

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

DU NORD DE LA FRANCE

11^e ANNÉE.

N^o 45. — QUATRIÈME TRIMESTRE 1883.

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ :

A LILLE, rue des Jardins, N^o 29

LILLE

IMPRIMERIE L. DANIEL

1883.

SOMMAIRE DU BULLETIN N° 45.

1^{re} PARTIE. — TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ :

	Pages.
Assemblées générales mensuelles.....	367 et suiv.

2^e PARTIE — TRAVAUX DES COMITÉS (*Résumé des procès-verbaux des séances*) :

Comités du Génie civil et de la Filature réunis	381
— de la Filature	384
— des Arts chimiques.....	386
— du Commerce et de l'Utilité publique.....	389

3^e PARTIE. — TRAVAUX ET MÉMOIRES PRÉSENTÉS A LA SOCIÉTÉ :

A — *Analyses* :

M. BÉCHAMP. Le choléra.....	370
M. CORNUT. Vitesse des pistons dans les machines à vapeur horizontales.....	375

B — *Mémoires in extenso* :

M. GOGUEL. Broches des métiers à bague.....	395
D ^o Appareil à aiguiser les cardes.....	400
M. SÉE. Étude sur la meunerie	403
M. LADUREAU. Du rôle de l'acide carbonique dans la formation des tissus végétaux.....	437
M. WITZ. De l'action de paroi dans les moteurs à gaz tonnant.....	

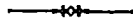
4^e PARTIE. — DOCUMENTS DIVERS :

Ouvrages reçus par la bibliothèque.....	465
Supplément à la liste générale des sociétaires	466

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France.

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



BULLETIN TRIMESTRIEL

N° 45.



11^e Année. — Quatrième Trimestre 1883.



PREMIÈRE PARTIE.



TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.



Assemblée générale mensuelle du 26 octobre 1883.

Présidence de M. MATHIAS.

Procès verbal

Il est donné lecture du procès-verbal de la séance du 26 juillet. — Aucune observation n'étant faite, le procès-verbal est adopté.

M. LE PRÉSIDENT ouvre la séance par quelques paroles de bienvenue pour les membres de la Société qui, pour la 12^e fois, se réunissent après deux mois de vacances. — L'Administration n'est pas restée inactive pendant ces deux mois ; l'étude de M. le Marquis d'Audiffret sur les caisses de retraite et la délibération de l'Assemblée générale relativement au projet

de loi sur les accidents, ont été adressés à tous ceux que ces questions peuvent intéresser et ont produit une certaine émotion dans le monde industriel, comme l'attestent divers articles de journaux spéciaux. — La Société Industrielle du Nord étend ainsi sa renommée et son influence, et M. le Président remercie les Membres qui ont bien voulu par leur travail coopérer à cet heureux résultat.

Décès de
MM. DUTILLEUL,
FRICHOT
et VERKINDER.

M. LE PRÉSIDENT annonce ensuite à l'Assemblée la perte douloureuse qu'elle a éprouvée dans ces trois derniers mois, par le décès de M. Jules Dutilleul, sénateur, maire de Lille, de M. Frichot et de M. Verkinder, membre fondateur.

M. Dutilleul a été trop souvent empêché par ses hautes occupations, et plus tard par son état de santé, d'assister à nos séances, mais les services qu'il a rendus à la ville de Lille, sont présents à la mémoire de tous et c'est avec un profond regret que nous voyons disparaître de la liste des membres de la Société, un nom qui en était l'honneur.

M. Frichot était un de nos plus assidus et zélés coopérateurs; nos Bulletins lui doivent d'intéressants articles; il venait de pourvoir à un prix qui devra être décerné cette année, et il avait manifesté l'intention de continuer annuellement cette généreuse offrande. La Société a donc perdu en M. Frichot un de ces membres méritants qui lui apportent ce triple concours: temps, travail et argent.

M. Verkinder, l'un de nos membres fondateurs, était aussi l'un des plus anciens et des plus généreux bienfaiteurs de la Société. Pendant onze années consécutives M. Verkinder a consacré 600 fr. à l'encouragement de l'étude des langues étrangères, et les prix « *Verkinder* » ont certainement contribué au relèvement de ce genre d'études dans notre région. — Aussi faut-il espérer que les prix analogues fondés par M. Hartung et par le Conseil d'administration atteindront le but qu'on se propose et développeront de plus en plus l'émulation de la jeunesse lilloise.

L'Assemblée s'unit par un assentiment unanime aux éloges et aux regrets exprimés par M. le Président.

Correspondance
Excuses. M. CORNUT et M. E. ROUSSEL s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Le journal de
la Meunerie. Le *journal de la Meunerie* envoie à titre de spécimen son premier numéro. — Renvoyé à l'appréciation du Comité du Génie civil avec pressante recommandation.

M. HARMEL,
M. BOUGAREL,
La Chambre
de Commerce
de Lyon. M. HARMEL, flateur du département de la Marne, demande deux exemplaires de la délibération sur les accidents.

M. BOUGAREL, ingénieur à Paris, nous écrit au même sujet et nous envoie un rapport sur la même question, publié par la Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de Paris.

La Chambre de Commerce de Lyon nous adresse un exemplaire de sa délibération du 21 juin.

M. LE PRÉSIDENT fait remarquer que ces divers documents contiennent l'approbation des conclusions du rapport de M. Piéron et qu'ils viennent corroborer ce qu'il a dit à l'ouverture de la séance.

M. POLONGEAU. M. Émile POLONGEAU, directeur du matériel des chemins de fer des États-Autrichiens, a envoyé à M. Mathias, sur sa demande, le texte de la demande de la loi du 15 mars 1883 sur « la modification et l'achèvement de l'organisation des professions industrielles » en Autriche. — Renvoyé au génie civil.

DÉPIERRE. M. DÉPIERRE, ingénieur-chimiste, à Marienthal, en Basse-Autriche, adresse un exemplaire de son ouvrage sur les machines à laver. — Des remerciements lui seront adressés. — Cet ouvrage sera soumis à l'appréciation du Comité de la Filature.

Exp sition
de Rouen. La Commission d'organisation de l'Exposition qui doit avoir lieu à Rouen en 1884, envoie un certain nombre de circulaires

et documents imprimés. — Ces documents seront distribués aux membres de la Société qu'ils peuvent intéresser.

Présentations. Il est donné lecture de la liste des présentations. Trois candidats y sont inscrits ; le scrutin pour leur admission aura lieu à la prochaine séance.

Lectures. M. GOGUEL rend compte de la broche de MM. Ripley et Brigg, pour métiers à filer à bagues.⁽¹⁾

M. GOGUEL.
Broches
des métiers
à bagues.

Il signale en outre un nouvel appareil à aiguïser les garnitures des cartes à coton.⁽²⁾

Appareil
à aiguïser
les cartes.

M. A. BÉCHAMP.
Le choléra.

M. BÉCHAMP s'excuse d'abord de faire à la Société Industrielle une communication sur une question purement médicale. S'il a été obligé de s'y décider, c'est que M. Dubar, Président du Comité de l'Utilité publique, a jugé que le sujet, traité d'abord incidemment au Comité, pourrait intéresser d'autres membres de la Société.

L'utilité des quarantaines est encore contestée parce que les savants ne sont d'accord ni sur le fait de la contagiosité du choléra, ni sur la cause productrice de cette maladie.

M. Béchamp, appuyé sur les faits et sur l'histoire de la propagation du choléra, depuis les Bouches du Gange jusqu'à Paris, de 1817 à 1832, s'est efforcé de démontrer que le système des germes morbifiques préexistants, tel que l'enseigne M. Pasteur, est inadmissible et prouve que, dans ce système, les quarantaines loin d'être préservatrices, seraient nuisibles et même dangereuses. Or, si on a contesté leur utilité, personne n'a osé soutenir qu'elles fussent une cause d'accroissement de l'épidémie.

Avec tous les grands médecins, M. Béchamp reconnaît que le choléra, comme toutes les maladies proprement dites, naissent de nous et en nous, sous les influences multiples que les nosologistes savent depuis longtemps spécifier. Ses recher-

(1) (2) Voir à la 3^e partie.

ches sur les microzymas lui ont permis de fournir un point d'appui solide à la doctrine médicale. Quand sous l'influence de causes diverses, notamment de la misère physiologique, nous sommes atteints d'une maladie, les microzymas de nos tissus deviennent morbides et peuvent communiquer la maladie à d'autres sujets qui ont la réceptivité nécessaire, si elle est contagieuse. Mais les microzymas, morbides dans le malade, deviennent inoffensifs s'il succombe, et cela peu de temps après la mort, lorsque les phénomènes de la putréfaction se sont manifestés dans le cadavre. Les quarantaines sont instituées surtout en faveur de ceux dont la réceptivité a été exagérée par une longue durée de mauvaises conditions hygiéniques qui ont créé en eux la *misère physiologique*; en les protégeant, les quarantaines protègent aussi les forts.

M. Béchamp termine en citant le passage d'un discours de M. Ferdinand de Lesseps, sur l'influence préservatrice du courage et d'une volonté forte pour résister à l'atteinte du choléra et des maladies épidémiques. La peur, dit M. Béchamp, est une passion terriblement débilante !

Assemblée générale mensuelle du 30 novembre 1883.

Présidence de M. Aug. WALLAERT.

Procès verbal. Il est donné lecture du procès-verbal de la séance du 26 octobre. Aucune observation n'étant faite, le procès-verbal est adopté.

En ouvrant la séance M. le Président entretient l'Assemblée des hautes fonctions auxquelles M. Mathias vient d'être appelé par la Compagnie du Nord. Cette nouvelle situation obligeant M. Mathias à résider désormais à Paris on pouvait craindre que cette circonstance ne le déterminât à se démettre de la présidence de la Société Industrielle, mais comme ces mêmes fonc-

tions nécessiteront pour lui de fréquents voyages à Lille, le Conseil d'administration a pensé que cette considération pourrait l'engager à ne pas priver la Société de son concours si précieux et si fécond. On sait que ce n'est jamais en vain qu'on fait appel au dévouement de M. Mathias et qu'on invoque sa sympathie pour la Société Industrielle et M. Wallaert est heureux d'annoncer à l'Assemblée que M. Mathias cédant aux instances très-vives des membres du Conseil veut bien conserver la présidence. Il désire cependant que ces instances soient ratifiées par un vote de l'Assemblée générale. Cette proposition est mise aux voix et adoptée à l'unanimité aux applaudissements de l'assistance. L'Assemblée vote ensuite à l'unanimité que des remerciements seront adressés à M. Mathias.

Correspon-
dances.
Excuses.

M. Paul Crépy, frappé par un deuil de famille, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

Exposition
de Rouen.

La Commission d'organisation de l'Exposition industrielle de Rouen demande le concours de la Société pour faire donner de la publicité à son œuvre parmi les industriels du Nord. A cet effet elle a envoyé des documents imprimés qui sont tenus à la disposition des personnes que la question intéresse. En outre le Conseil a décidé que la Société, comme elle l'a fait en 1878, exposera ses Bulletins, Jetons et Médailles.

Société de
Saint-Pierre-
les-Calais.

La Société Industrielle de St-Pierre-les-Calais demande communication de nos statuts. Un exemplaire lui en a été envoyé.

Projet
d'enseignement
de
la meunerie.

M. L. PIÉRON, président du Comité du génie civil a adressé la lettre suivante à M. le Président du Conseil :

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

M. Paul Sée notre collègue a écrit sur la situation de la meunerie française une brochure pleine d'intérêt. Il a bien voulu présenter au Comité du génie civil une communication qui ne

manquera pas d'éveiller l'attention sur une question aussi grave. En même temps que je viens vous demander la mise à l'ordre du jour de cette communication, pour être lue en assemblée générale, j'ai l'honneur de vous soumettre l'une des conclusions de la brochure dont je viens de parler.

« Cette importante branche du travail national, qui a été
» longtemps une industrie française par excellence et qui,
» quoique menacée, ne doit pas et ne peut pas disparaître,
» n'est enseignée nulle part dans notre pays.

» Nous avons des écoles de mécanique, de tissage, de filature, de teinturerie et de métiers de toute sorte, mais pour l'industrie qui touche à la base de l'alimentation humaine, rien. Les allemands nous donnent l'exemple, cependant.

» L'école de meunerie de Worms fonctionne depuis 1861 et a donné d'excellents résultats. Elle reçoit annuellement de 40 à 50 élèves.

» Une autre école a été fondée à Chemnitz et incessamment va s'en ouvrir une troisième en Autriche-Hongrie.

» Voici un résumé du programme de l'école de Worms :

» L'enseignement est à la fois théorique et pratique,

» Il comprend la chimie, la mécanique générale, la technologie, l'étude des céréales destinées à la mouture, leurs culture, emmagasinement, conservation, maladies, propriétés spéciales au point de vue de la mouture et de la purification ;

» La construction, l'exploitation des moulins ;

» L'étude des meules, des cylindres et autres machines et méthodes de meunerie ;

» Le dessin, le commerce, la géographie, la comptabilité, les finances ;

» Les notions sur la conduite et la tenue des chevaux ;

» La micrographie et l'essai des farines ;

» Les élèves sortant de cette école sont parfaitement accueillis par les minotiers.

» Il est temps de créer en France un semblable enseignement en lui ajoutant celui de la boulangerie et des autres industries alimentaires. »

» N'est-il pas désolant que cette industrie, dont dépend la santé publique, soit entièrement abandonnée à la routine ? »

Le Comité du génie civil pense que l'Institut industriel et agronomique du Nord de la France pourrait combler la regrettable lacune que M. Sée a mise en lumière. Ce serait une nouvelle preuve des services si distingués que cet établissement rend à l'industrie. En conséquence, le Comité du génie civil a émis le vœu que la Société adressât à M. le Directeur de l'Institut copie des conclusions citées plus haut et lui demandât de vouloir mettre cette question à l'étude

Veillez agréer, M. le Président, l'expression de mes sentiments les plus dévoués.

L. PIÉRON.

Sur la proposition du Conseil, l'Assemblée accueille le vœu du Comité et décide que des démarches seront faites auprès de la direction de l'Institut industriel.

Seancepublique

M. LE PRÉSIDENT informe l'Assemblée que le Conseil a fixé la date de la séance publique annuelle au dimanche 20 janvier. Une conférence sur les chemins de fer sera faite par M. Sartiaux. M. Terquem, dans une lettre dont il est donné lecture avait offert de demander et d'obtenir le concours de M. Fouqué, professeur de minéralogie au Collège de France, mais les arrangements avec M. Sartiaux étant conclus antérieurement à cette proposition, le Conseil espère que M. Terquem voudra bien lui conserver son obligeante intervention pour l'année prochaine.

Scrutin.

Il est procédé au dépouillement du scrutin pour l'admission de huit nouveaux membres présentés en Octobre.

A l'unanimité MM.

Obin, teinturier à Lille, présenté par MM. A. Renouard et Em. Roussel ;

Bère, ingénieur des manufactures de l'État, présenté par MM. Mathias et Piéron ;

Henri Wallaert, filateur, présenté par MM. A. Wallaert et Léon Gauche ;

André Crépy, filateur, présenté par MM. Alfred et Paul Crépy ;

Witz, ingénieur, professeur à la Faculté libre, présenté par MM. A. Renouard et Schmitt ;

Etienne, ingénieur des ponts et chaussées, sous-directeur de l'Institut, présenté par MM. Olry et Piéron ;

Stoclet, ingénieur des ponts et chaussées, professeur à l'Institut, présenté par MM. Olry et Piéron ;

Bergeron, professeur de la Faculté de médecine de l'Etat, présenté par MM. Viollette et P. Crepy ;
sont proclamés membres de la Société.

Lectures.
M. CORNUT,
Vitesse
des pistons
dans
les machines
à vapeur
horizontales.

M. CORNUT se propose d'examiner l'influence que peut avoir la vitesse linéaire du piston dans les machines à vapeur horizontales, sur la durée et sur l'économie de la machine. Après avoir démontré que cette vitesse varie pour chaque position de la manivelle il insiste sur l'importance de considérer au point de vue de la construction, la vitesse maxima et non la vitesse moyenne.

Il fait ensuite l'historique des vitesses maxima adoptées par les constructeurs : Watt ne dépassait pas 0^m91 ; en 1849 Bourdon construisit des machines donnant 1^m858 et ce maximum a fait loi pendant 6 ans ; en 1855 Farcot a poussé la vitesse à 2^m52 et c'est avec une sorte de terreur que l'on employait ces machines qui donnaient lieu cependant à de notables économies d'installation, d'emplacement et de combustible. En 1867 l'exposition universelle apportait des machines

américaines plus hardies encore : les Corliss marchaient à 3^m09. A l'Exposition Universelle de 1880 on avait fait un nouveau pas en avant : les moteurs de Brown fonctionnaient à 3^m725, ceux de Wheelock à 3^m882. M. Cornut ne parle que pour mémoire des locomotives qui atteignent 6^m183 sur les trains à outrance marchant à 100^{km} à l'heure (1). Il y a là en effet des circonstances spéciales qui écartent toute étude comparative avec les machines fixes dont il s'occupe spécialement. En présence des avantages réels constatés jusqu'ici, M. Cornut se demande si l'augmentation de vitesse est une cause efficiente de ces avantages et si l'on doit s'appliquer à l'augmenter encore, ou s'il ne faudrait pas au contraire s'arrêter ou se restreindre dans cette voie. Ces avantages sont évidents quant au prix d'achat et à l'emplacement, puisque les dimensions de la machine sont, pour un même travail, sensiblement en raison inverse de la vitesse ; mais ils deviennent moins évidents quant à la dépense de combustible et il peut bien n'y avoir que coïncidence d'un résultat tenant à quelque autre cause ; c'est ainsi qu'une locomotive ne consomme que 11^k720 de vapeur par cheval tandis qu'une machine fixe sans condensation en consomme 14 à 16 k. (2), mais la première emploie sa vapeur à 10 k. par cq au lieu de 5 à 6 ; il se produit en outre dans la locomotive une compression plus forte que dans les machines fixes. Il en résulte donc que l'excès de vitesse peut ne pas être la seule cause de l'économie constatée. D'un autre côté, M. Cornut fait ressortir que plus on augmente la vitesse d'un organe mécanique en mouvement plus il importe que l'ajustage en soit parfait si l'on veut avoir toute sécurité sur la régularité de sa marche normale, et n'avoir pas d'arrêts à redouter. Cette dernière considération l'amène à penser qu'on

(1) Note donnée par M. Mathias.

(2) Expériences de MM. Hirsch, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, et Marié, ingénieur de la C^{ie} P. L. M.

peut sans inconvénients et même avec de grands avantages adopter les grandes vitesses actuelles et peut-être même encore les augmenter, mais à la condition expresse que les machines soient irréprochables de construction.

Il s'est trouvé des machines à grande vitesse qui n'ont rendu que de mauvais services ; il a été démontré que l'ajustage en était négligé. M. Cornut rappelle encore que si l'initiative des augmentations de vitesse a donné des résultats économiques d'un avantage incontestable, c'est que l'idée en a été conçue et surtout appliquée par des constructeurs de premier ordre, MM. Bourdon et Farcot.

M. Cornut conclut en recommandant aux industriels l'emploi des machines à grande vitesse mais sous la condition absolue de n'en confier l'exécution qu'à des constructeurs de premier mérite.

M. Paul SÈZ,
La meunerie.

M. Paul SÈZ expose la situation actuelle de l'industrie de la meunerie et compare ce qui a été fait à l'étranger et ce qui existe en France.⁽¹⁾

M. LADUREAU.
Assimilation
du carbone
par
la betterave.

M. LADUREAU décrit les expériences auxquelles il s'est livré cette année sur la culture de la betterave dans certaines conditions déterminées, dans le but d'établir quelle part revient à l'acide carbonique de l'air et à celui du sol dans la formation des tissus et autres éléments hydrocarbonés de cette plante.⁽²⁾

Assemblée générale mensuelle du 29 décembre 1883.

Présidence de M. MATHIAS.

Le procès verbal de la séance du 30 novembre est lu et adopté.

M. le Président MATHIAS témoigne à l'assemblée ses remer-

(1) (2) Voir à la 3^e partie.

ciements du nouveau témoignage de sympathie qu'il vient d'en recevoir. — Obligé de quitter Lille après 37 ans d'un séjour des plus agréables, il éprouvait un vrai bonheur de s'y sentir rattaché non-seulement par les liens de l'amitié, mais aussi par des devoirs à remplir. En le maintenant comme Président, malgré son éloignement, la Société industrielle lui impose un devoir de plus, mais il est heureux de l'accepter et cherchera à justifier cette marque de confiance et de bienveillance.

M. Mathias termine en adressant ses plus sincères remerciements aux membres du Conseil d'administration dont le concours si affectueux et si infatigable lui permet de conserver sa place parmi eux et renouvelle l'expression de sa gratitude envers l'assemblée qui a émis un vote dont il a été très touché.

Correspondance.

M. SCHMITT s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

Excuses.

Préfecture.

M. le Préfet du Nord envoie les comptes rendus du Conseil général (session d'août). Des remerciements lui seront adressés.

Envoi d'un ouvrage.

M. COURCHÉ adresse un exemplaire d'un volume intitulé « Essai sur les questions du travail ». L'examen de ce livre est renvoyé au Comité du génie civil.

Exposition de Rouen.

La Commission d'organisation de l'Exposition de Rouen remercie la Société du concours qu'elle lui apporte.

Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de machines.

Sur la demande de M. Goguel, président du Comité de filature et tissage, l'Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de machines envoie la collection de ses comptes rendus et demande l'échange avec nos bulletins. L'échange est accepté, et le Comité de la filature est invité à étudier, pour en rendre compte, les volumes déjà reçus.

Société Industrielle de l'Est.

Une Société Industrielle de l'Est s'est formée à Nancy ; elle envoie le compte rendu de sa séance de constitution et demande l'échange des bulletins. — Accepté.

Délégués ouvriers l'Exposition d'Amsterdam.

MM. Doyen et Cohen Stuart, délégués ouvriers de la Ville à

l'Exposition d'Amsterdam, envoient une copie de leur rapport. Ce travail est renvoyé à l'examen du Comité du génie civil qui dira s'il y a lieu de le signaler à l'attention du Maire ou même d'en faire l'objet d'une récompense pour l'an prochain.

Scrutin. Il est procédé au dépouillement du scrutin pour l'admission d'un nouveau membre. A l'unanimité M. Edouard Mouquet, constructeur à Lille, présenté par MM. Léon Gauche et Brunet, est proclamé membre de la société.

Concours de 1883. M. LE PRÉSIDENT expose les résultats du Concours de 1883 : il y a eu 30 questions à examiner.

Les rapports des Commissions ont été discutés par chacun des Comités compétents qui ont rapporté leurs délibérations devant le Conseil d'administration. Après un sérieux examen le Conseil, sous la réserve de la sanction statutaire de l'Assemblée générale, a admis une liste de propositions comportant :

- 1 médaille d'or de la fondation Kullmann.
- 6 médailles d'or de la Société.
- 2 médailles de vermeil.
- 6 médailles d'argent dont une affectée au prix anonyme des Comptables et une autre ajoutée au prix Danel.
- 1 médaille de bronze.
- 1 mention honorable.
- 900 francs de prix en argent (y compris le prix Danel et les prix Hartung).
- 160 francs de prix en argent, aux élèves des cours de filature.
- 6 certificats d'assiduité, aux mêmes.
- Et 600 francs de prix en livres pour les concours d'Anglais et d'Allemand (prix du Conseil, élèves).

M. LE PRÉSIDENT communique à l'Assemblée les noms des lauréats ainsi que l'objet et les motifs des récompenses pro-

posées. Les conclusions du rapport d'ensemble sont mises aux voix et adoptées.

M. le Président rappelle que la distribution des prix aura lieu à la séance publique annuelle qui se tiendra le 20 janvier. — M. Renouard, Secrétaire-Général, présentera le compte-rendu des travaux de la Société, et M. Émile Bigo, Vice-Président, le rapport sur le Concours.

Lectures.
M. Wirtz.
M. Wirtz,
De l'action
de paroi dans
les machines
à gaz tournant.

M. Wirtz rend compte de ses études sur les moteurs à gaz : s'il renonce à exposer les résultats théoriques auxquels il a été conduit par l'analyse du cycle, il pense du moins que la Société trouvera quelque intérêt à entendre formuler plusieurs théorèmes très-nets, qui ressortent de ses recherches expérimentales et dont l'application industrielle est immédiate.⁽¹⁾

(1) Voir à la 3^e partie.

