois années les récoltes ont été déficitaires et naturellement le mal augmente au fur et à mesure que les réserves, par suite de ces déficits, s'épuisent. De plus, la filature française a vu réduire son temps de travail successivement de douze heures à onze heures et de onze heures à dix heures et demie ; bientôt ce sera dix heures. Or, les nations concurrentes : la Belgique, la Bohême, l'Allemagne, n'ont pas imité notre exemple, de sorte que notre production se trouve grevée de 4 à 5 % de plus que celle de nos concurrents.

D'autre part, la filature ne peut pas se passer, pour vivre, de l'exportation.

Elle vend à l'étranger environ 10 à 15 % de sa production.

C'est ce qui rend la situation de la filature très différente de celle du tissage, qui, à peu d'exceptions près, écoule toute sa production sur le marché intérieur.

De plus, la filature de coton, sous la concurrence de laquelle la filature de lin succombe en partie, ne subit pas dans la même mesure les conséquences de la diminution des heures de travail.

En ce qui concerne le tissage, la prétention d'unifier les tarifs est de nature à nuire aussi bien aux ouvriers qu'aux patrons. Industriellement et commercialement parlant, il est absurde de vouloir cristalliser en quelque sorte un état de choses qui est de sa nature essentiellement mouvant et qui doit l'être pour pouvoir s'adapter à toutes les modalités successives qui sont la vie même des affaires et pour suivre les modifications que réclame le progrès.

Les ouvriers d'Armentières, par exemple, s'opposent à la conduite de plusieurs métiers par un seul ouvrier. Ils refusent de conduire deux métiers. Les Anglais en conduisent quatre

semblables et les Américains jusqu'à six. Comment veut-on que, dans des conditions pareilles, notre production puisse rivaliser avec celle des pays voisins.

Si l'enquête parlementaire qui est décrétée arrive à mettre au jour ces circonstances diverses, elle rendra service à l'industrie textile. Il lui sera en outre facile de constater que les salaires ne sont pas ce qu'une observation superficielle ou volontairement erronée a prétendu qu'ils étaient. Assurément, suivant la situation géographique d'une place, le coût de la vie sur cette place, les salaires peuvent être différents et doivent être différents d'un lieu à un autre, mais il sera facile de constater que l'industrie linière n'a rien à redouter d'investigation approfondie ; qu'en somme elle reste une des meilleures branches de l'activité nationale et qu'elle distribue, dans des conditions relativement satisfaisantes, des salaires considérables à une grande quantité d'ouvriers.

TROISIÈME PARTIE

TRAVAUX DES MEMBRES

CONGRÈS D'HYGIÈNE DE BRUXELLES

du 2 au 7 Septembre 1903

Par M. Ch. ARQUEMBOURG,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Ingénieur délégué de l'Association des Industriels du Nord.

Le Congrès d'hygiène et de démographie a tenu sa 13e session à Bruxelles au mois de septembre dernier. Ce Congrès est toujours suivi par un grand nombre de personnes, des communications extrêmement intéressantes y sont présentées, elles donnent lieu à des discussions approfondies, et en raison des personnalités éminentes qui y prennent part les vœux émis ont une grande autorité ; en fait ils servent souvent de base aux lois et aux règlements concernant les questions d'hygiène.

Parmi les 9 sections entre lesquelles se répartissent les membres du Congrès se trouve une section d'hygiène industrielle ; le programme de ses travaux portant sur différentes questions qui touchent tout particulièrement à l'industrie de notre région, il m'avait paru intéressant d'en suivre les séances. C'est le compte-rendu des travaux de la section d'hygiène industrielle que je me propose de vous présenter aujourd'hui, en passant rapidement sur les questions d'ordre un peu général, malgré l'intérêt qu'elles présentent, pour m'attacher surtout à celles qui concernent nos industries régionales.

Rendons tout d'abord un hommage mérité aux différents rapporteurs et à ceux qui ont pris part aux discussions en constatant le

soin avec lequel ils avaient étudié les questions et leur désir manifeste de faire œuvre utile et autant que possible impartiale. Ceci dit, on nous permettra d'ajouter une légère critique, c'est que ces bonnes intentions n'aient pas toujours été guidées par une connaissance plus étendue des difficultés pratiques auxquelles se heurte l'hygiène industrielle ; et que pour certaines questions on ait eu tendance à préconiser des solutions difficilement acceptables, au lieu de se borner à indiquer ce qui devrait être fait pour améliorer les conditions d'hygiène du travail. Cet état d'esprit tient sans doute à ce que la section comptait parmi ses membres de nombreux fonctionnaires, médecins, hygiénistes, quelques ingénieurs et trop peu d'industriels.

L'ankylostomasie. — La première question portée à l'ordre du jour avait pour objet l'étude des mesures à prendre contre l'ankylostomasie, maladie parasitaire qui s'attaque au mineur et parait exercer des ravages très sérieux en Allemagne et en Belgique. L'ankilostome, petit ver intestinal dont il est très difficile de provoquer l'expulsion, se propage par l'absorption des larves, qui se développent de préférence dans les endroits chauds et humides mais ne peuvent évoluer qu'après leur introduction dans l'intestin. Ces larves sont absorbées par les mineurs soit en buvant de l'eau contaminée, soit en portant les aliments à la bouche avec des mains souillées. Quelques auteurs prétendent même que l'absorption des larves peut se faire à travers la peau, bien que ce mode de transmission soit contesté ; il n'en est pas moins certain que le meilleur moyen de se soustraire à la contagion est de s'astreindre à des soins de propreté rigoureux et d'assainir le plus possible les galeries de mines, en les aérant, en drainant l'humidité et en prenant les mesures convenables pour assurer la propreté des galeries.

C'est sans doute aux excellentes conditions d'hygiène que l'on est parvenu à réaliser dans les mines de notre région que nos mineurs doivent d'être presque indemnes d'une maladie qui est considérée ailleurs comme un véritable fléau. Nous n'en devons pas moins être reconnaissants au Congrès d'avoir appelé l'attention sur cette

question et fait connaître les méthodes les mieux appropriées à la lutte contre cette maladie.

Les composés du plomb.

La deuxième question « *mesures à prendre en vue de préserver la santé des ouvriers dans les usines où l'on traite les minerais de zinc et de plomb, et dans celles où l'on produit les composés de plomb* », avait donné lieu à d'intéressants rapports résumés et présentés par MM. Firket et Thisquem. De la discussion qui a suivi la lecture de ces rapports il est résulté le vote de vœux excellents quant aux mesures de précautions hygiéniques à prendre pour combattre le saturnisme. Cette discussion a également mis en lumière quelques points intéressants : la préparation du zinc tout en n'étant pas aussi nocive que celle du plomb et de ses composés, peut cependant présenter certains dangers par suite de la difficulté que l'on éprouve à supprimer complètement le dégagement de vapeurs et fumées qui contiennent de l'arsenic ; malgré les causes d'insalubrité de ces industries, les ouvriers qui les exercent en Belgique, paraissent en général jouir d'une santé satisfaisante, la natalité est chez eux supérieure à la moyenne de ce qu'elle est dans la classe ouvrière belge ; ceci s'explique par ce fait que ces ouvriers habitent en général la campagne et qu'ils gagnent des salaires élevés qui leur permettent de s'accorder un certain bien être. Le diagnostic du saturnisme est difficile au début de la maladie et peut-être est-on trop porté à mettre à son actif des accidents divers qui ont une toute autre cause.

Depuis quelques années une campagne ardente est poursuivie pour obtenir la suppression de la céruse et son remplacement par le blanc de zinc. L'occasion offerte par la 2e question était trop belle pour que les partisans de cette suppression n'aient pas essayé d'en profiter en obtenant l'appui d'un vote du Congrès ; aussi dès le début de la discussion un vœu longuement développé avait-il été présenté dans ce sens. La discussion du vœu ayant été arrêtée par le Président de la section, sur cette remarque très juste que les considérations présentées sortaient du cadre de la question, nous l'avons vu

reparaître après le vote des conclusions sous la forme d'une proposition accessoire sur laquelle on demandait à la section de se prononcer, sans même qu'il parût nécessaire d'engager une discussion, en votant sur le texte suivant : « le Congrès émet le vœu de voir les pouvoirs publics interdire l'emploi de la céruse dans les travaux de peinture ». Sans être aussi radical que M. Delbastée, auteur du vœu précédent, M. le Dr Lemière, espérant peut-être détourner l'orage qui menaçait de s'abattre sur la céruse en lui donnant des compagnons d'infortune, proposait à son tour que « vu la toxicicité de tous les composés du plomb le Congrès émît le vœu qu'ils fussent remplacés dans leurs usages partout où cela serait possible ».

Cette proposition étant faite en fin de séance lorsque la plupart des membres étaient déjà partis et sans que les intéressés puissent venir répondre, il ne m'a pas paru qu'il fût sérieux de discuter dans ces conditions un vœu qui pouvait avoir pour une grande industrie de graves conséquences, j'ai donc pensé qu'il fallait en obtenir l'ajournement ou la modification, et j'ai présenté les observations suivantes :

M. Arquembourg (Lille). — Le vœu qui vient d'être proposé ne me paraît pas pouvoir être adopté sans que le vote soit précédé d'une discussion très sérieuse. Or, il nous est soumis à une heure très avancée, après des discussions fort longues et lorsque la plupart des membres de la section sont déjà partis.

Une autre raison plus sérieuse encore, doit nous empêcher de le voter, c'est qu'il est en dehors de la question soumise à l'examen du Congrès. Cette question est ainsi libellée : « Mesures à prendre en vue de préserver la santé des ouvriers occupés dans les usines où l'on traite les minerais de zinc ou de plomb et dans celles où l'on produit les composés du plomb ». Ce texte montre d'une façon précise que nous devons nous limiter à l'étude des mesures concernant la fabrication et que nous n'avons pas à nous occuper de l'emploi. La suppression de l'emploi des composés du plomb est évidemment un moyen d'éviter les dangers de leur préparation, puisque celle-ci

disparaîtrait, n'ayant plus aucune raison d'être, mais c'est un moyen un peu radical ; c'est dans tous les cas une solution tellement simple, qu'il n'était pas nécessaire de nous en proposer l'étude, et je ne crois pas que personne veuille soutenir sérieusement qu'en posant la deuxième question, le comité envisageait l'éventualité d'une semblable réponse. Je demande donc que le vœu ne soit pas pris en considération, comme étant en dehors du programme.

Le Président après avoir consulté le règlement ayant déclaré que le texte était formel et que le vœu ne pouvait être mis aux voix, je n'ai pas voulu qu'il parût avoir été repoussé pour une simple question de forme et retirant ma notion j'ai accepté que le vœu fût voté à la condition toutefois que le texte en fût modifié pour lui donner le caractère d'un simple vœu de principe.

M. Arquembourg. — Si je repousse ce vœu, c'est parce qu'il me paraît devoir en résulter cette conséquence logique, que nous considérons comme acquis qu'il est possible, dès aujourd'hui, de remplacer les composés du plomb dans un certain nombre de leurs emplois. Or, cette question n'a pas été discutée, et nous n'avons pas entendu les observations de ceux qui estiment que l'usage des composés du plomb est indispensable. Je ne conteste pas que ces composés soient toxiques et qu'il soit désirable de leur voir substituer d'autres produits. Si le vœu avait pour but d'exprimer seulement cette idée, si l'on demandait par exemple d'encourager toute recherche ayant pour objet d'arriver à ce résultat, je ne ferais aucune objection à ce qu'il fût soumis à un vote et je retirerais volontiers ma demande qu'il lui soit opposé la question préalable.

Après un échange d'observations le texte suivant fut définitivement voté.

« Vu la grande toxicité de tous les composés du plomb, le Congrès émet le vœu que des recherches soient faites en vue de la suppression de leur emploi partout où cela est possible, et il demande que l'on encourage toutes les recherches ayant pour but de découvrir des substances inoffensives pouvant être substituées aux sels de plomb,

ainsi que toutes les expériences ayant pour but d'en généraliser l'emploi ».

La fatigue.

Passons rapidement sur la 3e question. « Dans quelle mesure peut-on, par des méthodes physiologiques, étudier la fatigue, ses modalités et ses degrés dans les diverses professions ? Quels sont les arguments que les sciences physiologiques et médicales peuvent ou pourraient faire valoir en faveur de tel ou tel mode d'organisation du travail ? » la discussion n'ayant mis en lumière qu'un seul point, l'absence d'une méthode précise répondant aux désiderata de la première partie du programme et par suite l'impossibilité de défendre scientifiquement tel ou tel mode d'organisation du travail.

La filature de lin.

Arrivons à la 4e question qui intéresse tout particulièrement une de nos principales industries. « *Quelle est l'influence du travail dans les salles de filature de lin sur la santé des ouvriers ? Quelles sont les mesures à prendre, notamment au point de vue de la température et de l'état hygrométrique de l'air, pour améliorer les conditions du travail dans ces salles ?* » Elle avait fait l'objet de cinq rapports de MM. le Dr Buyse de Gand ; Leclerc de Pulligny, ingénieur en chef des ponts et chaussées ; Osborn de Londres ; le Dr Purdon de Belfort ; Manzel de Linz. Ces cinq rapporteurs s'étaient mis d'accord sur des conclusions communes que M. Leclerc de Pulligny s'était chargé de présenter. Il l'a fait de la façon la plus intéressante, son rapport résumé était remarquable par sa bonne ordonnance comme par l'abondance des faits et les renseignements de valeur qu'il avait su y grouper. Les vœux qu'il proposait n'en étaient pas moins discutables, parce qu'ayant étudié la question avec une activité et une acuité d'esprit tout à fait louables, il n'avait pas en raison de la nature de son travail à tenir compte des difficultés pratiques qui s'opposent à la réalisation de ce qu'il demandait.

Il m'a donc paru nécessaire de présenter de nombreuses observations et j'ai eu la satisfaction de provoquer de la part du Dr Glibert,

secrétaire de la section, cette déclaration, « nous sommes des hygiénistes et comme tels nous devons demander les mesures les plus conformes aux lois de l'hygiène sans avoir à nous préoccuper de la possibilité pratique de leur réalisation, » déclaration qui précise nettement dans quelles conditions les vœux ont été votés et par conséquent l'importance qu'on devra leur attribuer lorsqu'il s'agira de légiférer sur ces matières. Vu l'intérêt de cette question, je crois utile de vous lire les passages essentiels du texte même du compte-rendu du Congrès.

Après une discussion générale à laquelle prennent part M. Leclercq de Pulligny rapporteur, MM. Glibert, Gardenghi et Buyse on procède à l'examen des conclusions déposées par le rapporteur.

M. Leclerc de Pulligny (Paris) commente ses conclusions.

M. Legge (Londres) donne lecture des prescriptions anglaises pour le renouvellement de l'air dans les salles de filatures. Ces prescriptions ont été formulées à la suite d'une enquête faite par MM. Haldane et Osborn.

M. Leclerc de Pulligny (Paris), prenant acte des conclusions de cette enquête, modifie les chiffres des conclusions qu'il a déposées.

M. Arquembourg (Lille). — Je ne vois pas d'objections à formuler, quant à la limitation de la teneur en acide carbonique à $^{12}/_{10.000^e}$ dans les salles de filature, je suis persuadé que l'on se tient toujours à une limite inférieure ; mais puisque l'on a cru nécessaire, et cela avec juste raison, d'admettre que cette proportion pourra être plus élevée dans les salles éclairées au gaz, il me paraît qu'il n'y a plus dans ce cas la même nécessité d'inscrire une proportion limitée. On a dit tout à l'heure que l'acide carbonique n'était pas nuisible par lui-même, que sa nocuité n'existait que dans les locaux habités que par ce fait qu'il était mélangé de toxines d'origine respiratoire ; or, ce n'est plus le cas, lorsque la proportion d'acide carbonique se trouvera accrue par un phénomène de combustion. J'ajouterai que les nécessités du travail exigent un éclairage plus ou moins intense, que la proportion d'acide carbonique existant dans les salles éclairées au gaz sera donc

assez variable et qu'en fixant une proportion, nous nous exposons à imposer sans nécessité absolue une condition irréalisable.

M. Leclercq de Pulligny (Paris) répond à M. Arquembourg et maintient ses chiffres conformes aux conclusions de l'enquête anglaise.

M. A. Menzel (Linz) n'est pas partisan de la détermination de chiffres fixes concernant la ventilation et la température. (Voir les conclusions dans son rapport imprimé.)

M. Leclerc de Pulligny (Paris) maintient ses chiffres.

On passe au vote des conclusions présentées par M. Leclerc de Pulligny.

L'article premier, rédigé comme suit, est voté à l'unanimité moins deux voix : « Dans tous les ateliers de la filature de lin, le renouvellement de l'air, humidifié s'il y a lieu, doit être tel que sa teneur en acide carbonique ne dépasse pas $^{12}/_{10000^e}$ et $^{20}/_{10000^e}$ pendant les heures de l'éclairage au gaz. »

On met aux voix l'article 2 : « La *température* doit être de 15° C. au moins et de 30° C. au plus. Toutefois, quand la température extérieure dépassera 25° C. à l'ombre, la température de l'atelier pourra excéder de 6° C. la température extérieure. »

M. Arquembourg. — Je vous prie, Messieurs, de m'excuser si je prends de nouveau la parole, j'ai à présenter différentes observations sur les conclusions du rapport de M. Leclerc de Pulligny, et puisque vous avez décidé d'examiner successivement ces conclusions, je suis bien obligé de vous demander de présenter mes observations à mesure que les conclusions sont mises en discussion.

Il me semble que la limitation maxima proposée par M. le rapporteur peut être acceptée sans inconvénients ; on peut pratiquement réaliser une ventilation qui, sans nuire à l'exécution du travail, permette de maintenir les salles à une température n'excédant pas de plus de 5° la température extérieure. Mais il n'en est pas même pour la température minima proposée.

Pendant les journées froides de l'hiver, lorsque la température extérieure est au-dessous de zéro, il ne sera pas pratiquement possible d'obtenir dans toutes les salles d'une filature ce minimum de 15°. Vous avez essayé de justifier ce chiffre et de montrer qu'il n'avait rien d'exagéré, en disant que cette température était du reste nécessaire pour obtenir un bon travail de la matière mise en œuvre. Si vous visiez seulement les salles de filage, je ne ferais aucune objection, car là, en effet, cette température de 15° est toujours atteinte ; mais votre vœu s'applique à toutes les salles, et dans les ateliers de préparation, de cardage et de peignage, il sera souvent difficile de maintenir ce minimum, ou bien on ne l'obtiendra qu'au prix d'une dépense excessive et inutile. Car ce minimum n'est pas nécessaire pour l'exécution du travail, et j'ajoute qu'il est sans utilité réelle pour le bien être de l'ouvrier. Bien que certains travaux de filature n'exigent pas de grands efforts, l'ouvrier n'est jamais immobile ; dans ces conditions, il peut supporter sans aucun inconvénient une température inférieure à 15° ; il n'en peut résulter aucun malaise ni aucune gêne. Il me paraît donc, si l'on indique un minimum de température, qu'il faudrait admettre que cette limite pourrait être exceptionnellement dépassée ; lorsque la température extérieure serait au-dessous de zéro, il ne serait pas exagéré d'admettre que cette limite pourrait être abaissée de 5°.

MM. Buyse (Gand) et Leclerc de Pulligny répondent à M. Arquembourg.

M. Fontaine précise la question.

M. Arquembourg (Lille) propose un amendement qui est repoussé.

— L'article 2 est adopté à l'unanimité moins une voix.

On passe à la discussion de l'article 3 : « Dans les ateliers de filature au mouillé, l'état hygrométrique de l'air doit être constaté régulièrement chaque jour à l'aide d'un psychromètre, formé de deux thermomètres, l'un sec et l'autre mouillé, convenablement disposés et entretenus, et les observations doivent être contrôlées par l'inspec-

tion du travail. L'état hygrométrique doit être maintenu tel que la différence entre les deux thermomètres ne soit jamais plus petite que 2° C.

M. De Walque (Louvain) présente quelques observations et se rallie finalement au texte de l'article 3.

M Arquembourg (Lille). — Je ne suis pas encore d'accord avec M. le rapporteur sur la différence de 2° qu'il propose d'adopter pour les indications du thermomètre mouillé au thermomètre sec, et si je critique cette limite, ce n'est pas par des considérations tirées des nécessités du travail, mais parce qu'il me paraît que ce serait imposer une condition physiquement irréalisable dans bien des circonstances. M. le rapporteur nous a dit que cette limite permettait de maintenir dans les salles de filage un état hygrométrique suffisant pour réaliser un bon travail. Je le rassurerai complètement sur ce point en lui disant que dans la filature du lin au mouillé, la seule dont nous nous occupions en ce moment, il n'y a pas à se préoccuper de l'état hygrométrique au point de vue du filage, cet état est toujours assez élevé ; je fais cette remarque pour bien montrer que ce n'est pas une considération d'ordre économique qui me fait parler. L'un des orateurs qui a pris la parole avant moi a dit qu'il constatait que pas un industriel n'avait contesté l'affirmation du rapporteur que la filature de lin au mouillé était insalubre ; il n'y a peut-être pas ici d'industriels ; en tout cas, en ce qui me concerne, je ne parle pas comme industriel ni dans le but de défendre des intérêts. Je désire autant que M. le rapporteur et que vous tous améliorer les conditions du travail de l'ouvrier et surtout les conditions d'hygiène, mais je pense que pour arriver à un résultat, et pour que nos vœux soient pris en considération, il faut se garder de toute exagération. Comment arriverez-vous en pratique à ne pas dépasser 79 p. c. d'humidité dans des salles de filages où tant de causes contribuent à amener la saturation de l'air ? Comment y arriverez-vous les jours où l'air extérieur est lui-même presque saturé, et dans nos climats humides et brumeux cela se produit fréquemment ? La loi anglaise a fixé l'écart de

température à 1°1 ; cette limite n'a pas été adoptée sans raisons sérieuses ; on a certainement fait des enquêtes et des études ; si l'on n'a pas cru devoir aller au delà, c'est qu'on a considéré qu'il n'était pas possible d'exiger plus en adoptant une limite supérieure. Le Congrès demandera une chose irréalisable. M. le Dr Glibert a dit que nous étions seulement des hygiénistes, que nous devions demander ce qui paraissait dicté par les nécessités de l'hygiène, que nous n'avions pas à nous préoccuper de la possibilité de réaliser ce que nous demandions ; je pense qu'il serait préférable de nous préoccuper de cette possibilité de réalisation.

M. Glibert (Bruxelles) conteste les dires de M. Arquembourg ; il cite des exemples à l'appui de ses observations.

MM. Leclerc de Pulligny (Paris) et Buyse (Gand) abondent dans le même sens.

— L'article 3 est adopté à l'unanimité.

On passe à la discussion et au vote de la quatrième conclusion ainsi conçue :

« L'établissement de paragouttes *(splash-boards)* sera obligatoire. »

M. Arquembourg (Lille). — J'ai présenté différentes observations aux vœux déjà votés et j'en aurai encore à formuler ; je suis donc heureux de me trouver cette fois d'accord avec M. le rapporteur. Je crois cependant nécessaire d'ajouter que l'opposition que rencontre l'adoption de cet appareil vient de la part de l'ouvrière, qui trouve dans son application une gêne réelle dont elle s'exagère peut-être l'importance. Ces appareils ont du reste été déjà essayés en France ; il est vrai que cela est uniquement dans les retorderies où les inconvénients sont moindres pour l'ouvrier.

M. Brémond (Paris) propose d'ajouter au texte : « ou un appareil de protection analogue ».

M. Glibert (Bruxelles) fait une réserve : il ne faut pas accepter

comme suffisant l'emploi de tabliers caoutchoutés. Il faudrait dire : « appareil analogue s'appliquant aux machines ».

M. Leclerc de Pulligny (Paris) propose la rédaction suivante : « ou d'organes similaires s'appliquant aux machines ».

L'article 4 ainsi amendé est adopté à l'unanimité

On aborde la conclusion suivante :

« Les *enfants au-dessous de* 18 *ans* seront exclus du peignage, du cardage et du filage au mouillé ou subsidiairement n'y seront admis que sur la production d'un certificat d'aptitude physique. »

M. Leclerc de Pulligny (Paris) justifie sa conclusion. Il s'attache surtout à montrer le caractère trop fatigant du travail des gamins du peignage mécanique. Il cite le livre de M. Glibert. Il explique le travail des « presses ». Il donne des chiffres.

M. Kuborn (Liège). — Au point de vue hygiénique, c'est incontestable.

M. Leclerc de Pulligny (Paris) explique qu'au cardage et au filage au mouillé, le personnel appartient au sexe féminin et que les travaux qui s'effectuent dans ces ateliers sont trop durs pour des jeunes filles.

M. Kuborn (Liège). — On ne peut le contester.

M. Van Overstraeten (Bruxelles). — Il est entendu que le Congrès se place exclusivement au point de vue de l'hygiène.

M. Leclerc de Pulligny (Paris). — D'accord.

M. Arquembourg (Lille). — Le vœu qui nous est présenté a une importance capitale, car s'il était pris en considération et adopté par la législation, il aurait pour résultat la suppression de la filature de lin. Il est d'une nécessité absolue d'employer les enfants dans la filature de lin : je vais vous en donner une preuve indiscutable. Il y a quelques années, en France, on a voulu réglementer la durée du travail en imposant aux enfants une journée moins longue que celle permise aux femmes et aux adultes ; l'impossibilité pour la filature

de lin de se passer du travail simultané des différentes catégories d'ouvriers a fait que l'on a dû renoncer à appliquer la loi dans cette industrie et accepter pendant huit années un système transactionnel qui consistait dans l'adoption, pour tous les ouvriers, d'une durée moyenne de la journée qui n'était pas la durée légale. Lorqu'on a voulu faire cesser cet état de choses illégal, on a dû modifier la loi, pour faire, du système transactionnel, le système légal lui-même.

Je me demande, en outre, si nous devons voter un vœu qui vise une industrie déterminée en nous basant sur les considérations qui pourraient s'appliquer également à beaucoup d'autres industries dont nous ne nous occupons pas. On a parlé, notamment, des inconvénients de la situation debout pour les femmes et pour les enfants du peignage ; ces inconvénients ne sont pas particuliers à la filature du lin. Ne serait-il pas préférable de réserver pour un prochain Congrès l'étude de ces questions ?

