

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France

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

BULLETIN TRIMESTRIEL

N° 63.

16^e ANNÉE. — Deuxième Trimestre 1888.

PREMIÈRE PARTIE.

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 30 avril 1888.

Présidence de M. Émile Bigo, Vice-Président.

Procès-verbal. M. Keromnès donne lecture du procès-verbal de l'Assemblée générale de mars. — Adopté.

Correspondance. La correspondance comprend plusieurs demandes du programme pour le Concours de 1888.

MM. LEROY, EYCKEN, Georges VANDAMME demandent leur inscription dans le Comité de chimie.

La Chambre de Commerce de Lille accuse réception du rapport de M. Fauchille, sur les marques de fabrique.

La Chambre de Commerce de Roubaix et MM. CORNAILLE

et GADENNE répondent à la lettre de M. Millet, ministre de France à Belgrade. Renvoi au Comité du commerce. Les renseignements reçus seront envoyés en communication à M. Millet.

Lecture.
—
M. l'abbé
VASSART. —
Cuve d'indigo à
fermentation.

Cette cuve ou Cuve Collin et Benoist, est proposée pour les différentes espèces de fibres et garantie comme utilisant tout l'indigo. L'attention des brevetés s'est portée sur le *Desmobacterium* ou ferment butyrique, sur les matières fermentescibles, sur le choix de l'alcali, sur l'oxydation après passage en cuve. Le ferment est cultivé et les détails de cette culture sont décrits, puis la cuve est ensemencée; la cuve est montée avec glucose et fécule soluble au lieu de pastel, vouède, garance, son, mélasse, etc, qui sont de composition plus ou moins variable, tandis que la glucose et la fécule soluble sont de composition constante; la soude ne forme pas comme la chaux cet indigotate de chaux insoluble qui représente une perte d'indigo; l'utilisation complète de l'indigo a été démontrée expérimentalement sur des tissus en draperie militaire; l'oxydation se fait à chaud par la vapeur.

En résumé, au point de vue scientifique, la cuve Collin présente des modifications bien comprises, mais est-elle et dans quelle mesure est-elle industriellement avantageuse? Le dernier mot est aux industriels qui cherchent le progrès.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. l'abbé Vassart de son intéressante communication.

Assemblée générale mensuelle du 28 mai 1888.

Présidence de M. F. MATHIAS, Président.

Procès-verbal

Le procès-verbal de la séance d'avril, lu par M. PIÉRON, est adopté sans observation.

Correspon-
dances.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE et L'INSTITUT DE NEWCASTLE accusent réception du bulletin N^o 61.

M. le docteur MARMISSE, membre du Syndicat de la Presse Bordelaise, demande un exemplaire de la conférence de M. LÉON SAY. — Envoyé.

M. E. CACHEUX envoie le programme du Congrès organisé par la Société Française de sauvetage, et demande l'adhésion de la Société. — M. Cacheux sera avisé que cela intéresse tout particulièrement la Société des Sauveteurs du Nord.

M. LE DIRECTEUR DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS remercie de l'envoi de la collection complète des bulletins de la Société.

MM. OBIN frères déposent un pli cacheté pour être conservé dans les archives de la Société, et ouvert quand ils en feront la demande.

M. LE PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE appelle l'attention de la Société sur un rapport et un contre-projet relatifs à la loi sur les accidents du travail, et demande communication des observations que leur lecture pourrait suggérer. — Renvoi au Comité du Commerce et de l'Utilité Publique.

M. MAMY, ingénieur de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, fait connaître la marche croissante du groupe du Nord. Au 21 mai dernier, le nombre des adhérents était de 65, dont 55 adhérents industriels.

Lectures.

M. DUBERNARD,
Recherche
de la margarine
dans le beurre.

M. DUBERNARD a trouvé une méthode simple et rapide pour reconnaître la présence de la margarine dans le beurre. Pour cela il suffit de saponifier le beurre avec une solution ammoniacale à 30°.

On prend 3 grammes de beurre que l'on fait fondre au bain-marie ; on ajoute 5 centimètres cubes de solution ammoniacale, on agite et on chauffe de nouveau au bain-marie.

Si le beurre est pur, les bulles de gaz ammoniac qui se dégagent, traversent la couche de beurre fondu et crèvent à la surface.

Si, au contraire, il y a mélange de margarine, il se produit une émulsion persistante, et l'épaisseur de la mousse formée est proportionnelle à la quantité de margarine que renferme le beurre.

Une ou deux minutes suffisent pour faire l'expérience qui peut être exécutée par tout le monde.

Les beurres rances seuls ne se prêtent pas à cet essai.

M. KOLB,
Communication
d'une note
de M. Scheurer-
Kestner
sur les pouvoirs
calorifiques
des houilles.

En l'absence de M. CORNUT et sur sa demande, M. KOLB présente au nom de M. SCHEURER-KESTNER une étude sur le pouvoir calorifique des houilles de notre région, dont MM Scheurer-Kestner et Meunier font l'hommage à notre Société.

Les échantillons de houille ont été soigneusement choisis par M. CORNUT, de façon à représenter des types bien caractérisés des bassins du Pas-de-Calais, de Charleroi et du Nord.

L'analyse en a été faite par l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur du Nord de la France.