DEUXIÈME PARTIE.

TRAVAUX DES COMITÉS.

RÉSUMÉ DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

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

Séance du 12 octobre 1883.

Présidence de M. PIÉRON.

M. le PRÉSIDENT rappelle aux Commissions précédemment nommées le dépôt de leurs Rapports. Il y en a trois : une pour les Garnitures Métalliques, une pour la Révolution Industrielle, une troisième pour un Nouveau Propulseur de bateau.

Il sera écrit à chacune de ces Commissions.

M. le PRÉSIDENT donne lecture d'une lettre de Monsieur Edmond Sée, présentant un ouvrier de MM. Bonte et Pradon d'Armentières, qui a construit avec une grande précision une petite machine à balancier, et appelant sur lui l'attention de la Société Industrielle.

Le Comité nomme à cet effet une Commission composée de MM. DU BOUSQUET, DE SWARTE, HIRSCH, MELON.

M. LADUREAU signale au Comité M. Evaldre, vitrailleur à Lille, qui depuis 30 années conserve dans le pays l'industrie de la fabrication des vitraux, et demande s'il ne conviendrait pas d'examiner ses titres à une récompense de la Société Industrielle.

Le Comité, après délibération, décide de nommer à cet effet une Commission, qui est composée de MM. Edmond SÉE, VANDENBERGH, et NEWNHAM.

Séance du 19 novembre 1883.

Présidence de M. PIÉRON.

M. DE SWARTE s'excuse de ne pouvoir assister à la séance en adressant à M. le Président le procès-verbal de la dernière réunion. Il est donné lecture de ce procès-verbal qui est adopté.

MM. ROCHARD et SÉE écrivent que M. Sené n'ayant pas répondu aux diverses lettres qui lui ont été adressées, la question des garnitures métalliques est considérée comme retirée du concours.

M. Delsaux, conducteur des ponts et chaussées, à Cambrai, adresse à la Société un travail sur la théorie élémentaire de la résistance des poutres. Une Commission est nommée, et composée de MM. OLY, GOSSART et BOIVIN pour examiner ce travail.

Il est donné lecture du Rapport de MM. Le Gavrian, Jean et Wauquier sur la machine à balancier de M. Hovart, mécanicien.

M. le Président annonce que le Conseil d'administration désire que le Comité du Génie Civil nomme une Commission qui examinerait les divers éclairages électriques installés dans le Nord, pour en faire une étude comparative et mentionner les résultats pratiques obtenus à ce jour. Le Comité nomme membres de cette Commission MM. H. WALLAERT, TERQUEM, P. SÉE, GAILLET, MELON, LÉON CRÉPY.

M. Sée donne quelques explications sur les nouveaux procédés de mouture des céréales. M. Sée est invité à faire sa

communication en Assemblée générale. Le Comité émet le vœu que la création d'un cours de meunerie à l'Institut Industriel soit mis à l'étude, et charge son Président de l'adresser au Président de la Société Industrielle pour que celle-ci intervienne dans ce but auprès de la direction de l'Institut.

Séance du 10 décembre 1883.

Présidence de M. PIÉRON.

M. le Président annonce que M. Hirsch, nommé à Constantine, Ingénieur Chef de service des Chemins de fer algériens, lui a adressé sa démission de membre de la Société Industrielle, et propose que le Comité lui adresse ses regrets au sujet de son départ. *Adopté.*

Il est donné lecture du Rapport de M. Dujardin sur l'Ichthyocarde de M. François, d'Haubourdin.

M. LADUREAU adresse une lettre au Comité, pour retirer la candidature de M. Ewaldre vitraillier, à une récompense de la Société, parce que dans le moment présent, M. Ewaldre n'a pas d'œuvre d'art à présenter. Le Comité donne acte.

M. MELON donne lecture du Rapport sur la visite qu'il a faite à Armentières à la petite machine à balancier, construite par M. Vasseur, ouvrier mécanicien chez MM. Bonte et Pradon.

M. DE SWARTE donne lecture du Rapport sur le calcul de la résistance des poutres présenté par M. Delsaux.

M. Witz propose au Comité de lui communiquer prochainement le résultat de ses expériences sur les moteurs à gaz. Le Comité accepte avec empressement.

Comité de la Filature et du Tissage

Séance du 12 octobre 1883.

Présidence de M. GOGUEL.

M. A. RENOARD donne connaissance au nom de M. H. DANZER de Paris d'une nouvelle machine à aiguiser les pointes de cardes, employée en Angleterre où elle paraît donner de bons résultats. Il en soumet les dessins à l'appréciation des membres présents.

M. VIGNERON pense que cette machine telle qu'elle vient d'être décrite doit donner de bons résultats ; son principe se rapproche d'ailleurs beaucoup de celle de Horsfall dont on se montre généralement satisfait.

M. A. RENOARD appelle ensuite l'attention du Comité sur la nouvelle machine à repasser le lin peigné construite par Horner de Belfast. Le principe en est différent de celui des outils de même genre inventés jusqu'ici, le chariot reste toujours fixé, les tabliers sans fin au contraire montent où descendent à l'aide d'une vis directrice placée à la partie inférieure de la machine.

M. J. LE BLAN est d'avis que cette repasseuse qui doit être appliquée contre les peigneuses actuelles exige ainsi une plus grande place que ne le comportent en général les ateliers de peignage.

Le Comité procède ensuite à la nomination de diverses Commissions pour le concours.

Peigneuse à lin de M. Cardon :

Commission : MM. P. SÉE, RENOARD, ED. FACHEUR.

Peigneuse Hubner (Modification faite par M. J. Howard) :

Commission : MM. L. THIRIEZ, E. LOYER, EUG. VIGNERON.

Métier à velours de M. Lepage :

Commission : MM. GOGUEL , J. RYO , WIBAUX , AGACHE et
DUERDYN.

Etudes mécaniques de M. Newnham :

Commission : MM. MAHIEU , LEURENT , P. SÉE , G. WALLAERT.

Cours de filature :

Commission : MM. FAUCHEUR , CANNISSIÉ , RENOUARD , DUPLAY ,
LOYER , LE BLAN.

Séance du 6 novembre 1883.

Présidence de M. GOGUEL.

Le Comité choisit une commission pour examiner la machine à doubler de M. J. Ryo.

Sont nommés : MM. CARLOS DELATTRE , RENOUARD , L. THIRIEZ et J. LE BLAN.

M. Aug. MAHIEU est adjoint aux membres de la commission chargée d'examiner la peigneuse Cardon.

M. L. THIRIEZ , donne lecture de son rapport sur la modification faite à la peigneuse Hubner par M. Howard. Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

Séance du 11 décembre 1883.

Présidence de M. GOGUEL.

Le Comité examine les rapports des Commissions sur le concours.

M. GOGUEL rend compte des travaux de la Commission d'examen des élèves des cours municipaux de filature.

Au sujet de la machine à doubler de M. J. Ryo , le Comité prie M. Vignerot de vouloir bien faire à l'une des prochaines séances une étude sur les machines de même genre déjà employées dans l'industrie.

Comité des Arts chimiques et agronomiques.

Séance du 3 octobre 1883.

Présidence de M. A. DELAUNAY.

M. le Président entretient le comité de deux mémoires présentés aux concours de la Société. Le Comité nomme les commissions pour leur examen.

1^o *Procédés de distillation de M. Billet de Marly*, commission : MM. DANTU-DAMBRICOURT, LADUREAU, DESPRETZ ;

2^o *Procédés d'épuration des eaux, de MM. Gaillet et Huet*, commission : MM. JEAN DE MOLINS, LACOMBE, GOBLET.

M. THIBAUT, donne quelques détails sur l'utilisation des eaux provenant du broyage de la céruse, se réservant dans une prochaine séance de compléter sa communication. La céruse broyée avec de l'huile, pour fabriquer la *céruse en pâte*, laisse circuler l'eau qu'elle contenait primitivement. Cette eau contient jusqu'à 1 gr. de plomb par litre. Les industriels, jusqu'à présent, la traitaient par le Bichromate pour en faire du jaune de chrome. — Cette dernière couleur n'ayant plus une valeur rémunératrice de ce travail, M. Thibaut émet l'idée de traiter ces eaux par le carbonate de soude pour former de la céruse, d'en recueillir par l'évaporation l'acide acétique, et enfin de retrouver la soude employée par l'évaporation à siccité des eaux, après ces deux premiers traitements.

Cette idée théorique, a besoin d'être étudiée au point de vue industriel : c'est ce que M. Thibaut promet de faire pour en entretenir le comité ultérieurement.

Séance du 7 novembre 1883.

Présidence de M. A. DELAUNAY.

MM. GOBLET s'excuse de ne pouvoir faire partie de la commission chargée de l'examen des procédés d'épuration des eaux de MM. Gaillet et Huet : il est remplacé par M. LAURENT.

M. DANTU-DAMBRICOURT s'excuse par lettre de ne pouvoir faire partie de la commission chargée d'examiner les procédés de distillation de M. Billet de Marly ; il est remplacé par M. FLOURENS.

M. LADUDEAU présente au Comité les premiers résultats de ses travaux sur l'assimilation du carbone par les plantes. Cette question étant fort controversée depuis longtemps ; il s'agit par des expériences de démontrer si la plante absorbe le carbone en l'aspirant dans l'air par les feuilles, ou en le puisant par les racines dans les matières carbonées contenues dans le sol.

M. SCHMITT donne communication de ses recherches sur l'analyse des beurres et les moyens de reconnaître et doser la margarine mélangée frauduleusement aux beurres de vaches ; il se réserve de compléter cette communication dans une prochaine séance.

Séance du 21 novembre 1883.

Présidence de M. A. DELAUNAY.

Le Comité entend la lecture des rapports de :

1° M. LADUREAU, sur les procédés de distillation de M. Billet de Marly.

2° M. TERQUEM, sur le saccharimètre Trannin.

3° M. COLLOT, sur les procédés et appareils de M. Fournier,

pour le traitement des déchets et résidus gras par le sulfure de carbone

M. BÉCHAMP entretient le Comité de l'examen analytique des eaux et en particulier de celles de la ville de Lille, travail qu'il communiquera à la Société Industrielle.

Séance du 5 décembre 1883.

Présidence de M. COLLOR.

Le Comité entend la lecture du rapport de la commission chargée de l'examen des ouvrages présentés au concours par M. H. Leplay.

La commission chargée de l'examen des procédés d'épuration des eaux de MM. Gaillet et Huet, émet un avis très favorable, mais désirant faire une étude plus approfondie et voir fonctionner l'appareil d'une façon industrielle, elle se réserve de prendre des conclusions l'année prochaine.

M. LAURENT se fait inscrire pour une prochaine communication ayant trait à la suppression des pompes et monte-jus dans l'industrie et à l'élévation de tous les liquides par l'émulsion.

Séance du 19 décembre 1883.

Présidence de M. DELAUNAY.

Le Comité s'entretient des travaux présentés au concours, et prie M. Ladureau de faire un rapport pour bien établir la nature des travaux de M. Billet et en faire ressortir les mérites.

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

Séance du 5 octobre 1883.

Présidence de M. DUBAR.

M. le PRÉSIDENT a reçu pour le concours un mémoire sur les Contributions directes, répondant à la question n° 15 du programme de l'Utilité publique ; il invite le Comité à nommer une Commission pour l'examen de ce travail.

M. LÉON GAUCHE, ancien président du Comité de l'Utilité publique, rappelle que la question a déjà été traitée, mais sans résultat, pour le concours de 1880, et propose de confier l'étude de ce nouveau mémoire à la Commission qui s'est occupée du premier. — L'assemblée se rallie à cette proposition et désigne MM. NEUT, HENRY, OZENFANT, M^e DESCAMPS et LÉON GAUCHE. — M. Gauche veut bien prendre l'initiative de réunir ses collègues.

Le Conseil d'Administration a renvoyé à l'étude du Comité une circulaire relative à un projet de formation d'un syndicat des transports. — M. le Président pense qu'il est indispensable d'abord de connaître par qui ce projet est conçu et soutenu. Il se renseignera à cet égard pour la prochaine séance. — D'un autre côté, il signale l'existence à Lille d'une Société, « *la Coopération*, » qui poursuit un but analogue et sur laquelle il donne quelques détails sommaires ; M. le Président apportera à une prochaine séance des renseignements complets sur cette Société.

Il propose ensuite de mettre à l'Ordre du jour du Comité, comme question d'étude, celle des réformes à introduire dans la législation des faillites.

M. RENOARD rappelle qu'une médaille a été décernée à M. Lecomte pour son ouvrage sur ce sujet; il pense que le livre de M. Lecomte peut servir de base aux conférences proposées.

M. le PRÉSIDENT demande que quelques-uns des membres du Comité veuillent bien prendre lecture du Bulletin Consulaire français, que reçoit la Société, pour en rendre compte aux séances mensuelles. — M. Edouard CRÉPY rendra compte, à la prochaine séance, des deux derniers n^{os} parus.

La parole est alors donnée à M. Béchamp pour sa communication sur le choléra.

Séance du 9 novembre 1883.

Présidence de M. DUBAR.

Le Comité a reçu pour le concours :

Concours
de 1883

1^o *Une machine à imprimer à l'usage des aveugles*, de M. BOVYN. — MM. Ed. CRÉPY, BIGO, BOIVIN et A. BÉCHAMP son désignés pour examiner cette machine. — M. Ed. CRÉPY, présent, accepte de prendre la présidence de la Commission qu'il convoquera pour le 12 courant.

— 2^o Un mémoire de M. Jean Dalle *sur la statistique du prix du lin*. — Commission: MM. RENOARD, NEUT, OZENFANT, Ed. FAUCHEUR. — M. Renouard, présent, accepte la présidence.

Pour les concours de langues anglaise et allemande, le Comité confirme les Commissions de 1882 en ajoutant M. A. BÉCHAMP à la Commission d'allemand pour suppléer M. MATTHIAS qui sera probablement empêché.

M. OZENFANT donne communication au Comité du texte officiel du projet de loi sur la législation des faillites. — Le Comité juge qu'il n'est pas encore en mesure de discuter au

fond ; M. DUBAR demandera une analyse critique de ce document à un membre compétent du Comité ; il s'adressera, de l'avis de l'assemblée, à M. Labbe, ancien membre du Tribunal de Commerce. Cette analyse servira de base à la discussion.

M. Ed. CRÉPY a lu et étudié le Bulletin Consulaire français qu'il juge fort insuffisant et fort incomplet dans les renseignements qu'il apporte au commerce français et surtout à celui de la région du Nord. Ainsi, le Consulat de Rigat ne s'occupe que de la question des bois. . . En général les questions de statistique générale sont traitées avec plus de soin que les questions commerciales proprement dites. — M. CRÉPY termine en proposant la rédaction d'un questionnaire à remplir qu'on adresserait à chaque Consul avec l'autorisation du Gouvernement.

Une discussion s'engage au sujet du Bulletin Belge que M. CRÉPY juge mieux fait surtout au point de vue commercial, qui est le seul véritablement en cause.

M. DUBAR expose que le Corps Consulaire en France dépend uniquement du ministère des affaires étrangères et que par conséquent il est recruté au point de vue de la politique et des affaires générales, plutôt qu'à celui des connaissances pratiques du commerce. — La Belgique n'ayant à envoyer à l'étranger que des agents Consulaires, n'ayant aucun rôle diplomatique, peut les choisir plus compétents en matière de commerce. — Il faudrait qu'on pût donner au Ministère du Commerce, à défaut d'une suprématie impossible, au moyen d'action quelconque, d'encouragement aux études commerciales, comme par exemple la disposition d'un certain nombre de décorations pour les Consuls qui fourniraient à son département des renseignements d'une valeur sérieuse.

Le Comité adopte l'idée de rédiger un programme à faire soumettre au Gouvernement par le Conseil d'Administration.

M. CRÉPY se charge d'en élaborer un avant projet qu'il apportera à une prochaine séance,

Séance du 12 décembre 1883.

Présidence de M. DUBAR.

M. NEUT donne lecture des rapports des commissions sur les concours de langue anglaise pour le prix du Conseil d'administration et pour le prix Hartung.

Le Comité adopte les conclusions de la commission.

A la suite de ce rapport, M. NEUT ajoute que la commission émet le vœu qu'à l'avenir il soit exigé des candidats qu'ils soient de nationalité française. — Le programme n'exclut que les jeunes gens nés de parents Anglais ou Allemands ; or beaucoup de Belges se font inscrire, s'instruisent à Lille, remportent nos prix et vont appliquer à l'étranger l'instruction acquise chez nous.

Après une discussion à ce sujet, le Comité pense qu'il suffira d'exiger des candidats qu'ils soient *nés en France*.

M. DUBAR donne ensuite lecture du rapport de la commission du Concours d'allemand.

Après le vote, M. LE PRÉSIDENT expose qu'il a reçu la visite de plusieurs professeurs qui demandent que la Société revienne à son ancien usage de décerner les prix en argent. — Une discussion s'élève à ce sujet parmi les membres du Comité ; on invoque le désir expressément formulé par le premier fondateur de ces prix, M. Verkinder ; les prix, en argent, devaient être employés à un voyage à l'étranger et comportaient pour le lauréat l'engagement de fournir une relation de ce voyage ; c'est

parce que cette condition n'a jamais été remplie que le Conseil, d'accord avec M. Verkinder, a cru devoir remplacer par des livres d'études, une somme d'argent qui profitait d'abord aux parents des élèves sans laisser à ceux-ci aucun souvenir durable de leurs succès.

Quelques membres font observer que bien des jeunes gens appartiennent à des familles peu aisées qui s'imposent de lourds sacrifices pour leur donner une instruction sérieuse, que ces jeunes gens seraient eux-mêmes heureux que leur application eût pour résultat un apport matériel au sein de leur famille, et qu'il faut faire la part de ces aspirations honnêtes. — Après l'échange de diverses observations, le Comité décide de soumettre au Conseil le vœu qu'à l'avenir les lauréats, une fois désignés, seront consultés et qu'il sera laissé à leur choix de recevoir leur prix en livres ou en argent, mais dans ce dernier cas en souscrivant l'engagement de faire dans l'année un voyage en Angleterre ou en Allemagne et d'en adresser un compte-rendu à la Société.

M. NEUR dépose le rapport de la commission chargée d'examiner le travail de M. J. Dalle intitulé : *Statistique du Prix du Lin*. — Quelques membres présentent des critiques sur le travail en question ; M. le Président fait observer que ce travail, en dehors des critiques d'ailleurs légères auxquelles il peut donner lieu, sera pour la Société l'occasion de récompenser les services sérieux et désintéressés de l'auteur.

M. LÉON GAUCHE rapporte verbalement les appréciations et les conclusions de la commission chargée d'examiner un travail sur les contributions. — La question est mise au concours pour la deuxième fois ; l'an passé un travail a été présenté, mais la commission avait trop facilement reconnue que ce travail n'avait rien d'original et n'était que la reproduction littéralement copiée de divers ouvrages traitant le sujet. — Le mémoire présenté cette année est plus sérieux ; la commission

lui reproche toutefois de ne pas répondre au désir exprimé par le programme ; il s'adresse trop au public compétent et ne vulgarise pas assez la matière.

M. Edouard CREPY dépose le rapport de la commission chargée d'examiner la machine à imprimer de M. Bovyn.

M. LE PRÉSIDENT fait part au Comité de la demande un peu tardive qu'il a reçue de l'auteur d'un traité, imprimé, sur l'assainissement de Lille.

Sous toutes réserves de la décision qui pourra être prise par le Conseil d'administration sur le point d'admettre ce travail au concours de cette année, le Comité, en raison de l'intérêt qu'il présente, prie MM. Eustache, Ed. Crepy, A. Béchamp et Thibaut de vouloir bien l'examiner pour en rendre compte.

TROISIÈME PARTIE.

TRAVAUX ET MÉMOIRES PRÉSENTÉS A LA SOCIÉTÉ.

RAPPORT DE M. P. GOGUEL

sur deux Notes de M. H. Danzer

SUR LA NOUVELLE BROCHE DE MM. RIPLEY & BRIGG POUR MÉTIERS A FILER
A BAGUE, DITS « RING-THROSTLE »

ET SUR UN NOUVEL APPAREIL A AIGUISER LES GARNITURES DE CARDE

On sait que les métiers à bagues tendent à se substituer aux métiers à ailettes pour le filage et le retordage des fils, en raison de la plus grande vitesse que l'on peut y donner aux broches et par conséquent de la plus grande production des machines.

Dans ces métiers les bobines reçoivent une vitesse uniforme de rotation et la torsion est produite par un petit curseur entraîné par le fil et glissant sur un anneau concentrique à la bobine.

La vitesse V_C du curseur est égale à celle V_B de la bobine diminuée du nombre de tours qui produit l'enroulement de la longueur L du fil que fournissent en une minute les cylindres cannelés. On peut donc poser, en appelant D le diamètre de la bobine.

$$V_C = V_B - \frac{L}{\pi d}$$

Cette vitesse représente le nombre de tours de torsion que reçoit en une minute une longueur L de fil, (en négligeant toutefois le raccourcissement qui résulte de cette torsion, et qui conduit simplement à multiplier la longueur L par un coefficient qu'il est facile de déterminer expérimentalement); la torsion T par unité de longueur de fil aura pour valeur par conséquent le quotient de la division de V_C par L .

$$T = \frac{V_C}{L} = \frac{V_B - \frac{L}{\pi d}}{L} = \frac{V_B}{L} - \frac{1}{\pi d}$$

Cette torsion est donc égale à la quantité constante $\frac{V_B}{L}$ diminuée de la quantité $\frac{1}{\pi d}$ qui varie en raison inverse du diamètre de la bobine. Le fil formé se trouve par conséquent toujours irrégulier en raison des variations de diamètre qu'éprouvent les bobines en se remplissant et cela surtout lorsque ces bobines affectent une forme conique comme celle qui est adoptée pour les métiers renvideurs et qui est la plus favorable aux manipulations ultérieures.

On avait atténué ces inconvénients en employant des fûts en bois d'assez forts diamètres, qui n'avaient guère pu être réduits que dans le cas de retordage.

M. Danzer, ingénieur à Paris, nous a communiqué une note sur la broche de M. Ripley et Brigg qui, par suite d'une absorption supplémentaire de fil lorsque l'enroulement se produit au sommet de la couche conique, permet de former, comme aux métiers renvideurs, les bobines sur les broches elles-mêmes, et qui a paru à votre comité de la filature, présenter un intérêt suffisant pour qu'il m'ait chargé de vous en rendre compte.

P. GOGUEL.

NOTE

SUR UNE NOUVELLE BROCHE POUR MÉTIER A FILER A BAGUE

par M. H. DANZER.

En donnant la description d'une nouvelle broche de métier à filer à anneaux ou « Ringthrostle » nous n'avons pas l'intention de revenir sur les discussions encore ouvertes concernant l'avenir de ce mode de filage, mais seulement de faire connaître un appareil nouveau que nous avons vu récemment en Angleterre, donner d'excellents résultats dans la pratique.

Jusqu'à présent il s'est présenté dans le filage du coton, au moyen des broches à anneaux de n'importe quel système, un inconvénient très sérieux. Pendant la formation de la pointe de la bobine la partie du fil comprise entre le curseur et le sommet du cône, par suite d'un renvidage plus lâche, devient morte et forme ce que les anglais appellent « dead centre ». Elle reste ainsi sans ou presque sans torsion et est entraînée par le curseur ce qui naturellement provoque des ruptures dont la fréquence est proportionnelle à la finesse du fil. De là impossibilité de filer des numéros un peu fins ou des trames, sur les Ringthrostles.

La broche de Ripley et Brigg qui nous occupe, non seulement, annule entièrement l'inconvénient ci-dessus par une disposition de tension du fil pendant la formation des pointes, aussi simple qu'ingénieuse, mais supprime aussi l'emploi des tubes ou fûts en bois ou carton. La broche proprement dite sur laquelle se renvide le fil, est une broche ordinaire de métier Selfacting et la bobine peut se former comme dans ce dernier, soit sur la broche nue soit sur un tube de papier.