La filature est déjà dans des conditions économiques difficiles ; il peut être dangereux pour son existence d'accroître encore ces difficultés ; je ne veux pas abuser de vos instants, je ne m'étendrai donc pas sur ce sujet, mais il est nécessaire tout au moins de les indiquer. Le lin a des concurrents sérieux dans d'autres textiles, à différents points de vue ; l'industrie qui le met en œuvre ne peut lutter que par une main-d'œuvre économique ; elle la trouve en partie dans l'emploi des femmes et enfants qui y sont occupés en très grand nombre et auxquels on ne demande pas un travaif aussi fatigant que celui demandé aux hommes, s'il est vrai qu'ils sont payés moins cher. Le rapport de M. Leclerc de Pulligny nous donne à cet égard des renseignement très intéressants qui vous permettront d'apprécier l'importance de la question. Ce ne sont pas, du reste, les seuls renseignements intéressants que l'on rencontre dans ce remarquable rapport, il y en a beaucoup d'autres et je suis heureux de le dire en passant. Il faut encore remarquer que certaines opérations de la filature, si elles ne demandent pas un grand effort, exigent une souplesse et une vivacité que l'on ne rencontre bien que chez

l'enfant ; qu'une grande habitude et qu'un apprentissage commencé de bonne heure peuvent seuls donner à l'ouvrière fileuse l'habileté nécessaire. Supprimer l'emploi des enfants jusqu'à 18 ans serait supprimer l'apprentissage.

Je ne veux pas insister plus longuement sur ces considérations ; j'ajouterai que, s'il m'a paru nécessaire de les exposer, c'est plutôt à titre documentaire, car le vœu qu'on nous propose ne m'effraie pas beaucoup ; en luttant contre lui, j'ai un peu la sensation de lutter contre un fantôme.

M. le rapporteur, après l'avoir formulé, a eu soin de faire remarquer qu'il se plaçait uniquement au point de vue de l'hygiène, qu'il exprimait des *desiderata théoriques* sans envisager quelles seraient les conséquences économiques de leur application.

Nous avons, du reste, enregistré hier une déclaration analogue de M. le Dr Glibert, qui nous a dit que nous n'avions pas, hygiénistes, à nous occuper s'il était possible de réaliser ce que nous demandions, que cela regardait les techniciens.

Du moment où il est bien convenu que nous votons les vœux proposés dans cet état d'esprit, il n'ont pas de portée et nous pouvons tous les voter sans crainte, mais il faut que cela soit bien précisé ; je propose donc de rédiger ainsi le texte du vœu :

« Le Congrès, se plaçant uniquement au point de vue des *desiderata* de l'hygiène, émet le vœu qu'il serait désirable que... »

Je préférerais, pour ma part, voir émettre des vœux donnant peut-être en théorie une satisfaction moins grande aux exigences de l'hygiène, mais dont les conséquences auraient été mûrement étudiées, car il eût été plus facile de leur donner une sanction.

Un dernier mot pour finir. Je ne veux pas entreprendre devant vous de réhabiliter la filature de lin au mouillé et encore moins prétendre que c'est une industrie éminemment salubre, mais il faut se garder de tomber dans l'exagération et ne pas se laisser entraîner par une peinture trop sombre du travail dans ces ateliers ou par des déclarations impressionnantes, faites sous l'inspiration de sentiments

évidemment très généreux, mais qui ont le défaut d'être tout à fait inexactes, tel le passage de l'*Ouvrière*, de Jules Simon, que nous citait hier M. Leclerc de Pulligny, et dans lequel il nous faisait entrevoir la douloureuse existence de l'ouvrière de filature passant sa vie dans une atmosphère empestée, emprisonnée au milieu des machines et les pieds dans l'eau jusqu'à la cheville. Tout cela est impressionnant et douloureux, mais ce n'est pas exact et pourrait tout au plus faire douter que Jules Simon ait jamais vu une filature.

Je demande seulement à prendre acte de la déclaration du rapporteur que, par ventilation locale, il entend une ventilation localisée de telle sorte que l'évacuation des poussières soit assurée, sans que cette expression puisse être interprétée comme comportant l'idée d'un enveloppement nécessaire des machines ; du reste, l'explication donnée par M. le rapporteur ne me surprend pas, puisque lui-même décrit, dans son rapport, une installation à laquelle il reconnaît le mérite d'avoir réalisé de grands progrès au point de vue de l'hygiène et où la ventilation et l'évacuation des poussières sont assurées sans que les machines aient été enveloppées.

M. Brémond (Paris) propose de ranger la filature du lin dans la liste des travaux considérés comme dangereux pour les femmes et les enfants. Il propose, en outre, l'adoption du certificat médical.

M. Glibert (Bruxelles) fait observer que la proposition de M. Brémond ne serait pas d'application internationale.

La cinquième conclusion de M. Leclerc de Pulligny, amendée par M. Arquembourg, est admise à l'unanimité dans les termes suivants :

« Le Congrès, se plaçant exclusivement au point de vue des *desiderata* de l'hygiène, émet le vœu qu'il est désirable que les enfants en-dessous de 18 ans soient exclus du peignage mécanique, du cardage et du filage au mouillé, ou, subsidiairement, n'y soient admis que sur la production d'un certificat d'aptitude physique. »

M. Leclerc de Pulligny (Paris) donne lecture de la conclusion suivante :

« Les cardes, les peigneuses mécaniques et les tables de peignage

à la main seront ventilées localement, de façon que les poussières soient enlevées sans qu'elles se répandent dans l'atelier. »

L'orateur justifie sa conclusion, notamment en ce qui concerne les ventilations localisées. Il demande un minimum.

M. Arquembourg (Lille) prend acte des déclarations de M. Leclerc de Pulligny, notamment en ce qui concerne le non-enveloppement des machines.

— La sixième conclusion est admise à l'unanimité.

On procède à l'examen de la septième conclusion :

« Il sera établi des *vestiaires* séparés des ateliers, clos, ventilés et chauffés, au moins pour les ateliers de filage au mouillé et pour ceux où les femmes doivent changer de vêtements. Pour les mêmes ateliers, les *lieux d'aisances* seront également clos et chauffés.

M. Arquembourg (Lille) fait des réserves : il demande s'il est entendu qu'il s'agit d'usines nouvelles. Il propose d'ajouter : « dans les ateliers où règne une température élevée ».

M. Leclerc de Pulligny (Paris) modifie le texte de ses conclusions dans le sens indiqué.

La septième conclusion, amendée par M. Arquembourg, est votée à l'unanimité dans les termes suivants :

« Il sera établi des vestiaires séparés des ateliers, clos, ventilés et chauffés, au moins pour les ateliers de filage au mouillé et pour ceux où les femmes doivent changer de vêtements. Pour les ateliers où il règne une température élevée, les lieux d'aisances seront également clos et chauffés. »

La 5e question relative à l'opération du secrétage des peaux dans les couperies de poils donne lieu à un intéressant exposé de M. le Dr Glibert et les conclusions de son rapport sont adoptées à l'unanimité.

Il n'est pas contestable que tous les progrès qui tendent à améliorer les conditions du travail ont une influence heureuse sur la produc-

tion de l'ouvrier et procurent ainsi à l'industrie des avantages qui viennent compenser, au moins en partie, les dépenses qu'ils lui imposent. Nous sommes également d'accord pour penser que le devoir de l'industriel est d'assurer à ses ouvriers le bénéfice de toutes les améliorations que le progrès met à sa disposition. Mais encore faut-il tenir compte des conditions de lutte économique dans lesquelles vit l'industrie et ne pas lui imposer, dans un pays, des charges qui la mettent en état d'infériorité vis-à-vis de ses concurrents étrangers. Aussi m'a-t-il paru nécessaire d'insister, avant la clôture du Congrès, sur l'intérêt d'une entente internationale au point de vue des questions de législation ouvrière et d'obtenir le vote d'un vœu visant spécialement cette entente en ce qui concerne les questions d'hygiène. Ce vœu a été adopté à l'unanimité, après l'exposé que reproduit ainsi le procès-verbal de la séance.

M. Arquembourg (Lille). — J'ai demandé la parole avant la clôture de la discussion sur les mesures d'hygiène dans le travail, pour vous proposer un vœu qui, bien que venant à propos de la cinquième question, a une portée plus générale et dont la réalisation aurait, à mon avis, une influence considérable sur les progrès de l'hygiène industrielle.

L'idée de ce vœu m'a été suggérée par les discussions mêmes auxquelles nous venons d'assister. Chacun de nous est venu apporter ici en même temps que ses observations personnelles, des renseignements très intéressants sur ce qui avait déjà été fait dans le pays auquel il appartenait. Vous avez dû être frappés comme je l'ai été moi-même, de constater combien les habitudes étaient variées et combien les législations différaient sur ces questions.

Or, si nous pouvons être purement des hygiénistes ne nous préoccupant que de rechercher et d'indiquer les meilleures solutions à réaliser, le législateur ne peut se tenir dans ces hautes sphères, il lui faut passer à la pratique, et pour le faire il doit tenir compte de toutes les difficultés et envisager les conséquences économiques des mesures qu'il édicte. Conséquences qui, pour conduire parfois à des

solutions qui sont en contradiction partielle avec les lois de l'hygiène pure, n'en sont pas moins très respectables, car vous ne contesterez pas que s'il faut améliorer les conditions hygiéniques du travail imposé à l'ouvrier, il faut également sauvegarder l'industrie qui est avant tout le pain de l'ouvrier.

Les pouvoirs publics sont donc souvent arrêtés par la crainte qu'en imposant certaines mesures concernant le travail, il n'en résulte pour l'industrie de leur pays une charge qui la mettrait dans des conditions d'infériorité trop marquée à l'égard de ses concurrentes. Il y a là un obstacle très sérieux qui disparaîtrait en grande partie le jour où toutes les mesures nécessaires seraient l'objet d'une réglementation uniforme dans les divers pays industriels. Je pense que le Congrès ferait une œuvre utile indiquant cette idée par l'adoption du vœu suivant :

« Le Congrès émet le vœu qu'il serait désirable qu'une entente internationale intervînt pour déterminer au moins les principales mesures d'hygiène à appliquer dans les industries insalubres. »

M. Kuborn (Liège) fait observer qu'il y aurait peut-être intérêt à émettre le vœu de la création d'une commission internationale d'étude.

M. Arquembourg. — Ce que je demandais surtout à notre section, c'était de manifester le désir de voir se réaliser une entente internationale. La création d'une commission internationale pour l'étude des mesures à imposer est un moyen de réaliser le but que nous nous proposons ; tout en exprimant le premier désir, je pense que nous pouvons donner satisfaction à celui qui vient d'être exprimé par notre président, en ajoutant au vœu la phrase suivante : « l'étude de ces mesures sera confiée à une commission internationale. »

— Le vœu de M. Arquembourg, modifié par cet orateur, est adopté à l'unanimité.

M. Arquembourg. — Permettez-moi, Messieurs, de vous remercier de l'accueil que vous avez bien voulu faire à ma proposition, il me

paraît qu'une entente internationale pourrait seule nous permettre des progrès sérieux sur bien des questions touchant aux problèmes du travail, j'ai eu la satisfaction de faire inscrire le principe de cette entente dans un vœu voté par la section d'hygiène administrative à propos de la tuberculose. Je suis particulièrement heureux que notre section ait bien voulu à l'unanimité se rallier à ma proposition.

La 6e et dernière question avait pour objet l'étude et la discussion des mesures sanitaires prises en différents pays concernant la petite industrie et l'industrie à domicile. Elle avait été traitée dans d'intéressants rapports de MM. Van Overstraeten, inspecteur général du travail en Belgique et A. Fontaine, directeur du travail au ministère du commerce. Le premier de ces rapports a fait surtout ressortir l'insuffisance de la législation belge pour la protection du travail à domicile ; se plaçant ensuite à un point de vue international et considérant tout les mesures prises dans différents pays que les mesures constatées au cours de son étude, le rapporteur concluait en présentant une série de vœux qui après quelques légères modifications furent votés dans les termes suivants :

1° Dans tout local où l'on travaille industriellement, chaque travailleur disposera d'un cube d'air suffisant ;

2° Dans ces locaux s'établira aussi un renouvellement d'air fixé d'après le nombre des occupants ;

3° Les ateliers seront soumis à des lavages suffisants ;

4° Les maladies infectieuses seront déclarées ;

5° La petite industrie ne sera pas considérée comme devant échapper par son caractère à la réglementation de la durée du travail ;

6° Les fabricants et entrepreneurs seront tenus de fournir à toute réquisition de l'autorité, les noms et adresses des personnes employées par eux en dehors de leurs ateliers ;

7° Toute personne qui fait travailler industriellement soit chez elle, soit en dehors, fera connaître à l'autorité l'emplacement de ses locaux de travail.

RAPPORT

SUR LE

CONGRÈS DE CHIMIE APPLIQUÉE DE BERLIN

du 2 au 8 Juin 1903.

Par M. HOCHSTETTER.

Après les Congrès de Bruxelles en 1894, de Paris en 1896, de Vienne en 1898 et de Paris de nouveau en 1900 au moment de l'Exposition Universelle, le 5e Congrès de Chimie appliquée qui s'est réuni cette année, du 2 au 8 juin à Berlin, a obtenu un succès considérable, avec ses 3.200 adhérents, dont plus de 2.200 étaient présents à Berlin.

La France y était largement représentée d'ailleurs. En dehors des délégations officielles des Ministères de l'Instruction publique, de la Guerre et du Commerce, les Sociétés Chimiques, de Pharmacie et de Biologie de Paris, la manufacture de Sèvres, les Sociétés Industrielles de Marseille, de Rouen et de Lille, etc., avaient envoyé leurs délégués.

Les Congressistes français, comptant plus de 200 Ingénieurs et Directeurs d'industries diverses dont les fonds sociaux additionnés formaient un capital de 1 milliard 760 millions, représentaient dignement l'Industrie Chimique Française et affirmaient déjà par ce seul fait, sa force et sa vitalité.

Le Congrès s'est ouvert sous la Présidence d'honneur du grand chimiste C. Winkler et avec le Professeur Otto Witt, Professeur à la

Technische Hochschule de Charlottenbourg, Commandeur de la Légion d'honneur, comme Président effectif.

Les réunions ont eu lieu au Palais du Reichtag, prêté par le Gouvernement allemand pour la durée du Congrès. La grande salle des Députés servait aux séances plénières, et les salles de Commissions aux réunions des diverses sections, qui étaient au nombre de onze.

Après une séance d'ouverture, destinée à souhaiter la bienvenue aux Congressistes le soir même de leur arrivée, le Congrès commençait effectivement ses travaux, le lendemain matin 3 juin, à 10 heures du matin, — en nommant son bureau définitif, dans sa première séance plénière.

Successivement, le Président, le Ministre de l'État Prussien, Comte de Posadowsky-Wehner, au nom du Gouvernement, le Bourgmestre de Berlin Dr Reicke au nom de la Ville, et les Délégués officiels des divers États représentés : Moissan, Paterno, Ludwig Piutti, etc. prennent la parole pour montrer l'influence de la science et son action toute puissante sur le développement du bien être et de la richesse publique des nations.

Après cette séance officielle, à une heure de l'après-midi commençait dans les onze sections le travail des Congressistes dont nous donnerons un compte-rendu sommaire plus loin.

La seconde séance plénière du Congrès a eu lieu le 5 juin à 10 h. du matin. M. Moissan, à qui est faite une longue et sympathique ovation, monte à la tribune, pour y faire sa conférence sur les *hydrures métalliques*, obtenus par l'union directe de métaux alcalins, chauffés légèrement dans un courant d'hydrogène, comme dans le cas de l'hydrure de calcium. Ces corps décomposent l'eau à la température ordinaire, avec dégagement d'hydrogène.

En présence de CO^2, les hydrures de sodium ou de potassium *fixent cet acide*, en produisant la synthèse élégante des formiates — et un dégagement d'H.

Avec l'anhydride SO^2, la réaction est analogue, quoique plus lente. En opérant sous pression réduite, il se produit un hydrosulfite, toujours avec mise en liberté d'hydrogène.

Ces réactions fort bien réussies en séance par M. Lebeau ont montré, nous a-t-on dit « *que si comme administrés, on n'aime pas toujours voir les Parlements faire des expériences, comme chimistes on fait très bien les expériences dans les Parlements.* »

Après cette remarquable conférence, Sir W. Crookes présente les *hypothèses modernes sur la matière.*

Sous le titre « *la réalisation d'un rêve* » il parle des rayons Roentgens, il rappelle les propriétés remarquables du radium découvert par M. et Mme Curie, et il montre comment celles-ci ramènent à une forme concrète les spéculations, et les rêves en apparence non susceptibles de preuve, faites sur les divers états que peut prendre la matière.

M. Van t'hoff traite ensuite la question de la *formation des dépôts salins naturels* et il montre notamment pour les sels de Stassfurth, le rôle que jouent pour ces combinaisons, la composition de la solution, la température, le temps et la pression.

Il donne une théorie complète de ces phénomènes qui jointe à leur représentation graphique, permet d'éclairer nettement cette question des plus complexes.

La séance, levée après cette communication, est reprise à deux heures, pour entendre celle de M. Ernest Solvay sur la *fabrication de la soude à l'ammoniaque.* Avec la plus extrême modestie, le grand industriel bruxellois jetant un coup d'œil retrospectif sur l'industrie de la soude telle qu'il l'avait trouvée il y a exactement 40 ans avec une production annuelle de 300.000^T^, montre, comment *par le nouveau procédé* étudié avec la collaboration de son frère Alfred Solvay, la production mondiale de la soude s'est sextuplée, atteignant aujourd'hui 1.760.000^T^, dans lesquelles le procédé Leblanc n'entre plus que pour 160.000^T^, tandis que le prix de vente est tombé au 1/3 de ce qu'il était en 1863.

La persévérance et la ténacité qui ont été nécessaires pour arriver à ce résultat magnifique, constituent une leçon de chose précieuse pour les inventeurs de l'avenir.

M. Engler, Professeur de l'École supérieure technique de Karlsrühe prend ensuite la parole pour exposer au Congrès sa *théorie de l'autoxydation*.

Les phénomènes antagonistes de la création et de la destruction, de la constitution et de la décomposition, qui forment le *struggle for the life* de la molécule, sont attribués à la production d'oxygène libre sous l'action des rayons solaires.

Mais cette solution du problème ne suffit pas à expliquer l'infinie diversité des phénomènes d'autoxydation, et M. Engler, par une suite de recherches expérimentales, montre que l'oxygène libre dans bien des cas commence par se juxtaposer à l'état de molécule à la substance autoxydatrice, telle l'hémoglobine du sang, qui fixe l'oxygène moléculaire pour l'abandonner ensuite à l'organisme, et reformer finalement de l'eau et de l'acide carbonique.

Pour terminer la série de ces remarquables conférences, M. Kroemer résume ses travaux sur *le goudron de houille*, et indique le développement pris par cette industrie, dont la production annuelle atteint actuellement 2.250.000 tonnes. La multiplicité des applications des substances retirées du goudron est extrême, tant pour les innombrables colorants artificiels, que pour les parfums synthétiques et les substituts du sucre. Elles permettent de dire que la chaleur solaire amassée, il y a des milliers d'années, est ressuscitée par la chimie, et contribue au bien-être de l'humanité par la création de richesses toujours nouvelles.

Avant d'indiquer maintenant très brièvement les questions principales étudiées dans les onze sections du Congrès, mentionnons que le jeudi 4 juin, la Société chimique allemande, présidée par M. Libermann, et réunie en séance extraordinaire dans le salon de la Hoffmann-Haus de Berlin, décerna la grande médaille Hoffmann à M. Moissan et à Sir Ramsay pour leurs savantes recherches, l'un sur les températures les plus élevées, l'autre sur les froids extrêmes actuellement réalisés.

Cet hommage rendu à un savant français ne pourra que contribuer à augmenter le respect dont jouit la science française à l'Étranger.

TRAVAUX DES SECTIONS.

Section I. — **Chimie analytique, appareils et instruments.**

Les principales questions traitées ont été entre beaucoup d'autres :

M. Lunge. — Compte-rendu de la Commission internationale des analyses.

M. Lindet. — Choix du bichromate de potasse ou du formol comme antiseptique, pour la conservation des échantillons de lait à analyser.

Discussion des propositions de méthodes internationales pour l'analyse des engrais et superphosphates.

M. H. Frésenius. — Détermination de la pureté du salpêtre.

M. Frecht. — Détermination de la potasse sous forme de perchlorate.

M. Woy. — Détermination de l'anhydride phosphorique sous forme de molybdate.

M. Felgentræger. — De la construction des balances modernes.

M. H. Frésenius. — Une nouvelle méthode de dosage de l'ammoniaque.

M. W. Frésenius. — De la façon de calculer les analyses.

M. Atwater. — De la fabrication des appareils gradués.

MM. Wagner et Bischoff. — Des produits dénommés chimiquement purs.

M. Nicole. — La question des échantillonnages.

Section II. — **Industrie chimique des produits inorganiques.**

M. Weigelt. — Sur l'épuration chimique des eaux.

M. Fischer. — Les eaux, leur circulation dans la nature et leur épuration.

M. Gin. — Inconvénients des procédés actuels de fabrication du sulfate de cuivre.

M. Lunge. — Rapport sur l'état général de la fabrication de l'acide sulfurique.

M. Knietsch. — Influence des gaz diluants et de la pression, dans la fabrication de l'acide sulfurique par les procédés de contact.

M. P. Kestner. — Recherches sur le tirage des chambres de Pb.

M. Beilbey. — Étude sur l'état actuel de l'industrie du cyanogène.

M John Pennock. — Progrès de l'industrie de la soude aux États-Unis depuis 1900.

M. Leduc. — Méthode rapide pour distinguer la chaux grasse de la chaux hydraulique.

M. Bunte. — Sur les sels lumineux et les corps éclairants.

M. Vogt. — Les émaux employés à la Manufacture de Sèvres.

M. Suler. — État de l'industrie chimique en Russie.

Section III. — **Mines, Métallurgie, Explosifs.**

M. Chesneau. — Dosage du phosphore dans les fontes, fers, aciers.

M. Wald. — Transport des minerais de fer suédois au départ des ports de Norvège.

M. Zengelis. — Notice statistique sur les produits minéraux utiles de la Grèce.

M. Mettegang. — Une nouvelle méthode de détermination de la rapidité des explosifs.

M. Rasch. — Dangers d'explosion des gaz comprimés contenus dans les bombes.

M. Fischer. — Statistique des accidents dans l'industrie des explosifs et déduction qu'il convient de tirer en vue des mesures à prendre.

M. Knight. — Les coups de foudre dans les fabriques d'explosifs.

M. Barthélemy. — Note sur le remplacement du fulminate de mercure comme détonateur.

SECTION IV. — **Industrie chimique des produits organiques.**

M. HARPERATH. — Le pétrole dans la République Argentine.

M. FISCHER. — État actuel de la technique des gaz à l'eau.

M. ARACHEQUESNE. — Dégrèvement et dénaturation de l'alcool destiné aux emplois industriels.

M. WEBER. — L'industrie du caoutchouc. — Sa préparation avec réunion des matières brutes employées

Dr FAHLBERG. — La saccharine.

M. WULSTER. — Sur l'emploi de la dimethylparaphénylène-diamine et de la tetramethylparaphénylène-diamine comme réactifs pour l'étude des processus d'oxydation et de réduction.

M. HALLER. — Le vert phtalique.

M. MOHLAU. — Sur l'indigo colloïdal.

M. SCHULTZ. — Produits préliminaires des matières colorantes artificielles.

Et, quelle nomenclature unifiée convient-il de recommander aux chimistes pour les matières colorantes compliquées polyazoïques ?

M. ROLFFS. — Procédé pour l'impression trichrome des tissus.

M. PIEQUET propose la fondation d'une Union internationale des chimistes coloristes.

M. HEGEL. — Nouveautés dans le domaine du tannage au chrome.

SECTION V. — **Sucrerie.**

Très suivie et fort nombreuse, cette section a eu des séances très chargées, où l'on a traité entre autres les questions suivantes :

M. PELLET. — Sur l'analyse directe en poids de la betterave et des cossettes fraîches, au moyen de la presse sans pareille.

M. le Dr RUMPLER. — Épuration du jus par les silicates.

M. SILZ. — Le procédé de diffusion Naudet.

M. ABRAHAM. — Le principe du tourbillonnement hélicoïdal appliqué aux processus chimico-techniques continus.

M. STEIN. — Sur les sirops de table.

M. Wasiliew. — Sur l'estimation du sucre cristallisé pour le travail de raffinerie.

M. Stolle. — La nature chimique des produits de décomposition du sucre.

Section VI. — **Fermentation et Amidonnerie.**

M Lindet. — Transformation des hydrates de carbone pendant la germination de l'orge.

M. Stocklasa. — Identité de la respiration anaérobie et de la fermentation alcoolique ; séparation de l'enzyme fermentogène de la levure des organismes supérieurs animaux et végétaux.

M Zikes. — Influence des différentes bactéries de l'eau sur le houblon et la bière.

M. Pollak. — Action de HCl sur l'amidon.

M. Mastraum. — Sur la présence de l'acide salicylique naturel dans le raisin et dans le vin.

M. Behrend. — Leçon sur la pomme de terre.

Section VII. — **Chimie agricole.**

M. le Dr Frank. — L'utilisation de l'azote libre de l'air pour l'industrie et pour l'agriculture.

M. Orth. — La terre des marais Pontins.

M. Boulez. — Méthode rapide de dosage alcalimétrique de l'acide phosphorique en présence d'autres acides.

M. Pellet. — Le nitrate de soude perchloraté, ses effets nuisibles sur la végétation, analyse de nitrate de soude perchloraté.

M. Sjollema. — Influence des fourrages sur l'état général et la composition du beurre.

Section VIII. — **Hygiène. — Chimie Médicale et Pharmaceutique. — Denrées alimentaires.**

M. Kunz-Krause. — Les applications de la chimie appliquée à la pharmacie allemande.

M. Mjön. — Le contrôle des médicaments.

M. Partheil. — Dosage des acides organiques dans les vins.

M. Grimbert. — Présence du glucose dans le liquide Cephalo-Rachidien.

M. Porcher. — De la caractérisation du lactose dans les urines au moyen de la Phenyl-Hydrazine.

M. Folles. — Contribution à l'étude du lait de femme et démonstration d'appareils pour la recherche du sang.

M. Wassermann. — Recherche de l'albumine par voie biologique.

Section IX. — **Photochimie.**

M. Seyewetz. — Les diverses causes de formation du voile dicroïque et sur la destruction de ce voile.

M. König. — Les nouveaux sensibilisateurs.

M. Eder. — La sensibilité des plaques photographiques.

M. Precht. — Le poids atomique du radium et son spectre.

M. Neuhauss. — La photographie des couleurs.

Section X. — **Électrochimie. — Physicochimie.**

M. Wedeking. — Le Zirconium colloïdal.

M. Marie. — Sur la réduction électrolytique des composés incomplets.

M. Le Blanc. — L'électrolyse avec courants alternatifs.

M. Goldschmidt. — Obtention de l'acier par le four électrique.

M. Nernst. — Les unités de mesures électrochimiques.

M. Bredig. — Application de l'endosmose électrique et des phénomènes concomittants de l'état colloïdal.

M. Sackur. — Nickelage des grands objets avec peu de matière.

M. Danneel. — Précipitation quantitative et séparative des métaux par électrolyse.

SECTION XI. — **Questions de droit et d'économie politique, en rapport avec l'industrie chimique.**

M. HAEUSER. — La garantie du nom véritable dans l'industrie chimique.

MM. KATZ et KLOPPEL. — Que doit être l'objet de la garantie du brevet, dans le domaine de l'industrie chimique.