La bobine de fil se forme entre les bras d'une ailette à deux branches dont le col est traversé par la broche et qui se termine à la partie supérieure par un petit cylindre creux de faible hauteur et d'un diamètre un peu moins grand que celui de l'anneau à curseur pour pouvoir sans inconvénient tourner dans l'intérieur de celui-ci. Le col de l'ailette porte à sa base une noix qui reçoit la commande des tambours et la broche est rendue solidaire de l'ailette par un disque à deux échancrures qui enserrant chacune l'une des branches. Ce disque se déplace le long des broches suivant la grandeur des bobines à obtenir.

La description suivante fera comprendre tout de suite le parti qu'on peut tirer de la simplicité de cette nouvelle broche que nous représentons dans la fig. 1 en élévation, demi-grandeur et en coupe, grandeur naturelle, dans la fig. 2 qui en donne ainsi mieux les détails. Les fig. 3 et 4 indiquent en coupe, le renvidage du fil pendant la formation de la base et du sommet des couches coniques qui par leur superposition constituent la bobine.

L'ailette A est commandée de la manière ordinaire au moyen d'une corde à broche entourant la noix *n*. La broche B participe au mouvement de l'ailette par l'intermédiaire du disque D; elle est maintenue sur une certaine longueur dans un collet C fixé dans la plate-bande P. Cette broche traverse la tête de l'ailette et pivote dans une crapaudine E fixée dans une seconde plate-bande P'. Les branches *b*, *b* de l'ailette A entraînent dans leur mouvement le cylindre ou godet G dont la partie supérieure, sur laquelle passe constamment le fil à renvider, maintient à celui-ci, une tension uniforme.

La lubrification des organes tournants se fait par les réservoirs R, R'.

Le chariot dans lequel sont encastrés les anneaux F munis de leur curseur H, est figuré en I. Pour rattacher un fil cassé ou faire la levée des bobines, un disque K fixé sur la broche à sa partie inférieure permet de soulever celle-ci à volonté.

La course nécessaire à la formation de la bobine est donnée à la

broche B par la poulie L reliée par la chaîne M à la tringle N qui entraîne la plate-bande des crapaudines P'. Le chariot I des anneaux F reçoit un mouvement vertical alternatif, par des poulies L' reliées par des chaînes M' à des tringles N'.

La course du chariot doit être réglée de telle sorte que le bord supérieur de l'anneau se trouve à peu de chose près, au niveau de la partie supérieure du cylindre G lors de la formation des couches de base des cônes de fil et en contrebas de ce même cylindre ainsi qu'on le voit fig. 2, pour le renvidage du fil des pointes.



NOTE

SUR UN NOUVEL APPAREIL AIGUISEUR POUR GARNITURES DE CARDES

par M. H. DANZER.

Lorsque les cardes ont fonctionné pendant un certain temps, les extrémités des dents des plaques ou des rubans de cardes s'émousent, et le cardage ne s'effectue plus d'une manière satisfaisante. Ce mauvais état d'entretien des cardes se manifeste par la présence de nombreux boutons dans la nappe cardée, et on sait que le boutonement est un des défauts les plus graves dans le cardage.

Ordinairement dans les filatures on prévient ce boutonement par l'aiguisage périodique et régulier des cardes d'une série. Cet aiguisage égalise la surface des organes cardeurs et donne le « feu » ou mordant nécessaire aux garnitures.

L'opération de l'aiguisage des cardes est aussi importante que délicate : il faut, tout en usant régulièrement les dents, arriver à produire à leur extrémité, une pointe conique et non pas un biseau. Celui-ci couperait les fibres et augmenterait inévitablement la proportion du duvet qui se réunit toujours sous la machine, qu'il s'agisse aussi bien du travail du coton, que de la laine ou de toute autre matière filamenteuse.

Jusqu'à présent, le meilleur appareil à aiguiser remplaçant le primitif tambour à émeri, lequel au surplus s'emploie encore beaucoup, est celui de Horsfall, tout au moins dans les filatures de coton, de laine et de shappe.

Mais malgré tous les soins de réglage, on n'arrive pas à la forma-

tion complète de cette pointe théorique par suite de la non-pénétration du tambour aiguiseur dans la masse des aiguilles.

Cet inconvénient du mode d'aiguillage, considéré comme le meilleur, indique tout ce que l'opération du cardage même bien mené, laisse encore à désirer.

La construction et la combinaison des mouvements et changements de direction, joints à la pénétration possible et réglable à volonté, mais toujours très faible, des organes de l'appareil qui nous occupe, concourent à la formation d'une pointe d'aiguille conique très nette, permettant de réaliser un cardage parfait.

Plusieurs de ces nouveaux appareils fonctionnent déjà dans des filatures de coton d'Angleterre et donnent des résultats excellents. À première vue du dessin de cet aiguiseur, on se rend compte facilement du travail qu'il peut produire.

Cet appareil d'aiguillage se compose d'une série de disques métalliques ou anneaux F, recouverts d'émeri, affectant la forme géométriques de deux troncs de cônes droits de même hauteur superposés par leurs bases et enfilés les uns à la suite des autres sur un même arbre A. Leur axe est incliné par rapport à celui de ce dernier.

La figure 1, représente une élévation du tambour aiguiseur ;

- » 2, une vue de côté indiquant la pénétration ;
- » 3, une coupe de l'un des disques F ;
- » 4, les deux positions diamétralement opposées d'un même disque F.

Tous ces disques emmanchés sur l'arbre A, sont maintenus dans leur position initiale et serrés à demeure les uns contre les autres au moyen des deux parties B et J d'un même talon, placées chacune à l'une des extrémités de l'arbre, du plateau E, des vis de réglage C et de l'écrou K (fig. 1).

Le nombre des disques varie suivant la largeur des organes de cardé à aiguiser.

Outre le changement de direction des disques pendant leur rotation, le tambour est encore animé d'un mouvement alternatif dans le

sens de l'axe de l'arbre A. La simplicité de cette machine, nous dispense d'entrer dans de plus longues explications.

Le regarnissage ou émerillage de ces disques semble tout d'abord présenter quelque difficulté. Cependant rien de plus élémentaire : pour cette opération on se sert du même dispositif utilisé actuellement pour le regarnissage des tambours à émeri ordinaires ou des tambours de Horsfall.

Chaque disque est muni en effet, en son centre, d'une douille *ad hoc* de façon à ce qu'emmanché à nouveau sur l'arbre A, son axe soit perpendiculaire à celui de ce dernier. La partie de talon J est remplacée par un plateau droit en fer, qui maintient la position verticale des disques F, de concert avec le plateau E, et les vis de réglage C. La règle ordinaire, en acier, droite, est remplacée par une règle dont le profil ressemble assez à une lame de scie et dont les creux et les saillies correspondent inversement à ceux que présente la ligne des disques E.

Comme pour les tambours ordinaires, on emploie également pour les disques plusieurs grosseurs de grains d'émeri, en appliquant d'abord les plus gros pour finir par les plus fins ; et comme la première, la seconde règle a pour but d'assurer la parfaite répartition de l'émeri et de déterminer la régularité des surfaces des disques.



Appareil aigiseur pour garnitures de cardes.

Fig.1.

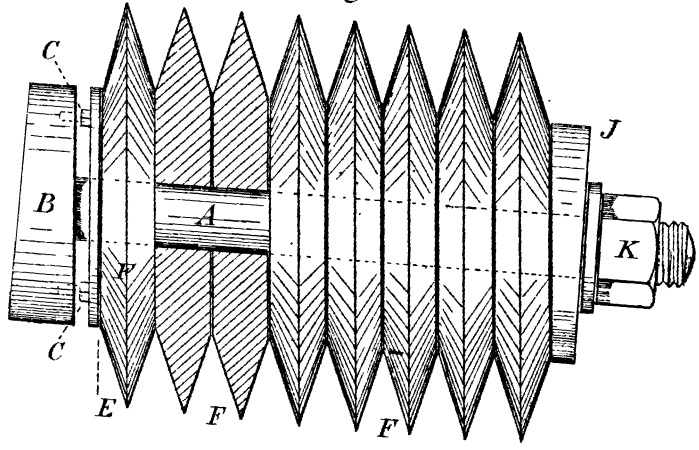


Fig.2.

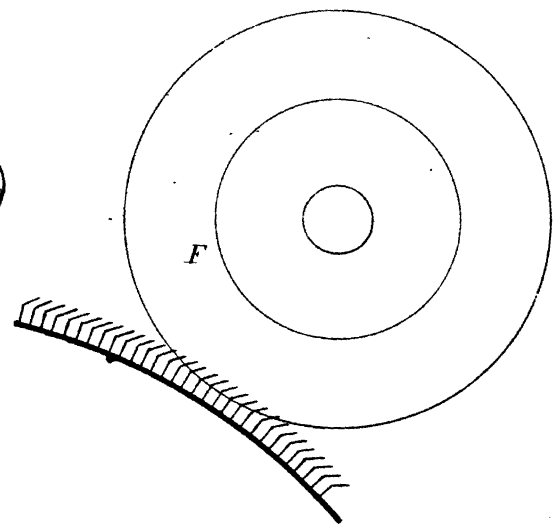
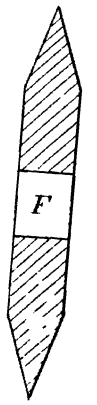


Fig.3.



Ech

Fig. 1

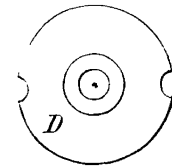
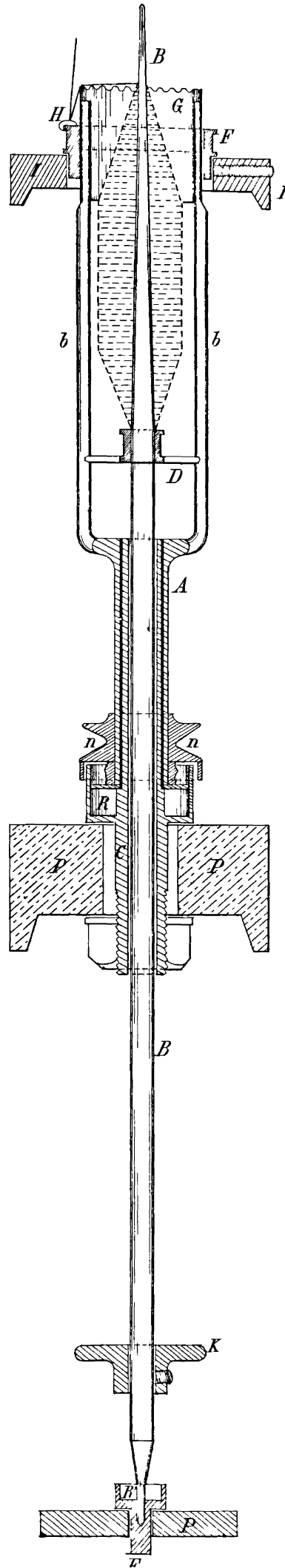
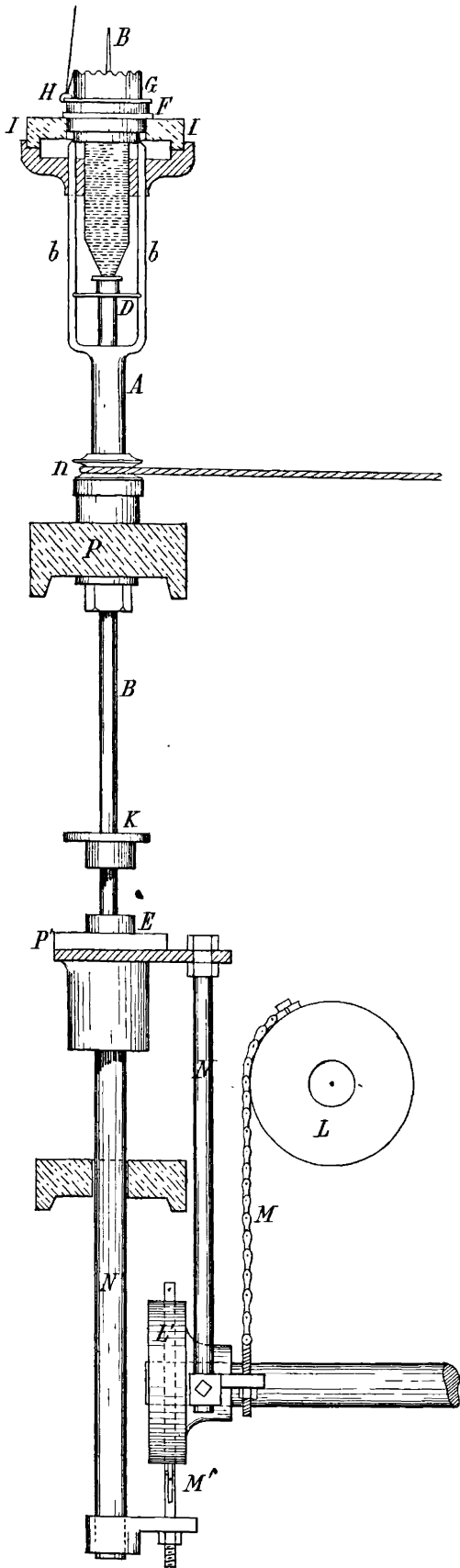


Fig. 4

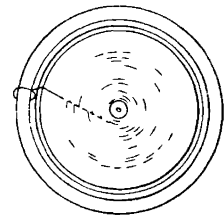
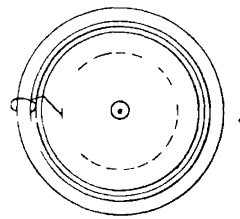


Fig. 3



ETUDE SUR LA MEUNERIE

Par M. PAUL SÉE.

Lorsqu'il y a huit mois nous avons cru devoir appeler l'attention de nos compatriotes sur la gravité de la situation que la concurrence étrangère faisait à notre meunerie, nous ne nous attendions pas à un réveil aussi brusque. Après avoir pendant plus de dix ans nié la gravité de la réforme, nos meuniers commencent à agir, nos constructeurs en quelques mois ont créé des modèles et transformé nombre de moulins.

Des journaux se sont fondés. — La chambre syndicale de Paris, tout en poursuivant avec ardeur les expériences des nouveaux procédés, réclame avec instance des écoles de meunerie.

Notre appel n'a donc pas été vain et nous pouvons nous féliciter d'un si grand mouvement. La France est le pays des révolutions, il ne faut jamais désespérer, ni de son courage, ni de son intelligence.

Par ce qui a été fait en quelques mois, on peut espérer que dans quelques années, nous aurons repris la tête du mouvement et que pour avoir attendu un peu trop longtemps, nous aurons au moins évité les tâtonnements et les écoles que nos concurrents ont traversés, et profité largement de leurs travaux.

Il ne faut cependant pas supposer que la question soit résolue, ni même qu'elle soit facile à résoudre.

Les procédés les plus divers sont en présence :

En Hongrie, on commence par des cylindres taillés, on convertit

les gros gruaux par des cylindres à taille fine ou lisses et on termine par des meules de silex. (Récemment quelques désintégrateurs ont été appliqués à Buda-Pesth, et on en dit beaucoup de bien.)

Le système hambourgeois comprend deux machines : le cylindre et le broyeur Carr accouplés pour chaque période de travail.

Le système Toufflin emploie principalement le broyeur Carr.

Les systèmes Mariotte et Jonathan emploient les disques horizontaux à tailles aigües ou arrondies.

M. St-Régner lance le grain contre des lames tranchantes.

Les uns proposent des broyeurs à noix, d'autres des concasseurs par projection et une foule d'autres systèmes.

Mais ce qui est plus étonnant et qui semble tout à fait incompréhensibles, c'est de voir en Hongrie la meule de silex réduite au rôle inoffensif de convertisseur de gruaux blancs, tandis qu'en Suisse et en France ceux qui ont les premiers cru devoir essayer les cylindres, les ont placés à la fin, justement pour convertir les gruaux, et conservaient la meule pour les premiers concassages !

Il sera facile de montrer combien ce dernier système est faux.

Au surplus la meule se défend et se défendra longtemps encore. Il est dur de se séparer d'un instrument qui a été porté à la hauteur d'une institution et qui pendant des siècles a été considéré comme le sommet de l'art.

I.

Jusqu'à nos jours, la meunerie était restée une industrie agricole, une sorte de profession accessoire peu connue et surtout peu étudiée ; on écrasait le grain entre deux meules et, tant bien que mal, on séparait le son par des blutages.

La France avait pourtant sur les autres nations, une véritable supériorité. L'état plus avancé de notre civilisation, la qualité

exceptionnelle des meules de la Ferté-sous-Jouarre nous ont valu longtemps, dans le monde entier, le monopole de la belle farine.

L'invention des sasseurs est française, de même que la plupart des appareils de nettoyage.

Mais la meule la plus parfaite a de nombreux inconvénients, qui n'ont été bien approfondis que depuis que l'on emploie les cylindres.

La tenue des meules exige une habileté de main de plus en plus rare. Ce qu'on appelle le rhabillage est une opération très délicate.

Les praticiens devenaient rares et exigeants, et l'étranger ne pouvait nous imiter qu'en nous empruntant nos spécialistes, et comme ceux qui s'expatrient ne sont pas les meilleurs, nous conservions toujours l'avance.

Longtemps nous avons exporté, non-seulement de nos farines supérieures, mais encore de nos meules et de nos praticiens.

Cela ne pouvait durer.

On chercha à remplacer la meule par un autre instrument plus docile et plus simple.

Cela n'était pas facile et les meuniers Français jugeaient que c'était une folie. Bon nombre de nos meilleurs minotiers sont ou font semblant d'être encore aujourd'hui de cet avis. Et cependant les faits sont là de plus en plus éloquents.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le diagramme A (importations et exportations de farines depuis 1872).

Ainsi en 1875, il entrait en France 31,537 quintaux métriques de farine et il en sortait 2,576,522; tandis qu'en 1882, il en entrait 380,000 contre une exportation de 96,000.

Que s'est-il donc passé? Les nouveaux procédés de mouture appliqués si largement à l'étranger et que les meuniers Français ont un peu trop dédaignés, seraient-ils réellement supérieurs à nos excellentes meules de silex? Et les constructeurs Hongrois, Suisses et Allemands qui sollicitent depuis si longtemps, mais en vain, l'attention de nos minotiers, seraient-ils sur le point de vaincre nos préjugés par l'argument le plus irrésistible, la ruine? L'émotion

que ressent, un peu tardivement, le monde de la meunerie, pourrait nous le laisser croire.

La chambre syndicale des meuniers a ouvert une souscription pour procéder à des essais comparatifs entre les moyens anciens et nouveaux et son appel a été entendu. Le gouvernement encourage de son appui cette tentative de relèvement.

Quoiqu'il soit un peu tard pour se mettre à étudier une question posée depuis dix ans au moins, il en sortira peut-être un enseignement.

Il est à regretter, seulement, que les ressources soient faibles et le nombre des concurrents en présence restreint et surtout peu en rapport avec le nombre réel de constructeurs français et étrangers qui font de nouveaux engins.

Ces essais se font actuellement et nous en attendons les résultats avec curiosité (1).

Nous ne dissimulerons pas toutefois que cette démarche si honorable n'est pas de nature à faire avancer la question autant que l'initiative individuelle et l'activité de chacun.

Il faut se déplacer, aller au loin, et si c'est nécessaire, visiter des moulins modernes, étudier les instruments nouveaux sans préjugé ni parti-pris.

Certes la transformation du matériel n'est pas peu de chose, et nombre de meuniers manquent de ressources. Mais la prospérité générale est seule à considérer, et pour éviter de voir cette vieille gloire française s'en aller rejoindre certaines autres gloires, ce ne sera pas trop que l'association des capitaux.

Il y aurait, dit-on, cent millions à dépenser pour mettre le mobilier industriel de nos minoteries à la hauteur du progrès ! Qu'est-ce que cent millions pour un pays comme le nôtre ? — Ce n'est pas l'argent qui nous manque, ni l'intelligence, ni l'adresse, c'est la curiosité et la modestie ; c'est le goût des voyages et l'esprit d'entreprise.

(1) On vient de les publier (mars 1884).

Il est regrettable qu'on ait attendu, pour s'émouvoir, l'alarme du commerce d'exportation.

N'est-il pas trop tard, et le marché de l'étranger, maintenant accaparé par l'Amérique et l'Allemagne, ne nous est-il pas fermé définitivement? L'avenir seul nous le dira. Pour le moment, il suffit de sauver notre propre marché, qui lui-même est menacé.

Les farines de Hongrie arrivent à Paris malgré le droit de 1 f. 20 par quintal métrique et des frais considérables de transport (1). De plus ces farines se vendent, avec une plus-value allant jusqu'à 50 % sur les nôtres, grâce à leur beauté. Il est à croire que nous ne savons pas faire aussi bien, car aucun raisonnement ne peut aller à l'encontre d'un fait économique (2).

CYLINDRES.

Dès 1812, M. Collier essaya à Paris de moudre le grain avec des cylindres en fonte, mais on ne savait pas alors fabriquer la fonte dure (3). En 1822, l'essai fut repris, mais sans plus de succès. Il faut croire que c'est faute toujours de pouvoir établir les cylindres assez durs.

En 1834, l'ingénieur Sultzberger, de Zurich, parvint à établir des cylindres dont le succès fut assez sérieux pour laisser entrevoir

(1) Les farines de Hongrie paient :

Transport.....	40 fr.
Douane.....	4 20
Emballage.....	4 50
Commission.....	4 50
Camionnage.....	» 80
Total.....	45 fr.

(2) Plusieurs de nos grands moulins sont arrêtés tandis qu'à Pesth les huit principaux moulins à cylindres ont payé en moyenne, en dix ans, 14.2 % de dividende par an. Un de ces moulins a donné, en dix ans, une moyenne de 25.6 par an, et certaines années on a vu payer jusqu'à 40 % de dividende.

(3) Encore actuellement on ne sait pas les faire en France et nous sommes tributaires pour cela de l'Allemagne et de la Hongrie.

aux novateurs le déclin de la meule de silex. Ce n'était encore qu'une fausse alerte.

La construction laissait encore à désirer ; la routine et les excellentes meules françaises, qu'à ce moment on commençait à exporter, eurent encore le dessus.

La compagnie des cylindres Sultzberger ne put surmonter tous ces obstacles. Les meules françaises faisaient d'ailleurs de si belles farines et constituaient une telle amélioration sur les anciennes meules locales qu'elles éclipsèrent pour un temps toute tentative d'innovation.

Cependant une des grandes minoteries de Pesth (la Pester Josefs-Walzmühle) adopta les cylindres Sultzberger dès sa fondation (1839). Quoique cette usine vendit sa farine plus cher que les autres, qu'elle distribuât de forts dividendes à ses actionnaires, elle garda le monopole de la nouvelle méthode jusqu'en ces derniers temps. C'est à cette époque, d'ailleurs, que se généralisa en Europe la méthode américaine, innovation assez importante d'ailleurs pour distraire les meuniers des cylindres qui faisaient la fortune du moulin Joseph I. De 1840 à 1850, on introduisit partout la mouture à gruaux déjà pratiquée depuis 10 ans en France. Mais ce n'est qu'en Autriche que se pratiquait et se pratique encore *la haute-mouture* proprement dite, consistant à ne moudre que des gruaux, tandis que partout ailleurs on conservait la mouture basse, sauf à remoudre les gruaux provenant de la première passe.

Peu après, on commença à appliquer la mouture mixte ou demi-haute qui tient le milieu entre les deux.

Les progrès ne purent s'accomplir que grâce à l'invention, récente alors, des sasseurs ventilateurs, dont l'honneur revient à la France.

C'est en France aussi que furent inventés les trieurs, les tarares, les machines à tailler les meules, les appareils à sécher la farine, etc., etc.

Ce n'est qu'en 1873, que nous voyons le cylindre prendre

figure: — C'est M. Frédéric Wegmann, originaire de Suisse et meunier à Naples, qui est l'inventeur des cylindres en porcelaine, qui ont définitivement révolutionné la meunerie. Son appareil se compose de deux paires de cylindres d'environ 0,22 centimètres de diamètre sur 0,40 cent. de longueur. A chaque paire, l'un des cylindres est commandé et l'autre est entraîné par la friction du premier (4).

Le gruau est ainsi écrasé sans déchirer le son que la bluterie est chargée de séparer de la farine.

Les cylindres Wegmann revenaient quatre fois moins cher que les cylindres Sultzberger et produisaient le double.

La dureté de la porcelaine assurait une durée assez longue aux organes travailleurs, et la farine produite était d'une blancheur inconnue auparavant.

M. Wegmann fit construire ses cylindres par M. Ganz et C^{ie} de Buda-Pesth, qui avaient déjà fabriqué des objets en fonte dure. Ces constructeurs remplacèrent avec succès la porcelaine par la fonte dure.

D'importants constructeurs et entre autres MM. Escher Wyss, de Zurich, se mirent de la partie, et le cylindre ne tarda pas à se répandre.

Or, à cette révolution opérée en si peu d'années, et dont toutes les nations ont fait leur profit, à l'heure qu'il est, la France seule est restée réfractaire.

Voici l'opinion encore assez généralement répandue parmi les meuniers français :

1° La meule peut faire tout ce que font les cylindres, mais les cylindres ne peuvent pas faire tout ce que fait la meule ;

2° Faire plus de farine blanche d'un côté, amène à faire d'un autre côté plus de farine bise, qu'en France tout le monde veut du pain blanc et qu'on ne saurait trouver de débouché pour les farines bises ;

(4) Ultérieurement il donna aux cylindres des vitesses différentes.

3° Enfin , dans ces derniers temps , s'appuyant sur des expériences faites en Autriche et dont nous donnons les résultats ci-après , on a trouvé que les farines de gruaux très blanches , sont moins riches en gluten que les farines premières françaises.

EXPÉRIENCES DE M. KICK.

PRODUITS.	EAU.	CENDRES.	AMIDON.	GLUTEN SEC pour 100 de farine normale.
Farine première.....	10.6	0.41	70.0	11.7
— de semoule...	10.5	0.60	67.2	13.3
— de boulanger.	10.7	0.96	63.5	15.4
— bise.....	9.5	1.55	61.0	14.9
Sons gros et fins.....	10.7	5.46	43.6	14.3
Criblures	9.2	2.65	»	15.2

Ces arguments sont spécieux et ne répondent pas entièrement à la question , de plus ce ne sont que des arguments , les faits leur ont donné un démenti.

Les cylindres , comme nous le verrons tout à l'heure , travaillent *autrement* que les meules. Le fait de produire des farines plus blanches n'entraîne *pas nécessairement* à faire plus de farine bise et enfin la différence infinitésimale de richesse en gluten est *peu de choses* pour les farines de luxe , sinon rien.

COMPARAISON ENTRE LA MOUTURE FRANÇAISE ET LA MOUTURE HONGROISE.

En France , on emploie deux méthodes principales , la mouture basse et la mouture haute.

La mouture basse consiste à faire passer le blé entre des meules très rapprochées , pour faire du premier coup le plus de farine possible. Cette farine est séparée des sons et des gruaux par des blute-

ries. On repasse alors les gruaux , en faisant successivement différentes qualités de farine jusqu'à extinction. Voici un exemple de rendement de mouture basse. Avec du blé de 75 kilogr. l'hectolitre, 102 kil. 4 de blé brut ont donné, après nettoyage 100 kil. de blé à travailler.

Le premier coup de meule a donné :

En farine	55 ^{kil} 600
En sons.	12 600

Les gruaux restants ont été divisés en trois classes et gruaux bis.

Le deuxième coup de meule a donné :

Farine de premier gruaux	14 500
--------------------------------	--------

Les gruaux restants de ce deuxième coup de meule ont été divisés en quatre qualités : Deuxième gruaux, troisième gruaux, gruaux bis et remoulages.

Le troisième et le quatrième coup de meule ont donné :

Farine de deuxième gruaux	2 600
---------------------------------	-------

Les gruaux de cette période, divisés en troisième gruaux, gruaux bis et remoulages, ont donné :

Aux cinquième et sixième coup de meule :

Farine de troisième gruaux.....	2 500
---------------------------------	-------

Les gruaux sortant de là sont les gruaux et les remoulages, qui, par les septième et huitième coups de meule, ont donné :

Farine bise	1 300
Tous les remoulages mélangés	8 600
Évaporation.....	2 300

Total.....	<u>100^{kil}000</u>
------------	-----------------------------

Ainsi cette mouture basse, en mélangeant les produits, a donné :

Farine première.....	70 ^{kil} 100
Farine deuxième.....	6 400
Issues.....	21 200
Perte.....	2 300
	<hr/>
Total.....	100 ^{kil} 000

Avec des blés plus lourdes on arrive à produire jusqu'à 80 % de farine panifiable par 100 kilos de blé nettoyé.

La mouture haute diffère de l'autre en ce sens que les meules sont plus écartées. Le blé est d'abord concassé avec la moindre production possible de farine. Les gruaux provenant de ce premier passage sont triés de grosseur et séparés des sons au moyen des bluteries et des sasseurs.

On repasse les gruaux séparément selon leur grosseur par des meules ayant un écartement en rapport avec cette grosseur ; après quoi on les trie à nouveau, en les séparant des petits sons qui peuvent encore y être attachés ; et ainsi de suite progressivement se termine la mouture.

Ce genre de mouture a remplacé en partie la mouture basse, dans les environs des grandes villes.

En voici le rendement approximatif :

Farine première.....	38 ^{kil} 300	} Toutes farines 74 ^{kil} 250
— première des gruaux.....	19 150	
— deuxième —.....	8 400	
— troisième —.....	6 400	
— quatrième —.....	2 000	} Issues 35 ^{kil} 750
Remoulages.....	23 000	
Sons.....	10 700	
Pertes.....	2 500	
	<hr/>	
Total.....	100 ^{kil} 000	

Voici un autre exemple :

Farine première	36 ^{kil} 000	}	76 ^{kil} 000
— de premier gruau	18 000		
— de deuxième gruau	10 000		
— de troisième gruau	6 000		
— bise.....	3 500		
— inférieure.....	2 500	}	22 000
Gros son.....	5 000		
Petit son.....	6 000		
Recoupettes	6 000		
Remoulages.....	5 000		
Pertes.....			2 000
			<hr/>
Total.....	100 ^{kil} 000		<hr/> <hr/>

La mouture haute hongroise est d'un degré supérieur à la haute mouture française ; elle nécessite encore plus de passages et plus de soins intermédiaires. Par cette mouture, on obtient :

Au premier passage :

Farine	23 %	}	100
Sons et gruaux.....	76 %		
Perte.	1 %		

Au deuxième passage :

Les 76 parties de sons et de gruaux sont blutées et donnent :

En fin finot.....	12 ^{kil} 500
Gruaux à sasser.....	45 000
Petit son	12 000
Gros son.....	6 000
Déchet.....	0 500
	<hr/>
Total.....	76 ^{kil} 000
	<hr/> <hr/>

Au troisième passage :

Les 45 parties de gruau produisent au sasseur, en :

Beaux gruaux.....	26 ^{kil} 000
Gruaux ordinaires.....	7 500
— bis.....	7 000
Recoupettes.....	3 000
Remoulages.....	1 000
Déchets.....	0 500
Total.....	45^{kil}000

Au quatrième passage :

Les 26 parties de beau gruau produisent :

A la mouture, farine 1 ^{re} qualité.....	15 ^{kil} 000
— 2 ^e —	5 500
— 3 ^e —	2 250
Farine ordinaire.....	1 500
— bise.....	1 000
Remoulage.....	0 500
Déchets.....	0 500
Total.....	26^{kil}000

A la cinquième opération :

Les gruaux ordinaires et fins finots, moulus ensemble, donnent :

Farine gruau ordinaire.....	10 ^{kil} 000
2 ^e farine.....	5 000
3 ^e farine	2 750
4 ^e et 5 ^e farines.....	1 500
Remoulage.....	0 500
Perte.....	0 250
Total.....	20^{kil}000

A la sixième opération :

On moule les 6 parties de gruaux bis qui produisent :

Farine bise ordinaire	2 ^{kil} 500
— inférieure	2 000
Remoulage bis.	1 900
— blanc.	0 500
Perte	0 100
Total.....	<u>7^{kil}000</u>

En résumé on a produit :

Farine de blé.....	23 ^{kil} 00
— blanche 1 ^{re}	7 25
— de gruau blanche.....	20 50
— ordinaire	10 00
— 2 ^e qualité	4 25
— 3 ^e et 4 ^e qualités.....	7 00
Toutes farines.....	<u>72^{kil}000</u>

Issues :

Gros son.	6 ^{kil} 00
Petit son.	12 00
Recoupettes.....	3 00
Remoulage bis.....	2 90
Remoulage blanc.....	1 50
	<u>25 40</u>
Perte.	2 60
	<u>28^{kil}00</u>

Ces résultats sont encore loin de la perfection.

Quel est le but de la meunerie? *Séparer l'amande farineuse des enveloppes extérieures, éloigner la poussière de la barbe*

et le germe, et enfin briser les cellules pour mettre en liberté l'amidon et les matières albumineuses assimilables dans leur pureté absolue. Toute l'amande du grain est blanche et devrait donner de la farine supérieure, mais dans la pratique on est loin encore de cet idéal; en pulvérisant le grain, on pulvérise encore plus ou moins de son et l'on n'est pas parvenu à séparer la poussière grise qui se trouve dans la fente. La poudre de son et la poussière passent avec la farine à travers les gazes des bluteries, et la maculent.

C'est à se débarrasser de ces défauts que tendent tous les efforts de la meunerie moderne.

La valeur de la farine est en raison de sa blancheur et le tarif ci-après, des Halles de Paris (avril 1884), montre l'intérêt considérable qui s'attache à la recherche du maximum de rendement en farine blanche.

Farine de gruau (les 100 kilog.).....	42	» à 56 francs.
— premières.....	30	» 35 »
— deuxièmes.....	24	» 27 »
— bises	19	» 23 »
Son gros.	16	» 18 »
Son moyen.. .	15	» 16 »
Son fin.	14	» 15 »
Recoupettes.	14	» 15 »
Remoulages.....	15	» 18 »

Les prix varient encore pour chaque classe de produits selon les marques.

Ainsi donc, théoriquement, le meunier devrait retirer d'un quintal de blé, pesant 75 kilog. l'hectolitre :

82 kilogr. de farine de gruau, valant environ 40 fr., soit..	32 80
Et 18 kilogr. de son et germes, à 15 francs.....	2 70
Soit en tout.....	<u>35 50</u>

Tandis qu'il retire en réalité en mouture basse :

Farine première.....	70 ^k 10 à 32 fr.	22 43
— deuxième	6 40 25 »	1 60
Issues gros et fins.....	21 20 15 »	3 18
		<hr/>
Soit en tout.....		<u>27 21</u>

Et en mouture haute :

Farine première	38 ^k 30 à 32 fr.	12 25
— premier gruau	19 15 50 »	9 57
— deuxième gruau.....	8 40 41 »	3 36
— troisième gruau	6 40 32 »	2 05
— quatrième gruau.....	2 » 21 »	» 42
Remoulage.....	23 » 15 »	3 45
Sons	10 70 15 »	1 60
		<hr/>
Soit en tout.....		<u>32 70</u>

Il résulte de ces données que le rendement en argent de la mouture du blé est actuellement en France de 15 à 25 % au dessous de ce qu'il pourrait être théoriquement.

Les résultats obtenus par les nouveaux procédés sont-ils plus rapprochés de cet idéal que ceux donnés par les meules? cela est plus que probable.

Il est très difficile de savoir à quoi s'en tenir par les meuniers qui ont adopté les machines nouvelles, et cela se conçoit; mais le fait de la diminution de nos exportations et de l'introduction en France des farines étrangères, malgré la protection géographique et les droits de douane est suffisamment concluant.

Les essais en cours semblent nous avoir donné raison. Toutefois, la question est tellement complexe, elle se raisonne de tant de manières différentes, que nous n'aurons peut être pas de longtemps, une théorie satisfaisante de la mouture. Nous proposons en attendant le raisonnement suivant :

II.

ESSAI D'UNE THÉORIE DE MOUTURE.

Pour transformer le blé en farine, on peut le *couper*, le *briser*, le *broyer*, le *cisailler*, le *frotter*, l'*écrasser*, le *battre* par le choc.

Des instruments ont été inventés pour chacune de ces manières de faire, et les avis sont très partagés sur leurs avantages. Certes il n'est pas indifférent d'employer l'une ou l'autre. Chaque système a ses avantages et ses inconvénients. Le meilleur serait celui qui occasionnerait le moins de frais d'entretien de l'organe travailleur, qui consommerait le moins de force motrice et qui n'échaufferait ni ne détériorerait la farine. Le *coupage* est le système qui demande le moins de force motrice. Plus un couteau est affilé, plus légèrement se fait la tranche. Mais le couteau ne garderait pas longtemps son acuité avec le blé qui contient des grains de sable et autres impuretés. Les machines à couper n'ont pas eu de succès à cause de cet inconvénient.

Le *brissage* s'opère par des cylindres en fonte dure, taillés.

Ce système est un des plus répandus, il nécessite cependant des frais de retaille assez fréquents. Les cylindres taillés ou canelés sont exécutés par plusieurs grands constructeurs allemands, suisses et hongrois et ont été l'objet de nombreux perfectionnements dans ces dernières années. Ils peuvent servir à la mouture basse ou à la mouture haute indifféremment.

La finesse des cannelures et la vitesse des cylindres varient selon le travail à exécuter.

On a essayé de *cisailler* le grain en le passant entre des cylindres métalliques portant des lames de couteau encastrées selon la circonférence. Les lames des deux cylindres s'engagent les unes entre les autres. L'inconvénient de ce système est la difficulté du nettoyage et

le coût élevé de l'entretien. Il est d'ailleurs impropre à réduire les gruaux, il coûte trop cher de premier établissement, et il est très difficile à bien exécuter. Certains constructeurs font ces lames polygonales pour permettre de réduire le diamètre des cylindres sans augmenter l'angle du cisailage.

Le *frottement* (travail analogue à celui des meules) a aussi donné lieu à bien des applications nouvelles. Le corps à diviser se trouve pressé entre deux surfaces douées d'un mouvement de translation. La force motrice qui opère cette division est le produit de la pression multipliée par le coefficient de frottement des surfaces ; l'un de ces facteurs augmente quand l'autre diminue. S'il ne s'agit que de diminuer la force employée, il faut choisir la surface ayant le plus grand coefficient de frottement, et, à ce point de vue les meules de silex et les cylindres de porcelaines répondraient le mieux au but ; mais la force absorbée n'est pas la seule considération à envisager. Il faut encore que les frais d'entretien des surfaces ne viennent pas en renverser l'économie. C'est justement le cas pour les meules de silex, dont le rhabillage nécessite des ouvriers spéciaux et des chômages fréquents.

Il faut donc chercher des surfaces qui réalisent la meilleure moyenne. La porcelaine répond en partie à ce desideratum, mais seulement pour convertir les gruaux. Quant au grain brut, la question n'est pas résolue encore d'une façon complète et le système par le frottement est battu en brèche par les nouveaux procédés. On lui reproche surtout le manque de stabilité dans le coefficient de frottement. Ainsi, dans les meules de silex, depuis le jour où elles ont été taillées, jusqu'à celui où elles doivent l'être à nouveau, le coefficient diminue et par conséquent le travail ne peut avoir aucune régularité. L'échauffement de la matière est une autre conséquence de cet inconvénient grave.

Le professeur Kick de Prague, a expérimenté qu'avec de la fonte dure, il faut presque deux fois plus de pression pour le même travail qu'avec de la porcelaine.

Des constructeurs très expérimentés proposent de procéder par voie *d'écrasement*. Ce mode de travail prend peut-être plus de force, mais il a l'avantage d'être très simple et de ne nécessiter que très peu de frais d'entretien. C'est aussi par l'écrasement qu'on parvient le plus facilement à éloigner le germe, à conserver à l'écorce toute sa grandeur et à ne pas échauffer la matière, avantages considérables sur lesquels nous reviendrons plus loin dans l'examen des nouvelles méthodes de mouture.

La division par le *choc* (Broyeur Carr) a reçu déjà un assez grand nombre d'applications. Plusieurs constructeurs allemands recommandent cette méthode combinée avec l'écrasement par cylindres lisses. La question des batteurs est très controversée et c'est un exemple des plus curieux de l'ignorance où nous sommes encore. Cependant une quantité considérable de batteurs fonctionnent et donnent de bons résultats. Or, à entendre certains meuniers et à lire certains auteurs, cette machine est impossible, sinon pour le travail des sons (1).

Nous ne parlerons que pour mémoire des broyeurs par *projection*; les essais de ce mode de mouture n'ont encore rien produit de notable.

Il ressort de tout cela, qu'à l'heure qu'il est, celui qui voudrait monter un moulin avec les outils les plus parfaits, serait fort embarrassé. Il le serait surtout s'il se rendait un compte sérieux de tout ce qui a été fait depuis cinq ou six ans en Hongrie, en Allemagne, en Angleterre et en Amérique. Plus il aurait entendu et vu, plus il serait perplexe.

En effet, les systèmes les plus différents, les uns des autres, se recommandent de rendements superbes, d'économie de main d'œuvre, de force et d'emplacement, et nous ne parlons encore que des machines à pulvériser. Que serait-ce si nous abordions l'étude des méthodes d'ensilotage, et de conservation, des machines à trier, à nettoyer le grain, des bluteries et des sasseurs !

(1) Voir « Kick » Die Mehlfabrication.

Nous nous restreindrons cette fois à l'étude des divers procédés de pulvérisation ; et d'abord quels sont les avantages des cylindres sur les meules ?

III.

MEULES ET CYLINDRES.

La meule , bien éveillée , bien appropriée au travail qu'on lui donne et bien conduite, est certes un excellent instrument ; mais combien nombreux sont ses inconvénients ! Nous en avons déjà cité quelques-uns ; les frais considérables du rhabillage , la difficulté de trouver de bons ouvriers rhabilleurs et leurs exigences. La délicatesse du réglage , de l'écartement et de l'équilibrage , le peu de durée de l'éveillage , l'échauffement inévitable de la farine surtout dans la mouture basse , et , par dessus tout , la presque impossibilité de donner toujours le degré de mouture voulu.

En effet, la meule est un instrument complexe ; elle fait simultanément plusieurs opérations :

- 1° Dans le boitard le grain est roulé pour ne s'ouvrir que lentement et progressivement à mesure qu'il s'éloigne de l'oeillard ;
- 2° Il s'étale et se dépouille du son en évitant de le déchirer ;
- 3° Les gruaux se brisent dans l'entrepied ;
- 4° Les gruaux se pulvérisent dans la feuillère.

Donc, quatre opérations simultanées. Comment s'assurer qu'elles se font bien toutes , et si l'on reconnaît que l'une d'elles est défectueuse, comment y remédier sans nuire aux autres qui se font bien ? C'est une difficulté telle, qu'il n'est pas étonnant qu'on ait cherché à la tourner.

Quoiqu'on fasse , surtout dans la mouture basse, les meules finissent toujours par frotter l'une sur l'autre. La farine s'échauffe. Il ne faut pas croire que la température de la masse sortante soit une garantie. Il arrivera que certaines parcelles de farine ont été

chauffées à plus de 160° (ce qui détériore le gluten) sans que la masse en accuse plus de 60°. Il en résulte une inégalité de nuance et une diminution de richesse nutritive. La meule n'est pas propre à tous les genres de blé indifféremment. Jadis un moulin n'avait à travailler que les blés cultivés dans un certain rayon autour de lui. Les chemins de fer, la navigation à vapeur et les traités de commerce ont changé cela. Actuellement, on est appelé à traiter toutes sortes de blés, de nature et de qualités très variables, durs, demi-durs ou tendres. Il faudrait, pour bien faire, des meules appropriées à chacune de ces qualités, ce qui est impraticable.

Le son, si soigneusement dépouillé dans le boitard et dans l'entre-pied, est obligé de passer par la feillère avec la farine. A ce moment, une partie de ce son se pulvérise et se mêle irremédiablement à la farine.

Il en est de même du germe. Les meules l'écrassent comme le reste, et la farine, ne contient-elle que la vingtième partie du germe, ne peut se conserver.

Enfin, la meule occasionne souvent l'incendie.

Ces inconvénients sont atténués dans la meunerie mixte et haute, mais non pas supprimés tout à fait.

Les frais d'entretien des meules sont très élevés d'ailleurs, et c'est peut-être là un des points les plus faibles de cet instrument si discuté.

Une paire de meules dure environ dix ans, mais il y a des accidents qui peuvent en réduire sensiblement la durée. De plus, dans les dernières années de sa carrière, elle ne fournit plus qu'un travail médiocre ou mauvais, surtout, quand, à force de la retailer, ses éléments sont plus ou moins disloqués.

Pour douze paires de meules, il faut compter :

Deux rhabilleurs à 2,400 fr.....	4,800 fr.
Marteau, entretien et amortissement...	1,200 »
	<hr/>
Total.	6,000 »

Les cylindres cannelés, qui exigent des retailles, durent quatre ou cinq ans et peuvent subir cinq retailles, soit vingt ou vingt-cinq ans de durée.

Les cylindres lisses, qui ne demandent de recylindrage que tous les dix ans et pouvant être recylindrés sept ou huit fois, ont une durée presque indéfinie. Quant aux frais d'entretien des cylindres, pour une production égale à celle de douze paires de meules, ils se chiffrent à peine à 200 fr.

D'un autre côté, les cylindres prennent moins d'emplacement que les meules.

Un moulin à cylindres de 1,500 kilos de blé à l'heure se loge dans un bâtiment de 1,500 mètres carrés de surface totale, nettoyage et magasins non compris. Pour des meules, il faudrait environ 1,650 mètres carrés.

Cependant on a élaboré depuis quelque temps, en Allemagne, des meules à courante inférieure, qui, grâce à de sérieux perfectionnements dans le montage et des soins particuliers dans le mécanisme, ont donné des résultats très satisfaisants.

En Hongrie et en Allemagne, nombre de moulins modernes à cylindres ont conservé des meules pour achever l'affleurement des gruaux fins. La courante inférieure a l'avantage de ne jamais froter sur la gisante, de produire beaucoup plus que la meule ordinaire et de se prêter à un réglage plus minutieux.

Les meules blutantes ont aussi légèrement atténué les inconvénients du système, en éloignant les premières farines produites dans le boitard de l'entrepied sans les faire passer dans la feuilleure.

Ces premières farines doivent être pures, mais il en sort une trop petite proportion. Celle qui sort par la feuilleure n'est pas blutée, et se trouve d'autant plus souillée qu'elle est en moindre quantité avec la même proportion de son broyé.

Quant aux meules à double courante, meules verticales, coniques, cylindriques, etc., elles n'ont pas eu assez d'applications pour mériter qu'on s'y arrête.

Avec les cylindres, le grain n'est attaqué que le long d'une génératrice et ne subit qu'une seule et simple opération facile à surveiller et à régler. Les premiers cylindres de Wegmann offraient, il est vrai, certaines difficultés pour régler le parallélisme des cylindres, mais les dernières machines que nous avons vues en Allemagne sont d'une construction si ingénieuse et si pratique que le réglage est facile et peut se faire par le premier mécanicien venu (1). Le parallélisme est infaillible et l'écartement des cylindres se règle par une vis unique. Il faut reconnaître, en passant, que les soins apportés par les grands constructeurs sont dignes de l'attention des ingénieurs. Les paliers à rotules, les graisseurs automatiques, la trempe des parties travaillantes, l'équilibrage des pièces tournant à de grandes vitesses, et enfin la beauté des formes, font de ces machines de véritables instruments de précision, exigeant le minimum de force motrice et d'entretien.

Aussi, les cylindres produisent de 8 à 10 % de plus de farine blanche que les meules, toutes choses, égales d'ailleurs.

Dans la mouture basse, les cylindres ont bien l'avantage de ne pas broyer le son en même temps que l'amande et de pouvoir séparer les deux produits assez tôt pour ne plus risquer de les voir combinés, mais le germe est encore en partie écrasé. Dans la mouture haute par cylindre, non-seulement on arrive à détacher l'écorce avant l'affleurement, mais aussi le germe; ce qui, pour la conservation de la farine, est d'une importance considérable. Il est probable que l'avenir est à la mouture haute, ne fut ce que pour cet avantage. Mais la mouture haute donne aussi plus de bénéfice en produisant des farines plus blanches et de plus grand prix que la mouture basse.

Nous sommes donc amenés à recommander la mouture haute ou au moins la mouture demi-haute comme transition.

(1) Le cylindre du système Simon de Strasbourg sont encore plus parfaits que les allemands. Les coussinets se règlent ensemble ou séparément à volonté.