M. CHAPUIS. — Chimie des matières colorantes et législation allemande des brevets concernant cette industrie.

MM. SPRENGER et HAARTMANN. — La garantie du travailleur dans l'industrie chimique.

MM. LANDIN et MOSLER. — La prohibition du phosphore dans l'industrie des allumettes.

MM. SCHARLACH, SOETBEER et SIMONS. — L'importance du Cartel dans l'industrie chimique, son influence sur la méthode légale de chaque pays.

M. ROSENTHAL. — Quelle est la valeur des contrats passés par les fabriques, avec les chimistes ou les techniciens.

SÉANCE PLÉNIÈRE DE CLOTURE.

Le lundi 8 juin à 3 h. 1/2 a eu lieu la 3e et dernière séance plénière, pour clôturer les travaux du Congrès.

Le Président, M. Otto Witt, remercie le Congrès des travaux remarquables présentés à l'approbation des Sections, des conférences faites par des Maîtres éminents, et de la somme considérable de découvertes absolument inédites qui ont été apportées ici. Berlin a reçu ses hôtes à bras ouverts, et la Chimie allemande les remercie d'avoir compris qu'ils étaient pour elle non des confrères, mais de véritables frères.

Après de chaleureux applaudissements, il est procédé à la lecture et à l'approbation des décisions et vœux des Sections.

Il reste enfin une importante question à trancher : où et quand sera tenu le prochain Congrès International. Après un premier vote douteux, il est procédé pour arrêter le choix entre Rome et Londres, à une contre-épreuve suivant le mode de votation du Reichtag en cas de ballottage. La salle est évacuée, et les Congressistes y rentrent un instant après par les deux portes latérales opposées, la Iathure (porte oui, pour Rome) et la Neinthure (porte non, pour Londres). — Le pointage aux portes donne la majorité à Rome, où le 6e Congrès de Chimie appliquée se réunira dès lors en 1905.

Si les réunions et les conférences ont été nombreuses et fertiles en résultats, pendant ces six journées du Congrès, une série de visites intéressantes avait encore été préparée aux usines, laboratoires et Instituts les plus importants de la région.

Telles ont été les visites à la Manufacture Royale de Porcelaines de Berlin, aux Laboratoires de la Technische Hochschule de Charlottenburg, à l'Association des Fabricants de Sucre de Magdebourg, à l'Établissement de Culture et de Sélection de Graines de Betteraves de Klein Vanzleben, à l'Exposition de Culture et d'Utilisation de la pomme de terre, à l'École de Brasserie de Berlin, et bien d'autres que j'oublie.

Pour être complet, j'ai enfin à dire deux mots de la série des fêtes officielles qui nous ont été offertes fort aimablement, et qui comprenaient : Un grand banquet au Jardin Zoologique, une fort belle réception par la Municipalité à l'Hôtel de Ville de Berlin, et une représentation de gala à l'Opéra.

Nous avons eu de plus le spectacle curieux d'un Kommers, sorte de fête que les étudiants célèbrent à l'occasion de solennités, en l'accompagnant de chants et de cérémonies spéciales, et où prirent part cette fois-ci plus de 1.500 invités.

Une fête charmante offerte dans ses jardins de Charlottenburg par M. le Professeur Harries, une soirée chez M. et Mme Von Martius, comprenant tout ce que Berlin compte de notabilités, et enfin le

dimanche, une excursion en bateaux à vapeur sur le lac de Wannsee, ont complété ces fêtes, dont tous ont conservé le meilleur souvenir.

Tel est, Messieurs, le résumé excessivement écourté du 5e Congrès de Chimie appliquée de Berlin.

Il nous a montré, que si la France occupe toujours un rang des plus honorables dans l'industrie chimique sous toutes ses formes, elle doit apprendre à mieux connaître les pays étrangers et tout ce qui s'y fait ; — leur marche en avant est en effet indiscutable, et pour ne pas nous laisser distancer, nous avons à mettre largement nos capitaux au service de la science, afin de faciliter à nos savants leurs recherches et leurs découvertes, qui risqueraient sans cela de ne pas sortir du domaine du laboratoire, et de rester par suite improductives.

L'étranger nous donne un grand exemple sous ce rapport — sachons le reconnaître, et imitons-le.

LES PLUS BASSES TEMPÉRATURES

OBTENUES JUSQU'A CE JOUR

LIQUÉFACTION ET SOLIDIFICATION DE L'HYDROGÈNE

(Procédé DEWAR)

Par M. P. LEMOULT,
Chargé de Cours de chimie à la Faculté des Sciences.

La température naturelle moyenne varie dans un intervalle des plus restreints, de quelques degrés au-dessous de zéro à quelques dizaines de degrés au-dessus ; mais l'homme a eu de suite besoin pour sa conservation, sa nourriture et son bien-être d'obtenir des températures très différentes de celles-là, et il a cherché à en réaliser soit de plus élevées soit de plus basses, de préférence les premières qui lui sont le plus nécessaires.

Les températures élevées sont relativement faciles à obtenir ; par exemple on réalise couramment la température de 100°, on atteint sans peine 1000° et on est même parvenu à établir d'une façon permanente la température de 3490° au moyen de l'arc électrique ; à cette limite mesurée récemment par M. Ch. Féry à l'aide d'un appareil qu'il a imaginé, ce physicien a pu faire bouillir avec facilité les métaux courants et séparer par distillation fractionnée les constituants d'un alliage usuel, le laiton. Il ne semble pas d'ailleurs que l'on doive s'arrêter vers 3500° et il faut bien remarquer que l'aluminothermie et le four électrique nous donnent avec une extrême facilité les températures très élevées et stables.

Pour les températures très basses, les froids extrêmes, il en va tout autrement : elles sont très difficiles à réaliser, plus difficiles

encore à maintenir pendant un temps appréciable ; et nous nous trouvons en outre limités, par des considérations théoriques, à l'obtention d'une température correspondant à 273° au-dessous de zéro et que les physiciens ont appelée le zéro absolu. Il est presque inutile de rappeler que V_0 étant le volume à zéro d'une masse gazeuse quelconque, son volume V_t a la température de t degrés, en supposant sa pression invariable, est donné par :

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t) \qquad \text{avec} \quad \alpha = \frac{1}{273}$$

la température inconnue x à laquelle cette masse gazeuse aurait un volume nul serait donnée par

$$1 + \alpha x = 0 \qquad \text{d'où} \qquad x = -\frac{1}{\alpha} = -273^0$$

Cette température — 273° nous apparaît donc comme une limite que l'imagination elle-même ose à peine franchir et à laquelle les corps les plus volatils, comme les gaz, auraient subi une telle condensation par le froid que leur volume serait réduit à rien. Il faut bien se hâter d'ajouter d'ailleurs que la valeur de cette limite n'a pas un sens réel bien défini puisqu'il est basé sur l'hypothèse que la valeur de α reste constante, ce qui est contraire aux résultats expérimentaux, même dans la limite assez peu étendue où on a pu mesurer cette quantité.

Voyons comment on a pu parcourir peu à peu l'échelle des basses températures. On sait que certaines substances en se dissolvant dans l'eau abaissent sa température, c'est le principe des mélanges réfrigérants ; que lorsqu'on décomprime brusquement un gaz fortement comprimé, celui-ci reprend la pression ambiante en se refroidissant et en refroidissant les corps voisins ; c'est la production du froid par la détente ; enfin on sait également que l'évaporation des liquides absorbe de la chaleur et engendre par suite du froid et qu'on peut par exemple congeler l'eau en la transformant partiellement en vapeur dans le vide : c'est la production du froid par évaporation. En généralisant ces moyens d'action et en les combinant ensemble,

on a pu obtenir assez facilement des températures déjà relativement très basses : par exemple l'évaporation d'un mélange de neige carbonique (anhydride carbonique solide) et d'éther donne d'une façon permanente la température de 80° au-dessous de zéro.

On arrive à réaliser par un choix rationnel des substances employées un certain nombre de basses températures qui permettent d'atteindre des échelons placés plus bas et ceux-ci permettent à leur tour de continuer la série des progrès ; voici la liste des températures basses que l'on peut obtenir régulièrement ; elles sont indiquées (t) en degrés ordinaires, c'est-à-dire avec les conventions : zéro à la glace fondante et 100° à l'ébullition de l'eau ; et en degrés absolus (T) définis par $T = t + 273°$; ces degrés absolus ayant leur origine au zéro absolu.

		t	T.
Avant 1877.	Anhydride sulfureux (SO^2) bouillant	— 8°	265.
	Chlorure de Méthyle (CH^3 Cl) bouillant	— 24°	249.
	Chlore bouillant ou Ammoniac bouillant	— 34°	239.
	Hydrogène sulfuré bouillant	— 62°	211.
	Anhydride sulfureux fondant ou Ammoniac fondant	— 75°	198.
	Hydrogène sulfuré fondant ou CO^2 et Ether	— 80°	193.
	Protoxyde d'azode (Az^2O) bouillant	— 100°	173.
	Chlore fondant ou Ethylène (CO^2H^4) bouillant	— 102°	171.
	Sulfure de carbone (CS^2) fondant	— 116°	157.
De 1877 à 1898.	Bioxyde d'azote bouillant ou Ethylène fondant, ou Méthane (CH^4) bouillant	— 167°	106.
	Oxygène bouillant	— 182°5	90,5
	Méthane fondant	— 185°	88.
	Oxyde de carbone bouillant	— 190°	83.
	Azote bouillant	— 193°	80.
	Air liquide bouillant	— 194°	79.
	Oxyde de carbone fondant	— 207°	66.
	Azote fondant	— 214°	59.
	Hydrogène bouillant	— 252°	21.
	Hydrogène fondant	— 257°	16.

Jusqu'en 1877, avant les travaux de Cailletet à Chatillon-sur-Seine (froid produit par la détente) et de Pictet à Genève (compression et refroidissement par un agent extérieur : SO^2 par exemple), il y avait un grand nombre de gaz qu'on n'était pas parvenu à liquéfier et qui formaient la catégorie des « gaz permanents » ; la plus basse température obtenue jusqu'alors était d'environ —120° ou 153° absolus ; ces travaux et ceux qui les ont suivis ont permis de liquéfier ces gaz permanents, tels que l'oxygène, l'azote, l'oxyde de carbone et fait disparaître cette notion du vocabulaire scientifique. Toutefois l'hydrogène n'avait pu malgré de nombreuses tentatives être liquéfié et, encore moins, solidifié ; il manquait à l'échelle ci-dessus ses deux derniers échelons. MM. Wroblewski et Olzewski, continuateurs de Pictet et de Cailletet, travaillant séparément la même question étaient parvenus à obtenir, le premier en janvier 1884 et le second peu de temps après de l'hydrogène sous forme d'un liquide ou d'un brouillard fugitifs dont l'existence par trop éphémère permettait à peine de mesurer approximativement la température ; elle fut évaluée au voisinage de — 201° à — 211°. Ces savants purent toutefois donner la température critique de l'hydrogène, c'est-à-dire la limite au-dessus de laquelle il ne fallait pas songer à liquéfier le gaz quelle que soit la pression exercée sur lui ; Wroblewski donna en 1888 la valeur — 240° et Olzewski en 1895, la valeur — 234°. La voie était tracée pour les futurs chercheurs, mais les difficultés à surmonter étaient encore énormes ; elles ne furent vaincues que tout récemment, en 1898, par un physicien anglais James Dewar : celui-ci parvint à liquéfier d'une manière stable, puis à solidifier l'hydrogène.

On sait qu'en 1897, un physicien allemand Linde construisit un appareil qui permet de transformer en liquide l'air qui nous environne, dans des conditions relativement économiques qui mettent cette nouvelle substance à la portée des savants et même des industriels ; rapidement perfectionnée et en particulier en France par les recherches de M. Claude, la fabrication de l'air liquide est devenue très abordable et on vend couramment des fioles d'air liquide dont

l'évaporation permet de réaliser pendant un temps très long une température de — 194° soit 79° absolus.

Cette circonstance permit à Dewar de reprendre avec succès les tentatives de liquéfaction de l'hydrogène, ce gaz comprimé à 200 atmosphères et refroidi par de l'air liquide bouillant puis détendu dans un serpentin refroidi de la même façon se transforme en un jet liquide que l'on peut collecter dans un flacon formé de 2 ampoules concentriques dans l'espace annulaire desquelles on a fait un vide parfait (ampoules Dewar).

Le 10 mai 1898, de l'hydrogène ayant été refroidi à — 205° sous 180 atm. et circulant à la vitesse de 300 à 400^{lit} par minute fut détendu et donna environ 20^{cmc} d'un liquide stable : l'expérience dut être interrompue en raison de l'obturation de l'orifice de détente, par suite de la présence d'air dans le gaz expérimenté, cet air s'était solidifié. L'hydrogène liquide est limpide, incolore, ne produit pas d'absorption sur la lumière et possède une surface bien définie ; ce corps solidifie tout autour de lui ; l'oxygène ou l'air par exemple se prennent en masse blanche ressemblant à de la neige qui peu à peu se résout en gaz. Peu de temps après Dewar put obtenir jusqu'à 250^{cmc} d'hydrogène liquide et entreprendre la mesure très importante de la température d'ébullition de ce corps, ce fut une expérience délicate ; les appareils ordinaires (thermomètre à résistance électrique) étalonnés pour des températures beaucoup plus élevées ne donnèrent pas ici d'indications concordantes et leur emploi pourtant si commode, dut être rejeté ; les résultats variaient de — 239° 1 à — 246°. En se servant d'un thermomètre à hydrogène à volume constant et à faible pression initiale qui marquait — 182° 5 (90° 5 absolus) dans l'oxygène bouillant, M. Dewar trouva que le liquide hydrogène bouillait à 252° (21° absolus). C'était la plus basse des températures qu'on ait jamais atteintes.

Pour obtenir des températures plus basses encore et se rapprocher davantage du zéro absolu, il fallait provoquer un nouveau changement d'état de l'hydrogène et l'amener à l'état solide, puis prendre son

point de fusion. Au cours des expériences précédentes il était souvent arrivé que l'hydrogène liquide soumis à une évaporation énergique qui le refroidissait, avait pris la forme d'une mousse peu consistante, premier indice d'une solidification prochaine ; mais il fallait réaliser un solide permanent et compact. Dewar y parvint à l'aide de l'appareil suivant. Un grand ballon en verre est rempli d'hydrogène sec et pur ; le col porte un petit tube latéral placé horizontalement et qui se recourbe verticalement vers le bas où il est fermé ; ce tube est placé dans une ampoule Dewar contenant de l'hydrogène liquide bouillant protégé contre le rayonnement par plusieurs ampoules pleines d'air liquide bouillant ; le gaz du ballon vient se condenser à l'état liquide dans cette région de l'appareil, puis passe à l'état solide ; malheureusement, à ce moment, l'hydrogène qui sert de réfrigérant se solidifia également et empêcha d'observer plus longtemps le phénomène ; toutefois on put retourner l'appareil sans qu'il coulât le long du tube la moindre goutte liquide intérieure : l'hydrogène était solidifié. Ce résultat important obtenu en août 1899 fut annoncé à l'Académie des Sciences de Paris par M. Moissan le 18 août 1899 : dans la suite on put constater que le solide est blanc, transparent, ressemblant à de la glace et ceci détruit à jamais cette légende introduite dans la Science à la suite d'observations mal interprétées de l'hydrogène donnant par solidification un corps bleuâtre ressemblant à un métal et produisant en tombant sur le sol un bruit de grenaille métallique. La température de fusion de ce corps, mesurée sous 35 ^{mm} se trouve à — 257° soit 16° absolus. C'est le record des plus basses températures obtenues jusqu'à ce jour.

Cette magnifique série de recherches laisse le champ libre à d'autres chercheurs ; il est en effet un autre gaz, l'hélium, nouveau venu parmi les éléments connus et qui est encore plus volatil que l'hydrogène, puisque soumis aux températures où ce dernier est liquéfié ou solidifié, il ne prend pas l'état solide. On arrivera donc à battre le record actuel des basses températures le jour où on aura pu

préparer en assez grande quantité ce gaz jusqu'ici très rare et où un expérimentateur aussi habile et aussi opiniâtre que M. Dewar sera parvenu à le liquéfier et peut-être même à le solidifier.

Il n'y a pas lieu de se demander si ce nouveau record sera inférieur ou supérieur au zéro absolu puisque ce zéro absolu n'a aucune signification expérimentale comme nous l'avons rappelé tout à l'heure. Actuellement le zéro absolu expérimental se trouve à — 257° au-dessous de la température de fusion de la glace et lui seul correspond à une réalité : la fusion de l'hydrogène solide ; on est certain que ce point peut être dépassé.

On sait qu'en général l'abaissement de la température diminue l'activité des phénomènes chimiques et on a pu faire à ce sujet de curieuses expériences ; il était donc intéressant de se demander si à la température extrêmement basse de l'hydrogène bouillant, on ne se trouverait pas dans une région d'inactivité absolue de la matière, si elle ne serait pas absolument inerte et comme morte au sens chimique ; on a trouvé qu'un grand nombre de réactions sont arrêtées à cette température ; mais cela n'a rien d'absolu car quelques-unes se manifestent encore avec une extrême activité et c'est ainsi par exemple que MM. Moissan et Dewar ayant mis en contact de l'hydrogène et du fluor à la température de l'hydrogène bouillant faillirent être victimes de leur légitime curiosité scientifique ; la combinaison se fit en effet avec une telle violence que l'appareil fut violemment détruit et couvrit les expérimentateurs de ses débris, heureusement sans les blesser. Ainsi donc, même à l'extrême voisinage du zéro absolu, certaines réactions se font très bien ; ce zéro absolu ne correspond pas à l'anéantissement de l'activité de la matière.

Un des collaborateurs de M. Dewar, Sir William Thiselton Dyer eut l'idée de rechercher si dans l'hydrogène liquide, la faculté germinative des graines dont on connaît la résistance, ne serait pas suspendue ou anéantie ; des expériences faites sur six ou huit espèces différentes montrèrent que les graines soumises à ce froid plus que

rigoureux n'en étaient nullement incommodées ; elles n'étaient point tuées et reprenaient dans les conditions normales, leur vie ordinaire.

Comme on le voit, le zéro absolu n'est pas autre chose qu'un point choisi arbitrairement, malgré l'apparence d'une définition logique, dans l'échelle des températures inférieures à la température de fusion de la glace. Expérimentalement, ce zéro absolu ne correspond sans doute à aucun phénomène défini, il ne marque pas le terme de l'activité chimique des éléments ou des corps composés et surtout, mentant à sa définition, il n'est point placé de telle façon que le volume de tous les gaz s'y annulerait : l'hydrogène solide a un volume qui n'est pas négligeable et il est bien certain que si on parvenait à abaisser sa température de 16° degrés, ce volume ne subirait qu'une variation insensible et ne s'annulerait pas.

L'APPRENTISSAGE EN ALLEMAGNE

D'APRÈS UNE VISITE AUX ÉTABLISSEMENTS DE LA SOCIÉTÉ LUDW. LOEWE ET Cie, A BERLIN

Par M. E. LABBÉ,
Directeur de l'École nationale professionnelle d'Armentières.

Durant ces vingt dernières années, l'enseignement technique a pris en Allemagne un développement si considérable, qu'il apparaît que cette prédiction du Kronprinz Frédéric au lendemain de 1870 doive se réaliser bientôt : « Nous avons vaincu sur le champ de bataille de la guerre, nous vaincrons sur les champs de bataille du commerce et de l'industrie. »

Nos intelligents et pratiques voisins, les Allemands, accordent en effet une importance capitale à l'enseignement professionnel. Ils le considèrent comme le facteur indispensable de la prospérité du commerce et de l'industrie, en même temps qu'ils estiment que c'est un précieux adjuvant à l'amélioration et au bien-être de la société actuelle. L'industrie allemande qui lutte à outrance contre la concurrence américaine avec la volonté constante de vaincre, reconnaît la nécessité pressante d'occuper de très bons ouvriers, rompus à une exécution méthodique et parfaite de la besogne d'atelier, et l'ouvrier qui se rend compte de l'acuité de la lutte économique engagée sur le terrain de l'industrie comprend à son tour le sensible profit pécuniaire qu'il peut retirer d'un apprentissage rationnel et complet.

Les écoles professionnelles allemandes se créent donc, prospèrent et se multiplient avec une facilité étonnante. Leur caractère présente une variété remarquable puisqu'il y en a qui forment des confiseurs,

d'autres des coiffeurs, certaines même des ramoneurs de cheminées. Au point de vue de l'organisation, quelques-unes sont entretenues exclusivement aux frais des États, d'autres sont totalement privées et d'autres enfin sont mixtes, c'est-à-dire subventionnées à la fois par les États et par des caisses particulières.

Malgré cette diversité très complexe, on peut classer les écoles professionnelles en quatre catégories.

Les premières se présentent sous la forme de cours du soir et du dimanche. En Allemagne, de même que la fréquentation des écoles primaires est obligatoire jusqu'à l'âge de quatorze ans, celle des cours du soir et du dimanche l'est de quatorze à dix-huit ans, dans tout le pays, sauf en Prusse ; toutefois, dans cet État, le code industriel en vigueur permet à certaines villes d'exercer un contrôle sur l'instruction professionnelle des adultes et de la rendre obligatoire au besoin. C'est ainsi qu'à Berlin les cours du soir et du dimanche sont libres, tandis que dans d'autres villes voisines les jeunes gens sont contraints de les suivre. Berlin fait exception à la règle générale, parce que, probablement l'instruction s'y trouve suffisamment recherchée sans qu'on ait besoin de l'imposer.

Les écoles professionnelles de la deuxième catégorie sont celles des corporations. Aucune corporation n'est autorisée à se former si elle ne prend l'engagement formel de concourir à la formation d'apprentis soit en ouvrant une école, soit simplement en instituant des cours professionnels. Les dépenses de fonctionnement des écoles ou des cours sont supportées en partie par les ressources de la corporation et en partie par les industriels ou commerçants non affiliés à la corporation, mais exerçant la profession qu'elle représente.

Dans la troisième catégorie, on peut ranger les *technicums* qui sont des écoles professionnelles de degré secondaire et dont le but est de former des contremaîtres, des chefs d'atelier ou des dessinateurs. Ces écoles s'adressent aux jeunes gens ayant fait leur apprentissage d'ouvrier. On ne peut y avoir accès que si on justifie d'un

stage dans un atelier, ou si on fait preuve d'une certaine capacité professionnelle ; cette exigence est motivée par le fait que tout travail d'atelier est presque toujours complètement banni au profit d'études théoriques dirigées vers une spécialisation étroite.

Enfin, quelques écoles techniques ont pour but de former des ingénieurs. Ce sont celles de la quatrième catégorie. Elles correspondent à l'École centrale, l'Ecole polytechnique, l'Ecole des mines, etc. De même que les précédentes, elles ne comportent aucun programme de travail manuel. La spécialisation à outrance y est également de règle.

Dans les écoles des deux premières catégories, il est assez rare de trouver des ateliers où se font des exercices pratiques. Le principe fondamental de l'apprentissage en Allemagne semble être celui-ci : le travail manuel à l'usine, l'instruction théorique à l'école. On évite donc le plus possible de distraire l'apprenti de l'atelier, c'est pour cela que la plupart des cours sont faits le soir ou le dimanche. C'est également pour ne pas retenir trop longtemps éloignés de l'atelier les élèves des écoles de la troisième catégorie, comme celles de Chemnitz et de Mitweida, qu'on a réduit au strict minimum (un an et demi ou deux ans) la durée des études dans ces établissements. Cependant depuis quelque temps, les Allemands paraissent vouloir se rapproche de notre conception des écoles d'apprentissage et entreprendre d'allier plus intimement le travail manuel aux études théoriques.

Puisqu'il est acquis que l'enseignement professionnel à tous ses degrés repose sur l'apprentissage à l'atelier, il est maintenant intéressant de voir comment on procède à cet apprentissage. C'est ce que je me propose de faire ressortir en m'inspirant d'une récente visite que j'ai faite aux établissements Lœwe et Ce, à Berlin. Mais auparavant, il ne me paraît pas inutile de donner quelques renseignements sur les établissements dont il s'agit.

*
* *

La Société Ludge Lœwe et Ce fut constituée vers 1870 et ses premiers ateliers se trouvaient installés dans la Hollmanstrasse, à

Berlin. Sa principale spécialité était alors la fabrication des métiers à tisser. Sa prospérité suivit le cours de beaucoup d'entreprises similaires, mais la concurrence américaine, qui se fit sentir si fortement vers ce moment et dans cette partie de la construction mécanique, prouva bientôt à M. Lœwe et à ses associés la nécessité de modifier radicalement le mode de production et d'adopter les procédés de fabrication américains. C'est ainsi que fut décidée la création des ateliers qu'elle occupe, depuis 1898, dans la Huttenstrasse, n°s 17 à 20.

Ce qui a assuré la prospérité de la Société Lœwe et Ce c'est l'application rationnelle des principes suivants :

1° Limiter la fabrication à tels articles bien déterminés ;

2° Adopter les moyens de production les plus perfectionnés à ce jour, afin de travailler à des cotes rigoureuses ; réaliser, par suite, l'interchangeabilité des pièces fabriquées pour arriver à leur bon marché et, conséquemment, à leur écoulement rapide.

3° Permettre à tous les employés de remplir leur tâche dans les conditions les plus hygiéniques et les plus agréables.

Les machines suivantes sont construites comme types courants :

Tours à fileter et à charioter, hauteur des pointes, jusqu'à 320^{mm}; tours à façonner les fraises à profil invariable ; machines à tronçonner et à centrer ; fraiseuses de différentes grandeurs, avec mouvement à main et automatique ; fraiseuses universelles, machines automatiques à tailler les roues à denture droite, à vis sans fin et les roues coniques ; machines à percer verticales ; étaux-limeurs ; tours revolvers soit à mouvement à main, soit automatiques ; presses à excentrique.

Comme petit outillage on fabrique :

Etaux-universels, mandrins à centrer, mandrins pour opérations de tournage, fraises de tous genres, outils de taraudage et de filetage, alésoirs, forets à parachever, calibres, etc.

Les établissements Lœwe et Ce sont composés de pavillons séparés

les uns des autres. Ils comprennent huit édifices principaux qui sont :

1° Le bâtiment de l'administration ;

2° L'atelier de construction de machines ;

3° L'atelier pour la fabrication du petit outillage ;

4° La forge ;

5° Le modelage ;

6° Le magasin des modèles ;

7° La fonderie ;

8° La station de force motrice.

De larges rues tenues en bon état sont établies le long de ces bâtiments ; il y a du gazon partout où cela est praticable afin de retenir la poussière ; les coins cachés n'existent pas, de sorte que le moindre désordre est immédiatement remarqué. Un raccordement à voie normale met la fabrique en communication avec le chemin de fer de l'État ; en outre un réseau à voie étroite du système « Hunt » et d'une longueur d'environ quinze kilomètres fait communiquer tous les bâtiments entre eux, des charges pesant jusqu'à 1000 kilogrammes peuvent être aisément transportées par un seul homme d'une partie quelconque de l'usine à une autre.

Ces facilités de communication et de transport ne se limitent pas seulement au service entre les ateliers : elles s'étendent jusqu'à l'intérieur des locaux et à tous les étages par l'intermédiaire d'ascenseurs. L'expérience a prouvé que la dépense d'installation de ces moyens de transport se trouve largement compensée par l'économie qu'ils permettent de réaliser.

Bâtiment de l'Administration. — Le bâtiment de l'Administration et de la Direction est le cerveau de la fabrique. Il occupe une position centrale, avec des facilités d'accès de tous côtés.

Il comporte deux parties ; une en forme d'U, avec trois étages comme les ateliers qui l'entourent ; une autre occupant toute la

partie intérieure de cet U et formant une grande salle de 1458 mètres carrés.

Dans la première partie, se trouvent les bureaux de la Direction et de l'Administration ; deux salles de dessin, une pour l'atelier de construction de machines avec lequel elle communique par un pont couvert, une autre pour l'atelier de fabrication du petit outillage auquel elle est reliée par un pont du même genre ; le dépôt des dessins, relié par un troisième pont couvert avec l'atelier de construction des modèles qui communique lui-même avec le magasin des modèles ; plusieurs autres salles affectées au Conseil d'administration, à la bibliothèque, à l'enseignement, à l'infirmerie, et à divers services dont il sera parlé plus loin.

La partie centrale est réservée au magasin de vente des machines. Un pont roulant de 10.000 kilogrammes charge celles-ci sur camion ou sur wagon et dessert tout le magasin. A l'extrémité septentrionale, et de chaque côté, se trouvent les ateliers pour outiller et pour essayer, sous les yeux des acheteurs, les machines particulières et les installations complètes.

Le sol des ateliers est constitué par deux lits de grosses planches, formant une épaisseur de 75 millimètres et revêtus d'une couche d'érable dur, épaisse de 20 millimètres. Ce plancher présente les avantages d'être facilement réparé et tenu en état propre ; il est exempt de poussière, tient chaud et permet de déplacer les machines rapidement, sans danger d'écraser le bois. Les rails et les plaques ne font pas saillie sur le sol.

Les toits peuvent recevoir les supports de transmission sans qu'il soit nécessaire de percer la charpente métallique, la position de ces supports pouvant être changée très rapidement.

Dans son propre intérêt, l'administration de la fabrique s'est constamment préoccupée de réaliser les conditions extérieures de travail aussi favorables que possible et de tenir les ouvriers en bonne santé et en force. A cet effet, elle a opéré les améliorations suivantes :

Les ateliers reçoivent la lumière du jour à travers de grandes baies

vitrées qui occupent presque la totalité des parois. Les vitres sont striées, elles empêchent que l'on puisse voir au dehors et elles diffusent parfaitement la lumière. Par cela, on a obtenu un jour uniforme indispensable pour les travaux de précision. Chaque panneau est à glissière, pour donner entrée à l'air extérieur, quand cela est nécessaire. Dans la soirée des lampes à arc donnent une clarté de jour à toutes les salles. En outre, des lampes à incandescence sont placées à proximité des ouvriers pour éclairer intérieurement les pièces de travail.

Tous les édifices jouissent d'un chauffage très suffisant que l'on obtient avec les appareils fournis par la « Sturtevant Engineering C° ». L'air frais est aspiré de l'extérieur dans la partie haute des édifices, il est ensuite chauffé puis envoyé dans les différentes salles au moyen des ventilateurs électriques. C'est la même installation qui ventile et, en été, fournit l'air frais. Dans l'un et l'autre cas, la température peut se graduer à volonté.

Des tubes aspirateurs recueillent la poussière de fer ou de bois, qui se produit dans les diverses opérations. Comme on le voit, les ateliers réunissent les meilleures conditions pour que l'ouvrier y développe le maximum du travail.

Avant et après chaque séance de travail, l'ouvrier passe par les vestiaires-lavabos. Là, règne une température toujours douce, permettant à chacun de s'y dévêtir sans compromettre sa santé. Des cabines y sont disposées par rangées pour recevoir, suivant le moment, les vêtements de ville ou de travail des ouvriers. De toutes parts, elles sont entourées de toile métallique pour en faciliter l'entretien, y assurer la libre circulation de l'air et donner à l'occupant des habitudes d'ordre, la moindre négligence étant immédiatement remarquée de l'extérieur. A proximité des cabines, se trouvent les lavabos où l'ouvrier, graduant à son goût la température de l'eau, peut se laver avec toute commodité ; s'il le désire, et pour ne rien négliger des soins de propreté, il a même la facilité de se donner une douche dans une des salles disposées à cet effet.

Tout ce bien-être est fort apprécié de l'ouvrier, il le fait s'attacher à son usine, le dispose mieux au travail et contribue fortement à son éducation. Les mêmes ouvriers qui, dans la fabrique de la Hollmanstrasse étaient malpropres, changeaient difficilement de vêtements pour travailler et barbouillaient les murs d'inscriptions et de dessins, sont aujourd'hui propres et bien vêtus quand ils quittent l'usine, et les murs des nouveaux bâtiments sont parfaitement respectés, sans aucune menace de punition. L'administration, qui a inauguré l'application de quelques principes humanitaires à l'égard de ses employés, peut être fière à bon droit des résultats obtenus ; puisse ce mouvement être pris en exemple et s'étendre bientôt à tous les ateliers.

Pour donner une idée de ce qu'on peut exiger de l'ouvrier quand on veut bien le traiter d'une façon raisonnable, il suffira de donner deux nouveaux détails sur la maison Lowe.

A la porte de la fabrique, est placé un écriteau sur lequel on lit : « Défense de fumer ». Cette prescription est rigoureusement suivie sans que jamais on ait besoin d'intervenir pour la faire appliquer, mais il faut dire, chose qui n'est pas courante, que la prohibition concerne également les commis, les dessinateurs, les contremaîtres et les ingénieurs de tout grade. A l'entrée des ateliers, les pipes et les cigares sont régulièrement déposés dans des garages *ad hoc* pour être repris à la sortie.

On pourrait croire que l'habitude de fumer est peu enracinée chez ces gens qui s'en débarrassent avec tant d'obéissance. Il n'en est pas ainsi et j'ai pu apprécier avec quel plaisir ils se livrent au tabac aux heures de repos. En tout cas, ce qu'on ne saurait mettre en doute, c'est l'affection des Allemands pour la bière : on ne conçoit pas qu'un Allemand se prive de bière, et cependant dans la maison Lœwe, le désintéressement des ouvriers va jusque là.

Dans un local spécialement aménagé à cet effet, se fabrique d'excellent thé, légèrement sucré, que l'on vend en bouteilles à un prix de revient sensiblement inférieur à celui de la quantité de bière.

Ce thé se distribue dans le « box » d'outillage de tous les ateliers. Sans qu'aucune pression, même discrète, ait été exercée sur les ouvriers, la majeure partie de ces derniers ont cependant abandonné l'usage de la bière pendant les heures d'atelier et ils ne boivent plus que le thé de la fabrique. Si l'on eût employé des mesures coercitives, il est à prévoir que les résultats seraient éloignés de ceux que je viens de citer.

La journée de travail est ainsi répartie : de 7 heures à 11 3/4 et de 1 heure à 6 heures, soit 9 h. 3/4 qui comptent pour 10 heures dans le calcul du salaire. L'entrée et la sortie s'enregistrent dans chaque atelier au moyen de compteurs ingénieux qui marquent sur des cartes hebdomadaires, les heures d'arrivée et de départ journalières.

L'organisation et le régime de la fabrique en général étant décrits, je donnerai maintenant une idée succincte des ateliers principaux.

Atelier de construction de machines. — C'est le principal ; il a une surface d'environ 10.500 mq ; il se compose d'une grande salle de 111^{m} de long sur 31^{m} de large, à laquelle est annexé un corps de bâtiments à trois ailes et à trois étages.

Voici l'ordre des différentes opérations qui y sont effectuées ;

En venant de l'extrémité septentrionale du hall, les matières brutes sont amenées au rabotage ou au fraisage. Suivant leur poids, les pièces rabotées et fraisées sont dirigées sur les machines à percer et les tours verticaux soit par un pont roulant, soit par un truc. Elles sont ensuite grattées sur place ; les grosses pièces sont assemblées directement sous le pont roulant, tandis que l'assemblage des petites a lieu dans l'aile méridionale adjacente.

L'atelier pour travaux de fraisage est situé au rez-de-chaussée de l'aile septentrionale, celui pour travaux de rabotage dans la nef adjacente et dans une partie du hall. Ces deux ateliers travaillent sous la direction du même contremaître. Il arrive qu'un seul ouvrier y conduise jusqu'à quatre fraiseuses.

Les ateliers de montage et assemblage d'organes ne possèdent que quelques machines à percer et à tarauder, ainsi que quelques tours légers, pour faire les travaux d'ajustement. Pour la plupart de ces montages, il ne s'agit, en effet, que de travaux manuels.

L'atelier d'inspection possède les appareils mécaniques les plus précis pour ce but. Chaque machine finie est examinée minutieusement par un « réviseur », sorte d'inspecteur supérieur relevant seulement de la Direction. Bien entendu, pendant la construction de la machine, les pièces détachées ont été soumises, aussitôt après leur exécution, à une inspection spéciale, par le « réviseur » ou des « sous-réviseurs ».

La rectification est située dans l'aile centrale, et équipée seulement de machines de premier rang pour rectifier des surfaces planes, cylindriques ou coniques. Ces machines produisent un travail parfait et économique ; j'ai vu aussi quatre de ces machines conduites par le même ouvrier. Pour le finissage, la rectification est plus précise et meilleur marché que le tournage.

Entre la rectification et le montage des petits organes, est situé le magasin de vis et de petites pièces finies qu'il est intéressant de fabriquer en grandes quantités suivant les types normaux établis ; par exemple : volants, roues d'engrenages, porte-outils, manchons, boulons, goupilles, etc.

Dans la section d'alésage, située dans l'aile septentrionale du premier étage, on achève, sur des machines spéciales, tous les alésages cylindriques, qui, jusqu'à présent, étaient faits sur des tours (poulies, roues, boîtes, etc.). Le principe de cette nouvelle méthode de travail, est que la pièce ouvrée tourne autour de son axe, tandis que l'outil reste fixe.

L'aile latérale est occupée par le rayon de taille de pignons, pourvu de machines automatiques à tailler les roues à denture droite, ainsi que des machines les plus récentes pour fraiser les engrenages hélicoïdaux et coniques.

Le tournage forme la liaison entre les sections d'alésage et de taille des pignons.

Etroitement lié avec le tournage est le polissage.

Le second étage est affecté aux travaux sur tours revolvers et à la fabrication des renvois.

Chacune des sections qui viennent d'être énumérées possède son propre magasin du petit outillage qui délivre aux ouvriers les outils nécessaires : calibres, appareils, etc. Ces dépôts d'outillage sont entourés de châssis de toile mécaniques, ce qui en facilite la surveillance.

Atelier pour la fabrication du petit outillage. — Il est complètement indépendant et, comme celui de la construction des machines, il a trois ailes et est composé de trois étages et d'une cave. On y retrouve les mêmes dispositions générales et la même organisation que dans le précédent.

Au rez-de-chaussée sont le tournage, le fraisage plan et la rectification. Le premier étage contient l'atelier pour la construction d'appareils de serrage, l'inspection, le magasin des pièces finies, et l'atelier de fabrication des calibres. Ce dernier est particulièrement intéressant ; donnant sur le nord, il est pourvu d'une excellente distribution de lumière uniforme. Dans une salle séparée, tenue à une température constante de 16°, se trouve la machine à mesurer qui permet d'apprécier des différences de 1/10.000 de millimètre. Le second étage comprend le fraisage des outils et la fabrication des tarauds et des fraises profilées.

Tous ces ateliers contiennent également leurs débits de petit outillage pour les ouvriers.

Forge. — Ce qui caractérise l'atelier de forge, c'est son extrême propreté. Là, point d'atmosphère enfumée, de murs noircis, de coins poussiéreux, de déchets de ferraille encombrant le sol, mais une vive lumière blanche, des murs bien propres, des pièces à travailler et ouvrées convenablement rangées et presque un manque absolu de déchets. Les feux sont alignés par paire au milieu de la salle et recouverts d'une hotte. La fumée est aspirée par des ventilateurs « Sturtevant ».

L'équipement de la forge est en outre formé par un marteau à vapeur, un marteau à bascule, trois marteaux-pilon de différentes grandeurs et des presses excentriques. Il est, en somme, peu considérable, car on forge peu, préférant perdre de l'acier dans le travail mécanique que de l'abimer dans le travail de la forge.

Le magasin d'acier dont la hauteur est suffisante pour que les plus longues barres puissent y être rangées verticalement, est formé de rayons disposés de telle façon qu'on peut les embrasser d'un seul coup d'œil ; en face des rayons sont les machines à tronçonner, scie à froid. cisailles et machines à centrer. Un chariot supérieur dessert tout le magasin.

Dans le bâtiment de la forge, se trouvent aussi les chambres pour le recuit, la mise en paquet, la trempe et la cémentation.

Modelage. — Il est pourvu des meilleures machines à travailler le bois, des outils et établis spéciaux les plus modernes. La poussière et les copeaux sont enlevés à l'aide de ventilateurs. Une passerelle forme la communication avec le magasin des modèles.

Magasin des modèles. — La construction est la même que celle de l'atelier de modelage. L'un et l'autre ont un réseau de tuyaux qui peuvent inonder de vapeur les deux locaux en cas d'incendie.

Fonderie. — C'est un local extrêmement vaste, construit entièrement en fer, Il se compose de quatre halls similaires avec une nef latérale. Son matériel est des plus modernes. La fonderie est capable d'une production bien supérieure à celle qu'exige la fabrique, mais elle exécute aussi les demandes de pièces fondues dont la charge le public. On y coule des pièces en fonte pesant jusqu'à 15 tonnes ; en outre, on y procède, dans les machines à mouler, à la fonte d'objets les plus divers.

Station de force motrice. — Elle fournit le courant électrique pour force et lumière.

Les machines à vapeur engendrent environ 2.500 chevaux-vapeur ; la tension est de 500 volts pour la transmission de force, elle est

réduite, par des transformateurs à 110 volts pour l'éclairage. Dans tous les ateliers, les machines sont commandées en groupe par de courtes lignes de transmission, chacune demandant une force de 10 à 25 chevaux-vapeur. Ceci permet une liberté extrême en spécialisant et en isolant les différents quartiers.

Laboratoire. — Le laboratoire est parfaitement fourni d'instruments de chimie et autres appareils indispensables pour l'analyse et la mise à l'épreuve des matières employées.

Lorsqu'on veut construire une machine, on se préoccupe d'abord de la qualité du métal dont elle sera faite. On soumet alors ce métal à des essais qui permettent de juger de sa dureté. Le résultat est fourni par un diagramme obtenu par le travail d'un foret dans la pièce à travailler.

Le foret est conduit par un moteur électrique au moyen d'un système de roues à friction permettant d'obtenir toute vitesse désirable. Le porte-foret est pourvu d'une crémaillère que fait mouvoir un levier à deux bras : le bras extérieur porte un secteur auquel est suspendu le poids chargé de faire descendre le foret ; l'autre bras, plus court, porte un secteur plus petit auquel est attachée une corde passée autour de poulies qui la conduisent au tambour d'un indicateur. A mesure que la pointe du foret s'enfonce dans la pièce soumise à l'essai, le tambour tourne sur son axe. Sur le côté du tambour est située une petite glissière guidant le chariot du porte-crayon. Ce chariot est mis en mouvement par une vis qui tourne en même temps que le foret.

Si le foret ne devait se mouvoir que dans le sens vertical, sans rotation, le chariot porte-crayon restant fixe et le tambour tournant autour de son axe, la ligne tracée sur le tambour serait horizontale ; si, au contraire le foret devait tourner sur lui-même, sans descendre, le chariot porte-crayon étant mis en mouvement et le tambour restant immobile, la ligne tracée sur le tambour serait cette fois verticale ; mais le foret est à la fois animé d'un mouvement de rotation et d'un mouvement vertical, le diagramme obtenu est donc représenté par

une ligne oblique dont l'angle d'inclinaison dépend de la relation entre les deux mouvements du foret.

Pour tous les essais, le foret est sollicité dans son mouvement de descente par un poids invariable, la force qui lui est transmise est constante, sa vitesse de rotation est réglée d'après la dureté du métal ; plus celui-ci est dur, moins cette vitesse est grande, mais aussi plus le nombre de tours à exécuter est considérable pour creuser une épaisseur donnée ; les conditions de l'expérience ne varient donc que d'après la dureté du métal, c'est ce qu'indiquent les diagrammes obtenus.

Les *tolérances de fabrications* sont telles, qu'elles permettent l'interchangeabilité des pièces. Voici quelques exemples de la précision avec laquelle on travaille dans les ateliers Lœwe :

On charge un ouvrier d'aléser une poulie au diamètre de 30^{mm}. Qu'il s'agisse de faire un seul exemplaire ou 500, il se munit du calibre de tolérances correspondant au diamètre donné. Ce calibre a, à une de ses extrémités le diamètre minimum, $29^{mm},985$ qui doit entrer dans le trou d'alésage, et, à l'autre extrémité le diamètre maximum, $30^{mm},015$, qui ne doit pas entrer ; différences entre les deux diamètres extrêmes $0^{mm},03$. Si on se sert de ces calibres, le diamètre minimum du trou est $29^{mm},990$ car le diamètre $29^{mm},985$ entre sans efforts et l'on conviendra que, même dans l'ajustage de la plus rigoureuse précision il n'est guère possible de réduire à moins de $0^{mm},005$ l'épaisseur totale de l'espace libre compris entre deux pièces qui s'emboîtent. Le diamètre maximum sera $30^{mm},010$ puisque le $30^{mm},015$ n'entre pas. Donc, dans cet alésage, la différence maximum qui puisse exister entre deux diamètres est de $0^{mm},02$. Ces résultats s'obtiennent en fabrication courante.

Supposons maintenant qu'on doive faire l'arbre de cette poulie. Si celle-ci doit tourner sur lui, il faudra arriver à un diamètre tel qu'il entre dans le calibre de $29^{mm},980$ et n'entre pas dans celui de $29^{mm},965$ entre lesquels il y a une différence de $0^{mm},015$. Le diamètre de l'axe étant inférieur à $29^{mm},980$ et supérieur à

$29^{mm},965$. Il sera compris entre $29^{mm},975$ et $29^{mm},970$; limite totale : $0^{mm},005$. Si l'arbre doit entraîner la poulie dans son mouvement de rotation, il doit entrer dans le calibre de $30^{mm},010$ et ne pas entrer dans celui de $29^{mm},995$; limite totale : également $0^{mm},005$.

Des tolérances aussi limitées ne manquent pas de causer la surprise et de l'admiration.

L'examen final des machines est aussi excessivement rigoureux. S'il s'agit d'un tour, on place sur le chariot porte-outil un trusquin spécial composé d'une tige coudée dont les bras sont de longueur très inégale. Cette tige est mobile autour du point de rencontre des deux branches. Le moindre mouvement imprimé par contact à la plus petite branche, est aussitôt considérablement amplifié par la grande qui se meut sur un cadran convenablement gradué.

Le tour étant définitivement installé, on procède alors aux essais suivants :

1° Introduisant un mandrin parfaitement calibré dans la partie alésée de la poupée fixe, on le fait tourner autour de son axe. Le mandrin qui a 300^{mm} de long ne doit pas accuser à son extrémité libre, une excentricité supérieure à $0^{mm},02$.

2° Le mandrin restant dans la position précédente, le chariot porte-outil avec son trusquin se meut sur la longueur du banc et le défaut de parallélisme entre les génératrices du mandrin, dont l'axe se confond avec celui de la poupée fixe, et la trajectoire du chariot ou les guides en V du banc ne doit pas excéder non plus $0^{mm},02$ pour 300^{mm} de longueur.

3° On imprime au mandrin un mouvement de rotation et on approche de sa surface latérale la pointe de contact du trusquin qui trace alors une circonférence. On constate ainsi le parallélisme entre tous les points de cette circonférence et les prismes guides du tour. Ici encore, l'erreur tolérée est de $0^{mm},02$ par 300^{mm} de longueur

4° Le mandrin est serré entre les pointes du tour. Par les mêmes

procédés que précédemment, on vérifie si la ligne droite qui unit les pointes est parallèle aux guides du prisme du banc, en ne tolérant pas une erreur supérieure à $0^{mm},02$.

5° On place sur la poupée fixe du tour un disque de 300^{mm} de diamètre. On procède au dressage de ce disque avec un outil placé sur le chariot. La surface travaillée doit être plane ; si elle est concave, on admet que le tour est bon, la flèche n'excédant toujours pas $0^{mm},02$; en revanche, si la surface tournée est convexe, on refuse le tour, aussi faible que soit la flèche.

Ces principaux essais sont suivis de beaucoup d'autres, portant sur les éléments distincts de la machine. Celle-ci sortant victorieuse de ces épreuves, est capable de faire un travail parfait.

Les essais auxquels on soumet les autres machines sont analogues et non moins longs. Elles sortent ainsi de l'usine avec une grande précision de construction et de fonctionnement. Et cette précision est garantie pour un temps très long, car les excellents matériaux employés, la bonne trempe des axes, la qualité supérieure des bronzes et l'ajustage parfait de tous les éléments donnent pour résultat ce fait que, malgré leur usage continuel, les machines se conservent toujours en aussi bon état qu'à leur sortie de l'atelier.

*
* *

L'usine accepte des apprentis pour leur enseigner l'un des métiers suivants : Constructeur de machines-outils. — Ajusteur-monteur d'organes de machines. — Outilleur. — Tourneur. — Raboteur et fraiseur. — Forgeron. — Modeleur. — Mouleur.

La fréquentation scolaire étant obligatoire jusqu'à 14 ans, l'apprentissage peut commencer dès cet âge ; mais, de 14 à 16 ans, le travail des jeunes gens est soumis à de certaines conditions que la police allemande se charge de faire scrupuleusement respecter ; c'est ainsi qu'on ne peut exiger des enfants de cet âge que 9 heures de travail coupées par deux repos déterminés ; aussi en raison des entraves que cette réglementation pourrait apporter à l'organisation du travail et à la production des ateliers, la maison Lœwe n'accepte-t-elle que

des apprentis, âgés d'au moins 16 ans ; ceux-ci sont alors soumis au régime ordinaire des ouvriers.

La durée de l'apprentissage varie d'après les professions embrassées ; elle est de quatre années pour les apprentis constructeurs de machines-outils et de trois seulement pour toutes les autres catégories d'apprentis.

La maison Lœwe ne réserve la faveur de l'apprentissage dans ses ateliers qu'aux jeunes gens qui suivent assidûment les cours du soir et du dimanche. Or, ces cours, ainsi qu'il a été dit plus haut, sont facultatifs à Berlin, mais les exigences de la maison Lœwe et de quelques autres établissements assurant l'apprentissage sont en somme une façon de les rendre obligatoires.

Le temps d'apprentissage est réparti comme suit :

1° Pour les constructeurs de machines-outils :	Mois.
Ajustage	8
Tour	8
Rabotage et fraisage	8
Montage	4
Rectification et polissage	3
Taille des engrenages	2
Forge et trempe	3
Modelage	6
Fonderie	6
TOTAL	48

2° Pour les ajusteurs-monteurs d'organes de machines :	Mois.
Ajustage	18
Tour	3
Rabotage et fraisage	3
Montage	9
Forge et trempe	3
TOTAL	36

3° Pour les outilleurs :	Mois.
Ajustage	24
Tour	3
Rabotage et fraisage	3
Rectification et polissage	3
Forge et trempe	3
TOTAL	36

4° Pour les tourneurs :	Mois.
Ajustage	3
Tour	24
Rabotage et fraisage	6
Forge et trempe	3
TOTAL	36

5° Pour les raboteurs et les fraiseurs :	Mois.
Ajustage	6
Rabotage et fraisage	24
Taille des engrenages	3
Forge et trempe	3
TOTAL	36

6° Pour les forgerons :	Mois.
Forge et trempe	36

7° Pour les modeleurs :	Mois.
Modelage	30
Fonderie	6
TOTAL	36

8° Pour les mouleurs :	Mois
Fonderie	36

Les apprentis n'ont aucun droit à passer par toutes les spécialités ci-dessus énoncées, et l'ordre dans lequel se fait l'apprentissage est établi par la direction de l'établissement. Les divisions mensuelles indiquées ne sont qu'approximatives.

L'apprenti reçoit un salaire dont le taux est fixé par le patron.

En dehors des apprentis réguliers dont il vient d'être parlé, la maison Lœwe accepte des apprentis volontaires pour une ou deux années : loin de recevoir une rétribution, ces volontaires qui, le plus souvent, appartiennent à des familles aisées ou sont d'une nationalité étrangère, ont à payer, la première année, une somme de 2.000 marks à la maison. Cet argent sert à développer, après l'apprentissage proprement dit, les connaissances théoriques d'apprentis peu aisés, mais intelligents et appliqués.

Les apprentis ont droit à l'usage de la bibliothèque et cette dernière est abondamment pourvue d'ouvrages et de revues techniques. Ils ont droit aussi à la fréquentation de l'école d'application fondée par la maison ; par l'importance qu'on y attache et le contrôle sérieux qu'on exerce à ce sujet, cette fréquentation est même considérée comme un devoir.

Les cours de cette école d'application ont lieu le soir. Ils s'adressent aux appprentis de toutes catégories ; cependant ces derniers sont classés en trois divisions, d'après le temps passé en apprentissage. Les matières enseignées sont : la langue maternelle, le calcul pratique (arithmétique), la géométrie, l'algèbre, la comptabilité, la technologie et le dessin. Voici le détail de l'emploi du temps observé :

Lundi			*Mardi*		
5 à 6	Technologie	1re division	5 à 6	Géométrie	1re division
5 à 6	Allemand	2e et 3e divisions	5 à 6	Calcul pratique	3e division
Mercredi			*Jeudi*		
4 à 6	Dessin	1re division	4 à 6	Dessin	2e et 3e divisions
5 à 6	Algèbre	2e division	5 à 6	Géométrie	1re division

Vendredi			*Samedi*		
5 à 6	Calcul pratique	2e division	5 à 6	Calcul pratique	1re division
5 à 6	Géométrie	3e division	5 à 6	Comptabilité	2e division

L'enseignement se donne dans deux salles : la première est spécialement affectée au dessin et à la technologie, c'est une salle modèle, aménagée avec un soin méticuleux : la seconde est réservée aux autres cours, elle est également très confortable avec deux rangées de tables à deux places. Les deux salles sont éclairées par des lampes à renversements, c'est-à-dire que, du foyer lumineux, la lumière frappe d'abord le plafond, puis se réfléchit partout.