Nous allons examiner maintenant les principaux procédés de mouture entre lesquels il faudra choisir.

*Comparaison du système Hongrois et du procédé
Hambourgeois*

D'après MM. Nagel et Kaemp, l'écrasement du grain par les cylindres lisses sans friction conserve mieux au gruau son caractère granuleux, c'est un fait à vérifier. Il nous semble que les cylindres taillés, marchant à vitesse différente, doivent plus complètement briser le grain et faire des gruaux plus anguleux,

MM. Nagel et Kaemp disent, en outre, que leurs cylindres séparent plus facilement les farines bises ou les poussières logées dans la fente du grain, nous ne voyons pas d'où peut venir cette supériorité. Il nous semble, au contraire, que là encore l'action plus énergique et plus franche des cylindres taillés doit donner au grain un choc qui facilite l'expulsion des dites poussières et farines bises.

Enfin, ces constructeurs prétendent qu'ils détachent sûrement le germe sans le briser. — Cela nous voulons l'admettre. Il est certain que les cylindres taillés doivent couper le germe, tandis que les cylindres lisses ne peuvent pas en altérer la structure en écrasant le grain, c'est là un avantage sérieux des cylindres lisses.

Quant au son, nous en avons recueilli des échantillons de l'un et de l'autre mode de mouture et nous devons reconnaître que celui de la mouture par cylindres cannelés est plus grand que l'autre.

Le système Hambourgeois comprend deux machines principales. Les cylindres en fonte dure, lisses, à vitesse uniforme, et le broyeur Carr, appelé ici désintégrateur ou démembrateur. Le grain est d'abord concassé dans une première paire de cylindres, ou il est fendu dans sa longueur pour en faire tomber le germe et en détacher une partie de l'écorce sans la déchirer.

Ces cylindres agissent par pression seule, sans friction. Quant il s'agit de mouture basse, on écrase le grain le plus possible ; mais

pour la mouture mixte on haute, on cherche dans ce premier concassage à faire le moins possible de farine. Les morceaux sortant de cette première opération sont passés au désintégrateur, qui divise la farine et les gruaux et les sépare du son sans briser ce dernier.

De là, la matière passe à la bluterie, qui isole la première farine, les gruaux et les sons. Les germes vont avec les sons. Un sasseur aspirateur trie les gruaux par densités et en éloigne toutes les parcelles de son qui y adhèrent encore.

Les gruaux sont ensuite laminés à nouveau, entre des cylindres pareils au premier, mais plus rapprochés, d'où ils passent à nouveau par le désagrégateur, puis par la bluterie et le sasseur et ainsi de suite jusqu'à terminaison.

Les sons auxquels était restée collée la farine sont travaillés à leur tour, au cylindre et désagrégateur, d'où ils sortent à volonté complètement dépouillés ou partiellement si on préfère y laisser un peu de farine.

Plus on opère progressivement et graduellement plus haute est la mouture et plus blanches sont les farines. En effet, ce n'est qu'à la condition d'opérer graduellement et lentement qu'on peut espérer séparer les gruaux du son qui y adhère, avant que ces gruaux soient pulvérisés.

Ce procédé de meunerie est très discuté. Il est très malmené par les uns et très apprécié par les autres. Nous avouons que nous avons un certain penchant pour ces deux instruments simples et puissants:

En effet, quoi de plus simple et de moins sujet à dérangements, quoi de plus facile à entretenir; les cylindres peuvent, après un fonctionnement de plusieurs années, avoir besoin d'un recylindrage. Les broches du désagrégateur s'usent à la longue et doivent être remplacées: quoi de plus économique et de plus facile. On prétend qu'on demande trop à ce désagrégateur; ce n'est pas notre avis. M. Toufflin lui, demandait bien plus et l'avenir lui réserve peut-être un rôle plus important encore.

Il est à remarquer que la méthode dont nous venons de parler

n'a reçu encore que peu ou pas d'application en France, ou l'on compte cependant un certain nombre de moulins à cylindres, tandis qu'en Allemagne, en Angleterre, en Italie, en Russie et en Hollande il y en a de nombreuses et importantes.

Les machines de MM. Nagel et Kaemp ont d'ailleurs été très remarquées à l'Exposition de la meunerie à Londres, en 1881, et cette exhibition leur a valu de nombreuses commandes. Notons en passant qu'il n'y avait pas beaucoup de meuniers ni de constructeurs français à cette Exposition.

Une grande précision est indispensable pour des organes qui tournent à des vitesses de 3 et 4000 tours et qui fonctionnent d'une manière continue jour et nuit. Les organes graisseurs surtout doivent être étudiés avec le plus grand soin.

Quant à la force motrice absorbée par les cylindres, elle est peu importante en raison de la quantité produite :

Ainsi un cylindre lisse qui peu produire de 3 à 4000 kilogr. de blé à l'heure n'absorbe que 5 chevaux de force.

Quant aux désagrégateurs, les constructeurs sont parvenus à en réduire très sérieusement la résistance en les faisant travailler dans un milieu très raréfié.

Il en résulte que les parcelles de blé, lancées contre les broches, n'ont plus à vaincre la résistance de l'air et la force employée en est très sensiblement diminuée.

Voici d'ailleurs la production de ces machines par heure :

Un cylindre produit par heure en blé.....	2 à 4,000 kilogr.	
— — en sons.....	300	350 »
— — en gruaux.....	400	»
— — en gruaux fins.....	300	»
Un désintégrateur produit par heure en blé.....	2,700	»
— — en gruaux.....	3,000	»
— — en sons.....	3,500	»

Voici un aperçu des machines nécessaires pour travailler 2000 kilogr. de blé nettoyé par heure :

GENRE DE MOUTURE.	MOUTURE BASSE (Anglaise).					BONNE MOUTURE												
						Demi-haute avec tournée préparatoire.					MOUTURE HAUTE (Hongroise).							
SÉRIE DES OPÉRATIONS.	Grains.	Sons.	Gruaux.	Remoulués.	TOTAL.	Grains.	Sons.	Gruaux.	Remoulués.	TOTAL.	Grains.	Sons.	Gruaux gros.	Gruaux fins.	Gruaux fins finots.	Remoulués.	TOTAL.	
Nombre des opérations	1	1	1	1	4	2	1	1	1	5	3	1	2	2	2	2	12	
MACHINES NÉCESSAIRES.	Appareils à cylindres compresseurs	1	1	1	1	4	2	2	3	3	10	3	2	2	3	3	3	16
	Désagrégateurs.....	1	1	1	1	4	2	1	1	1	5	3	1	2	2	2	2	12
	Bluteries centrifuges(1)..	6	3	1	1	11	10	4	6	6	26	11	6	3	3	3	6	32
	Bluteries ordinaires pour assortir les gruaux ...	"	"	"	"	"	"	"	2	"	2	2	1	2	2	1	1	9
	SASSEURS.....	P ^r tous les gruaux..				6	P ^r tous les gruaux..				6	Pour tous les gruaux....						10

Remarques. — Les 2000 kil. de blé nettoyé donnent en moyenne : 78 % de farines diverses ; 5 % de farines bisées ; 15 % de sons gros et fins ; 2 % de perte. — Les sons dans lesquels se trouvent les germes sont exempts de farines.

(1) Les bluteries prismatiques ordinaires sont préférables aux centrifuges pour le travail des gruaux aigus et volumineux.

Dans un moulin système Hambourgeois, monté à Munster, il y a quelques années, pour une production de 2500 kil. de blé par heure, on dépense pour la force motrice 152 kil. de houille par heure.

Le personnel se compose de :

1 contre-maitre ;
7 ouvriers.

Le matériel se compose de :

9 cylindres ;		21 bluteries ;
4 désagréateurs ;		7 sasseurs.

1 kil. de charbon transforme 16 kil. 400 de blé.

Les Hongrois (1) ont une toute autre manière de travailler.

Voici, par exemple, comment ils opèrent pour la mouture demi-haute qui nous intéresse le plus en France pour le moment :

Le blé, après avoir été nettoyé comme à l'ordinaire, passe d'abord par un cylindre concasseur à vitesses différentielles faisant le moins possible de farine, puis, après blutage, il passe successivement par cinq cylindres cannelés, avec un blutage après chaque passage.

Les gros gruaux sont convertis sur des cylindres lisses ; et enfin les fins et finots sont passés sur des meules à silex à courante inférieure. Pour nettoyer les sons, on emploie le désagréateur.

Le diagramme F indique la marche des diverses opérations pour un moulin produisant 1250 kil. par heure.

Les produits obtenus se composent de :

72 % de farine N° 0 ;
3 à 4 % de farine N° 1 ;
1 à 2 % de farine N° 2 (bise) ;
17 à 18 % de sons ;
5 % de remoulages ;
2 % de perte.

(1) Depuis six mois, nombre de constructeurs Français se sont mis très sérieusement à l'œuvre. Ils adoptent généralement le système Hongrois.

Le nombre de constructeurs, qui depuis un an s'adonnent à cette branche industrielle, est très grand, et les progrès qu'ils réalisent sont incessants.

En Angleterre et en Allemagne, le procédé le plus généralement employé est celui de la continuité et de l'automatisme des opérations. On y fait généralement dans les nouveaux moulins de la mouture mixte.

Le grain épuré passe d'abord sur un cylindre cannelé simple ou multiple, qui le concasse; de là, il passe à la bluterie. Les gros gruaux qui en sortent sont repassés aux cylindres cannelés, tandis que le reste est trié au sasseur aspirateur. La farine provenant du premier cylindrage tombe dans des sacs, tandis que les gruaux fins sont sassés; les gruaux sont encore cylindrés, blutés et sassés et la farine de chaque blutage est recueillie dans des sacs, tandis que les gruaux sont retravaillés aux cylindres cannelés ou lisses et enfin terminés sur des cylindres lisses.

FRANCE.



Production de céréales en hectolitres, de 1871 à 1881.

ANNÉES.	FROMENT.	MÉTÉIL.	SEIGLE.	TOTAL.
1871.....	69.276.419	5.909.689	26.462.623	101.648.731
1872.....	120.803.459	8.972.075	29.868.575	159.644.109
1873.....	81.892.667	6.355.423	20.320.023	108.568.113
1874.....	133.130.163	9.894.447	28.369.818	161.394.428
1875.....	100.634.861	7.381.934	26.919.125	134.935.940
1876.....	95.439.832	7.126.429	26.486.506	129.052.767
1877.....	100.145.651	7.108.709	24.996.829	132.251.189
1878.....	95.270.698	6.199.865	24.188.485	125.659.048
1879.....	79.355.866	4.555.207	18.891.088	102.802.161
1880.....	99.471.559	6.021.305	25.318.486	130.811.350
1881.....	96.810.356	5.007.388	23.731.631	126.549.375

B

Statistique des moulins à vapeur.

ANNÉES.	NOMBRE DE MINOTERIES à vapeur.	MACHINES A VAPEUR.	
		NOMBRE.	CHEVAUX.
1873.....	1.474	1.502	16.553
1874.....	1.632	1.760	18.176
1875.....	1.731	1.773	19.178
1876.....	1.917	1.923	20.730
1877.....	1.924	1.976	21.559
1878.....	2.006	2.066	22.609
1879.....	2.025	2.084	23.377
1880.....	2.036	"	"

C

Mouvement des grains et farines, de 1871 à 1881.

QUANTITÉS EN HECTOLITRES.

ANNÉES.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	EXCÉDENT des importations.	EXCÉDENT des exportations.
1871.....	21.937.000	3.351.000	18.586.000	,
1872.....	7.332.000	16.151.000	"	8.819.000
1873.....	11.213.000	9.833.000	1.380.000	,
1874.....	16.214.000	8.090.000	8.124.000	"
1875.....	9.093.000	12.280.000	"	3.187.000
1876.....	13.143.000	9.376.000	3.767.000	"
1877.....	14.554.000	10.388.000	4.166.000	"
1878.....	33.123.000	10.626.000	22.497.000	"
1879.....	43.932.000	3.083.000	40.849.000	"
1880.....	42.107.000	4.022.000	38.085.000	,
1881.....	28.704.000	6.797.000	21.907.000	,

D
Farines.

ANNÉES.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	Commerce général.	Commerce spécial à la France.	Commerce général.	Commerce spécial à la France.
1872.....	quint. mét. 90.304	quint. mét. 189.518	quint. mét. 1.527.478	quint. mét. 543.185
1873.....	198.925	167.400	2.320.794	856.239
1874.....	218.438	212.820	1.535.904	684.962
1875.....	31.573	28.838	2.576.522	2.144.710
1876.....	45.596	40.607	2.002.326	1.307.426
1877.....	65.961	63.437	2.471.505	1.684.764
1878.....	85.009	74.437	1.397.261	363.084
1879.....	123.154	119.252	1.310.629	191.092
1880.....	287.151	280.643	1.103.859	151.812
1881.....	249.235	235.693	1.043.552	166.940
1882.....	380.000	"	96.000	"

E

Compte de mouture établi dans le « Bulletin des Halles » en septembre 1882, d'après le rendement en farine de blé de 1882.

Voici un compte de mouture établi sur la base de 26 fr. 75 le quintal, prix auquel ressort le *bon blé* rendu dans les usines du rayon.

100 quintaux à 26.75	2.675 »
On peut évaluer les frais de mouture à 1.75 par quintal, comme moyenne pour l'année, en tenant compte du nettoyage, des réparations et du chômage total ou partiel occasionné par les fêtes, par les basses eaux et par les grandes eaux; nous ajouterons donc au prix d'achat.....	175 »
Il y a lieu de compter encore un mois d'intérêt, soit ½ %...	13 37
Prix de revient de 100 quintaux de blé.....	<u>2.863 37</u>

Ces 100 quintaux produiront, savoir :

Quintaux	
68 »	Farine 1 ^{re} à 57.25, cours actuel des 9 marques sur octobre, soit à 36.45 les 100 kilog..... 2.478 60
3 »	Farine 2 ^e à 30 fr..... 90 »
3 »	Farine 3 ^e et 4 ^e à 22 fr..... 66 »
22 »	Issue à 13.50 297 »
1 50	Petit blé à 14 fr..... 21 »
2 50	Déchet ou évaporation (perte)..... » »
<u>100 »</u>	<u>Produit de la vente. 2.952 60</u>

Il convient d'en déduire :

1 ^o Escompte, $\frac{1}{2}\%$ sur la valeur de la farine	13 17
2 ^o Transport à Paris et camionnage pour 68 quintaux à raison de 1.50 pour 159 kil.....	65 »
3 ^o Valeur de la toile pour 68 quintaux représentant 43 sacs $\frac{1}{2}$ de 159 kil.	65 »
	<u>143 17</u>
	<u>Resterait net..... 2 809 43</u>
Nous avons donc un prix de revient de	2.863 37
La vente produisant.....	2.809 43
Il y aurait une perte pour le fabricant de.....	<u>53 94</u>

Encore faudrait-il y ajouter les frais d'entrée et de sortie du magasin, le magasinage, les frais d'expertise, la bonification du camionnage à l'acheteur et la commission.

Au sujet de ce compte de mouture, la lettre suivante était adressée au *Bulletin des Halles*, par un des bons fabricants de Seine-et-Oise :

- « Le compte de mouture que vous établissez intéresse le commerce et la meunerie, et, comme il est tombé dans le domaine public; je me permets de vous faire quelques observations.
- » Vous ne comptez que $\frac{1}{2}\%$ de blé mort comme déchet au

- » nettoyage ; je crois qu'il serait plus rationnel ou plus logique de
- » compter 10 % et de ne pas faire figurer ce déchet dans le compte
- » du rendement, quitte à en déterminer ensuite la valeur pour en
- » faire la déduction.

» En prenant exactement vos chiffres, je trouve que 100 quintaux de blé, tels que les livre le cultivateur à l'usine, au prix de fr. 26,75 le quintal, donnent les résultats suivants :

» 100 quintaux de blé à 26.75	2.675	»
» Frais de mouture à 1.75 par quintal, déduction faite de		
» 10 % de blé mort ou de petit blé, soit pour 90 quintaux....	157	50
» Intérêts d'un mois, $\frac{1}{2}$ % sur 2.675 fr.	13	37
	<hr/>	
» Prix de revient de 100 quintaux de blé	2.845	87

- » Un bon nettoyage ordinaire ne peut faire, cette année, moins
- » de 10 % d'extraction en blé mort, ou graines qui ne peuvent
- » entrer dans la mouture.

» Déduisant alors 10 quintaux, il ne reste à mettre sous les meules que 90 quintaux de blé, qui produiront, savoir :

	Qtz kil.	fr.	fr.	c.
68 % farine 1 ^{re}	61 20 à 37		2.204	40
4 % » 2 ^e	3 60 à 30		108	»
4 % » 3 ^e et 4 ^e	3 60 à 25		90	»
22 % issues.....	19 80 à 13		257	40
2 % évaporation (perte)	1 80			» »
	<hr/>			
100 %	90 00		2.719	80

- » Il y a lieu d'ajouter à ce produit les 10 quintaux
- » petit blé et de graines extraits au nettoyage et dont
- » on peut déterminer ainsi la valeur :

Qtz.	fr.	c.	fr.	c.
1 de graine noire, à.....	10	»	10	»
8 de petit blé.....	15	»	120	»
1 poussière et paille (perre).....	»	»	»	»
			<hr/>	
Produit brut.....			2.849	80

» Mais il faut en déduire :

1° Escompte $\frac{1}{2}$ % sur la valeur de la farine.....	12	»	
2° Transport à Paris et camionnage pour 68 quintaux 40, à 95 centimes le quintal.	65	»	
3° Valeur de la toile pour 61 quintaux 20, soit l'équivalent de 39 sacs à 1.50.....	58	50	
4° Entrée et sortie du magasin à 20 cent. pour 39 sacs.....	7	80	
5° Un mois de magasinage à 15 cent.....	5	85	
6° Domicile à Paris, typage, commission, à raison de 30 centimes environ par sac.....	11	70	
7° Camionnage à bonifier à l'acheteur, 35 centimes par sac.....	13	65	
			<u>174 50</u>
Resterait net.....			<u>2.675 30</u>
» Le prix de revient étant de.....			2.845 87
» et la vente produisant net.....			2.675 30

» Il y aurait pour le fabricant une perte de 170 fr. 57 en vendant des farines neuf-marques au prix de 58 francs, en admettant qu'il paye le blé fr. 26,75 les 100 kil. à l'usine. »

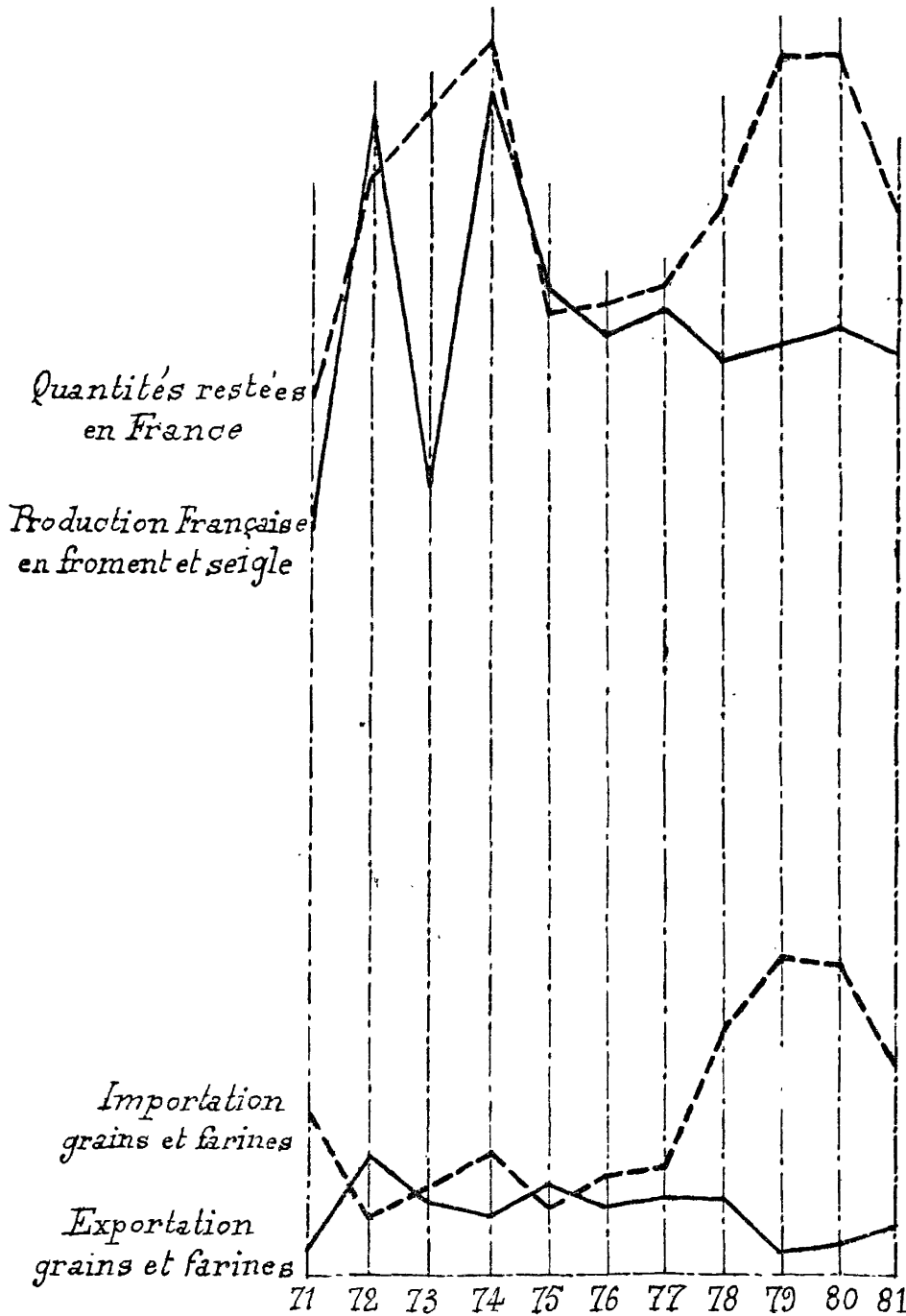
Nous avons tenu à placer sous les yeux de nos lecteurs ces différents comptes de mouture qui peuvent servir à l'établissement ; toujours si difficile, du prix de revient exact de la farine.



*Diagramme des importations et exportations
de grains et farines de la production française et
des quantités consommées en France.*

A

de 1871 à 1881



*Excédant des importations et exportations
(grains et farines) de 1871 à 1881*

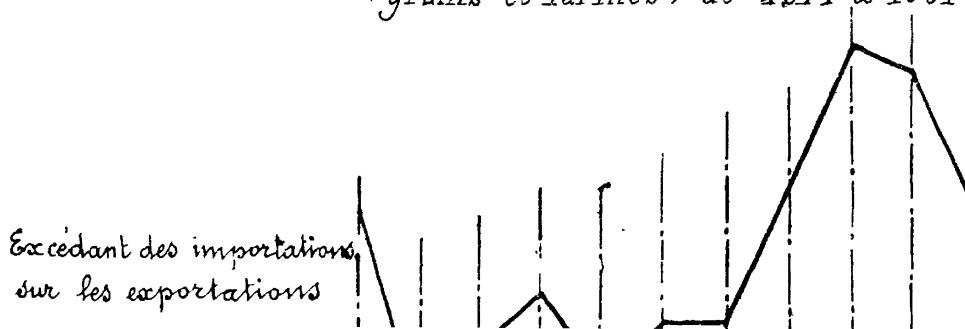


Diagramme comparatif

des

Importations et Exportations en France

en grains et farines réunis de 1827 à 1876

l'hectolitre compté pour 75 K.

100 Kil. farine valant 133 K. grains

en q. m.