Il n'y a pas de professeurs spéciaux chargés de l'enseignement, ce sont les ingénieurs et le chef du bureau des études qui font les cours ; ils savent donc mieux que personne le caractère et l'orientation à donner aux études pour obtenir des résultats rapides et pratiques.

J'ai eu l'occasion d'assister à plusieurs leçons dans l'usine Lœwe. Je vais essayer de donner une idée de l'impression qui m'en est restée.

Technologie. — La leçon portait sur la trempe et la cémentation. Pour la développer, le professeur disposait d'un très grand nombre d'objets dont il se servait à l'appui de ses démonstrations. C'est ainsi qu'il avait réuni une trentaine de morceaux d'acier, brisés avant et après la trempe ou la cémentation suivant différentes directions, afin de bien faire ressortir les modifications moléculaires superficielles apportées dans la structure du métal par l'opération de la trempe ou de la cémentation. Pour faire voir ensuite les défauts de la trempe et les accidents qui en résultent, il fait passer sous les yeux des élèves des fraises brisées à la trempe et dont la cassure était soit parallèle, soit perpendiculaire à l'axe de l'outil considéré, c'est-à-dire nettement représentée par une ligne géométrique ; il donnait alors avec la certitude d'être compris, la raison d'être de toutes ces particularités.

Il disposait encore d'autres morceaux d'acier sur lesquels il faisait constater les effets de la traction et de la flexion auxquels on les avait soumis avant et après la cémentation. Tous ces objets, l'ingénieur-professeur qui les utilisait me disait les avoir « volés » dans différentes usines de Berlin, qu'il avait visitées.

Ainsi, ces hommes parvenus au sommet de la hiérarchie industrielle et préoccupés par des problèmes scientifiques et économiques très ardus, ne perdent pas un seul instant de vue la formation de leurs apprentis, et ils savent profiter de toutes les occasions pour la mener à bien. N'est-ce pas la meilleure constatation de l'importance attribuée à l'apprentissage rationnel et à l'enseignement professionnel ?

Sur les murs, des tableaux et des graphiques exécutés avec soin, rappelant le sujet de la dernière leçon : le cubilot. Parmi les collections affectées à l'enseignement de la technologie, j'ai principalement remarqué un appareil ingénieux pour l'étude des engrenages ; tous les types d'engrenages, depuis la simple crémaillère jusqu'à la vis globique, y sont réunis et s'engrènent deux à deux ; le tout est mis en mouvement à l'aide d'un petit volant à main ; à côté figurent des coupes de toutes les dents de ces divers engrenages, afin de permettre à l'apprenti d'en reconnaître facilement le profil. Pour donner une idée de la vis à trois filets, le professeur a fait exécuter un cylindre en bois, percé de trois trous, aux sommets du triangle équilatéral inscrit dans le cercle de base. Dans ces trous se logent trois lanières à sections triangulaires, qu'on enroule autour du cylindre et qui représentent les filets. En enlevant une lanière, l'élève se rend rapidement compte de la disposition des filets.

Bref, l'usine dispose d'un matériel considérable pour la démonstration des cours techniques, et ce matériel est encore complété par une collection des plus variées de vues sur verre servant à des séances de projections lumineuses. Des séances de ce genre ont lieu aussi souvent que possible, soit pour venir en aide à l'enseignement de la technologie, soit pour faciliter celui du dessin, soit encore pour appeler l'attention de tous les apprentis sur des erreurs relevées dans

les travaux de quelques-uns d'entre eux et les mettre en garde contre les fautes ainsi signalées. Un photographe professionnel travaille journellement à l'enrichissement de cette collection de vues, et la maison Lœwe lui a aménagé un laboratoire répondant à toutes les exigences de son art.

L'enseignement de la technologie est donc résolument correct. On n'étudie jamais un outil, un organe ou une machine, autrement que sur l'objet lui-même ou tout au moins sans disposer d'une représentation de cet objet. Par ce moyen, on ménage les efforts des élèves tout en leur faisant acquérir des connaissances précises autant que durables.

Dessin. — Dans l'enseignement du dessin industriel, on s'occupe surtout de faire raisonner l'apprenti. On ne recherche pas le fini, mais l'exactitude, et comme on envisage toujours le point de vue pratique, on ne fait exécuter que très peu de dessins à l'encre ; presque toutes les planches sont faites au crayon On habitue ensuite l'apprenti à l'exécution des calques et au tirage des bleus.

Le cours débute par la confection des courbes industrielles : on apprend seulement à distinguer ces lignes et à les représenter sans s'attarder à étudier leurs fonctions. Puis vient la représentation d'objets simples. Inutile de remarquer à ce sujet qu'on ne fait pas usage du trait de force ; on supplée à cette convention par une vue en perspective cavalière de l'objet étudié ; cette vue n'est pas cotée, elle est seulement destinée à faciliter la compréhension du dessin, et à faire éviter des erreurs qui pourraient résulter d'une mauvaise lecture ou d'une exécution incomplète du dessin.

Cette conception du dessin donne lieu à des exercices, à des « thèmes » qui s'adressent toujours à l'intelligence et à la réflexion de l'apprenti. Voici quelques exemples de « thèmes ».

a) Dessiner, avec leurs porte-outils, tous les outils pouvant être employés à percer un trou de 40^{mm} de diamètre, dans telle matière, en insistant sur les angles de coupe à donner aux outils.

b) Dessiner tous les outils nécessaires à l'exécution d'un rabotage déterminé.

c) Représenter les différents modes de bloquages d'une pièce donnée, sur la machine à raboter.

d) Représenter la disposition d'une pièce sur la machine à percer, de manière à pouvoir faire cinq ou six trous de diamètres différents.

e) D'après une vue d'ensemble d'un renvoi, dessiner quelques pièces détachées de ce renvoi, etc.

Comme on le voit, ces exercices développent à un très haut degré l'esprit d'observation, et contribuent puissamment à la connaissance profonde de la profession choisie par l'apprenti. Il est vrai que cette façon de procéder fait négliger l'éducation de la main, mais ce résultat est voulu, car on évite à tout prix de détacher l'ouvrier de l'atelier pour l'occuper au bureau de dessin ; c'est ainsi que la plupart des emplois de calqueurs ne sont réservés qu'à des femmes.

Algèbre. — Le professeur pose l'addition des deux polynomes suivants :

$$12a + 9b - abc - 8c - 5ac,$$
$$+ 14ab - 12c - 7a - 10b - 12c.$$

Pour effectuer l'opération, il considère d'abord dans chaque polynome les termes en a, puis les termes en ab, puis les termes en abc, puis les termes en ac, puis les termes en b, puis les tes termes en c, et, comme les jeunes gens auxquels il s'adresse ne sont pas rompus aux exercices algébriques, il décompose tous les calculs ; le terme $(+12a)$ positif, représente par exemple un avoir de 12 marks, celui $(-7a)$ négatif, une dette de 7 marks, la différence entre ces deux termes consiste donc en un avoir de 5 marks, et il la représente par $(+5a)$. Arrivé au terme ab, il le concrétise en attribuant aux lettres des valeurs numériques, et il fait ressortir son analogie avec le terme $12a$ et le terme abc. C'est en définitive, par une série d'opérations

très simples et de calculs pratiques qu'il arrive à écrire le résultat :

$$+ 5a + 14ab - abc - 5ac - b - 32c.$$

La soustraction des deux mêmes polynomes est ensuite effectuée, puis une autre sur les deux polynomes suivants :

$$4b + 3a - c + 17a^2$$
$$- [20c + bc - bc - 8a + 16a^2].$$

Procédant toujours de la même façon, le professeur décompose le carré a^2 en $a \times a$, puis il démontre pourquoi $bc - bc = 0$. Par des interrogations multiples, il tient en éveil l'attention de toute la classe, et il se révèle véritable pédagogue. Il fait chercher dans quel cas $c + c = c^2$, et montre que ce résultat ne peut obtenir que lorsque $c = 2$. Il explique ensuite la division de

$$5c : c.$$

Il remplace alors c par 6

puis par 2 $\quad 5 \times 6 : 6 = 5,$

$\quad 5 \times 2 : 2 = 5,$

puis par 8 $\quad 5 \times 8 : 8 = 5;$

par similitude, il est donc amené à écrire

$$5 \times c : c = 5, \qquad \text{ou} \qquad \frac{5 \times c}{c} = 5 ;$$

de même $$\frac{5 \times c^2}{5} = c^2.$$

Mais il change alors la forme du dividende, jusqu'alors représenté par un produit, et pose la division suivante :

$$\frac{a + b}{a}.$$

Questionnés sur le résultat, les élèves se laissent prendre au piège et répondent à tour de rôle b. En procédant comme suit, il les amène à reconnaître leur erreur :

$$a = 7, \quad b = 14,$$

$$\frac{a + b}{a} = \frac{7 + 14}{7} = \frac{21}{7} = 3.$$

Graduellement, il complique de plus en plus le dividende ; il pose :

$$\frac{ad + bd}{d},$$

et toujours il opère en remplaçant les lettres par des nombres :

$$\frac{2.7 + 3.7}{7} = \frac{35}{7} = 5;$$

il enseigne ensuite la mise en facteurs :

$$\frac{7\,(2 + 3)}{7} = 2 + 3 = 5,$$

et, par analogie, il arrive au résultat de la division primitivement posée :

$$\frac{d\,(a + b)}{d} = a = b = c.$$

Ainsi qu'on le voit, le professeur ne s'applique pas à donner un enseignement rigoureusement mathématique ; sa seule et constante préoccupation est de familiariser les apprentis avec le calcul pratique ; il néglige de leur donner des détails qui ne serviraient qu'à meubler leur esprit. N'est-ce pas la méthode qui convient le mieux à des jeunes gens qui ne briguent nullement le rôle de professeurs ou d'éducateurs, mais qui recherchent une application immédiate des connaissances qu'ils acquièrent ?

*
* *

Les conditions de l'apprentissage sont déterminées par un contrat établi sur papier libre, en conformité aux dispositions du code industriel du 26 juillet 1900, § 126 b. il y a deux sortes de contrats d'apprentissage : les uns sont pour les apprentis qui veulent devenir constructeurs de machines-outils ; les autres sont pour ceux qui embrassent l'une des autres professions enseignées par la maison. Tous ces contrats ne diffèrent que par l'indication de la durée de l'apprentissage et par l'énumération des spécialités qui doivent concourir à la formation de l'apprenti. Voici un modèle de contrat

d'apprentissage passé dans la maison Lœve. Il concerne les apprentis constructeurs de machines-outils.

CONTRAT D'APPRENTISSAGE

Entre la firme Ludw. Lœwe, et C°, Société par actions, à Berlin, d'une part, et Monsieur (ou Madame)....., à..... et son fils (ou pupille) ...., à....., d'autre part, il a été fait aujourd'hui le contrat d'apprentissage qui suit :

§ 1.

Monsieur (ou Madame)..... donne son fils (ou pupille)..... en apprentissage à la Société Ludw. Lœve et C°, pour quatre ans.

Si l'apprenti n'accomplit pas 270 journées de travail dans l'année, soit 1080 pour les 4 ans, il restera en apprentissage le temps nécessaire pour parfaire ce nombre de jours.

L'apprenti est libre de tout service les dimanches et jours fériés.

Il a droit à un congé de 15 jours, mais la Société Lœwe se réserve le choix de l'époque où il pourra en profiter.

§ 2.

La maison s'engage à occuper l'apprenti dans les travaux qui suivent : montage, ajustage, tour, filetage, rabotage, fraisage, polissage, rectification, taille des engrenages, forge, trempe, modèlerie, fonderie, selon la mesure de son application et de ses facultés, de manière à en faire un constructeur de machines-outils.

Après les trois premiers mois, le contrat peut être résilié par l'une ou l'autre des deux parties contractantes.

Après les trois premiers mois, l'apprenti peut également être remercié s'il tombe dans un des cas prévus par le § 123 du Code industriel, ou bien si, à maintes reprises, il n'accomplit pas les devoirs qui lui sont imposés par ledit Code § 127, — D'autre part, une paresse constante, ou l'incapacité de l'apprenti pour les travaux de la Société peuvent aussi amener la résiliation du contrat, après en avoir informé l'intéressé 4 semaines à l'avance.

§ 4.

L'apprenti peut résilier le contrat après 3 mois :

1° Si le patron néglige les devoirs légaux en ce qui concerne la santé, les mœurs et la formation de l'apprenti (voir Code industriel, § 1, 3, 5).

2° Si le patron abuse du droit de correction paternelle ou s'il se montre incapable d'accomplir les devoirs qui lui sont imposés par le contrat.

§ 5.

Si le père où le tuteur de l'apprenti fait savoir par écrit que l'apprenti veut s'adonner à un autre métier ou à un autre emploi, le contrat d'apprentissage est résilié après un délai de 4 semaines, à moins que l'apprenti ne soit remercié avant l'expiration de ce délai.

Cependant, dans l'espace de neuf mois après la résiliation du contrat comme ci-dessus, l'apprenti ne peut pas être employé par un patron dans le même métier que celui qu'il quitte, sans le consentement du premier patron, sinon l'apprenti doit payer les dommages et intérêts suivants :

150	marks si la résiliation a lieu dans le courant de la				1re année,
200	—	—	—	—	2e —
300	—	—	—	—	3e —
400	—	—	—	—	4e —

Pour le paiement, le père ou le tuteur sont responsables, à défaut de l'apprenti.

S'il est démontré, par un preuve légale, que l'apprenti est occupé dans un autre métier que celui pour lequel il avait été engagé, les dommages et intérêts ne sont pas dus.

Si le contrat d'apprentissage est résilié dans les trois mois, ou par suite de la mort ou de la maladie de l'apprenti, il n'est dû aucune indemnité.

§ 6.

L'apprenti reçoit à chaque terme de paiement un salaire qui est de :

10	pfennigs par heure de travail pour la				1re année,
15	—	—	—	—	2e —
18	—	—	—	—	3e —
20	—	—	—	—	4e —

§ 7.

L'apprenti est obligé de se soumettre aux règlements intérieurs, et il est assujetti à la moitié des amendes qui y sont prévues.

§ 8.

Sur le salaire de l'apprenti sont prises les contributions légales pour la caisse de maladies, assurances contre la vieillesse et l'invalidité du travail,

et certaines amendes d'intérieur. La résiliation du contrat engage l'apprenti et ses représentants légaux à des dommages et intérêts, conformément au § 5, articles 2 et 3 du présent contrat.

§ 9.

L'apprenti a le droit de suivre les cours du soir établis dans l'usine, et il y est admis pendant tout le temps qu'il en observe parfaitement les règlements.

§ 10.

A la fin du contrat, l'apprenti reçoit un certificat mentionnant la durée de l'apprentissage, les connaissances et les capacités acquises pendant cet apprentissage, ainsi que le caractère de sa conduite.

§ 11.

Le contrat est fait en trois exemplaires, dont un pour l'apprenti, un pour le père (la mère ou le tuteur) et un pour la Société.

Voici maintenant les dispositions du code industriel en ce qui concerne les articles cités dans le contrat ci-dessus :

§ 123.

Avant la fin du contrat, les ouvriers peuvent être renvoyés sans même qu'ils soient prévenus :

1° Lorsqu'au moment de la signature du contrat de travail, ils ont induit l'entrepreneur en erreur en lui montrant des certificats faux ou falsifiés ;

2° Lorsqu'ils se rendent coupables d'un vol, d'un détournement, d'une erreur volontaire de compte, d'une tromperie, ou qu'ils ont une conduite immorale ;

3° Lorsqu'ils quittent leur travail sans autorisation ou qu'ils négligent souvent leurs devoirs professionnels ;

4° Lorsqu'ils font un usage imprévoyant du feu et de la lumière après observations faites ;

5° S'ils se rendent coupables de voies de fait ou d'insultes grossières contre le patron, son représentant ou les membres de la famille du patron ou de son représentant ;

6° S'ils se rendent coupables d'un dommage qu'ils ont prévu et voulu contre le patron ou contre l'un de leurs compagnons de travail ;

7° S'ils ont essayé de séduire un membre de la famille du patron ou de son représentant, ou même d'un compagnon de travail, ou bien s'ils se sont rendus coupables, avec un membre de la famille du patron ou de son représentant, d'actes contraires aux lois et aux bonnes mœurs ;

8° S'ils se montrent incapables de la continuation du travail ou s'ils sont atteints d'une maladie.

Pour les faits relatés dans les articles de 1 à 7, le renvoi n'est plus facultatif pour le patron quand ils sont connus de ce dernier depuis plus d'une semaine.

§ 124.

Avant la fin du contrat et sans prévenir, les ouvriers peuvent quitter le travail :

1° Quand ils sont dans l'impossibilité de le continuer.

. . . . . .

3° Quand le patron, ou son représentant, ou des membres de leur famille séduisent un ouvrier ou un membre de sa famille ou l'incitent à commettre des actes contraires aux lois et aux bonnes mœurs.

. . . . . .

5° Quand la continuation du travail peut nuire à la vie ou à la santé de l'ouvrier par un danger qui n'avait pas pu être prévu dans le contrat de travail.

. . . . . .

§ 127.

L'apprenti est soumis à la discipline paternelle du patron ou de son représentant ; il lui doit l'obéissance et la fidélité, et il doit faire preuve d'une application et d'une conduite convenables.

Les contrats d'apprentissage varient d'une maison à l'autre quant aux questions de détail, mais les dispositions générales restent partout à peu près les mêmes. Voici le modèle du contrat d'apprentissage passé dans une importante maison de Dusseldorf ; il concerne également les apprentis constructeurs de machines-outils.

CONTRAT D'APPRENTISSAGE

Entre la maison de Fries et C°, société anonyme, à Dusseldorf, d'une part, et M. (ici toutes indications servant à désigner le père ou tuteur, son domicile, son lieu de naissance), d'autre part, il a été convenu ce qui suit :

§ 1.

La maison de Fries et C°, société anonyme par actions, prend le jeune (ici toutes indications servant à désigner l'apprenti : domicile, lieu et date de naissance) comme apprenti dans sa manufacture de machines et s'engage à lui donner un apprentissage de 4 ans, commencent le (ici la date en toutes lettres) et finissant le (date en toutes lettres). Les deux parties contractantes seront libres de résilier le contrat avant l'échéance des deux premiers mois qui sont considérés comme temps d'essai. Si l'apprenti venait à être malade pendant une durée dépassant 4 mois, l'échéance de l'apprentissage en serait reculée d'autant.

§ 2.

Le père (ou le tuteur) de l'apprenti s'engage à faire fréquenter

ponctuellement les ateliers pendant tout le temps de l'apprentissage.

La maison s'engage à instruire et à laisser instruire l'apprenti dans les différentes parties des spécialités qui se font dans la maison.

§ 3.

Si l'apprenti résilie son contrat avant l'échéance et sans motifs légaux, le § 127 du Code industriel est alors applicable, ou bien la maison peut résilier le contrat purement et simplement, l'apprenti ou les personnes responsables doivent des dommages et intérêts s'élevant à la moitié du salaire quotidien et pour une durée de 6 mois.

§ 4.

L'apprenti est soumis à la discipline paternelle et doit obéir à ceux qui sont chargés de son apprentissage.

Dans le cas où l'apprenti se distinguerait par sa paresse, sa désobéissance, sa résistance à l'égard de ses patrons ou de leurs représentants, ou qu'il se distinguerait par une grossière négligence, par le manque à ses devoirs, les patrons sont libres de le renvoyer aussitôt et sans aucune indemnité.

§ 5.

L'apprenti reçoit comme salaire :

1re année et par heure	5 pf.,
2e — — —	7 pf. 1/2,
3e — — —	10 pf.,
4e — — —	12 pf. 1/2.

§ 6.

L'apprenti est obligé, pendant son apprentissage et jusqu'à 18 ans, de suivre régulièrement l'école d'application, d'y avoir une conduite

régulière et convenable, d'y être appliqué ; si non, pour chaque faute, il peut être condamné à une amende pécuniaire et, dans le cas de récidive, il peut être renvoyé immédiatement.

§ 7.

L'apprenti n'a pas le droit de fumer, et il ne peut visiter des locaux publics qu'accompagné par une grande personne ; en général, l'apprenti est soumis aux règlements intérieurs et au Code industriel qui régit le travail dans l'industrie.

Le présent contrat est fait en deux exemplaires identiques, chacun des deux contractants en reçoit un.

AVANTAGES GÉNÉRAUX ET ÉCONOMIQUES

DE LA

DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE LA FORCE

DANS LES ATELIERS

Par M. SWYNGEDAUW,

Professeur à l'Institut Electrotechnique de la Faculté des Sciences de Lille.

Distribution mécanique de la force. — Tout le monde connaît le principe de la distribution mécanique de la force dans les usines.

Un moteur à vapeur ou à gaz fait tourner un arbre d'acier par l'intermédiaire de courroies ou de câbles passant sur le volant du moteur et sur des poulies fixées à l'arbre de transmission.

La force est transmise aux métiers par l'intermédiaire d'un autre système de poulies et de courroies.

Quand le métier est arrêté, la transmission principale fait tourner une poulie folle. Pour mettre le métier en marche, on fait passer la courroie sur la poulie motrice fixée sur l'arbre qui commande le métier.

Distribution électrique de la force. — On peut actionner les métiers et les machines-outils par un moteur électrique à courants continus ou polyphasés. Dans ce cas, une dynamo génératrice est placée en un endroit quelconque de l'usine ; elle est commandée par une machine à vapeur ou à gaz ou une turbine. Chaque machine-outil ou chaque groupe de métiers est actionné par un moteur

électrique fixé sur le sol ou au plafond et qui fait tourner la machine directement ou par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse. On réunit les circuits inducteurs et induits du moteur aux circuits induits correspondants de la dynamo par des fils conducteurs en cuivre En fermant ou en ouvrant le circuit par un interrupteur, le moteur tourne ou s'arrête. La manœuvre de commande du métier est donc au moins aussi simple dans la commande électrique.

Nous examinerons brièvement quelques avantages de la distribution électrique sur la distributiou mécanique.

Souplesse de l'installation électrique. — Un premier avantage de la distribution électrique est la souplesse de l'installation.

D'abord, l'alternateur et les moteurs électriques peuvent se placer en des endroits quelconques les mieux appropriés pour les machines: cette souplesse de la commande électrique se fera particulièrement apprécier en cas d'agrandissement de l'usine ; dans la transmission mécanique, au contraire, la transmission est maîtresse de la disposition des machines-outils, tous les métiers doivent se grouper autour d'elle.

Suppression des courroies. — Un deuxième avantage réside dans la suppression des courroies, de leurs inconvénients et de leurs dangers.

Les courroies sont la cause de nombreux accidents ; elles nuisent à la clarté de l'usine, à sa bonne surveillance. Par leur mouvement incessant, les courroies sont de véritables brasseurs de poussières nocives chargées de microbes pathogènes engendrant les maladies les plus diverses. Leur suppression apporte du même coup plus de sécurité, d'hygiène et de clarté dans les ateliers.

Qualité et quantité de travail. — La qualité du travail est meilleure, car le moteur électrique tourne à une vitesse plus régulière ; ceci est vrai , notamment en filature et tissage ; et même à cause de la facilité des arrêts ou des démarrages, la quantité du produit est souvent accrue.

Contrôle de l'énergie. — Le contrôle de l'énergie prise par métier est d'une facilité extrême dans la commande électrique. Il se fait par la simple lecture d'un ampèremètre.

Dans la commande mécanique, ce contrôle est beaucoup plus difficile et nécessite des mesures spéciales qui le rendent pratiquement impossible.

Ce contrôle facile n'est pas à dédaigner, car un excès de courant indiqué par l'ampèremètre mettra l'industriel en garde contre un fonctionnement anormal et l'avertira d'un accident possible que la commande mécanique n'aurait révélé que trop tard.

Rendement. — Le rendement est souvent meilleur. Il peut paraître surprenant aux mécaniciens de prétendre que la transmission électrique est supérieure en rendement à la transmission métallique, car il faut commencer par convertir l'énergie mécanique en énergie électrique, transporter celle-ci jusqu'au métier, puis la convertir à nouveau par l'intermédiaire d'un moteur en énergie mécanique.

Mais, si on remarque qu'une génératrice de plusieurs centaines de chevaux a un rendement de 93 % à 95 %, que la transmission peut se faire avec un rendement de 98 %, que les moteurs ont un rendement de 70 % à 90 % indiqué dans le tableau I :

TABLEAU I

Rendement de moteurs électriques.

PUISSANCE	Surcharge de 50 %	Charge normale	75 % décharge normale	50 % décharge normale
1/4 de cheval.....	70 %	74 %	73 %	70 %
1 id.	73 %	76 %	76 %	73 %
2 chevaux	76 %	78 %	77 %	74 %
5 id.	83 %	86 %	83 %	80 %
10 id.	85 %	87 %	87 %	85 %
20 id.	88 %	90 %	90 %	89 %

On voit qu'en réalité le rendement global de la transmission électrique de la force varie de 60 % à 80 % suivant que l'on emploie des moteurs de puissance de 1/4 de cheval ou d'une vingtaine de chevaux. Depuis la machine à vapeur jusqu'au métier les pertes d'énergie varient de 36 à 20 %, suivant que l'on se sert de petits ou de gros moteurs.

En ce qui concerne les pertes dans les transmissions mécaniques, le XVIIe Congrès de l'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur nous donne des renseignements complets. Nous avons résumé ces pertes dans le tableau II.

TABLEAU II

INDUSTIES	Valeurs extrêmes de la proportion des pertes	Valeur moyenne
Filatures.....	18 à 39 %	30 %
Tissages.....	22 à 50 %	36 %
Ateliers de constructions.....	30 à 70 %	50 %
Minoteries.....	10 à 50 %	27 %
Scieries.....	22 à 50 %	33 %

D'après les expériences faites dans les chantiers de Richardson à Hartlepool (Angleterre), les pertes ont été les suivantes dans ses huit ateliers (voir tableau III).

TABLEAU III

ATELIERS	LARGEUR des Transmissions principales en mètres	Puissance transmise en chevaux	Proportion des pertes
1	113	48	36 %
2	238	94	25 %
3	157	44	46 %
4	174	29	52 %
5	211	56	36 %
6	116	76	30 %
7	36	10	70 %
8	74	16	50 %

La perte moyenne est de 34 % pour 373 chevaux de puissance.

En général, le rendement de la transmission électrique sera donc au moins égal au rendement de la transmission mécanique et cela sera surtout accentué si les usines ont subi des agrandissements successifs. Si on a été entraîné à faire renvois de courroies sur renvois de courroies, le rendement peut baisser au-dessous du chiffre dérisoire de 40 et 30 %.

Cependant, il faut remarquer que les pertes dans les filatures et tissages à transmissions mécaniques bien installées, ne sont que de 18 à 22 %, de sorte que la transmission mécanique semble l'emporter sur la transmission électrique. Mais remarquez que ces nombres n'ont qu'une apparence de supériorité. En effet, les chiffres de ce tableau se rapportent à la puissance normale transmise ; or, en général, la machine ne travaille pas en puissance normale et d'ailleurs, dans un atelier, toutes les machines ne marchent pas à la fois, il y en a qui sont arrêtées. Tandis que, dans la transmission électrique, le moteur électrique s'arrête et ne consomme pas d'énergie, dans la traction mécanique, les poulies folles continuent à tourner et à consommer inutilement de l'énergie. Cette considération est à méditer si on songe que, dans des filatures ou tissages notamment, il y a en moyenne et en marche normale 25 à 30 % des métiers arrêtés. En résumé, il résulte de ces considérations que les rendements indiqués sur ce tableau ne manifestent qu'une supériorité apparente sur la transmission électrique ; d'ailleurs, rien n'est plus éloquent que des chiffres, et je vais vous en citer :

D'après Sylvanus Thompson (1), l'installation de M. Richardson comprenait avant la transformation 31 machines à vapeur de 94 chevaux ; on les a remplacées par deux générateurs triphasés de 300 kilowatts chacun, commandés par deux machines à vapeur compound alimentant une quinzaine de moteurs de 10 à 30 chevaux

---

(1) *Courants polyphasés*, p. 142.

et cinq de 10 chevaux. L'économie de charbon réalisée est de 100 tonnes par semaine.

D'après M. Selby Bigge (1) la Compagnie des freins Westinghouse a remplacé dans ses ateliers 30 machines à vapeur de 1.375 chevaux de puissance totale par une turbine Parsons attelée à des alternateurs commandant 57 moteurs électriques développant 1.065 chevaux ; on a constaté une économie de 40 % en vapeur et 32 % en charbon.

Aux ateliers Vickers et Maxim, la commande mécanique demandait 476 tonnes de charbon pendant trois mois d'hiver. Après la transformation, la consommation était de 230 tonnes quoique l'on ait augmenté le nombre et la puissance des machines et doublé l'éclairage.

W. Tapley a communiqué à l'Institut Franklin des États-Unis (1902) les résultats obtenus par la commande électrique des machines dans l'imprimerie du Gouvernement.

Cette substitution a fait ressortir une économie considérable de combustible.

En 1894, avant la transformation, on avait brûlé pour 139.050 fr. de charbon et de gaz. En 1899, après la transformation, on n'en a consommé que pour 28.130 fr.

On réalisait donc plus de 110.000 fr. d'économie par an, et cependant l'éclairage comporte, en 1899, 5.000 lampes de 16 bougies au lieu de 2.000 en 1894, et la production en 1899 était de 25 % supérieure à celle de 1894.

Ces économies réalisées peuvent paraître surprenantes, aussi est-il nécessaire d'insister sur le rendement défectueux des transmissions mécaniques.

Nous avons vu que le moteur ne marche pas toujours, qu'il y a des arrêts ; par conséquent, la machine à vapeur travaille tantôt en pleine charge, tantôt à demi ou même à quart de charge. Dans ces conditions, non seulement les poulies folles des métiers arrêtés et les transmissions tournant à vide absorbent inutilement de l'énergie,

(1) *Electrical Review*, 17 septembre 1902.

mais la machine à vapeur travaillant avec des écarts notables de sa charge normale, a un mauvais rendement ; au lieu de consommer le nombre de kilogrammes de charbon indiqué par le constructeur dans son meilleur fonctionnement à charge normale, la machine consomme en demi-charge et quart de charge, plus de charbon, parfois la moitié en plus de la consommation indiquée et davantage ; il faut donc se garder de prendre comme consommation moyenne la consommation indiquée par le constructeur pour la charge normale. Ce régime très variable des machines a pour effet de produire un écart considérable entre la puissance nominale du moteur et la puissance utile qu'il effectue. Les nombres suivants, empruntés à M. St-Martin, le démontrent :

1° Dans une fabrique de lingerie, une machine de dix chevaux commandait par transmission une dynamo d'éclairage, une scie à rogner les draps et 39 machines à coudre. Le secteur électrique remplace la machine à vapeur et actionne la même transmission par un moteur électrique et il éclaire en outre l'atelier ; on constate que la puissance utile totale absorbée n'est que de 4 chevaux effectifs, au lieu de 10 nominaux.

2° Dans une imprimerie et lithographie, deux moteurs à gaz de 25 chevaux de puissance totale marchaient dix heures par jour, actionnant par transmission les diverses machines de quatre ateliers de typographie, lithographie, phototypie et papeterie, où se trouvaient vingt machines travaillant de deux à six heures par jour, en défalquant les arrêts. On met sur chacune des machines un moteur électrique. La puissance totale de ces moteurs était de 16 chevaux et la consommation d'énergie n'était que de 30 kilowatts-heures par jour ; la puissance moyenne utilisée était de 4,1 chevaux au lieu de 25 chevaux nominaux. La dépense journalière de gaz était de 20 fr. ; en achetant l'énergie à 0,30 c. le kilowatt-heure, la dépense n'était que de 9 fr. par jour, près de la moitié (1).

(1) Étude sur les distributions d'énergie électrique : *Bulletin technologique* de la Société des Anciens Elèves des Écoles d'Arts et Métiers. Mars et avril 1903.

Frais d'entretien. — Les frais d'entretien ne sont pas supérieurs dans la commande électrique à ceux de la commande mécanique ; au contraire. Les moteurs électriques tournant plus régulièrement que les transmissions mécaniques, fatiguent moins les machines. On a d'ailleurs à ce sujet, un exemple absolument frappant qui nous est fourni par M. Marshall Osborne (1). En 1897, MM. Smith Waley et Cie construisirent à Colombia deux filatures de coton de 12.000 broches chacune, l'une à commande mécanique par moteurs à vapeur, l'autre par moteurs électriques, le coût des réparations était de 50 % inférieur pour la commande électrique.

Éclairage électrique. — En général, on cherche à faire dans les usines l'éclairage électrique. Si la commande électrique n'existe pas, il faut une installation spéciale qui, dans ces conditions, coûte assez cher ; si la transmission électrique existe, il suffit d'augmenter un peu la consommation de charbon, d'augmenter un peu les dépenses d'huile et d'entretien et l'éclairage électrique est alors fourni presque gratuitement.

Comparaison des dépenses de première installation. — Mais il y a un point sur lequel il est intéressant de s'expliquer. C'est celui de la dépense de première installation. On se figure en effet que puisqu'il faut acheter des générateurs, des moteurs électriques bien compliqués, le coût de l'installation première sera bien supérieur au coût de première installation mécanique.

Mais lorsqu'on construit une usine nouvelle ou lorsqu'on agrandit une usine existante, la commande électrique n'employant que des transmissions légères, il ne sera pas nécessaire de renforcer les murs à certains endroits pour recevoir les lourdes transmissions mécaniques et la simplification du bâtiment se traduira par une réduction de la dépense.

Avec la commande électrique, il n'y a ni lourdes transmissions, ni longues courroies : on fera encore de notables économies de ce

---

(1) *Journal of the institution of électrical Engineers,* t. 31, p. 1273-1282.

fait. Les exemples suivants montrent que les économies réalisées de ce côté sont en général suffisantes pour couvrir la dépense supplémentaire de l'installation électrique.

M. Marshall Osborne (1) donne un exemple caractéristique qui nous est fourni par la Compagnie Smith Waley, à Colombia.

Ces industriels décidèrent la création d'une nouvelle usine de 100.000 broches et demandèrent deux devis, l'un à transmission mécanique, l'autre à transmission électrique. La comparaison de ces deux devis montra que la commande électrique était moins chère que la commande mécanique. Elle comportait en effet une réduction de 10 % sur le bâtiment, 61 % sur les transmissions par arbre, 66 % sur les courroies ; ces économies compensaient largement le supplément de dépense de l'installation électrique.

Voici un deuxième exemple : (2)

La Société cotonnière de Mirecourt décida la création d'une usine de 500 chevaux environ. On présenta deux projets, l'un à commande mécanique, l'autre à commande électrique.

Les devis sont résumés dans le tableau IV.

TABLEAU IV

	1° Commande mécanique	2° Commande électrique
	fr.	fr.
Machine à vapeur de 500 chevaux effectifs 75 t. avec volant à câbles dans le premier cas, sans volant dans le second cas	65.000	60.000
Transmissions, arbres, poulies	50.000	20.000
Mur principal, piles en maçonnerie	15.000	0
Câbles de la machine à vapeur et du couloir à câbles	6.000	0
Couloir des câbles (250 mètres)	10.000	0
Dynamo pour lumière et sa transmission d'attaque.	7.000	0
Alternateur, moteurs triphasés, canalisation tableau et montage	0	80.000
Accumulateurs	2.440	2.440
	155.440	152.440

(1) *Loc. cit.*
(2) *Éclairage électrique*, 7 février 1903.

L'avantage était donc à la commande électrique. Si l'on ajoute à cela les autres avantages que nous avons énumérés, il est inutile de dire que la commande électrique a été préférée.

Pour les usines nouvelles, il y a donc intérêt et de nombreux avantages, à employer la commande électrique. Il y a également très grand intérêt à l'employer dans les agrandissements d'usine à raison de la souplesse de la commande électrique.

Mais, pour une usine où la transmission mécanique existe, y a-t-il avantage à la transformer en transmission électrique ? Dans le cas où les machines installées travaillent par intermittence, dans celui où les rendements sont mauvais par suite de renvois multiples, en particulier dans les usines agrandies successivement, dans le cas où la commande électrique améliorerait la quantité ou la qualité du travail de façon notable, oui, il y a en général avantage à la transformation.

C'est ainsi que dans la transformation faite par l'imprimerie du Gouvernement des États-Unis (1) la dépense entraînée par ce changement qui avait coûté 750.000 francs, a pu être récupérée en cinq ans par suite de l'économie sur le charbon et de l'augmentation du travail.

En résumé, il y a un réel intérêt économique et de nombreux avantages à faire la commande électrique plutôt que la commande mécanique.

Mais ces résultats que nous avons rappelés et qui sont tous en faveur de la transmission électrique se rapportent tous indistinctement à des usines de plusieurs centaines de chevaux ; il serait absolument erroné de croire que l'installation d'une petite usine centrale électrique pour transmission de force motrice dans une usine de faible puissance soit toujours plus économique que la transmission mécanique. Les industriels qui n'ont besoin que d'une faible puissance ont, en général, intérêt à emprunter leur énergie à une usine centrale d'électricité comme le montrent les exemples cités tout à l'heure.

---

(1) *Loc. cit.*

ÉTUDE COMPARATIVE
DES PRIX DE REVIENT DE L'ÉNERGIE
dans les grandes usines centrales électriques et dans les usines à vapeur ou à gaz pauvre

Par M. SWYNGEDAUW,
Professeur à l'Institut Electrotechnique de la Faculté des Sciences de Lille.

Il y a une loi capitale qui domine les considérations de prix de revient de l'énergie dans une usine, c'est que ce prix de revient est d'autant plus petit que la puissance de l'usine est plus considérable. Et cette loi garde toute sa force quand la puissance dépasse de beaucoup quelques centaines de chevaux de sorte que je consacrerai cette conférence à démontrer cette thèse que *les grands aussi bien que les petits industriels ont intérêt à emprunter leur énergie à une grande usine centrale de très grande puissance* de quelques dizaines de mille chevaux.

Examen des dépenses d'une usine électrique. — Essayons, en effet, de nous rendre compte de ce qu'est une usine centrale d'électricité et de ses dépenses.

Pour produire le courant, il faut d'abord un capital de *premier établissement*. Il faut :

1° Des moteurs mécaniques à vapeur ou à gaz, des chaudières ou des gazogènes.

2° Des alternateurs et leurs dynamos excitatrices ;

3° Un tableau de distribution qui porte les appareils de contrôle, ampèremètres, voltmètres ;

4° Il faut un bâtiment.

Outre cela, si l'atelier fonctionne, elle fait des dépenses *d'exploitation* : 1° en combustibles ; 2° en huile et graissage ; 3° en

salaires pour le personnel qui entretient et surveille les machines, enfin 4° en réparations des bâtiments et machines.

Variation des dépenses de premier établissement. — Si toutes ces dépenses étaient proportionnelles à la puissance de l'usine, il est bien évident qu'il n'y aurait aucun intérêt à faire une grande usine plutôt qu'une petite ; mais il n'en est pas ainsi ; la dépense par cheval installé dans une usine va en diminuant au fur et à mesure que la puissance des machines va en croissant.

Dans ces conditions, nous aurons intérêt à augmenter considérablement la puissance des usines de façon à pouvoir augmenter notablement la puissance des machines.

Examinons plus en détail comment varie la dépense de premier établissement de cette usine centrale d'électricité.

Chacun sait qu'une machine à vapeur double d'une autre ne coûte pas deux fois plus que cette autre : la main-d'œuvre n'est pas deux fois plus grande, ces matériaux utilisés ne sont pas en quantité deux fois plus considérables.

D'après le tableau XVIII si l'installation complète d'une machine à vapeur de 50 chevaux coûte 36.000 fr. celle d'une machine de 500 chevaux ne coûte pas 10 fois plus ou 360.000 fr., mais 200.000 francs. D'autre part, M. Blondel (1) estime de la façon suivante le prix de premier établissement d'un moteur à vapeur, bâtiments et accessoires :

Puissance	PRIX de premier établissement par cheval
1	2.000
5	1.500
10	1.000
50	800
100	600
500	400
1.000	300
10.000	200

(1) *Annales des Ponts-et-Chaussées*, p. 134, 1898, 1er trimestre.

Il en est de même des générateurs électriques et des appareils du tableau de distribution (ampèremètres, voltmètres, interrupteurs, etc.). D'après M. Saint-Martin qui a fait une enquête extrêmement complète auprès de plus de cent usines centrales de production d'électricité, les dépenses de première installation par kilowatt installé à l'usine, sont les suivantes (1) (tableau V).

TABLEAU V

Dépenses de première installation par kilowatt à l'usine.

Usines de	10.000 k.w. et au dessus.....	600 à 800 fr.
Id.	10.000 k.-w. à 5000 k.w.....	800 à 1.000 »
Id.	5000 k.w. à 500 k.-w	1.000 à 1.500 »
Id.	500 k.w. à 50 k.-w	1.500 à 2.500 »

le chiffre inférieur se rapporte à la puissance la plus élevée.

Si l'on passe d'une usine de 500 k.-w. à une usine de 10.000 k.-w. et au-dessus, on voit que, par kilowatt installé, la dépense est deux à trois fois plus grande pour l'usine de 500 kilowatts.

Les usines d'une puissance de 10.000 kilowatts et au-dessus installées aujourd'hui reviennent à 500 fr. environ le kilowatt installé. Les dépenses grèveront l'usine de frais d'amortissement du capital que nous étudions plus loin.

Variation des dépenses d'exploitation. — Voyons comment varient les dépenses d'exploitation ; elles varient sans doute avec le taux des salaires, le prix du charbon, mais ce qui nous intéresse surtout c'est la relativité de la dépense en un même lieu pour des usines de puissance différente.

Combustibles. — Examinons d'abord la dépense en charbon, c'est-à-dire la question du rendement du groupe des chaudières et

(1) *Loc. cit.*

machines. Les génératrices électriques de 100 kw. ont déja un rendement de 90 %. Les génératrices de plusieurs milles kilowatts et au-dessus ont un rendement de 93 % à 95%. La différence de rendement entre ces deux machines n'est pas très grande et ce n'est pas de ce côté que nous aurons une réelle économie en augmentant la puissance.

La consommation en vapeur des machines à vapeur et des turbines de diverses puissances est indiquée dans les tableaux VI et VII.

10 kilogr. de vapeur correspondent à 1 kg. 200 de bon charbon.

TABLEAU VI

Consommation de vapeur saturée.

NATURE DU MOTEUR A VAPEUR	PUISSANCE		CONSOMMATION en vapeur saturée en kg. par kilowatt-heure produit
	en chevaux	en kilowatts	
Machine à condensation	50	36,8	19,1 (1)
Machine Compound	500	368	11,2 (1)
Machine Compound sans surchauffe, Marseille	1500	1104	10 à 12 en moyenne allumage compris.
Machine à triple expansion, Glasgow	3437	2500	8 à 8,5 à pleine charge. 9,5 à demi charge.

(1) D'après M. Sauvage (Encyclopédie Léauté). Les divers types de machines à vapeur p. 106 et 109, marche industrielle, allumage non compris.

D'autre part M. Witz (1) estime ainsi les consommations en vapeur saturée des diverses machines à vapeur :

(1) *Éclairage électrique, janvier 1902.*

PUISSANCE en chevaux	TYPE	PRESSION de la vapeur en kg.	CONSOMMATION en kilog. par cheval-heure indiqué
20 à 50	Monocylindrique.	6	8
50 à 100	Id.	Id.	8 à 7
100 à 200	Id.	Id.	7
200 à 500	Compound.	8	7 à 6
500 à 1000	Compound ou Triplex.	9	6 à 5,5

En vapeur surchauffée les résultats sont notablement meilleurs.

TABLEAU VII

Consommation de Turbines à vapeur genre PARSONS *en vapeur saturée.*

Localités	Puissance en kilowatts		Kil. de vapeur par kw.-heure produit
	50.....	Pleine charge.....	19
		Demi-charge.....	23,32
	300.....	Pleine-charge.....	11
		Demi-charge.....	14,3
Elberfeld....	1.000 kw.....	Pleine charge.....	0,2
		Demi-charge.....	11,4
		Quart de charge.....	15,2
Hartford.....	1.100 kw.....	Pleine charge.....	8,5
		Demi-charge.....	11,5
Francfort....	3.750 kw.....	Pleine charge.....	7
Essen.....	5.000 kw.....	garantie pour une consommation en vapeur surchauffée à 250 %. — pleine charge.	5,6
		75 % charge normal.....	7,6

Les consommations en vapeur surchauffée à 250° sont inférieures

d'un dixième aux consommations en vapeur saturée et les rendements ne varient pas sensiblement avec la charge jusqu'à la demi-charge (1).

La consommation en vapeur et en charbon des machines à vapeur ou des turbines diminue de plus de la moitié lorsqu'on passe d'une machine de 50 chevaux à une machine de 3.000 chevaux, et on fait aujourd'hui des machines plus économiques ; celles des turbines varie dans le rapport de 3 à 1 quand on passe de 50 kilwatts à 5.000 kilowatts.

Sans entrer dans les détails, nous remarquerons qu'à égale puissance, les turbines ont un rendement plus faible et plus variable avec la charge que les machines à vapeur, mais les turbines ont un encombrement beaucoup moindre et le prix de première installation est environ les deux tiers de l'installation d'une machine à vapeur de même puissance.

Graissage. — La consommation d'huile par kilowatt-heure va aussi notablement en décroissant à mesure que la puissance des machines va en croissant (voir tableau VIII). Cette consommation est toutefois notablement inférieure pour les turbines.

TABLEAU VIII

Dépenses par an, pour nettoyage, graissage, entretien et réparations.

	Kilowatt-heures produits par an	Nettoyage et Graissage	Entretien et Réparation
Marseille	13.000.000	12.000 à 15.000 fr.	25.000 francs
Glascow	27.000.000	20.000 à 25.000 »	70.000 » (y compris main d'œuvre).

(1) Witz, *Bulletin de la Société Industrielle du Nord de la France* 2e trimestre 1903 p. 338.

L'entretien et les réparations ne sont pas davantage proportionnels à la puissance.

Nous donnons ces dépenses dans le tableau XV pour les machines de 50 à 500 chevaux.

Elles sont consignées dans le tableau VIII pour les machines des stations de tramways de Marseille et de Glascow.

Salaires. — Il est aussi facile de conduire une turbine de 5.000 kilowatts qu'une machine à vapeur de 50 chevaux. De ce côté, il y aura une économie relativement considérable de réalisée sur le prix du kilowatt heure.

En résumé, *toutes les dépenses par kilowatt-heure produit sont d'autant plus petites que l'on emploie des unités plus grandes.* On a une idée de cette variation par le tableau IX qui reproduit les dépenses totales d'exploitation par kilowatt-heure, produit dans une usine de tramways, d'après le rapport de M. Thonet, présenté au Congrès de l'Union internationale des tramways en 1902. Les prix sont calculés pour du charbon de 15 fr. à 20 fr. la tonne.

TABLEAU IX

Prix de revient du kilowatt-heure à l'usine dans les usines de tramways.

	Prix de revient du kilowat-heure
Unités de 1.000 chevaux	4 à 6 centimes
id. 600 à 300 chevaux	6 à 8 id.
id. 200 à 150 chevaux	8 à 10 id.

Ainsi donc, suivant que l'on emploie des unités de 100 ou de 200 chevaux, le prix de revient varie du simple au double.

Durée moyenne d'utilisation. — Le prix de revient de l'énergie

dépend encore de la durée moyenne d'utilisation. Qu'entend-on par là ?

Si on évalue le nombre total de kilowatt-heures produit en une année et qu'on divise ce nombre par la puissance totale installée à l'usine évaluée en kilowatts, on obtient la durée moyenne d'utilisation. Par exemple, une usine produit 1.500.000 kilowatt-heures par an ; cette usine a une puissance installée de 1.500 kw.: on divise 1.500.000 par 1.500 et on obtient la durée moyenne d'utilisation: 1.000 heures.

La durée moyenne d'utilisation est donc la durée en heures pendant laquelle il faudrait faire fonctionner toutes les génératrices de l'usine à leur *puissance normale* pour obtenir le nombre de kilowatt-heures produits.

Au lieu d'employer la durée d'utilisation, on se sert du *coefficient d'utilisation*, c'est le rapport de la durée moyenne d'utilisation au nombre total des 8760 heures d'une année, une durée d'utilisation de 876 heures correspond à un coefficient d'utilisation de 0,1.

Influence du coefficient d'utilisation sur le prix de l'énergie. — Pour se rendre compte de l'influence du coefficient d'utilisation sur le prix de revient, remarquons que l'usine centrale a coûté comme premier établissement un capital qui aurait rapporté un certain intérêt si on l'avait placé ailleurs. D'autre part, ce capital, converti en machines et bâtiments qui s'usent et nécessitent de l'entretien finira au bout de quelques années par s'annihiler. Du fait que l'on a dépensé ce capital tout se passe donc comme si on en dépensait tous les ans une certaine fraction ; on compte souvent que les intérêts et l'amortissement de la dépense de première installation reviennent à dépenser chaque année le dixième du capital de premier établissement.

Si on ne produit qu'un kilowatt-heure à l'usine, ce kilowatt-heure coûtera les frais de production à l'usine, plus la dépense d'amortissement du capital : en un mot, toutes les dépenses que l'on a dû faire

pour obtenir ce kilowatt-heure. Il reviendrait donc fort cher, mais si on produit deux kilowatt-heures, les frais généraux se répartiront entre les deux et ainsi de suite ; mais cette influence ne se fait pas seulement sentir sur les frais généraux et amortissement de l'usine, mais encore sur la consommation de charbon et par suite sur les dépenses d'exploitation, car si l'usine ne fonctionne que quelques heures de la journée, la consommation de charbon au moment des allumages et l'entretien du foyer pendant les arrêts feront sentir leur effet sur le prix du kilowatt heure produit d'autant plus que le nombre de kilowatt-heures est moins élevé.

Cette consommation de charbon est loin d'être négligeable, M. Otto Marr (1) compte qu'il faut majorer la consommation normale de 16,5 % pour en tenir compte dans les calculs de prix de revient ; en résumé, le prix de revient du kilowat-heure est d'autant plus petit que l'on produit plus de kilowatt-heures et par conséquent que la durée d'utilisation de l'usine est plus grande, ou, ce qui revient au même, que le coefficient d'utilisation est plus élevé.

Le tableau X, (voir page 20) dressé par M. Philippe Dawson, nous rend compte de cette influence. Il a été établi à la requête de la corporation de Northampton et reproduit par l'« Electricien » du 20 décembre 1902.

Lorsque le coefficient d'utilisation passe de 10 % à 35 %, la dépense en charbon diminue de moitié et les dépenses totales d'exploitation à l'usine sont environ 3 fois plus petites. Les usines d'éclairage qui n'ont qu'un coefficient d'utilisation de 10 à 11 % ont des dépenses d'exploitation plus élevées que les usines de production de force motrice pour traction qui ont jusqu'à 35 % de coefficient d'utilisation.

D'après M. Blondel (2), la dépense de production de l'énergie dans

---

(1) *Kosten of Betriebkräfte* (Berlin et Munich 1901).

(2) De l'utilité publique des transmissions d'énergie par M. Blondel, Dunod, Paris 1899.

les usines de traction américaines varie de 2 c. 7 à 5 centimes par kilowatt-heure, tandis qu'il atteint le double dans les usines d'éclairage avec du charbon de 5 fr. à 15 fr. la tonne.

TABLEAU X

Variation des dépenses par kilowatt-heure avec le coefficient d'utilisation, pour une usine d'une puissance de 2.000 kilowatts.

COEFFICIENT d'utilisation	DURÉE d'utilisation en heures	DÉPENSES en charbon à 12.50 la tonne	DÉPENSES totales à l'usine (1)
10 %	876	6 centimes	10 centimes
15 »	—	5	7,8
20 »	1752	4	5,6
25 »	—	3,5	4,5
30 »	2628	3,2	4
35 »	—	3	3,5
40 »	3504	2,6	3,3
45 »	—	2,5	3
50 »	4380	2,4	2,8
60 »	—	2,2	2,5
70 »	6132	1,9	2,4
90 »	7884	1,6	2,3

(1) Les dépenses totales comprennent les réparations et l'entretien du bâtiment mais non l'intérêt et l'amortissement du capital de premier établissement.

Durée d'utilisation probable d'une usine centrale pour force motrice. — Sur quelle durée d'utilisation peut-on compter dans une usine pour force motrice ?

Si les usines à desservir travaillent en même temps 10 heures par jour et 300 jours par an, la durée réelle d'utilisation est de 3.000 heures, mais il faudrait se garder de confondre cette durée avec la durée moyenne d'utilisation.

En effet, les génératrices de l'usine doivent avoir une puissance

suffisante pour faire face à la plus forte demande d'énergie, ne durait-elle que quelques moments par jour ou quelques heures par an.

Cette puissance maximum qu'il faut *installer* à l'usine est souvent notablement plus grande que la puissance moyenne ; elle atteint notamment jusqu'à 2 fois la puissance moyenne dans les usines de traction (1) à tramways urbains à départs fréquents, jusqu'à 4 à 6 fois pour les tramways interurbains à départs beaucoup moins fréquents et jusqu'à 10 fois pour les chemins de fer à marche rapide et arrêts très espacés (2).

Cet écart entre la puissance moyenne et la puissance installée provient de ce qu'au moment des démarrages, les voitures de tramway absorbent beaucoup plus de puissance qu'en vitesse. Cet écart diminue et tend vers zéro quand le nombre de démarrages devient de plus en plus grand ; la multiplicité des démarrages et la longue durée de fonctionnement 16 à 18 heures par jour améliorent le coefficient d'utilisation.