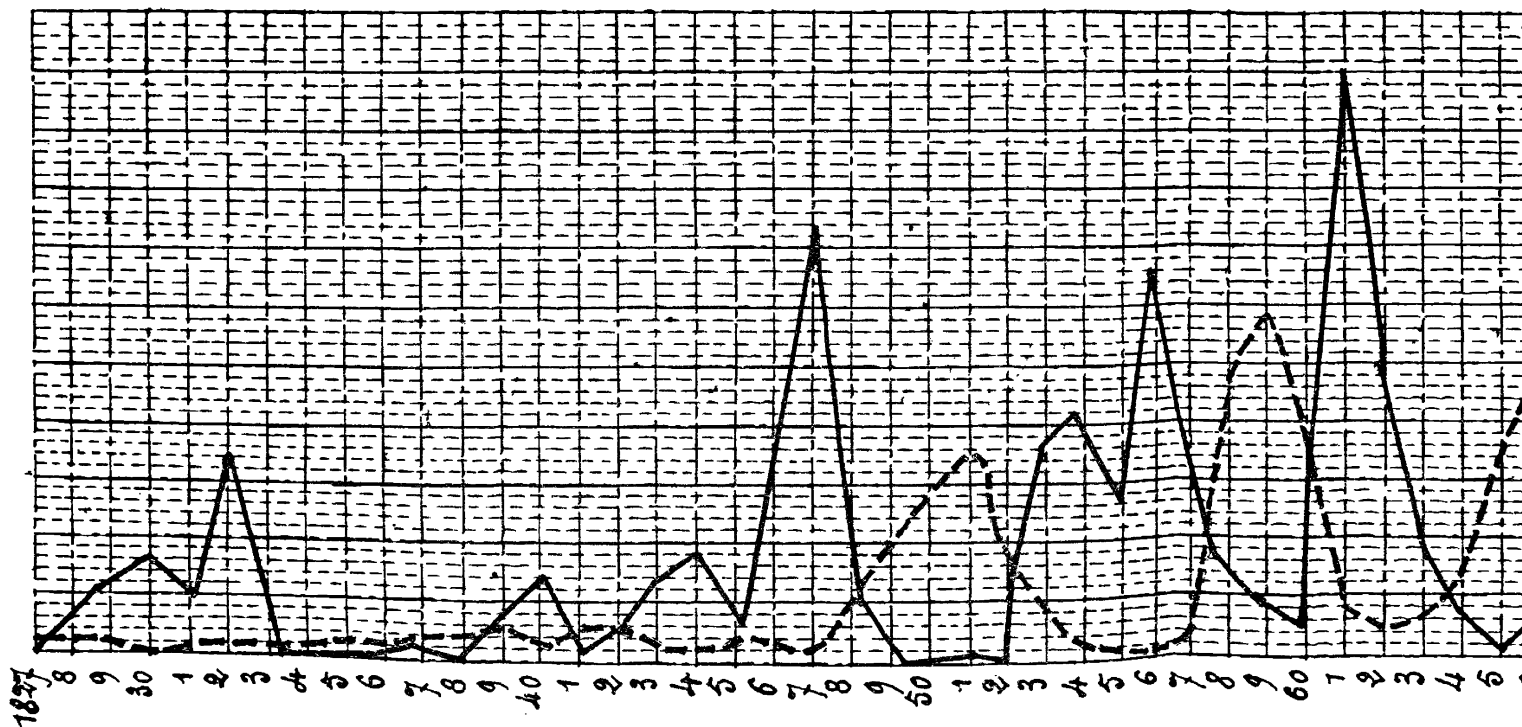
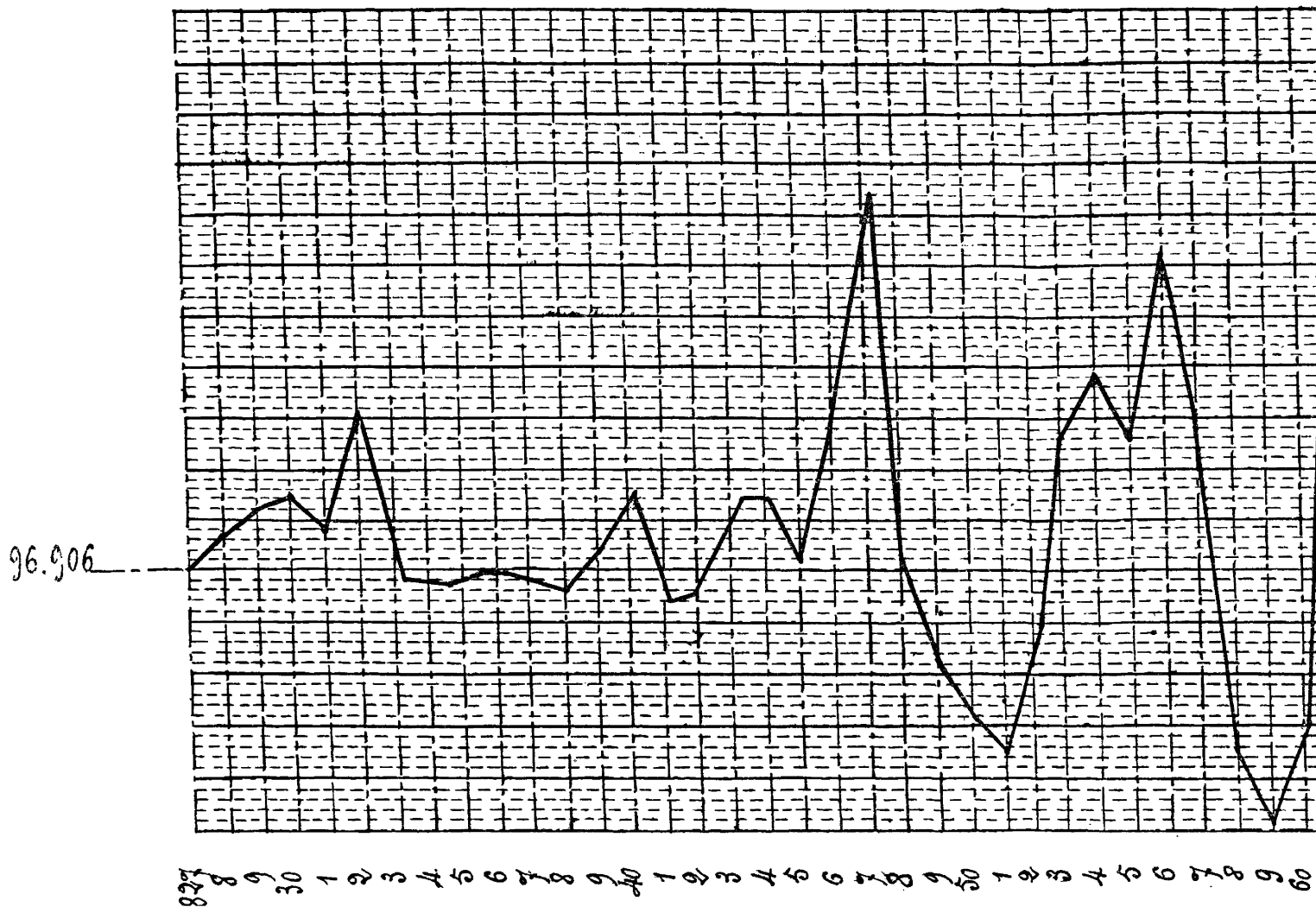


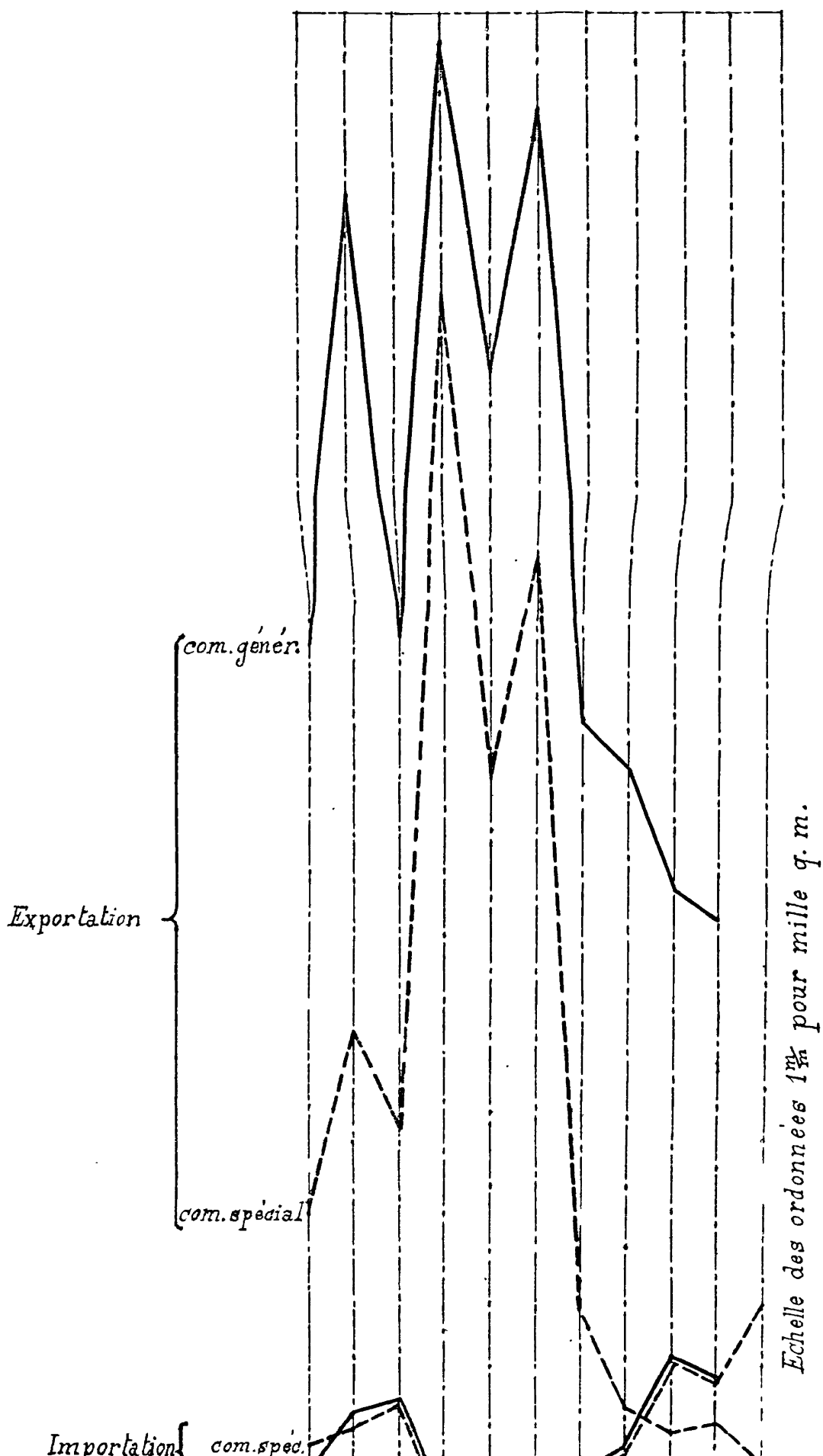
Diagramme des excédants
des
Importations et Exportations
en grains et farines réunis de 1827 à 1876

l'hectolitre compté pour 75 K. - 100 K. farine valant 133
en q. m.

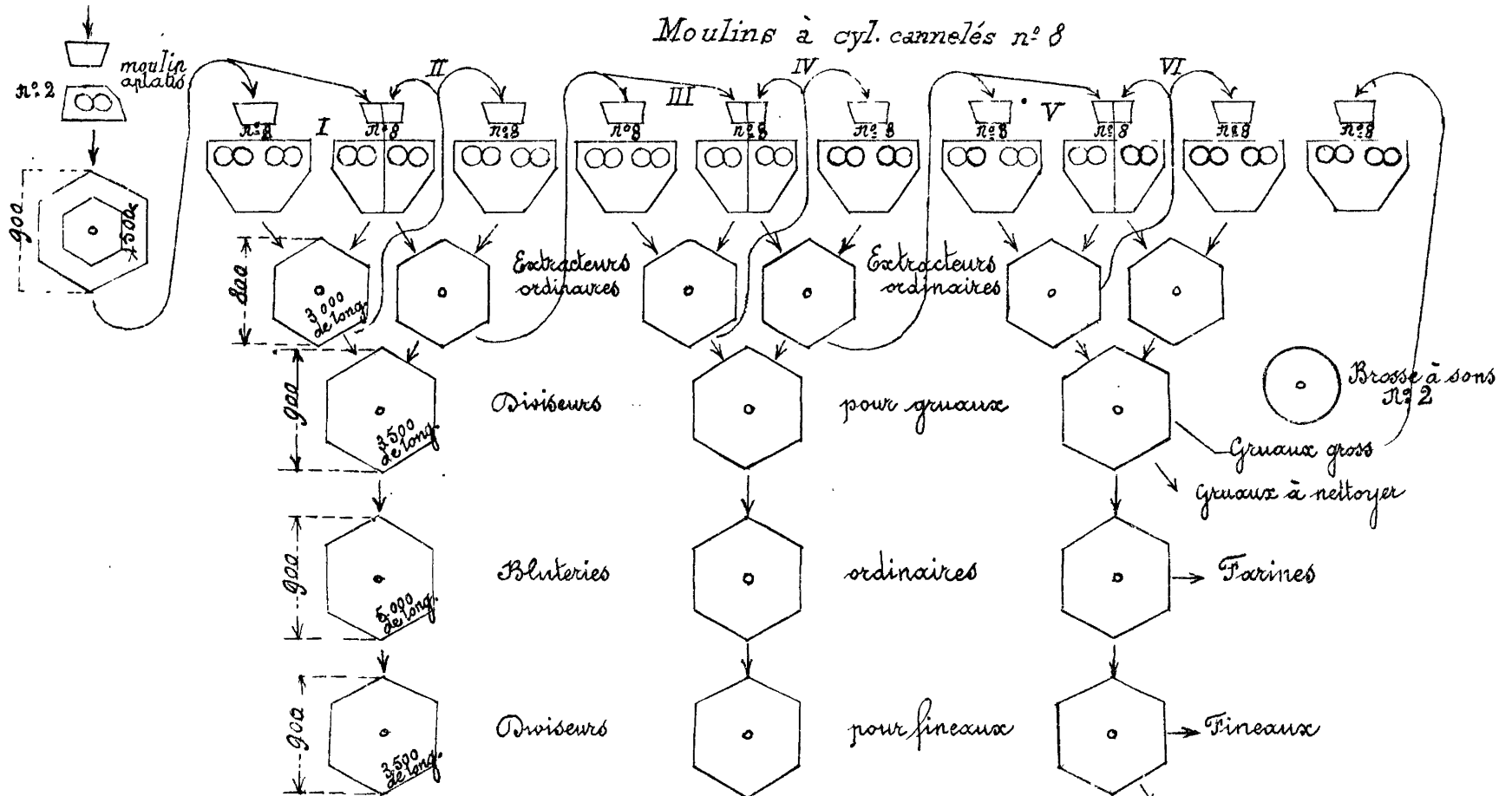


D. Farines

Importations et exportations de 1872 à 1882.



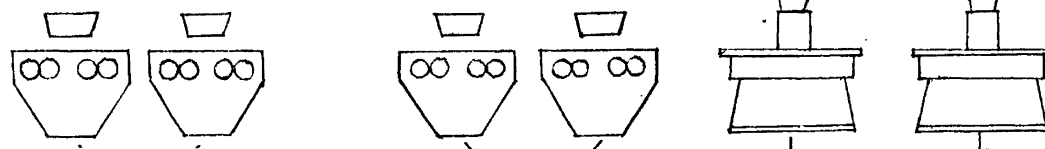
F'
 Monture demie-haute procédé Hongrois
 10000 K^{cs} de blé en 24 heures



Les gruaux à nettoyer marchent automatiquement sur 4 sasseurs de Haggenmacher et les fineaux marchent sur 2 sasseurs de Millot.
 Les gruaux nettoyés marchent sur 4 cylindres unis n° 3 et les fineaux nettoyés sur 2 moulins dont la meule de dessous est tournante.

Cyl. unis n° 3

Moulins à meule de dessous tournante.



1 bluterie centrifuge de

DU

ROLE DE L'ACIDE CARBONIQUE

DANS LA FORMATION DES TISSUS VÉGÉTAUX

Par M. A. LADUREAU,

OFFICIER D'ACADÉMIE,

Directeur de la Station Agronomique du Nord.

Où les plantes prennent-elles les éléments qui servent à leur constitution ?

Si la réponse a été faite déjà à cette question, en ce qui concerne les sels minéraux que l'on y trouve, sels qu'elles prennent dans le sol, ne pouvant du reste les tirer d'ailleurs, elle est loin d'être facile à faire pour les éléments qui constituent à proprement parler leurs tissus ; ces éléments sont pour la plupart gazeux, ce sont l'oxygène, l'hydrogène et l'azote ; un quatrième est solide : c'est le carbone.

Les trois premiers existent dans le sol et dans l'atmosphère sous forme d'air et d'eau. Quant au quatrième, le carbone, il existe à l'état de combinaison sous diverses formes qui peuvent permettre aux plantes de se l'assimiler.

Nous ne parlerons pas, dans ce mémoire, de la forme solide ou liquide sous laquelle le carbone se trouve dans le sol, en combinaison avec des matières organiques en décomposition, constituant l'humus susceptible d'être dissous dans les eaux du sol et absorbé

ainsi par les racines des plantes, pour être de nouveau transformé sous l'influence de la vie, en feuilles, tiges, fleurs et fruits.

Bien que d'illustres savants, parmi lesquels on peut citer Th. de Saussure, aient émis l'opinion que c'est sous cette forme qu'une partie du carbone nécessaire à la constitution des tissus végétaux pénètre dans la plante, ce fait est encore aujourd'hui trop peu étudié, trop peu prouvé pour que l'on puisse et doive s'y arrêter.

C'est donc à l'état gazeux, c'est-à-dire, sous la forme de gaz acide carbonique que le carbone pénètre dans la plante.

Comment y pénètre-t-il ? Est-ce par les racines, à l'état gazeux ou à l'état de dissolution dans les eaux du sol ? Est-ce par les feuilles et autres organes extérieurs ? Tels sont les problèmes qui se dressent devant le physiologiste, et dont la solution est loin d'être encore trouvée.

Nous allons rendre compte de quelques expériences que nous avons entreprises cette année dans le but de reconnaître quel est le mécanisme de cette assimilation du carbone.

Nous avons pris pour cette étude une des plantes les plus vigoureuses, une de celles qui acquièrent en peu de temps le plus grand développement, et dont la culture, dans les conditions spéciales où nous nous sommes placé, paraît présenter le moins de difficultés ; c'est la betterave.

Nous avons voulu voir d'abord s'il était possible d'obtenir une plante ayant quelque développement dans un sol et dans une atmosphère absolument dépouillée de carbone et d'acide carbonique. Voici comment nous avons disposé notre expérience.

Expérience I. — Nous avons pris un grand pot à fleurs de 10 litres de capacité environ et l'avons rempli de sable de mer calciné au rouge, puis traité par l'acide chlorhydrique et lavé à l'eau distillée, afin d'avoir la certitude qu'il fut parfaitement privé de toute trace de matières organiques ou de carbonates.

Ce sable a été mélangé avec quelques grammes de sulfate de

chaux pur et bien neutre, afin que ce sol artificiel contint l'élément calcaire nécessaire à la plante. Quant à l'acide phosphorique, la potasse, la magnésie, le chlore et autres éléments minéraux, ils ont été introduits peu à peu dans le sol au moyen d'arrosages avec des dissolutions très faibles de phosphate d'ammoniaque, de chlorure potassium, de nitrates de potasse et de soude et de sulfate de magnésie. Ces arrosages ont été faits avec de l'eau distillée récemment bouillie et renfermant par litre :

Phosphate d'ammoniaque.....	2 grammes.
Nitrate de potasse.....	2 »
Nitrate de soude.....	2 »
Chlorure de potassium.....	2 »
Sulfate d'ammoniaque.....	2 »
Total.....	<hr/> 10 grammes.

Le sulfate de chaux à la dose de 12 grammes et 2 grammes de sulfate de magnésie avaient été introduits avant le commencement de l'expérimentation dans le sable.

La plante devait donc végéter dans un milieu artificiel renfermant tous les éléments dont elle a besoin, sauf le carbone.

Au milieu du pot de fleurs ainsi préparé, nous avons enterré à quelques millimètres de profondeur quelques graines de betteraves mises en germination, au moment même où les germes commençaient à apparaître. — Puis le pot, déposé sur un plat en tôle étamée, fut recouvert d'une grande cloche à douille en verre blanc, qu'on scella de toutes parts au plateau inférieur avec de la cire, de manière qu'il n'y eut aucune communication possible entre l'atmosphère de l'intérieur de la cloche et l'air extérieur.

La douille de la cloche reçut un bouchon de caoutchouc percé de trois trous, le premier permettant de faire arriver au moyen d'un tube, à l'intérieur de la cloche, l'air qu'on devait y introduire chaque jour, le 2^e permettant à cet air de sortir et le 3^e donnant accès à un tube terminé par un entonnoir destiné à l'arrosage quotidien

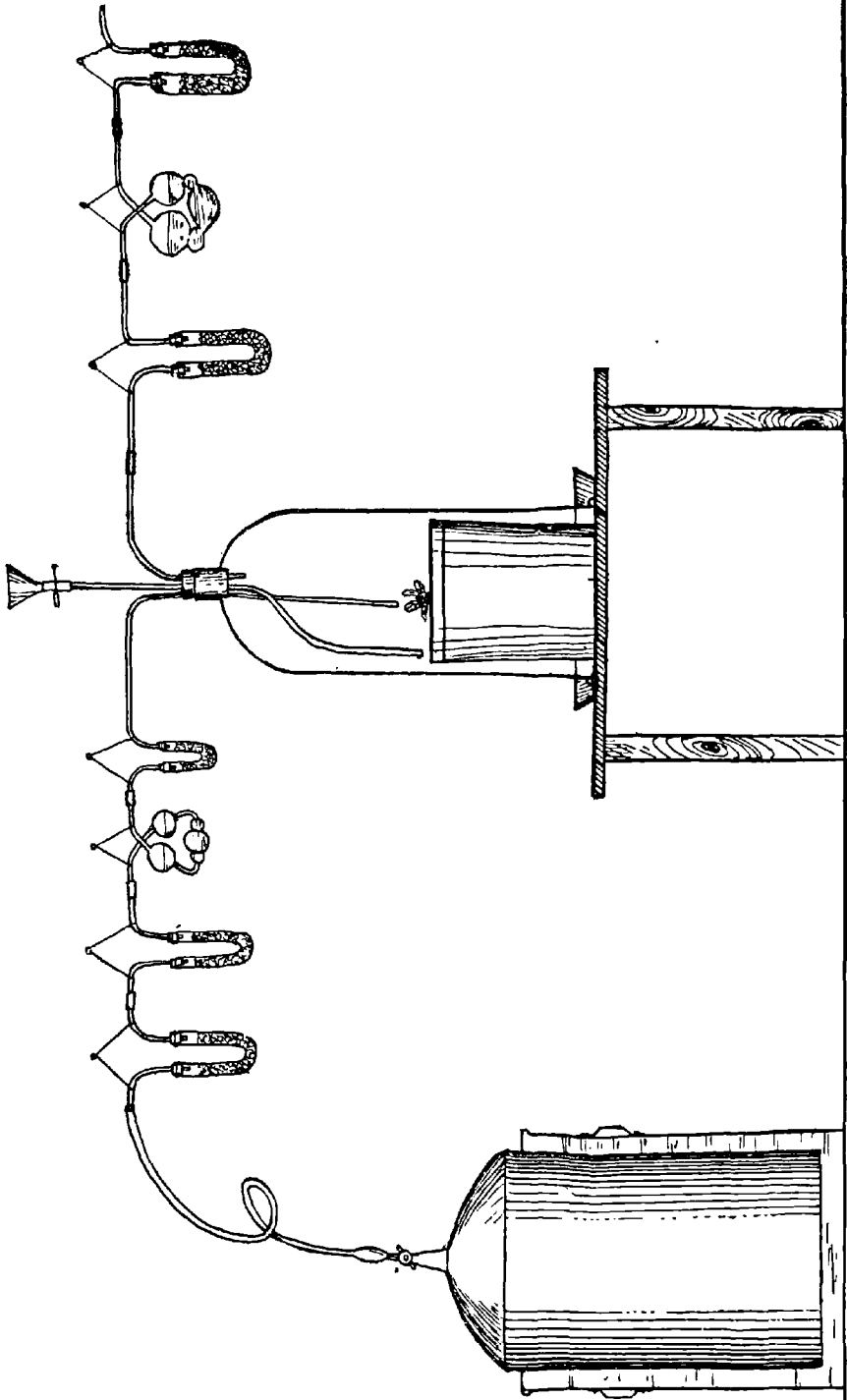
du sable au moyen de la dissolution dont nous avons parlé plus haut. Aussitôt cette opération terminée, l'entonnoir était enlevé et remplacé par un tube plein fermant complètement le caoutchouc.

L'air destiné à cette expérimentation fut introduit chaque jour à divers moments de la journée au moyen d'une cloche à poids en zinc. Il fut dépouillé de son acide carbonique par son passage à travers deux tubes en U remplis de potasse caustique en fragments ; un tube à trois boules de Liebig renfermant de l'eau de baryte, qui suivait ces deux tubes en U montra par sa limpidité conservée jusqu'au dernier jour de l'expérience, que l'air utilisé ne renfermait plus de traces de ce gaz. On interposa encore un petit tube en U à potasse caustique, entre la cloche et le tube de Liebig afin que l'eau de baryte qu'il contenait ne fut pas troublée par la petite quantité d'acide carbonique que la végétation des betteraves sous la cloche pouvait produire.

Afin de prévenir absolument la rentrée de l'air atmosphérique contenant un peu d'acide carbonique dans la cloche, par suite de la contraction de volume produite par le refroidissement de la nuit, on plaça également à l'extrémité du tube de sortie de l'appareil, un tube à potasse caustique puis un tube de Liebig à eau de baryte et un dernier tube à potasse.

L'appareil ainsi disposé, l'expérience fut commencée avec quelques graines au début de la germination dès le 25 mars 1883. Au bout de quelques jours les petites plantes parurent, quelques petites feuilles poussèrent, mais bientôt la croissance s'arrêta et au bout d'un mois environ presque toutes les plantes étaient mortes, bien qu'elles eussent reçu tous les jours de l'air en grande quantité, de l'eau par les arrosages et de la lumière en proportion convenable : on avait eu soin de les prémunir par des écrans contre les rayons trop directs du soleil.

L'appareil fut alors descellé, les plantes mortes enlevées et remplacées par d'autres graines également germées. Un mois après, celles-ci étaient mortes aussi.



Nous remplaçâmes ensuite les graines par de jeunes plantes vigoureuses, ayant déjà quatre feuilles, que l'on planta avec précaution dans le sable. Au bout de quelques semaines celles-ci moururent sans avoir acquis le moindre développement. Trois fois l'expérience fut recommencée et trois fois les résultats furent identiques.

Il était donc bien prouvé que les plantes ne peuvent ni se développer ni même vivre dans une atmosphère absolument dépouillée d'acide carbonique, même quand le sol leur fournit tous les autres éléments de nutrition nécessaires, sauf le carbone.

Cette expérience est du reste absolument conforme à celles qui ont été déjà tentées sur le même objet par Th. de Saussure, Corenwinder, Dehérain et autres physiologistes.

Cette expérience est parfaitement concluante, les cinq essais successifs ayant tous abouti à la même terminaison ; elle démontre en outre le peu de fondement de la théorie unitaire. D'après ce système, en effet, s'il n'y avait qu'un atome unique, l'atome hydrogène par exemple, et que les autres corps simples ne fussent que le résultat du groupement d'un nombre déterminé de ces atomes, il n'y aurait rien d'impossible à ce que l'atome hydrogène, donné au moyen de l'eau, se transformât sous l'influence de la vie en carbone ; or on voit que rien de pareil n'a eu lieu, ce qui est un nouvel et puissant argument en faveur de la doctrine chimique généralement acceptée aujourd'hui.

Mais, dira-t-on, qu'est-ce qui prouve que les jeunes plantes dont nous venons de parler sont bien mortes faute de carbone ou d'acide carbonique plutôt que par suite des circonstances tout-à-fait spéciales où on les a fait végéter, sol artificiel très poreux, engrais chimiques purs, culture dans une atmosphère limitée et dans un espace complètement fermé ?

Expérience II. — Pour le bien démontrer, nous avons établi un second appareil, tout-à-fait à côté du premier, soumis par conséquent aux mêmes conditions de chaleur, de lumière et autres. On a

pris un pot identique au premier, mis le même sable, employé les mêmes sels chimiques dans le sable et en arrosements, une cloche en verre de même capacité, également scellée à la cire sur un plateau de fer. Mais au lieu de ne faire arriver que de l'air dépouillé de toute trace d'acide carbonique, on y introduisit chaque jour une quantité d'air exactement égale à celle que l'on faisait entrer dans la cloche de l'appareil précédent.

Cet air avait en outre reçu une addition d'acide carbonique gazeux égale environ au $1/20^e$ de son volume.

Il va sans dire que les tubes en U et autres ont été supprimés et remplacés par un simple tube de Liebig plein d'eau ordinaire, permettant la sortie et la rentrée de l'air à l'intérieur de la cloche, mais séparant cependant l'air intérieur de l'atmosphère extérieure.

Plusieurs plantes à peine développées ayant été replantées dans le pot ainsi préparé, se mirent à pousser assez bien, on vit de nouvelles feuilles se former, et quand l'une d'elles, celle du milieu, parut suffisamment robuste, on ouvrit la cloche et supprima toutes les autres.

La betterave conservée reçut durant toute sa végétation de l'air carbonaté, de la lumière atténuée, puis des arrosages à l'eau bouillie, renfermant les mêmes sels que ci dessus; elle végéta régulièrement jusqu'au 25 octobre, époque à laquelle on arrêta l'expérience. Elle fut alors enlevée, bien lavée, pour enlever tout le sable adhérent à ses nombreuses radicules puis séchée à l'air et pesée. Telle quelle elle pesait 54 gr. 470; ayant été décollétée un peu en dessus de la naissance des feuilles, on trouva que celles-ci pesaient 40 gr. 600 que la betterave seule avec ses racines pesait 13 gr. 870.

Ayant fait sécher à l'étuve la racine et les feuilles, on obtint 3 gr. 300 de feuilles sèches et 1 gr. 485 de racines. L'analyse de cette petite betterave montra qu'elle renfermait 6,73 % de sucre.

La forme de cette betterave était assez étrange : au lieu d'être longue et pointue, elle ressemblait à un petit bâton de 4 à 5 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi de diamètre, entouré

de tous côtés par une quantité considérable de petites racines ou radicelles.

Cette deuxième expérience démontrait donc que, dans les circonstances où nous nous étions placé pour faire la première, la betterave était susceptible de vivre et d'acquérir même un certain développement, et que la mort de toutes les plantes de l'expérience n° 4 était bien dûe à l'absence d'acide carbonique dans leur atmosphère.

Elle prouva en outre que les plantes placées dans un sol convenable avec les éléments salins qui leur sont nécessaires peuvent vivre même quand ce sol ne renferme pas de carbone ou d'éléments carbonés d'aucune nature, à condition que l'air qu'elles respirent renferme du gaz acide carbonique.

Dans cette deuxième expérience, la betterave cultivée sous notre cloche a décomposé 7 gr. 883 d'acide carbonique pour s'assimiler 2 gr. 15 de carbone.

Expérience III. — Il était intéressant de comparer cette betterave avec les résultats d'une culture analogue faite à l'air libre. Aussi avons-nous mis, en même temps que nous commençons nos deux premières expériences, un troisième pot à fleurs, plein du même sable que les deux premiers, à côté de ceux-ci. Nous y avons planté une jeune betterave prise dans le même champ, où nous avons trouvé les précédentes, provenant d'une graine identique à celles-ci, et ne possédant encore que ses deux premières feuilles.

Nous l'avons arrosée de la même manière et avec le même liquide que dans les expériences I et II, et l'avons abritée contre la pluie et contre le soleil au moyen d'un petit toit mobile que nous pouvions retirer ou remettre à volonté. Ce troisième pot fut laissé en plein air.

La betterave s'y développa bien, elle poussa de nombreuses feuilles et quand nous l'enlevâmes de son pot le 25 octobre, nous reconnûmes qu'elle pesait, lavée et séchée, 331 grammes comprenant 104 grammes de feuilles et 227 grammes de racines. Elle était assez longue, bien développée, d'apparence normale, quoique

présentant comme celle de la deuxième expérience un tissu chevelu très abondant.

Nous avons fait sécher séparément les feuilles et la racine et obtenu ainsi 8 gr. 474 de matière sèche pour les premières et 27 gr. 040 pour celle-ci.

Cette betterave poussée dans un sol absolument exempt de carbone et d'éléments carbonés renfermait cependant 10,14 % de son poids de sucre. Elle a donc pris dans l'acide carbonique de l'atmosphère environ 15 gr. de carbone pour constituer ce sucre et ses tissus, ce qui correspond à 36 litres de ce gaz sous la pression normale de 760 millimètres et à la température de 0°. Cet acide carbonique n'a pu être absorbé que par les feuilles, à l'exclusion complète des racines. — Dans une expérience analogue dont il a présenté les conséquences à la Société industrielle l'année dernière, notre collaborateur M. Corenwinder, avait obtenu des résultats analogues.

Expérience IV. — Voyons maintenant quels résultats on obtient en donnant à la même plante l'acide carbonique aux feuilles et aux racines.

Pour nous en rendre compte, il suffit d'arracher, dans le champ voisin du Jardin botanique de la ville de Lille, où a eu lieu notre expérience, quelques-unes des betteraves que ce champ a portées. Or, comme ce sont précisément les mêmes que celles qui nous ont servi pour toute notre expérimentation, nous avons là d'excellents termes de comparaison.

Ces betteraves ont été semées en même temps que celles soumises à nos études, elles ont mûri en même temps et participé aux mêmes phénomènes météorologiques. Elles ont en outre reçu de l'eau pluviale, qui s'est chargée dans le sol de quantités considérables d'acide carbonique, provenant des fumiers et autres matière d'origine végétale ou animale qui s'y trouvaient incorporées. Une dizaine furent arrachées, pesées et analysées. On a ainsi trouvé que, en moyenne chaque betterave pesait 835 gr., dont 160 gr.

pour les feuilles et 675 gr. pour la racine. Les feuilles desséchées pesaient encore 41 gr., 275 et la racine 86 gr., 400. — Ces betteraves contenaient 10,76 $\frac{100}{1000}$ de sucre.

Voici les résultats que l'on obtient en donnant à la plante entière, à ses feuilles comme à ses racines, les éléments carbonés dont elle a besoin. Cette supériorité énorme sur la plante dont les racines ont été privées d'acide carbonique, paraît montrer assez nettement que c'est non-seulement par leurs feuilles et leurs autres organes extérieurs que les plantes absorbent l'acide carbonique de l'air, mais encore et surtout par leurs racines.

Il en résulte que l'un des grands avantages que présentent le fumier et les autres engrais organiques, tourteaux, sang desséché, déchets industriels, etc., sur les engrais exclusivement chimiques, est non-seulement d'ouvrir le sol et de le rendre plus perméable à l'air, à l'eau et aux gaz atmosphériques, mais encore de fournir, par leur lente décomposition à l'intérieur de la terre, une quantité considérable d'acide carbonique dont le dégagement a lieu ainsi d'une manière constante et régulière. Ce gaz se dissout sans doute dans les eaux terrestres et, absorbé sous cette forme liquide par les racines, se transforme bientôt, sous l'influence des rayons solaires, en carbone qui se trouve fixé et devient de la cellulose, du sucre, de l'huile ou tout autre chose, et en oxygène qui se trouve mis en liberté et rend ainsi à l'air sa pureté primitive, ainsi que l'ont démontré les belles expériences de Th. de Saussure, Corenwinder et autres physiologistes.

Nous nous proposons de continuer l'année prochaine ces études sur l'assimilation du carbone et de rechercher en particulier quel accroissement prend une betterave qui ne reçoit d'acide carbonique qu'à la racine, puis une autre qui n'en reçoit pas aux feuilles, mais végète dans un milieu organique, ou dans du carbone presque pur, ou dans un carbonate terreux. Nous varierons enfin cette expérimentation jusqu'à ce que nos résultats soient assez nombreux et assez concluants pour nous permettre d'en déduire une loi quelconque.

DE L'ACTION DE PAROI

DANS LES MOTEURS A GAZ TONNANT

Par M. AIMÉ WITZ,

Docteur ès-sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures.

La paroi du cylindre joue un rôle considérable dans les machines à feu.

Son action est bien connue dans la machine à vapeur : la vapeur d'eau qui afflue de la chaudière, rencontre une paroi de fonte parfaitement décapée et relativement froide et se condense par contact immédiat. Le métal se recouvre, par suite, d'une couche de liquide plus ou moins épaisse, laquelle se vaporise de nouveau pendant la détente. En somme, il y a condensation partielle pendant la durée de l'admission, et évaporation pendant la détente et la décharge : il en résulte un déchet qu'on ne peut atténuer que par l'emploi d'une enveloppe de vapeur vive. Cette enveloppe réduit la condensation pendant la première période et fournit à la paroi le calorique emporté dans la seconde période : le résultat de cette double action est d'augmenter le travail pendant la détente et d'annuler presque entièrement la perte au condenseur en réduisant au minimum la quantité d'eau renfermée dans le cylindre à fin de course. Telle est, esquissée à grands traits, la théorie de l'enveloppe de vapeur formulée par M. G.-A. Hirn : elle est fondée sur l'expérience, et elle a trouvé dans l'analyse mathématique son plus solide appui. Les chemises à vapeur dont on niait l'utilité autrefois ont recon-

quis la vogue qu'elles n'auraient jamais dû perdre, et aujourd'hui, les constructeurs se gardent bien de négliger ce perfectionnement dû au génie de Watt; non seulement l'enveloppe de vapeur entoure le cylindre de nos meilleurs moteurs, mais on en est venu à remplir de vapeur vive les fonds des cylindres, les couvercles et les pistons eux-mêmes. Des expériences précises me permettent d'évaluer à 45 pour cent l'économie qui résulte de cette pratique.

L'action de paroi n'est pas moindre dans les moteurs à gaz tonnant, nous pouvons l'affirmer *a priori*; je me propose même de démontrer qu'elle est beaucoup plus importante.

L'étude que j'entreprends de faire présente le plus grand intérêt, soit que l'on n'ait d'autre objectif que de résoudre un problème théorique, soit qu'on se laisse guider uniquement par des considérations pratiques.

Tous les moteurs à gaz tonnant dont la force dépasse un ou deux chevaux sont entourés d'une enveloppe d'eau froide. Le calorique emporté par cette chemise à circulation continue est énorme: dans un excellent moteur Otto, sur lequel j'ai pu faire des essais à l'usine à gaz de Roubaix, j'ai constaté qu'il se dissipait de la sorte, 40 pour cent de la chaleur disponible et 48 pour cent de la chaleur utilisable; de son côté, notre illustre maître M. Tresca avait relevé autrefois une perte de 52 pour cent dans un moteur Lenoir. Tout le déchet qui résulte de l'imperfection du cycle de la détente incomplète, de la décharge des gaz chauds et des résistances passives disparaît devant cette déperdition colossale. Aussi, voyons ce qui se passe dans ce moteur Otto dont je viens d'invoquer l'exemple: il était parfaitement construit, fort bien entretenu et marchait très bien; sa consommation par cheval-heure n'était guère supérieure à 4,000 litres par heure. Or, à vide, il consommait 400 litres par heure et par cheval nominal, soit près de la moitié de sa dépense normale! Où passait le calorique dépensé ainsi pour mouvoir la machine sans produire un seul kilogrammètre de travail utile? Il passait au ruisseau avec l'eau de circulation ou dans l'air avec le gaz de la décharge.

Voilà une grave et ruineuse imperfection : les constructeurs cherchent depuis longtemps à la corriger. Mais l'intervention d'un agent refroidissant s'impose aussitôt que l'on aborde les productions de force considérables. : il a donc fallu recourir à des solutions indirectes du problème. Telle est celle que M. Hugon avait adoptée dès le principe en pulvérisant de l'eau dans le cylindre d'explosion pour recueillir les chaleurs perdues, tout en facilitant la lubrification. Telle est encore la solution de MM. Simon et fils de Nottingham, qui placent le cylindre au cœur d'une petite chaudière à vapeur : la tension de la vapeur ainsi produite s'ajoute à celle de la combustion du gaz. Mais le résultat de ces essais n'a jusqu'ici été que médiocre.

Il semble qu'il conviendrait d'abord de connaître parfaitement le jeu de ces moteurs : il faudrait commencer par analyser les phénomènes qui se déroulent derrière le piston avant de chercher à améliorer le rendement. En un mot, il a paru à de bons esprits que le physicien devait précéder l'ingénieur.

J'ai essayé de remplir le premier rôle : les moyens d'action qui sont à ma disposition dans mon laboratoire de la Faculté libre des Sciences de Lille me facilitaient cette tâche.

Je ne me flatte pas d'avoir complètement réussi, mais je crois pouvoir communiquer dès aujourd'hui les résultats de mes premières recherches, en me limitant rigoureusement aux conclusions qui peuvent intéresser les praticiens. (1)

Il s'agissait de reproduire, artificiellement pour ainsi dire, les phénomènes d'explosion et de détente qui se succèdent derrière le piston des moteurs, en les faisant varier dans leurs principales circonstances.

A cet effet, j'ai opéré dans le cylindre de fonte dont je m'étais

(1) Le lecteur trouvera un exposé complet de la théorie des moteurs à gaz tonnant dans nos *Etudes sur les moteurs à gaz*, publiées chez M. Gauthier-Villars, broch. in-8°, 70 pages, avec planche et figures, 1884 ; l'histoire des moteurs a paru précédemment dans la *Revue des Questions scientifiques de Bruxelles*, numéro d'avril 1883

servi précédemment pour étudier le refroidissement des gaz et des vapeurs ; cet appareil a été décrit (1) à plusieurs reprises et représenté par la gravure, ce qui me dispensera d'entrer dans de trop minutieux détails. Je me bornerai aux traits principaux.

Le cylindre, qui est disposé verticalement, a un diamètre intérieur de 200^{mm}, 1 et une hauteur de 400^{mm}. Un piston à garniture métallique de bronze se meut dans ce cylindre, de bas en haut, sous l'action du mélange tonnant : sa course est de 323^{mm}, attendu qu'il en a 77 d'épaisseur ; son poids est de 44^{kg}, 500 ; la résistance au mouvement, produite par le frottement des cercles de bronze équivaut à une force d'environ 17^{kg}. L'effort à développer pour soulever le piston est donc de 31^{kg}, 500. Le mouvement ascensionnel de ce piston peut être accéléré ou ralenti à volonté, grâce à un contre-poids et à un frein ; dans le premier cas, une corde attachée à l'extrémité de la tige et enroulée sur une poulie transmet au piston la force vive d'une masse de 75^{kg} tombant le long d'un coulisseau ; dans le second cas, un collier de pression fait frein sur la tige et permet même d'enrayer tout mouvement, s'il devient nécessaire de le faire.

Grâce à ce double dispositif, la vitesse du piston et, par suite, la rapidité de la détente se trouve à la disposition de l'opérateur et il peut la faire croître de 0^m25 à 10^m par seconde.

Le mélange tonnant est admis sous le piston à travers un robinet dont la manœuvre est aisée ; des crans de repère, tracés sur la tige du piston, indiquent le volume de gaz enfermé dans le cylindre et permettent de le jauger avec une exactitude suffisante. Le mélange est enflammé par l'étincelle d'une forte bobine d'induction, jaillissant au fond d'une petite cavité ménagée dans la paroi du cylindre. L'explosion a lieu et projette le piston vers la partie supérieure : des événements ménagés au couvercle livrent issue à l'air comprimé ; en les fermant, on constitue un *dashpot* qu'on peut utiliser

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XV, p. 433 (1878) ; t. XVIII, p. 208 (1879) ; t. XXIII, p. 434 (1881).

pour amortir le choc du piston et atténuer l'ébranlement qui l'accompagne toujours. Le piston s'arrête lorsque le travail résistant de la pression atmosphérique et celui de son propre poids et des frottements ont absorbé sa force vive : il redescend lentement, au fur et à mesure du refroidissement et de la condensation des produits de la combustion.

Les pressions développées sous le piston sont mesurées par un appareil Richard monté sur le cylindre et commandé par un cordon attaché à la tige du piston : les diagrammes tracés de la sorte ont donc leurs ordonnées proportionnelles aux pressions et leurs abscisses proportionnelles aux volumes occupés par les gaz. Un diapason horizontal inscrit ses vibrations sur une ligne parallèle aux abscisses et marque les temps avec une précision extrême : le diapason que j'ai employé donnait la note ut_1 , et battait par conséquent 428 vibrations simples par seconde de sorte qu'il était facile d'observer au moins le $\frac{1}{200}$ de seconde.

En relevant les courbes de l'indicateur et en évaluant leur aire, il devenait possible de connaître toutes les circonstances caractéristiques d'une explosion et de calculer le travail effectué, pour une dépense de gaz connue, dans des conditions quelconques. Le mélange tonnant, composé sur la cuve à eau, étant d'une teneur déterminée, à l'aide d'une vessie en caoutchouc, on en introduisait un volume variable dans le cylindre, en soulevant le piston jusqu'aux repères désignés à l'avance : l'étincelle jaillissait, l'indicateur traçait sa courbe en même temps que le diapason marquait une sinusoïde plus ou moins allongée; on lisait à la fois, sur le même papier, les volumes et les pressions occupés par les gaz, la vitesse d'ascension du piston, la durée totale du phénomène de détente, etc. L'enveloppe à circulation d'eau ou de vapeur, dont le cylindre était revêtu, maintenait, à point voulu, la température des parois de l'enceinte, dont l'effet thermique sur les gaz qu'elle renferme m'était parfaitement connu par mes études précédentes. Toutes les conditions de l'expérience étaient de la sorte bien déterminées.

Les divers ressorts de l'indicateur employés dans ces essais fléchissaient de 1^{mm} pour une pression de 35 gr., 70 gr. ou 139 gr. par centimètre carré : la course du cylindre enregistreur était réduite dans le rapport de 1 à 2,543. Ces données sont importantes pour le calcul du travail indiqué \mathcal{G} : S étant la surface du piston du cylindre d'expériences, en centimètres carrés, σ l'aire du diagramme en millimètre carrés, φ la pression en kilogrammes, par centimètre carré, qui fait fléchir le ressort de 1^{mm}, et enfin r la course réelle du piston par millimètre d'abscisse du diagramme (cette course étant exprimée en mètres), on a, en kilogrammètres.

$$\mathcal{G} = S. \varphi. \sigma. r.$$

En effectuant les calculs, il vient

$$\mathcal{G} = \sigma. 0,112 = \sigma. 0,055 = \sigma. 0,028,$$

pour les trois ressorts employés.

L'aire σ des diagrammes peut être calculée par la formule de Simpson ou à l'aide du planimètre d'Amsler.

Telle est la méthode à laquelle j'ai eu recours pour étudier les phénomènes explosifs qui se produisent dans le cylindre des moteurs à gaz.

De savantes recherches ont déjà été faites, avec le plus grand succès, sur la combustion des mélanges tonnants : MM. Bunsen, Berthelot, Mallard, Le Châtelier et Vieille paraissent avoir élucidé complètement cet important sujet. Toutefois aucun de ces habiles et infatigables physiciens n'a opéré dans les conditions mêmes qui se rencontrent dans la pratique, c'est-à-dire dans une enceinte fermée par un piston mobile de large surface : leurs remarquables expériences ont été poursuivies en vase clos et sans détente. Or, dans mon cylindre, la détente joue un rôle très considérable et les phénomènes observés se présentent sous un nouveau jour.

L'emploi des grandes détentes présente en particulier le double et précieux avantage de limiter les températures et de réduire les pressions développées dans l'explosion. En limitant les températures, j'écarte les effets de dissociation qui ne se produisent assurément pas au-dessous de 1500° C (1); en réduisant et graduant les pressions, j'évite les mouvements oscillatoires, qu'on ne réussit généralement à supprimer que par un étranglement des conduites, au préjudice de la rapidité et de l'exactitude des indications.

En tenant compte du volume et de la surface de la tubulure du robinet, comprise entre le cylindre et le boisseau, les volumes et les surfaces correspondants aux quatre premiers crans d'admission étaient les suivants :

	Volumes.	Surfaces.	$\frac{S}{V}$
Premier cran.....	1066 ^{cc}	906 ^{ca}	0,85
Deuxième cran.....	2081	1109	0,53
Troisième cran.....	3096	1312	0,42
Quatrième cran.....	4111	1514	0,35

Une première série d'essais démontra que les phénomènes ne dépendaient nullement de l'étincelle d'inflammation ; en effet, soit qu'on employât un ou six éléments Bunsen, soit que la bobine d'induction fut petite ou grande, soit même qu'on y adjoignit une cascade de trois bouteilles, les résultats de la détonation restaient identiques.