De même dans les usines qui font uniquement l'éclairage, la puissance maximum installée à l'usine dépasse notablement la puissance moyenne, car les génératrices doivent avoir une puissance suffisante pour pourvoir à la plus forte demande d'énergie des premières heures des soirées d'hiver ; ces génératrices restent inutilisées pendant le jour et ne le sont que très faiblement en été.

Les renseignements fournis par les usines de traction et d'éclairage permettent de conclure que dans l'usine pour force motrice seule, le rapport entre la puissance maximum et la puissance moyenne sera assez voisin de l'unité, car : 1° les usines qui utilisent l'énergie commencent et finissent leur travail en même temps ; 2° à cause du très grand nombre de métiers ou de machines actionnés, le nombre de métiers en marche oscille faiblement autour d'une valeur moyenne. La durée d'utilisation semble ainsi de 3.000 heures, mais la néces-

---

(1) Blondel et Dubois, *la Traction Électrique*, t. II, p. 363.
(2) Barbillion et Griffisch, *la Traction Électrique*, t. I, p. 202.

sité d'installer une puissance de réserve que nous supposons égale au cinquième de la puissance moyenne et l'obligation d'éclairer les usines en hiver réduit la durée d'utilisation probablement à 2.200 et peut-être à 2.000 heures.

Si l'usine fait en même temps la traction et l'éclairage public, elle améliorera sa durée d'utilisation. Une usine fournissant à la fois de l'énergie pour force motrice, éclairage et traction atteint d'après les praticiens compétents une durée d'utilisation de 3.000 heures.

Fonctionnement économique des grandes stations centrales. — En résumé, une usine centrale pour force motrice peut compter au minimum sur une durée d'utilisation de 2.000 heures si elle se borne uniquement à distribuer la force et l'éclairage à ses usines ; elle peut compter sur une durée d'utilisation de 3.000 heures si elle fait en outre l'éclairage public et la traction.

1° Si cette station centrale a une puissance totale considérable de 20, 30 et 40.000 chevaux, elle pourra se munir de machines de grande puissance relativement beaucoup plus économiques que les machines des usines ordinaires.

2° Le fractionnement de la puissance en un certain nombre de fortes unités fera en outre sentir ses heureux effets sur le régime des machines.

En effet, dans une usine ordinaire de quelques centaines de chevaux et surtout dans certaines industries, le fonctionnement de la machine varie dans de très grandes limites, la machine prend tous les régimes depuis le quart de charge ou la marche à vide jusqu'à 25 % de surcharge et son rendement moyen en est réduit notablement.

Au contraire, dans une très grande station centrale fournissant l'énergie à un très grand nombre d'usines diverses, la charge moyenne varie beaucoup moins ; par suite, l'usine centrale comptant plusieurs machines, on peut répartir sa charge entre plusieurs géné-

ratrices de façon qu'elles fonctionnent toutes au voisinage de leur régime normal et améliorer ainsi le rendement.

3° Enfin les stations centrales électriques possèdent le moyen d'emmagasiner dans des accumulateurs l'énergie qu'elles ont en excès à un moment donné et ces accumulateurs cèdent ensuite cette énergie aux récepteurs, dans un moment de demande exagérée ; ils soulagent ainsi la station génératrice et améliorent notablement le coefficient d'utilisation de l'usine.

Prix de revient de l'énergie électrique dans les grandes usines centrales. — Ces diverses raisons conduisent à des prix de revient de l'énergie très minimes dans les usines pour traction et force motrice et rendent compte des prix de revient considérables dans certaines usines d'éclairage de faible puissance.

Tandis que, d'après *l'Industrie électrique* (10 mai 1900), les dépenses de production à l'usine atteignent les chiffres suivants (tableau XI) dans les usines centrales parisiennes qui fournissent presque uniquement de l'énergie pour éclairage.

TABLEAU XI

	PUISSANCE de l'usine	Dépense de production par kilow.-heure
Usine des Halles	(825 kilow.)	37 centimes.
Usine de l'Hôtel-de-Ville	(255 »)	38,5
Usine des Buttes-Chaumont	(83 »)	55,5
Usine Parc-Monceau	(30 »)	46,5

D'après M. Gérard (1), la station centrale du chemin de fer électrique d'Indiana (Etats-Unis), a une puissance de 3.000 chevaux

(2) Conférence faite à la Société des Ingénieurs civils de France, le 7 février 1902.

en 3 unités et elle donne les dépenses de production à l'usine ci-après par kilowatt heure.

TABLEAU XII

	CHARBON à 7 fr. 50 la tonne	CHARBON à 15 fr. la tonne
	c.	c.
Combustibles	1,275	2,55
Huiles et Chiffons	0,185	0,186
Salaires	0,56	0,56
Réparations	0,10	0,18
	2,18	3,375

Mais admettons que ce soit là un cas particulier correspondant à un coefficient d'utilisation particulièrement bon et ne tirons pas de conclusions générales.

Il existe déjà en Haute-Silésie dans les régions industrielles et houillères à Chorzow et à Zaborze, des usines centrales distribuant l'éclairage aux particuliers, la force motrice aux tramways et à certaines usines, notamment à 7 grandes fabriques de la région de 500 chevaux chacune et à d'autres industriels moins importants.

La puissance totale de l'usine est de 7.400 chevaux effectifs répartie sur 11 unités à vapeur et 11 génératrices. En octobre 1902, les dépenses par kw.-h. à l'usine étaient de 3 c. 75 avec du charbon à 7 fr. la tonne.

Si vous remarquez que les conditions de fonctionnement de l'usine sont loin d'être parfaites, que les machines à vapeur n'ont qu'une puissance de 600 chevaux environ, il est facile de prévoir qu'avec des usines de quelques dizaines de mille chevaux et des unités plus grandes, malgré un prix de charbon double et des salaires plus élevés on produirait dans notre région le kilowat-heure avec une dépense à l'année de 3 centimes environ.

Il y a intérêt de se rendre compte de ce que pourrait être le prix de revient du kilowatt heure dans nos pays houillers avec du charbon coûtant 15 fr. la tonne.

Nous allons donner deux exemples.

Devis A

Usine de puissance 25.000 kilowatts, c'est-à-dire de 34.000 chevaux en construction ; elle fournira l'énergie aux tramways, la force motrice aux usines et l'éclairage aux particuliers ; la durée moyenne d'utilisation sera de 3.000 heures, elle produira donc 75.000.000 kilowatt heures ; le coût de premier établissement est détaillé dans le Tableau XIII.

TABLEAU XIII

Dépenses de premier établissement pour une usine de 25.000 kilowatts.

	Francs
Bâtiments	3.000.000
Partie Mécanique (turbines et générateurs à vapeur)	7.500.000
Partie Électrique	7.500.000
Divers	3.000.000
Total	15.000.000

Pour les dépenses d'exploitation à l'usine, les dépenses en huile, nettoyage, entretien et réparation sont calculées d'après ce qu'elles sont pour les usines plus petites (Tableau VIII), à Marseille et à Glascow, c'est-à-dire 60.000 francs pour nettoyage et graissage et 112.000 francs pour entretien et réparations.

Pour la dépense du charbon, on compte qu'il se consume 1 kil. 2 de charbon par kilowat-heure. Cette évaluation est plutôt pessimiste; les turbines sont comptées comme si elles prenaient 10 kilogr. de vapeur par kilowatt-heure ; elles n'en prenaient que 7 au maximum; le surplus sert à tenir compte des allumages et arrêts,

Les dépenses pour le personnel sont consignées dans le Tableau XIV.

TABLEAU XIV

Dépenses journalières pour le personnel de l'usine de 25.000 kilowatts.

	1 Ingénieur chef de service	20 fr.
	2 Chefs de quart (1 de jour, 1 de nuit)	28 »
GROUPES ÉLECTROGÈNES	10 Conducteurs de groupe (à 9 fr. l'un)	90 »
	10 Graisseurs ou manœuvres (à 5 fr. l'un)	50 »
	2 Hommes ou condenseurs (à 6 fr. l'un)	12 »
TABLEAU de DISTRIBUTION	2 Chefs électriciens	40 »
	4 Électriciens (à 8 fr. l'un)	32 »
	2 Manœuvres (à 5 fr. l'un)	10 »
CHAUFFERIE	2 Chefs de feux (1 de jour, 1 de nuit, à 10 fr.	20 »
	32 Chauffeurs (à 8 fr. l'un en moyenne)	256 »
	8 Escarbilleurs et manœuvres (à 5 fr.)	40 »
	Nettoyage et entretien de 8 chaudières en repos (16 hommes)	96 »
SERVICE EXTÉRIEUR	Service de l'épurateur, du parc à charbon et des escarbilles (16 hommes)	90 »
	Réparations : 1 Chef d'atelier	
	» 10 Ouvriers	
	» 2 Manœuvres	
	» 1 Dessinateur	100 »
	Concierge, garde de nuit, magasinier, comptable, garçon de courses	36 »
		900 fr.

Soit en chiffres ronds 328.000 fr. par an.

Les dépenses totales d'exploitation sont résumées dans le tableau XV.

TABLEAU XV

Dépenses totales d'exploitation d'une usine de 25.000 kw.

	DÉPENSES D'EXPLOITATION	
	TOTAL	par kw.-heure
	Francs	Centimes
Charbon 75.000.000 × 1 kg 2 × 0,15..... (à 15 fr. la tonne).	1.302.000	1,8
Matières pour nettoyage et graissage.....	60.000	0,08
Matières pour entretien, réparations et divers.	112.000	0,15
Personnel de l'usine.....	328.000	0,44
Frais généraux d'Administration et Direction.	350.000	0,33
TOTAUX.....	1.835.000	2,8

La dépense de production à l'usine par kilowat-heure est donc de 2. c. 8.

Si on y ajoute l'amortissement du capital de premier établissement par dixièmes et tous les frais de Direction et d'Administration, on obtient le prix de revient par kilowatt-heure conformément au Tableau XVI.

TABLEAU XVI

Prix de revient du kilowatt-heure à l'usine.

	Centimes
Dépenses d'exploitation par kilowatt-heure.....	2,8
Amortissement du capital.....	2
Divers.....	0,2
TOTAL.....	5

Le prix de revient du kilowat-heure est donc de 5 centimes, ce qui amène le prix du cheval heure à 3,68 centimes.

DEVIS B

Usine pour traction et distribution d'énergie électrique pour force et lumière.

TABLEAU XVI.

Devis approximatif des dépenses de premier établissement.

	fr.	c.
Chaudières. — 27 chaudières semi-tubulaires de 250^{m2} de surface de chauffe, timbrées à 11 kil. avec surchauffeurs et accessoires	675.000	»
6 réchauffeurs Green avec mouvements de raclettes et registres d'isolement	130.000	»
3 pompes électriques d'alimentation à vitesse variable pouvant débiter 40^{m3} à l'heure chacune	30.000	»
3 pompes à vapeur 40^{m3} à l'heure chacune	14.000	»
Tuyauterie et robinetterie pour chaudières et machines	285.000	»
1 appareil à chaîne sans fin à commande électrique pour la manutention des 9.000 kil. de charbon nécessaires par heure	75.000	»
1 grue électrique pour déchargement de bateaux faisant environ 40 manœuvres à l'heure et soulevant une benne de 1.500 kilog., avec appareil de chargement de la chaîne	11.000	»
1 épurateur épurant 50^{m3} à l'heure, avec pompes et tuyauterie	25.000	»
Machines. — 5 groupes électrogènes de 3.000 à 5.000 chevaux, dont 2 pour l'alimentation du réseau de tramways, 1 pour le transport de force, 1 pour la distribution d'éclairage et 1 de réserve. — Chaque groupe comprendra : machine à vapeur type vertical compound, volant de 7^{m}50 de diamètre, et alternateur induit fixe et volant inducteur calé directement sur l'arbre moteur de la machine à vapeur, avec tous accessoires	2.100.000	»
1 groupe électrogène de 700 chevaux, destiné à marcher la nuit au moment de très faible charge	90.000	»
1 pont roulant de 30 tonnes à commande électrique avec chemin de roulement pour la salle des machines	20.000	»
1 tableau de distribution, à deux étages et passerelle de manœuvre, avec appareils à haute et basse tension montés sur panneaux en marbre	60.000	»
Câblage à haute et basse tension dans l'intérieur de l'usine	45.000	»
Installation de l'éclairage de l'usine et de ses abords	10.000	»
Bâtiments. — Fondations, cheminées, passerelles, soutes à charbon, réservoirs	700.000	»
Bâtiments, charpentes métalliques	500.000	»
Atelier de réparations avec machines-outils, magasins à huiles, etc	120.000	»
Transformateurs. — Convertisseurs d'excitation avec batterie ; transformateurs réducteurs pour éclairage (3 000/120 volts)	100.000	»
Prix de revient à l'usine (non compris le terrain)	5.000.000	»

TABLEAU XVII.

Dépenses d'exploitation de l'usine.

D'après les calculs, l'usine produirait 100.000 kilowatts-heure par jour.

Pour cette production, les dépenses seraient les suivantes ;

		fr.	c.
Charbon. — Pour 100.000 kilowatts-heure, la dépense sera de 1 k. 2 par kilowatt-heure, soit 120 tonnes par jour, à 14 fr. = 1.680 par jour et par an.....		612.000	»
Entretien, réparations. — 1 1/2 0/0 environ de la valeur du matériel mécanique et électrique.....		15.000	»
Huiles et chiffons. — Huiles pour cylindres	80 »		
Huile pour mouvements.....	40 »		
Chiffons.....	15 »		
135 fr., soit par an.....		42.200	»
Personnel. — Chaufferie.....	159 50 par jour		
Charbon (manœuvres).....	18 »		
Machines.....	150 »		
Magasins.....	15 »		
Ateliers.....	37 50		
Direction.....	50 »		
Total par jour.....	430 » soit par		
k.w.-h. 0,0043 et par an.....		157.000	»
TOTAL des dépenses annuelles à l'usine..		863.200	»

Le prix de revient du kilowatt-heure, sans compter l'intérêt et l'amortissement du capital, serait de 0 fr. 0237.

Si les chaudières étaient chauffées par les gaz perdus des fours à coke, les dépenses annuelles seraient, d'après le tableau XVII de 251.200 francs, et la dépense d'exploitation par kilowatt-heure 0 fr. 007 ; d'après le tableau XV il serait de 1 centime ; en tenant compte des amortissements du capital conformément au devis du tableau XVI, le prix du kilowatt-heure obtenu ainsi serait de 3 c. 2 ou 3 c. 5 par kilowatt-heure suivant que l'on adopte les dépenses d'exploitation 0 c. 7 ou 1 c. et le prix de revient du cheval-heure se réduit à 2 c., 35 ou 2 c., 57.

Prix de revient de l'énergie mécanique dans les usines. — Comparons ce prix de revient du cheval-heure obtenu dans les devis A et B et dans des conditions plutôt pessimistes, avec le prix de revient du cheval-heure dans une usine à vapeur de 50, 100 ou 500 chevaux, en supposant la machine fonctionnant en pleine charge et en prenant par conséquent les conditions optimistes consignées dans le tableau XVIII, emprunté à M. St-Martin (*loc. cit.*)

TABLEAU XVIII

Prix de revient de la force motrice avec moteur à vapeur calculé pour la marche industrielle.

	MACHINE A CONDENSATION		
	Horizontale monocylindrique de 50 chevaux	Horizontale monocylindrique de 100 chevaux	Horizontale Compound de 500 chevaux
Bases du prix de revient :			
Dépenses totales d'installation ..	36.000 fr.	60.000 fr.	200.000 fr.
Consommation de charbon par cheval-heure indiqué (1)..... (allumage compris).	2 kg. 2	1 kg. 9	1 kg. 25
Dépenses annuelles (3.000 heures de marche)			
Combustibles (charbon à 15 fr. la tonne).....	4.950 fr.	8.550 fr.	28.025 fr.
Frais généraux, entretien.....	3.200	5.000	15.000
Salaires.....	3.000	3.600	6.000
Intérêts et amortissement.....	2.880	4.800	16.000
TOTAUX PAR AN....	14.030 fr.	21.950 fr.	65.025 fr.
Nombre annuel de chevaux-heure indiqués.....	150.000	300.000	1.500.000
Prix de revient du cheval-heure effectif (rendement organique 88 %).....	10 c. 8	8 c. 3	5 c. 7

(1) Cette consommation est une consommation moyenne et tient compte non seulement de l'allumage, mais des heures d'arrêt pour le repos de midi.

D'autre part, M. Sauvage (1) estime que les dépenses par cheval-heure effectif avec du charbon à 20 francs la tonne, sont de 5 centimes pour une machine de 500 chevaux, 7 centimes pour une machine de 100 chevaux et 9 centimes pour une machine de 50 chevaux.

D'un autre côté, M. Witz estime que le cheval-heure produit par une machine à vapeur de 100 chevaux revient à 6 c. 71 et à 5 c. 56 s'il est produit par un moteur à gaz pauvre.

Pour une puissance de 500 chevaux la machine à vapeur avec surchauffe l'emporte en rendement sur le moteur à gaz pauvre (2).

Par conséquent, avec des moteurs à vapeur ou à gaz pauvre de notre région, fonctionnant toujours à pleine charge dans les meilleures conditions possibles, on peut produire le cheval-heure à 5 c., 7 c., et 9 centimes, ces prix sont considérablement plus élevés que le prix de revient du cheval-heure dans l'usine électrique.

Conclusion. — Des conclusions générales s'imposent dès maintenant. Les industries minières ont dans les gaz perdus des fours à coke et des hauts-fourneaux une source d'énergie comparable à la houille blanche des pays montagneux. L'idée de se servir de cette énergie a amené logiquement ces compagnies à installer dans leur concession, au voisinage des fours à coke, des usines centrales électriques distribuant l'éclairage et la force aux moteurs disséminés dans l'exploitation.

A Anzin notamment, on convertit en coke tout le poussier de charbon disponible en des fours à récupération et les gaz disponibles ne servant pas au traitement chronique sont brûlés sous les chaudières et alimentent la station centrale qui peut fournir ainsi 1400 chevaux, environ le 1/8 de la puissance totale moyenne utilisée dans la concession (1).

---

(1) Traité des machines à vapeur.

(2) Witz, moteurs à gaz, t. II, p. 1052.

(3) Ce renseignement m'a été fourni par M. François, l'éminent directeur de la Compagnie d'Anzin. Je l'en remercie bien vivement.

Il serait à souhaiter pour notre région que l'industrie des fours à coke devienne assez prospère pour que la houille blanche de nos pays miniers soit suffisamment abondante, non seulement pour fournir la totalité de l'énergie mécanique nécessaire à la mine, mais encore pour alimenter les multiples usines de notre région industrielle.

Mais une production économique de l'énergie n'est pas subordonnée à la prospérité de l'industrie des fours à coke et des hauts-fourneaux, car dans les usines alimentées au charbon d'après les devis et les renseignements nombreux que je vous ai cités, le prix de revient du cheval-heure emprunté aux bornes des génératrices d'une grande usine de plusieurs dizaines de mille chevaux est environ deux à trois fois plus faible que dans une usine de 500 à 50 chevaux à vapeur ou à gaz pauvre.

Mais il y a une objection, c'est que les usines d'une puissance de 10.000 ou 25.000 kws ne se trouvent pas concentrées en un même point d'une ville. Pour réunir cette puissance imposante de 25.000 kws, il faudra grouper un très grand nombre d'industries de 50, 100, 500 chevaux. Mais si toutes ces usines convenaient de prendre leur énergie à cette formidable station centrale, et si on pouvait transporter l'énergie de cette station centrale à chacune de ces usines avec un prix de revient d'une fraction de centime par kw.-heure rendu à l'usine, tous les industriels trouveraient une économie notable et de multiples avantages dans la commande électrique.

La création d'usines centrales de grande puissance, rationnellement installées serait un bienfait public ; l'énergie électrique ne serait plus un objet de luxe comme il l'est encore malheureusement, mais un agent *industriel* à la portée de tous.

QUATRIÈME PARTIE

TRAVAIL RÉCOMPENSÉ AU CONCOURS 1902.

LA TEINTURERIE PNEUMATIQUE

Système L. Dumons,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Celui qui, le premier, eut l'idée de rendre absolument fixe la masse des fibres à teindre et d'animer le bain colorant d'un mouvement circulatoire continu et doué d'une force de pénétration suffisante, doit être considéré comme le véritable inventeur de la *Teinture Mécanique*. Nous ignorons son nom, mais nous nous plaisons à lui rendre, en passant, l'hommage qui lui est dû. Son idée était simple, mais elle était rationnelle ; elle a été féconde. Nombreuses furent les tentatives faites en vue de la réalisation et les machines diverses auxquelles elle a donné naissance. Beaucoup de ces machines, il est vrai, sont des conceptions copiées les unes sur les autres, avec de simples variantes de détail. Néanmoins, un certain nombre d'entre elles, sont entrées dans la pratique industrielle courante et, si elles n'ont pas, tant s'en faut, apporté la solution complète du problème, elles ont, du moins, frayé la voie et rendu d'incontestables services.

Dans ces appareils, le bain colorant est aspiré ou poussé par une pompe rotative ou centrifuge, qui est véritablement l'âme de la machine. Les fibres textiles sont disposées dans un récipient de forme appropriée à leur état, et y sont maintenues fixes et dans une

certaine compression. La pompe, raccordée à ce récipient par une tuyauterie convenablement agencée, aspire, d'un côté, le bain colorant et le refoule de l'autre, produisant ainsi, à travers la matière à teindre, un courant continu, dont la vitesse et, par suite, la pression sont fonction du mouvement de l'organe propulseur.

Au début de nos études sur la question, nous avions été séduits, nous ne le cachons pas, par certaines machines allemandes, et nous avions cru, tout d'abord, qu'on pouvait les utiliser aussi bien pour le travail des matières fragiles et délicates, impossibles à teindre à la main que pour le travail des matières courantes. Les faits n'ont pas répondu à notre attente et les insuccès que nous ont donnés l'emploi de ces machines, au cours de notre carrière industrielle, nous ont conduits à chercher une meilleure solution de cet intéressant problème.

Nous avons d'abord reconnu que, pour atteindre à la perfection des résultats, un bon appareil de *Teinture Mécanique* doit :

1° Donner une circulation absolument régulière, une pénétration uniforme dans toutes les parties de la masse à teindre, tout en respectant l'intégrité des fibres textiles.

2° Permettre une conduite facile et sûre de la température des bains.

3° Placer les deux éléments, circulation et élévation de la température, sous la dépendance des lois précises, faciles à définir dans chaque cas particulier susceptibles de servir de règle dans les opérations ultérieures et de permettre la réalisation facile de l'identité des conditions dans lesquelles a été produite une nuance déterminée.

Nous avons, ensuite, cherché à déterminer les causes des imperfections auxquelles nous nous étions heurtés avec les appareils à teindre les plus répandus. Nous les avons trouvées dans le mode de circulation du liquide tinctorial, qui est loin de répondre aux conditions ci-dessus.

Les plus répandus des appareils à teindre sont basés sur l'action

d'une pompe agissant par propulsion, dans le même sens le plus souvent, et quelquefois par la propulsion et l'aspiration combinées en un mouvement alternatif. Ce mode de circulation est loin d'engendrer un courant homogène et d'intensité égale partout. La pompe donne au liquide une impulsion assez forte et lui communique une force vive considérable. La vitesse qui en résulte correspond bien à une pression ($P = \frac{V^2}{2g}$), V désignant la vitesse. Mais cette pression est, pour ainsi dire, discontinue, et comme constituée par une série de pulsations très rapprochées. La pompe lance, à la suite les uns des autres, une série de paquets d'eau, à des intervalles qui sont très courts mais qui ne sont pas nuls. De là, dans la veine liquide, des solutions de continuité qui, alors même qu'elles n'auraient que l'épaisseur d'une feuille de papier, n'en occasionneraient pas moins une série de chocs moléculaires, insensibles à l'œil, c'est vrai, mais d'un effet feutrant qui n'est pas négligeable. La pression atteint son maximum au point où le liquide sort de la pompe, et va en diminuant, à partir de ce point, au fur et à mesure que la force vive du liquide diminue. Il en résulte forcément une irrigation irrégulière de la masse à teindre, qui entraîne une répartition très inégale du colorant, et, en outre, un martèlement incessant qui entraîne un feutrage assez sensible des parties sur lesquelles viennent frapper les divers éléments d'un courant liquide discontinu.

Telles sont, à notre avis, les causes des insuccès que nous avons obtenus avec les machines à teindre qui nous avaient tout d'abord inspiré une si grande confiance.

Il nous a paru plus rationnel de renverser le problème et de faire du mouvement du liquide la conséquence de la pression à laquelle il est soumis, au lieu de faire de la pression la conséquence du mouvement et de la vitesse dont il est animé et de la force vive qu'il a emmagasinée sous l'action de la pompe. En d'autres termes, au lieu *d'engendrer la pression du courant en donnant au liquide tinctorial une vitesse initiale convenable, nous produisons la vitesse de ce courant en soumettant le liquide à la pression nécessaire.*

La pratique a vérifié la théorie et la caractéristique de notre machine est de produire des teintes parfois uniformes, même dans des appareils de très grande capacité, et de conserver l'intégrité des fibres les plus délicates à un degré qui distance de bien loin les résultats connus des meilleurs appareils à pompe. Dans cette machine, nous avons soumis le mouvement du liquide à une loi précise et immuable, bien connue en physique, tandis que dans les appareils à pompe, la loi du mouvement du liquide est variable, pour des causes très diverses. De plus, dans ces appareils, le tassement des matières textiles est variable et, en tout cas, indépendant de la pression du liquide tinctorial, laquelle n'est pas et ne peut pas être la même dans toute la masse à teindre. Il en résulte forcément ce fait que le courant liquide passe plus aisément dans les parties de moindre résistance et qu'il se produit des chemins dans la masse des fibres.

Dans notre machine, au contraire, le tassement des fibres est produit d'une façon qui ne peut pas ne pas être uniforme, par le liquide tinctorial lui-même maintenu sous une pression constante et égale dans toutes ses parties. De cette particularité résulte une imprégnation égale de tous les éléments de la masse à teindre, une circulation homogène du bain colorant et par suite une coloration absolument unie. La circulation du liquide se fait sans chocs moléculaires et sans bouillonnement ; la masse liquide se transporte, pour ainsi dire, parallèlement à elle même, *sans force vive initiale.* Elle ne peut donc frapper aucune des parties des fibres, d'où absence de toute agglutination et de tout feutrage.

Pour réaliser notre conception, nous avons eu recours à l'air comprimé comme moteur, d'où le nom de *Teinture Pneumatique* que nous avons donné à notre système.