Dès le début de ces recherches, je reconnus que le gaz d'éclairage offrirait les plus sérieuses difficultés d'expérimentation, par suite des variations de composition qu'il présente d'un jour à l'autre dans une même ville. Certaines expériences exécutés au mois de février ne purent point être réunies à celles du mois de juin, bien qu'elles aient été faites dans des conditions identiques : tel mélange

(1) Les belles expériences de MM Mallard et Le Châtelier accusent nettement l'existence d'une dissociation commençant vers 1800° pour l'acide carbonique, et vers 3000° pour la vapeur d'eau : jusque-là on peut admettre qu'il ne s'en produit que des traces. (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 962; 1881).

qui, en hiver, présentait une combustion incomplète pour une admission au troisième cran, brûlait au contraire complètement en été. Je me contente de signaler ce fait, que j'étudie avec le plus grand soin en ce moment et dont j'espère entretenir bientôt, la Société Industrielle.

Ces variations de puissance calorifique du gaz d'éclairage nécessitent des recherches spéciales sur un mélange tonnant de composition constante : j'ai eu recours au mélange d'oxyde de carbone et d'air. L'oxyde de carbone était produit par la réaction de l'acide sulfurique sur le prussiate jaune de potasse : un laveur retenait l'acide cyanhydrique qui accompagne le gaz en proportions notables. Le mélange était fait sur la cuve à eau : les gaz étaient donc saturés de vapeur d'eau. J'ai cru pouvoir négliger cet élément dans le calcul du pouvoir calorifique des divers mélanges tonnants que j'ai employés : mes chiffres de rendement seront donc un peu trop faibles de ce chef.

Le mélange théorique d'oxyde de carbone et d'air est de 2^{vol},404 d'air pour 1 volume de gaz combustible : en prenant 2^{vol},675 d'air pour assurer une combustion complète, nous formons un mélange qui dégage, par litre à zéro, 0^{cal},83.

A 15°, le calorique dégagé par litre serait égal à 0^{cal},78 ; à 64°, 0^{cal},66.

Avec l'oxygène pur, augmenté de $\frac{1}{20}$ d'air, on recueillerait 1^{cal},93 par litre du mélange tonnant à zéro et 1^{cal},82 à 15°.

La proportion du comburant venant à augmenter, la chaleur varie ainsi qu'on le voit ci-dessous :

	Par litre. Cal.
1 CO + 1,625 air	0,78
1 CO + 2,150 air	0,86
1 CO + 2,675 air	0,83
1 CO + 3,200 air	0,75

J'ai admis que le gaz de la Compagnie continentale de Lille, dont je me suis servi, avait un pouvoir calorifique de 5520^{cal} par mètre

cube de gaz combustible : ce chiffre est basé sur des calculs un peu longs qu'il est inutile de reproduire ici. La combustion complète de ce gaz exige cinq volumes et demi d'air ; il se développe dans l'explosion de ce mélange une température de 2200° et une pression de 9 atmosphères. En mélangeant le gaz de 9,4 volumes d'air, la température ne dépasse pas 1600° dans l'explosion à volume constant ; dans ces conditions, un litre de la dilution explosive dégage 0^{cal},53. Le piston étant soulevé jusqu'au second cran d'arrêt, nous soumettons à l'expérience un volume égal à 2^{lit}.081, pouvait fournir 1^{cal},10 et développer un travail théorique de 467 kilogrammètres.

Ces divers chiffres n'ont paru correspondre moyennement à la réalité des faits, et ils me donnaient assurément une base suffisamment exacte pour les expériences comparatives dont je vais présenter maintenant les résultats.

Le premier objectif de mes recherches était d'observer l'effet produit sur une explosion par la vitesse de la détente : cette vitesse peut être représentée par $\frac{dl}{dt}$, rapport du déplacement du piston au temps. Les tableaux ci-dessous font ressortir à l'évidence l'influence des vitesses de détente : nous n'en produirons que deux.

Mélange de 1^{vol.} d'oxyde de carbone avec 2^{vol.},675 d'air, à 15° C.
(Volume du mélange, 2^{lit.},081).

DURÉE de l'explosion <i>t.</i>	COURSE du piston <i>l.</i>	VITESSE $\frac{dl}{dt}$	TRAVAIL théorique <i>T.</i>	TRAVAIL calculé par le diagramme <i>T'</i> .	UTILISATION p. 100 <i>η.</i>
0,17	mm 254	m 4,5	kgm 688	kgm 22,0	3,2
0,12	258	2,45	"	29,0	4,2
0,11	"	2,35	"	34,0	4,9
0,08	"	3,25	"	42,0	6,4
0,05	"	5,20	"	53,0	7,7
0,045	"	5,60	"	60,0	8,7

Mélange de 1 vol. de gaz d'éclairage avec 9 vol. 4 d'air.

(Volume du mélange, 2^{lit.},081).

<i>t.</i>	<i>l.</i>	$\frac{dl}{dt}$	T.	T'.	$\eta.$
^s 0,48	mm 122	m 0,25	kgm 467	kgm 5,3	p. 100 4,4
0,47	127	0,27	"	5,3	4,4
0,40	"	0,32	"	7,0	4,4
0,39	132	0,34	"	6,6	4,4
0,31	140	0,45	"	7,8	4,6
0,23	147	0,64	"	10,8	2,2

Commencées le 24 février 1883, ces expériences ont été poursuivies jusqu'aux derniers jours de juillet de cette même année, et les essais compris dans un même tableau ont été empruntés à des pages diverses de mon Journal d'expériences : les variations quelquefois très sensibles du gaz d'éclairage fourni par l'usine devaient donc introduire quelque discordance dans les résultats. Cependant nous voyons nettement l'utilisation croître avec la vitesse de détente.

Une analyse plus complète du phénomène, m'a permis de suivre la rapidité de la combustion, et j'ai démontré d'une manière certaine que, la vitesse de détente croissant, la combustion était par le fait même rendue plus rapide. Je renonce à reproduire ici la démonstration de cette loi : un exemple suffira pour montrer la relation qui existe entre la vitesse de détente, la pression maximum atteinte par les produits de la combustion à volume constant et la durée de la combustion.

Mélange de 1 vol. de gaz d'éclairage avec 6 vol. 35 d'air.

Vitesse de détente $\frac{dl}{dt}$	Pression maximum.	Durée de la combustion.
4 ^m ,30.....	7 ^{kg} ,39	0 ^s ,045
1 ^m ,7.....	6 ^{kg} ,75	0 ^s ,148

J'ai été conduit de la sorte à formuler les deux théorèmes qui suivent :

1° L'utilisation croît avec la vitesse de détente;

2° La combustion est d'autant plus rapide que la vitesse de détente est plus complète.

Ces lois sont d'une importance capitale dans la question des moteurs à gaz tonnant.

En effet, cette influence si grande de la vitesse de détente n'est qu'une conséquence de l'action de paroi; comment pourrait-on expliquer autrement cette modification de tout l'ensemble des phénomènes explosifs avec la vitesse de la détente? Ce ne peut être que par le refroidissement de la surface métallique qui, s'exerçant pendant un temps plus ou moins considérable, vient soustraire le calorique au sein même de ce foyer et diminue l'intensité de la réaction. Or, ce n'est pas seulement la rapidité de la combustion qui subit cette influence, mais la surface du diagramme elle-même est réduite, le travail diminue et l'utilisation baisse, ainsi que nous l'avons constaté ci-dessus. Pour tirer le meilleur parti possible du calorique disponible dans les mélanges tonnants, il importe donc d'opérer la détente des produits de la combustion dans le temps le plus court et de réduire le plus possible la surface de la paroi du cylindre, c'est-à-dire de faire $\frac{S}{V}$ minimum. Nous retrouvons de la sorte le phénomène observé par M. Vieille; la pression maximum explosive dépend du rapport de la surface de refroidissement du récipient au volume de la masse gazeuse. Nous reconnaissons aussi immédiatement l'avantage de réaliser le maximum de $\frac{Q}{V}$, rapport de la quantité de chaleur disponible au volume occupé par le mélange tonnant (1) :

(1) Ce résultat peut être rapproché d'une observation de M. Frankland. d'après ce savant, des mélanges d'oxyde de carbone et d'oxygène n'émettent que peu de lumière quand on les brûle ou qu'on les fait détoner à l'air libre, mais produisent un éclat considérable quand on les fait détoner dans des vases de verre clos, de manière à empêcher leur expansion, et par suite l'accroissement de la surface refroidissante au moment de la combustion (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 736).

en d'autres termes, nous découvrons qu'il y a, non pas seulement un avantage théorique, mais encore un réel bénéfice pratique à comprimer préalablement les gaz avant la détonation. Enfin, pourquoi ce succès étonnant du moteur Langen et Otto? Assurément, le cycle des moteurs atmosphériques est le plus parfait, mais cette réponse ne justifierait pas suffisamment la supériorité industrielle qu'ils ont acquise d'emblée, si nous ne démontrions que leur cycle réel est le moins déformé de tous, par suite de la rapidité extrême de la détente du gaz : en effet, on n'a réalisé dans aucun moteur une vitesse de piston égale à celle des moteurs atmosphériques Langen et Otto, Gilles et autres, qui tous ont donné les meilleurs résultats.

L'action de paroi est donc le grand régulateur des phénomènes explosifs. Elle suffit pour activer ou ralentir une combustion, pour produire une combustion lente et graduelle : pas n'est besoin de recourir aux phénomènes de dissociation, pour expliquer cette réaction prolongée du comburant sur le combustible. En effet, nous reproduisons ce phénomène dans des conditions telles que la dissociation est impossible, puisque la température dans notre cylindre ne dépasse 1400° . La dilution rend cet effet plus sensible, c'est évident, car cette masse de gaz inerte, dans laquelle le mélange tonnant actif est noyé, n'agit pas autrement que la paroi, c'est-à-dire par refroidissement : mais la combustion prolongée (*nachbrennen*) peut se produire indépendamment de la dilution. Cette déduction parfaitement logique de nos expériences nous parait importante : elle infirme et confirme tour à tour la théorie que M. Dugald Clerk a si brillamment soutenue devant ses collègues du génie civil de Londres. Avec le savant ingénieur anglais nous estimons que la combustion ne doit pas être ralentie à dessein ni retardée ; ce retard est une imperfection qu'il ne faut point chercher : M. Otto a donc eu tort de le faire. Malheureusement ce retard, ce *nachbrennen* (l'allemand rend ici mieux notre pensée) ne peut pas être complètement évité. Pourquoi donc ? Parce que, dit M. Dugald

Clerk, le calorique ne se développe que progressivement dans la détonation du mélange gazeux, au fur et à mesure de la combinaison d'une fraction dissociée ; parce que, dirai-je, l'action de paroi ne peut être que réduite, elle ne peut être totalement supprimée. Je me retrouve d'accord avec M. Dugald Clerk quand il affirme que le succès de M. Otto est dû à la compression seule et non pas à l'extrême dilution du mélange tonnant dans le produit de la combustion d'une précédente cylindrée. « Sans compression préalable, dit-il, un moteur ne peut engendrer de force économiquement et sous dimensions restreintes : quel que soit la dilution du mélange, quel que soit le mode d'introduction de l'air dans le cylindre, quelle que manière de stratifier les couches qu'on emploie, sans compression, il n'y a pas de réussite possible. Les proportions du mélange tonnant sont les mêmes dans nos dernières machines que dans le moteur Lenoir, la durée de l'inflammation n'est pas moindre ; il n'y a de différence que dans la compression. La combustion, ou plutôt la propagation de la combustion, est plus rapide dans le moteur moderne, parce que la masse du mélange employé par cylindrée est plus considérable, alors que le temps nécessité pour l'achèvement de la combustion n'a pas augmenté (1) » Tout se réduit en somme à diminuer le plus possible l'étendue des surfaces de contact d'une masse de gaz donnée avec la paroi qui la contient. Voilà où il faut tendre.

•

Cette influence si considérable de la paroi me parait bien établie par ce qui précède : toutefois, j'ai voulu ajouter une dernière preuve expérimentale, pour compléter victorieusement cette démonstration. Deux séries parallèles de recherches ont été exécutées avec un gaz tonnant identique, emprunté à un même réservoir, à des températures de 45°, 64° et 93°.

(1) On the theory of the gas engine, by Dugald clerk, London, 1882, p. 33. Je me contenterai d'emprunter au texte original la dernière phrase de cette citation : « The combustion, or rather the rate of inflammation, is indeed quicker in the modern engine because the volume of mixture used at each stroke is greater, and yet the time taken to completely inflame the mixture is no more than in the old type. »

Le gaz combustible a été tour à tour l'oxyde de carbone et le gaz d'éclairage.

L'allure des courbes de détente a été tout à fait différente : à chaud, la pression initiale s'établit instantanément, tandis qu'à froid l'arrondi du diagramme témoigne d'une combustion graduelle et lente ; la courbure de la ligne de détente varie elle-même et elle répond tour à tour aux formules $pv^{0,22}$ et $pv^{0,8}$. Enfin l'utilisation est augmentée ou diminuée du même coup, ainsi que le prouvent les chiffres suivants :

Mélange tonnant d'oxyde de carbone et d'air.

		Utilisation p. 100.	Bénéfice p. 100.
A froid	15°	1,9	} 0,7
A chaud	64°	2,6	
A froid	15°	3,0	} 0,8
A chaud	64°	3,8	

Il résulte donc évidemment de ce qui précède que l'influence de la paroi est prépondérante dans les moteurs à gaz, et que c'est le refroidissement qui déforme surtout leur cycle et abaisse leur rendement.

Il s'agit d'obvier à cette action défavorable.

On y parviendra, soit en modifiant la construction des moteurs, soit en diminuant le refroidissement dans les types actuellement adoptés.

C'est aux ingénieurs à créer de nouveaux modèles ; un grand nombre d'entre eux se sont voués à cette tâche et tous les ans la liste déjà considérable des moteurs à gaz tonnant s'enrichit d'une quarantaine de brevets. On a le droit de fonder de grandes espérances sur ce mouvement et de prévoir des perfectionnements importants : une question scientifique progresse fatalement lorsqu'un grand nombre d'esprits l'étudient ; nul doute que notre moteur ne trouve lui aussi un jour son Watt ou son Gramme.

Les études que j'ai faites m'ont conduit à affirmer que les moteurs

à combustion des types Siemens, Brayton, Simon et fils, etc., sont moins perfectibles au point de vue de l'action de paroi que les moteurs à combustion avec compression préalable des types Millon, Otto, Clerk, Wittig et Hees, Lieckfeld, Funck, etc. Le cycle des premiers est moins parfait que celui des seconds, mais il est mieux réalisé. C'est pour ces motifs que les moteurs à combustion ont pu lutter avec avantage avec le moteur Otto, si admirablement construit. Mais le moteur Otto (et ses similaires) est le meilleur, et je ne crains pas de dire que l'avenir lui appartient, si l'on réussit à diminuer l'action de paroi autrement que par une dilution exagérée du gaz combustible.

Cela s'adresse aux ingénieurs.

Mais les industriels qui ont installé dans leurs usines des machines à gaz se préoccupent surtout d'en tirer le meilleur parti possible et ils sont curieux d'entendre formuler des règles pratiques de direction susceptibles de relever le rendement : c'est pour eux spécialement que nous allons développer maintenant les conclusions qui se dégagent de notre théorie.

Et d'abord, le rendement doit augmenter avec la température de la paroi : c'est évident pour qui a lu ce qui précède. La pratique industrielle confirme de tous points notre induction. De nombreux essais répétés sur divers moteurs m'ont permis de constater d'une manière générale qu'une augmentation d'un degré dans la température de l'eau de circulation entraîne une diminution de consommation de près de deux litres de gaz par cheval et par heure. M. Schtötler de Hanovre a fait la même observation : son moteur consommait 50 litres de plus lorsque la température de la paroi baissait de 70 à 35 degrés. Nous recommanderons en conséquence de faire marcher les moteurs à la température la plus élevée : un moteur Otto fonctionne bien à 75 degrés, sans qu'on risque de grippement, lorsque le graissage se fait convenablement.

Voici une seconde règle pratique non moins importante : le rendement d'un moteur diminue avec la quantité de travail fournie, quand ce moteur ne développe pas son travail nominal.

Expliquons notre pensée sur un exemple.

Un moteur Otto de quatre chevaux de la Compagnie française a un diamètre de 170 millimètres, une course de 340 millimètres et il est réglé pour une vitesse de 160 tours.

En marche normale, ce moteur fournit un travail moyen de 4 chevaux : c'est son travail nominal. Or, cette machine donnant son plein, consomme environ mille litres par cheval-heure ; mais on peut être amené accidentellement à ne lui demander qu'un cheval ou deux chevaux : aussitôt la dépense proportionnelle par cheval-heure s'élève. Pour un quart de cheval, la consommation totale est de 4,813 litres, d'après M. Schottler, c'est-à-dire d'au moins 5,300 litres par cheval-heure. Cette dépense quintuple pouvait être prévue et s'explique en tout cas fort aisément à l'aide de ma théorie de l'action de paroi : en effet, dans cette désastreuse expérience la faible quantité de gaz tonnant admise dans le cylindre parcourait le cycle en présence d'une paroi d'une étendue considérable ; un cylindre de 80 mill. de diamètre et de 160 mill. de course aurait suffi à la tâche et il eût présenté au contact des gaz chauds une surface refroidissante beaucoup moindre ; la déperdition relative du calorique dans le grand cylindre devrait donc être énorme. Il est par conséquent irrationnel et imprudent de choisir un type de moteur d'une force plus considérable que celle dont on a besoin. Il vous faut un cheval ? Achetez un moteur d'un cheval et repoussez comme une tentation les offres séduisantes d'un agent intéressé, désireux de placer un moteur d'un modèle plus fort ; souvent il cherchera à vous séduire en vous démontrant que le rendement pratique augmente avec les dimensions du moteur : c'est le plus souvent exact, mais cette proposition, vraie en thèse générale, est devenue fautive dans votre cas particulier, et ce n'est plus qu'un sophisme. Un négociant ne s'y tromperait pas, si on l'invitait à acheter beaucoup plus de marchandises qu'il ne saurait en placer dans sa clientèle, sous le fallacieux prétexte de le faire bénéficier, d'une légère réduction sur le prix de l'unité.

Voyons du reste quels sont les avantages relatifs des puissantes machines sur les moteurs de petite dimension. Les pertes dues au frottement et en général toutes les résistances passives sont moindres dans les grands engins, quand on les réduit à l'unité, cela est bien évident : il en ressort donc un premier avantage qui se traduit par une diminution sensible de consommation par cheval effectif. Or, l'action de paroi agit dans le même sens et elle tend à diminuer la consommation, car, le diamètre du cylindre croissant, le rapport $\frac{S}{V}$ de la surface de la paroi au volume du gaz tonnant diminue et le rendement devient nécessairement meilleur.

Il est donc à conseiller d'appliquer le moteur à gaz à de grandes productions de force, et les industriels seront d'autant plus satisfaits de ce nouvel engin qu'ils auront mieux adapté ses dimensions au service qui lui sera demandé.

Nos conclusions peuvent se résumer dans ce peu de mots : faire rendre aux moteurs le maximum de travail possible et travailler à la température la plus élevée.

Une consommation de 1,000 litres par cheval-heure est dès lors normale, et on peut facilement la limiter à 900 litres.

Voyons à quel prix ressort dans ces conditions le cheval-heure avec un moteur de deux chevaux ?

Prenons pour base d'évaluation le prix d'un moteur Otto : il se vend sur piédestal 3,350 francs. En fixant à 15 pour cent l'entretien, l'amortissement et l'intérêt du capital immobilisé nous serons au-dessus de la vérité ; c'est une dépense de fr. 1,67 par jour. 1,800 litres de gaz à fr. 0,25 le mètre cube coûteront 0 fr. 45 ; enfin le cinquième d'une journée d'ouvrier, employé d'une façon intermittente à la surveillance, et les frais de graissage peuvent être estimés à fr. 1,75. D'où une dépense totale pour une journée de douze heures de fr. 8,82, et par cheval-heure 36 centimes et demi.

Un moteur à eau coûtera généralement davantage ; une locomobile ou une petite machine à vapeur demi-fixe produira dans des conditions exceptionnelles le cheval-heure à 30 centimes, mais les

nombreux avantages du moteur à gaz rachètent amplement cette légère infériorité.

Le moteur à gaz a donc conquis sa place dans la petite industrie : il y fait merveille, parce qu'en fractionnant la force, il permet son usage en chambre aussi bien qu'à l'atelier ; grâce à son emploi un pas a été fait dans la voie de la décentralisation manufacturière.

Que faudrait-il pour que le moteur prit pied dans la grande industrie ?

Une chose d'abord : le gaz à bas prix. Les industriels l'auront quand ils se décideront à fabriquer eux-mêmes leur gaz de chauffage. Le gaz à l'eau de M. Dowson n'est pas plus difficile à produire que de la vapeur : qui oserait affirmer que la cornue à gaz ne supplantera pas un jour, dans un avenir plus ou moins prochain, la chaudière à vapeur ?

Il faudrait encore que la consommation des moteurs fut abaissée à 600 litres par heure. Pour cela, il suffirait de réduire les désastreux effets du refroidissement par la paroi : les constructeurs ne devraient pas avoir d'autre objectif.

Tout l'avenir du moteur à gaz est là.

QUATRIÈME PARTIE.

DOCUMENTS DIVERS.

OUVRAGES REÇUS PAR LA BIBLIOTHÈQUE.

A. — LIVRES DE FONDS.

- ^{Nos}
d'entrée.
- 884-892. RECLUS. Géographie universelle N^{os} 496 à 506. *Acquisition.*
885. CHAMBRE SYNDICALE DES MÉCANICIENS DU HAVRE. Rapport sur la question des accidents. *Don de la Chambre syndicale.*
886. P. HOCHSTETTER. Assainissement de la ville de Lille. *Don de l'auteur.*
887. WURTZ. Dictionnaire de chimie (N^o 7) du supplément. *Acquisition.*
- 888-893. LAMI. Dictionnaire de l'industrie N^{os} 41 à 43. *D^o*
889. PAGNOUL. Composition de la betterave. *Don de l'auteur.*
890. BLAISE et NAPIAS. Hygiène industrielle. *D^o*
891. CHAVATTE. Creusement du puits de Quiévrechain. *D^o*
894. CONSEIL GÉNÉRAL. Rapport du Préfet, session d'août. *D^o*
895. CONSEIL GÉNÉRAL. Procès-verbaux des séances. *D^o*
896. PAUL SÉE. La meunerie française et les nouveaux procédés. *D^o*
898. L. DANIEL. L'imprimerie à l'Exposition d'Amsterdam. *D^o*
898. COURCHÉ. Essais sur les questions de travail. *D^o*

B. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

Bulletin de l'Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de machines.

Bulletin de la Société Industrielle de l'Est.

SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE
DES SOCIÉTAIRES.

A. — Sociétaires décédés.

MM. J. DUTILLEUL , sénateur , membre ordinaire.
FRICHOT, ingénieur, membre ordinaire.
VERKINDER , négociant , membre fondateur.

B. — Sociétaires nouveaux

Admis du 1^{er} octobre au 31 décembre 1883.

N ^{os} d'ins- cription.	MEMBRE FONDATEUR.			COMITÉS.
	Noms	Professions.	Résidence.	
424	Henri WALLAERT.....	Filateur.....	Lille.....	F. T.
MEMBRES ORDINAIRES.				
495	OBIN.....	Teinturier.....	Lille.....	A. C.
496	F. BÈRE.....	Ingénieur des manufac- tures de l'Etat.....	Lille.....	G. C.
497	André CREPY.....	Filateur.....	Lille.....	F. T.
498	A. WITZ.....	Ing ^r -d ^r ès-sciences.	Lille.....	G. C.
499	L. ETIENNE.....	Ingénieur des Ponts-et- Chaussées.....	Lille.....	G. C.
500	STOCLET.....	Idem.....	Lille.....	G. C.
504	BERGERON.....	Professeur à la Faculté de médecine.....	Lille.....	A. G.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le Bulletin.