La loi physique qui sert de base à notre procédé de circulation des bains colorants est la suivante :

Dans un fluide incompressible, à l'état de mouvement uniforme (c'est-à-dire à l'état d'équilibre dynamique), où toutes

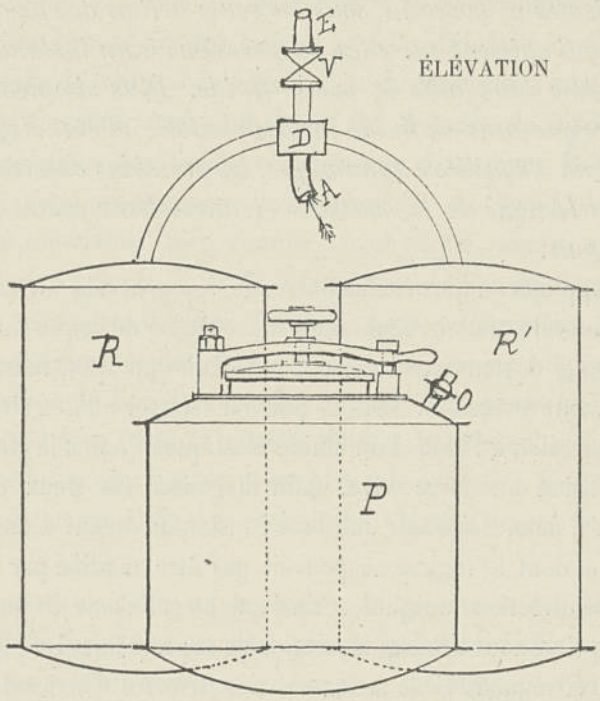
les molécules se meuvent sous la seule action des forces extérieures qui agissent sur elles, la pression, à un instant donné, est la même dans toute la masse fluide. Plus simplement on peut dire que dans un fluide incompressible, à l'état d'équilibre statique ou d'équilibre dynamique, les pressions exercées en un point quelconque de la masse se transmettent égales et dans tous les sens.

Pour appliquer industriellement cette loi générale au cas particulier d'une circulation régulière devant changer de sens à intervalles égaux, nous devions renoncer à l'emploi des pompes, fussent-elles à mouvement réversible. Nous ne pouvions songer qu'à la circulation par compression à l'aide d'un fluide élastique et non à la circulation par impulsion ou force vive. Afin d'égaliser les deux courants inverses, il fallait faire agir une force constante, venant d'une source unique, et dont le régime ne pouvait pas être modifié par le changement de direction du liquide. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, l'air comprimé nous a fourni la solution de ce problème. De plus, pour obvier aux irrégularités de tassement des diverses parties des fibres textiles, il fallait pouvoir déterminer, autour de cette masse et dans la masse elle-même, une compression égale, sinon supérieure à celle des parties les plus tassées. En d'autres termes, il fallait que le liquide, mis en mouvement par l'air comprimé, fût lui-même maintenu sous une pression suffisante.

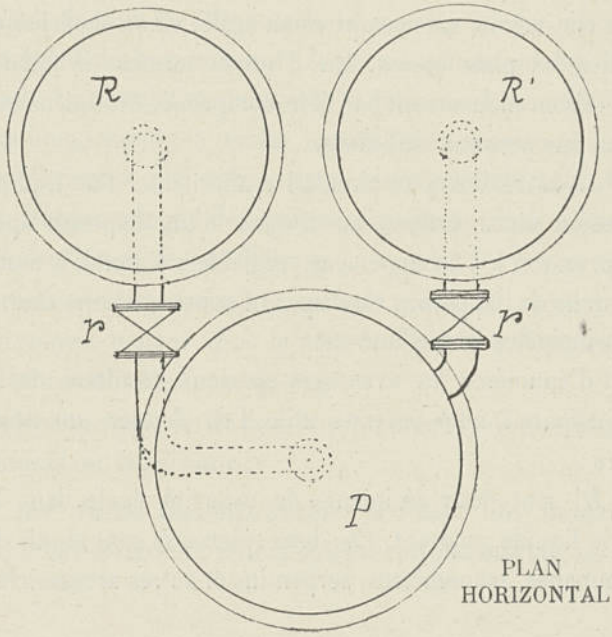
Nous avons réalisé cette circulation alternante d'un liquide, sous une pression assez élevée, au moyen d'un dispositif spécial de *contre-pression* à l'échappement, réglable à volonté, à tout instant de la marche de l'appareil. Ce dispositif constitue l'une des revendications principales de nos brevets.

Avant d'énumérer les avantages spéciaux résultant de l'emploi de notre appareil, nous croyons utile d'en donner une description sommaire :

R et R' sont deux récipients de capacité égale dans lesquels on met le liquide colorant. Ces deux réservoirs sont munis d'entonnoirs, soupapes, manomètres, serpentins et autres accessoires.



ÉLÉVATION



PLAN
HORIZONTAL

P est un troisième réservoir, de capacité égale à la capacité de *R* et de *R'* et dans lequel, au moyen d'un dispositif variable suivant leur état et leur nature, on place les fibres textiles à traiter.

D est un distributeur automatique d'air comprimé.

A est le tuyau d'arrivée de l'air comprimé dans le distributeur *D*.

E est le tuyau d'échappement à l'air libre.

V est une valve destinée à *étrangler* plus ou moins la communication à l'air libre.

O est un robinet d'air placé sur le couvercle mobile du récipient *P*.

r est une valve faisant communiquer le bas du récipient *R* avec le bas du récipient à matière *P*.

r' est une valve faisant communiquer le bas du récipient *R'* avec le haut du récipient à matière *P*.

Au début d'une opération, les récipients *R* et *R'* sont pleins de liquide colorant. Le récipient *P* est rempli de la matière à teindre et d'air. On ouvre le robinet *O* ainsi que la valve *r*, et on fait agir l'air comprimé sur le liquide contenu dans le récipient *R*. Ce liquide passe dans le bas du récipient *P*, traverse de bas en haut (ou de dedans en dehors) la matière à teindre, chasse l'air qu'elle contient, et quand le récipient *R* est vide, ou à peu près, le liquide jaillit par le robinet *O*, le récipient *P* étant complètement rempli. L'ouvrier ferme alors le robinet *O*, et ouvre la valve *r'*, ce qui établit la conjonction du liquide contenu dans le réservoir *R'* avec le liquide qui vient d'envahir le récipient à matière *P*.

A ce moment précis, le distributeur automatique de l'air comprimé renverse le sens du courant, fait passer la pression motrice sur le liquide contenu dans le réservoir *R'*, tandis qu'il met en communication le réservoir *R* avec l'échappement *E*.

La pression déterminée sur la surface du liquide contenu dans le récipient *R'* se transmet égale et dans tous les sens à toute la masse liquide, qui remonte vers le haut du réservoir *P*, force le liquide

qui remplit ce dernier à traverser la matière à teindre de haut en bas (ou de dehors en dedans), et à reprendre le chemin du récipient *R*.

Au bout d'un temps rigoureusement égal à celui que le liquide du récipient *R* avait tout d'abord mis à passer dans le récipient *P*, le liquide du récipient *R'* est venu remplir le récipient *P*, en sorte que le récipient *R'* est vide à son tour et que le récipient *R* s'est rempli de nouveau. A ce moment, le distributeur *D* agit de nouveau, automatiquement, et le mouvement du liquide recommence en sens inverse. Et ainsi de suite, le récipient *P* restant toujours rempli de liquide en mouvement et sous pression, dans un sens ou dans l'autre, et les récipients *R* et *R'* se vidant et se remplissant alternativement.

Ces deux mouvements alternatifs ont des amplitudes égales ; ils sont isochrones dans la rigoureuse acception du terme, et cette circonstance que réalise seul notre appareil, favorise la régularité des dépôts de colorants sur les fibres.

Lorsque l'opération de teinture est terminée, l'air comprimé sert à remonter les bains colorants dans des récipients spéciaux, si on veut les conserver, ou à les envoyer à l'égout s'ils ont cessé d'être utilisables. En continuant à laisser passer le courant d'air comprimé, après le départ des bains colorants, on produit un essorage aussi complet qu'avec les meilleures essoreuses centrifuges. Tout cela n'exige aucune manœuvre, aucun déplacement de la matière, aucune main-d'œuvre supplémentaire.

La description qui précède montre que notre appareil constitue, en résumé, un système de *circulation alternante, sans choc ni bouillonnement, d'un liquide entre deux réservoirs R et R', en passant à travers les matières à traiter, contenues dans un troisième réservoir P*. Ce système est aussi bien applicable à la teinture de *toutes les fibres textiles*, quelle qu'en soit la nature, qu'au blanchiment, au lessivage du linge, à l'épuisement des matières minérales ou organiques, au traitement des graines oléagineuses et

des matières contenant des corps gras, par les dissolvants hydrocarburés. Il suffit de mettre dans le troisième récipient un dispositif approprié à la nature et à l'état de la substance à travailler. C'est ainsi qu'avec des dispositifs spéciaux nous pouvons teindre :

1° La laine en bourre, les blousses, les effilochages, etc.

2° Le coton brut.

3° La laine peignée en rubans (bobines de peignage).

4° Le coton en rubans de carde ou de peigneuse.

5° La laine filée en bobines de renvideurs, en bobines à fils croisés, Ryo ou Alexandre.

6° Le coton filé en bobines de renvideurs, en bobines à fils croisés Ryo ou Alexandre.

7° La laine filée en écheveaux.

8° Le coton filé en écheveaux.

9° Les tresses, lacets et autres articles de passementerie, en laine ou en coton, en pièces pliées et empaquetées.

10° Les chaînes ourdies, sur ensouples ou en boule, etc.

Quant aux avantages spéciaux résultant de l'emploi de notre système, en voici une rapide énumération :

1° Conservation intégrale des fibres textiles qui ne subissent pas d'altération appréciable, même dans le cas de teintures complexes.

2° Perfection du travail de teinture par la régularité des teintes obtenues.

3° Production très facile et très rapide des teintures à l'Indigo au moyen de la cuve à l'hydrosulfite, avec oxydation complète et essorage simultanés, sans toucher à la matière teinte, ce qui évite complètement la production de boutons, si fréquente dans cette teinture. Il n'existe aucun appareil pouvant teindre en indigo, en une seule opération, deux cents kilos et plus de matière, dans des conditions de rapidité et de perfection d'exécution, avec une manutention aussi minime que celle qu'exige notre machine.

4° Suppression totale des buées, si gênantes, en hiver ; suppression des transmissions, essoreuses, pompes, courroies, palans, ponts roulants, et autres engins mécaniques, coûteux d'achat et d'entretien, qui sont remplacés par un simple courant d'air comprimé. Il en résulte une grande réduction des frais d'entretien et l'installation de l'atelier de teinture réunit toutes les conditions d'une hygiène parfaite et d'une sécurité très grande.

5° Grande économie de combustible. La compression chauffe l'air moteur, et les bains colorants rayonnant dans un milieu chaud, perdent beaucoup moins de calorique que dans tous les autres systèmes dans lesquels ils rayonnent dans un milieu relativement froid.

CINQUIÈME PARTIE

DOCUMENTS DIVERS

BIBLIOGRAPHIE

Les Minerais, les Métaux, les Alliages, par E. d'Hubert, docteur ès sciences, professeur à l'École supérieure de Commerce de Paris. 1 vol. in-16 de 96 pages, avec 27 figures, cartonné : (*Encyclopédie technologique*). Librairie J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, à Paris..... 1 fr. 50

Tous les métaux industriels, métaux et alliages, sont des produits fabriqués et dérivent de matières naturelles nommées les *minerais*. Il existe entre les minerais de métaux différents, aussi bien qu'entre les modes de traitement de ces minerais, des ressemblances qui permettent de dégager, des études particulières, quelques considérations générales. Ce sont ces généralités que M. d'Hubert présente dans ce volume.

M. d'Hubert divise l'étude des minerais des produits métallurgiques en deux parties, la première relative aux minerais, la seconde relative aux métaux et aux alliages.

Dans la première partie, il examine successivement la nature des minerais, leur mode de formation probable dans le sol et leur extraction ; puis il indique les procédés généraux des traitements mécaniques et des traitements métallurgiques que ces minerais doivent subir pour l'élaboration du métal qu'ils contiennent.

Dans la deuxième partie, il réunit les qualités des métaux et des alliages qui sont susceptibles de les définir et qui font comprendre les opérations auxquelles ces métaux sont soumis. Connaissant ces

qualités, il peut aborder utilement l'examen des méthodes de travail employées en métallurgie et passer en revue la fonderie, le laminage et l'usine des métaux.

Cet examen des transformations que subissent les matières métalliques, depuis le moment où elles sont extraites du sol, jusqu'au moment où elles constituent des objets manufacturés, fera connaître l'état actuel des procédés de la métallurgie et des moyens par lesquels l'homme modifie pour ses besoins la nature minérale.

L'atelier moderne de constructions mécaniques. — Procédés mécaniques spéciaux et tours de main, par Robert Grimshaw, ingénieur mécanicien (première série). Traduit de l'anglais par A. Lattuga. Un volume in-8 (22,5 × 14) de 394 pages avec 222 figures, 1903. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris..... 10 fr. »

L'industrie métallurgique des États-Unis, non embarrassée de traditions (ou de routines), a su récemment se faire une place que d'aucuns trouvent pour nous inquiétante. Malgré l'élévation des salaires elle peut, en certains cas, livrer ses productions mécaniques en Europe à meilleur compte que nos industriels.

Il n'était pas inutile de faire connaître au public européen les procédés spéciaux, les « trucs » employés en Amérique.

L'éditeur pense avoir atteint ce but en choisissant un ouvrage américain déjà connu et en le faisant traduire, avec l'autorisation et sous la direction de l'auteur même ; celui-ci, ingénieur expérimenté et rédacteur de journaux dans cette importante branche de l'industrie, est aujourd'hui universellement connu.

Les nombreuses figures du volume sont présentées avec le plus grand soin et ont permis de réduire le texte à des indications concises.

L'ingénieur américain, dit-on, adopte toujours la solution qui se présente la première à son esprit sans rechercher ce qui a été fait

avant lui. C'est ce qui donne sans doute une originalité si incontestable à ce petit ouvrage. L'auteur a cherché principalement à exposer comment les industriels des États-Unis cherchaient à atteindre les résultats suivants : 1° précision de la production ; 2° fabrication en masse à bas prix ; 3° interchangeabilité des parties composantes des machines ; 4° adaptabilité du produit à l'emploi par des ouvriers ordinaires, sans éducation spéciale préalable ; 5° durabilité du produit ; 6° faire des pièces sur des machines dont la capacité normale n'est pas prévue pour de telles dimensions ; 7° effectuer des opérations spéciales sur des machines dont le but originel est tout à fait différent : comme, par exemple, fraiser sur le tour, la machine à percer ou la raboteuse.

L'ingéniosité et l'exactitude de main-d'œuvre des ouvriers français, combinées avec ces méthodes « transatlantiques », doivent produire des résultats inappréciables à des prix qui leur ouvriraient des marchés jusqu'à présent fermés à leurs efforts.

Recueil d'expériences élémentaires de physique, publié avec la collaboration de nombreux physiciens, par Henri Abraham, maître de conférences à l'École Normale, secrétaire général de la Société Française de Physique, deux vol. in-8 (22,4 × 14). Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6e) : 1re Partie : *Travaux d'atelier. Géométrie et Mécanique. Hydrostatique. Chaleur.* Vol. de xii-247 pages avec 260 figures ; 1904. Broché, 3 fr. 75 ; Cartonné toile, 5 fr. — 2e Partie : *Acoustique. Optique. Électricité....* (*Sous presse*)

Le Conseil de la Société Française de Physique a autorisé M. Abraham à faire appel aux membres de la Société pour réunir les éléments d'un *Recueil d'Expériences élémentaires de physique.*

Un grand nombre de physiciens ont apporté leur concours à cette tentative de multiple collaboration, en envoyant aussitôt des descriptions d'expériences et des indications bibliographiques. Plusieurs

professeurs ont bien voulu communiquer les cahiers contenant les résumé des expériences faites pendant leurs cours.

En particulier M. Jules Lemoine, professeur au lycée Louis-le-Grand, a écrit le premier Chapitre de ce Recueil. Ces *Travaux d'atelier* ont été rédigés en s'inspirant des cours de travail manuel qui ont été réorganisés à l'École Normale supérieure, avec le concours de M. A. Dufour, agrégé-préparateur à l'École. Le *travail du verre*, notamment, est le résumé de notes prises pendant les excellentes leçons de M. Berlemont.

Ce Recueil a été partagé en deux volumes qui correspondent dans leur ensemble aux programmes des classes de Seconde et de Première. Mais les cadres de ces programmes ont été largement débordés en vue d'autres enseignements, et, notamment, en vue de la classe de Mathématiques élémentaires.

Les expériences décrites dans cet ouvrage sont des *manipulations*. On reconnaîtra facilement, pour beaucoup d'entre elles, qu'un changement d'échelle ou l'emploi des projections peuvent les transformer en expériences de cours, et nous l'avons rappelé à plusieurs reprises.

Mais ces descriptions ne sont accompagnées d'aucune théorie. La seule incursion que l'auteur se soit permise sur ce terrain a été d'attirer à tout instant l'attention du lecteur sur le degré de précision des mesures, sur l'ordre de grandeur des choses, sur la nécessité ou l'inutilité d'une correction et sur la présentation graphique des phénomènes.

Par contre, tout en étant forcé d'être bref, l'auteur s'est attaché à décrire les moindres détails de montage et à indiquer les valeurs numériques adoptées pour toutes les quantités intervenant dans chaque expérience.

Il n'a pas cru devoir adopter un système de montages uniformes où l'on aurait toujours employé les mêmes accessoires. Il a cherché au contraire à les varier le plus possible. Et ces montages ne nécessitent, le plus souvent, que des objets usuels, afin que les expériences

puissent être répétées à la maison, ou, du moins, dans un laboratoire outillé.

Il a rassemblé certaines recettes particulières et quelques tours de main d'atelier, par ordre alphabétique, en un supplément qui fait suite au chapitre 1er.

Un appendice, placé à la fin de chaque volume, contient un certain nombre de constantes physiques et des tableaux de valeurs numériques pour quelques fonctions usuelles.

Manuel-guide de la fabrication du sucre *à l'usage des fabricants de sucre, directeurs et chimistes de sucrerie, etc. et plus spécialement des contremaîtres et surveillants de cette industrie*, par R. Teyssier, licencié ès sciences, ingénieur chimiste, ancien chef de laboratoire de la sucrerie de Méru, lauréat de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des Colonies. Un vol. in-8° carré de 428 pages, avec 128 figures. C. Naud, éditeur, 3, rue Racine, Paris (6e).. 9 fr. »

Ce *Manuel*, n'a pas eu la prétention d'être un traité complet de fabrication du sucre, ni un livre de chimie appliquée à la sucrerie, mais un livre *simple* et *méthodique*.

C'est ainsi que pour chaque appareil, son *anatomie*, en quelque sorte, c'est-à-dire sa simple description a été séparé de sa *physiologie*, c'est-à-dire des conditions de son fonctionnement.

On suit le contremaître dans les diverses parties de la fabrication, et tour à tour on apprend comment on prépare l'usine à la mise en route, comment on la dirige en marche normale, les divers cas qui peuvent survenir pour entraver le cours normal de la fabrication, etc.; enfin il n'est pas oublié non plus qu'un chef de fabrication ou qu'un contremaître n'a pas seulement des machines à diriger mais qu'il a aussi sous ses ordres des hommes et des ouvriers chargés du fonctionnement des divers appareils, avec lesquels il doit se trouver en contact constant. Or, il est quelquefois plus facile de diriger des machines que des hommes ! Il est tenu compte de cette *psychologie*

du contremaître ; c'est pour cela que dans ce livre l'auteur s'est efforcé de mettre un peu de la vie et de l'action qu'on rencontre toujours dans une sucrerie en pleine marche.

Le livre se termine par des tables et par nombreuses notes qui groupent d'une façon très précise les principales données en vue de la construction et de la disposition du matériel de sucrerie.

L'année technique (1902-1903). *Locomotion et moyens de transports. Production et emploi de la force motrice. Travaux publics et architecture. Technologie générale. Astronomie et cosmographie*, par A. Da Cunha, ingénieur des arts et manufacture, avec *Préface* de M. Paul Bodin, président de la société des ingénieurs civils de France. Un beau vol. grand in-8 de VIII-303 pages avec 130 fig. ; 1903. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, (6e) Paris..... 3 fr. 50

Indiquer les grands travaux, les découvertes marquantes, les progrès industriels et scientifiques d'une année entière, telle est la tâche que s'impose M. da Cunha en publiant l'*Année Technique*.

En études claires, concises, rapides, en tableaux vifs et attachants, en vues lumineuses, librement, facilement, passe sous nos yeux et entre dans notre esprit la récente invention comme les applications nouvelles de principes déjà connus, la dernière entreprise hardie comme les perfectionnements réalisés dans chaque industrie.

C'est une série de choses actuelles, attrayantes, où rivalisent et se mêlent élégance et profondeur. C'est une nourriture concentrée, solide et brillante.

Travaux urbains de la Capitale, productions de la grande industrie, initiatives privées, grandes et petites inventions, automobilisme, aérostation, architecture, astronomie, tout ce qui éveille la curiosité et captive l'attention est exposé au lecteur, à l'ingénieur, à l'homme du monde, au profane même qu'une intelligente curiosité pousse vers la science et qui veut en connaître les secrets et les mystères

TABLE DES MATIÈRES.

BIBLIOTHÈQUE

Les minerais, les métaux, les alliages, auteur E. d'Hubert docteur es-sciences, professeur à l'Ecole supérieure de commerce de Paris. — Librairie, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris (1903) (Don des Editeurs).

La diminution des frais de Justice. Réforme fiscale. Réforme de la procédure. Réforme des offices ministériels. Auteur : Ch. Desreumaux. — Éditeurs, Marchal et Billard, place Dauphine, 27, Paris (1903) (Don de l'Auteur).

In felice, roman adapté de l'Anglais, par Tib. — (Don de Madame Charles Soyez).

Loi du 9 avril 1898 modifiée par la loi du 22 mars 1902, sur les accidents du travail. Auteurs A. Mourral et A. Berthiot. — Éditeurs Sirodot et Carré, rue Amiral-Roussin, 40, Dijon (1903). (Don des Éditeurs).

Le Pérou. Lima, 1903. Publication officielle du Ministère des Affaires étrangères du Pérou. (Don du Consulat du Pérou, de Dunkerque).

La teinture du coton et des fibres similaires avec les colorants de la Manufacture Lyonnaise de matières colorantes, Lyon. (Don de la Manufacture).

Fortschritte der Theerfarbenfabrikation und verwandter Industriezweige. Auteur, Dr P. Friedlaender. Éditeur Julius Springer 5e partie 1897-1900. Berlin (1901). Acquisition faite par la Société.

Compte-rendu des opérations et de la situation de la Caisse Générale d'Épargne et de Retraite, instituée par la loi du 16 mars 1865. Royaume de Belgique. (Don du Ministère).

Études des Gîtes minéraux de la France, Bassin Houiller et Permien de Blangy et du Creusot, fascicule n° 1, statigraphie (1 volume, 1 Atlas), par M. Delafond, inspecteur général des mines. — Imprimerie Nationale Paris, MDCCCCII. (Don du Ministère).

Le Génie Civil, IIe Table générale des matières, Tomes XXI à XL, 1892-1902. (Acquisition faite par la Société).

Association française pour l'avancement des Sciences. 31e Session, Montauban. (Don de M. Faucheur).

La crise de l'Industrie linière et la concurrence victorieuse de l'Industrie cotonnière. Auteur, Albert Aftalion. — Éditeur, L. Larose, 22, rue Soufflot (1904). (Don de l'Éditeur).

Coup d'œil rétrospectif sur le procédé de fabrication de la soude à l'ammoniaque. Auteur Ernest Solvay, — Éditeur Veuve Monnon, 32, rue de l'Industrie, Bruxelles. (Don de l'Auteur).

L'Électricité dans les mines en Europe, auteur M. Emile Guarini, 70, boulevard Charlemagne, Bruxelles. — Éditeur Ramlot frères et sœurs, 25, rue Grétry, Bruxelles. (Don de l'Auteur).

Société de Secours des Amis des Sciences. Compte-rendu du quarante-sixième exercice (19 juin 1903). Auteur L. J. Thénard. — Éditeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (1903). (Don de l'Éditeur).

Revue technique de l'Exposition Universelle de 1900. Auteur Ch. Jacomet. — Éditeur E. Bernard, 29, quai des Grands-Augustins, Paris (1903). (Don de l'Éditeur).

L'Annuaire du bureau des longitudes (1904). — Éditeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

Cours de mathémathiques supérieures à l'usage des candidats à la licence ès-sciences physiques. Auteur : M. l'Abbé Stoffaes. — Éditeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. (Don de l'Éditeur).

L'atelier moderne de constructions mécaniques. Procédés mécaniques spéciaux et tours de main. Auteur ; M. Robert Grimshaw, ingénieur mécanicien, traduit de l'anglais par A. Lattuga. — Éditeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (1903). (Don de l'Éditeur).

Recueil d'expériences élémentaires de physique. Auteur : H. Abraham — Éditeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (1904). (Don de l'Éditeur).

Manuel Guide de la fabrication du sucre : Auteur : R. Teyssier. — Éditeur C. Naud, 3, rue Racine à Paris (1904). Don de l'Éditeur).

L'Année Technique (1902-1903), par A. Da Cunha. — Éditeur Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. (Don de l'Editeur).

La Question sucrière en 1903. Valeur et rôle alimentaires du sucre chez l'homme et chez les animaux, par L. Grandeau. — Berger-Levrault et Cie, libraires-éditeurs, 5, rue des Beaux-Arts, Paris (acheté par la Société).

SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE DES SOCIÉTAIRES

SOCIÉTAIRES NOUVEAUX

Admis du 1er Novembre au 31 Décembre 1903.

N° d'inscription	MEMBRES ORDINAIRES		
	Nom.	Profession.	Résidence.
1083	PITTET.....	Ingénieur à la Cie Franco-Américaine de Lesquin.	14, rue Thiers, Lille.
1084	Ch.-A. WUILLAUME	Industriel.	Frelinghien.
1085	CORRE.....	Directeur de l'École Nationale d'Arts et Métiers à Lille.	Boulevard Louis XIV, Lille.
1086	COQUELIN.....	Ingénieur de la traction du chemin de fer du Nord à Lille.	242, rue Solférino.
1087	LANGLOIS.....	Ingénieur.	18, place Cormontaigne, Lille.
1088	ANTOINE.....	Ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant de produits à polir.	22, rue Marais, Lille.
1089	DECROIX.....	Banquier.	8, façade de l'Esplanade, Lille.
1090	GRUSON.....	Fabricant de coffres-forts.	21, rue Royale, Lille.
1092	STIÉVENART.....	Cables et cordages.	Lens (P.-de-C).
	MEMBRE FONDATEUR		
*1091	ROLANTS.....	Chef de laboratoire à l'Institut Pasteur.	67, rue Brûle-Maison.

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.

Lille Imp. L. Danel