Le travail de MM. SCHEURER et MEUNIER est doublement intéressant par les résultats qu'il fournit au calorimètre et par la comparaison de ces résultats avec ceux que donnent les formules pratiques de Dulong, de Scheurer et de Cornut.

Des trois formules, c'est celle de M. Cornut qui se rapproche toujours le plus de la réalité. Sur seize échantillons, elle s'en écarte de moins de 2 %.

M. KOLB appelle l'attention sur ce point signalé par M. SCHEURER, que la chaleur de combustion de la houille est généralement plus élevée que la somme de la chaleur de combustion des quantités de carbone et d'hydrogène qui constituent cette houille.

Il y a là un résultat complètement inattendu qui serait un intéressant sujet d'études que M. KOLB recommande au Comité de Chimie.

Il conclut que c'est avec raison que M. Cornut a, le premier, signalé que le pouvoir calorifique 8080 du charbon de bois est un chiffre trop faible pour être attribué, d'une manière générale, au carbone fixe des houilles.

M. MOLLET-FONTAINE,
Les liqueurs
alcooliques
et la
santé publique

M. MOLLET-FONTAINE s'est proposé de démontrer l'inexactitude de l'opinion accréditée auprès du public et de la plupart des hygiénistes, d'après laquelle l'alcoolisme serait dû à l'impureté des alcools industriels.

Avant la rectification, l'alcool distillé contient des proportions faibles d'alcools étrangers et de bases organiques.

En se basant sur les résultats de M. Dujardin-Beaumetz qui, en opérant sur des cochons, a pu dresser un tableau de la toxicité des alcools, M. Mollet-Fontaine arrive à des conclusions très intéressantes. Prenant pour base le petit verre, il montre le nombre de petits verres des différentes liqueurs livrées à la consommation qui seraient nécessaires pour tuer un homme.

Les eaux-de-vie naturelles sont plus dangereuses à la société que celles préparées avec les alcools industriels ; elles renferment les impuretés nuisibles en bien plus grandes quantités.

Il y a certainement des liqueurs fabriquées qui sont plus redoutables, mais leur propriété toxique ne doit pas être attribuée à l'alcool rectifié employé à leur fabrication, mais plutôt aux alcools de mauvaise qualité qu'on y mélange clandestinement, et principalement aux mauvais alcools des bouilleurs de cru que beaucoup de débitants introduisent sans scrupule dans leurs mélanges.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. MOLLET-FONTAINE de sa communication que l'Assemblée a écoutée avec la plus vive attention.

Assemblée générale mensuelle du 25 juin 1886.

Présidence de M. Éd. AGACHE, Vice-Président.

Procès-verbal. Le procès-verbal de la séance du mois de mai est lu et adopté sans observation.

Correspondance. MM. STORHAY et MELON s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

M. MARCADIER présente, pour le concours de 1888, sa machine à élargir les tissus.

LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE LYON demande le bulletin N^o 60 de la Société. — Envoyé.

MM. LEURENT frères de Tourcoing demandent la marche à suivre pour faire récompenser un de leurs anciens ouvriers. — Il a été répondu que la Société des Sciences de Lille distribuait ces sortes de récompenses, et que ces messieurs devaient s'adresser à cette Société.

M. LE MINISTRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE annonce qu'une exposition spéciale de l'enseignement professionnel aura lieu en 1889.

M. PIÉRON, secrétaire-général, donne lecture de la réponse qui sera adressée à M. le Ministre : la Société Industrielle s'associera volontiers à cette exposition.

M. MULLER, président de l'Association des Industriels de France contre les accidents, invite la Société Industrielle à envoyer des délégués à l'Assemblée générale des adhérents qui aura lieu le 27 juin, pour examiner le texte de la loi sur les accidents et rédiger les observations que l'on pourra présenter.

M. LE PRÉSIDENT annonce que le bureau local du groupe du Nord s'est réuni récemment et que M. EMILE BIGO a bien voulu faire un rapport sur les observations à présenter à Paris. Ce rapport sera lu dans une prochaine séance.

Lectures.

M. PAUL SÉE
Nouvelle disposition de
courroies de première commande pour
machines à vapeur.

Chez MM. Baertsoen et Buysse de Gand, le tissage était commandé par une machine horizontale simple Corliss de 350 chevaux. Pour commander la filature de 20,000 broches que MM. Sée ont construite à côté du tissage, il fallait une force de même importance. La place manquait pour mettre une nouvelle machine indépendante de la première. D'un autre côté, pour transformer la première machine en machine compound, il aurait fallu mettre un volant d'une largeur double, ce qui entraînait à des frais très-considérables à cause de la démolition de la cage à courroie, du remplacement de l'arbre, de l'éloignement du massif, etc. On a résolu le problème en doublant la force et en superposant les deux courroies.

Cette disposition toute nouvelle a parfaitement réussi.

M. DE SWARTE.

De la stabilité manométrique dans les chaudières.

M. DE SWARTE traite la question de la stabilité manométrique dans les générateurs. Il partage son travail en deux parties : dans la première, il examine les influences respectives des volumes d'eau et de vapeur sur la stabilité ; dans la seconde, il recherche l'influence du foyer, du volume d'eau, du volume de vapeur, de l'eau d'alimentation et de l'eau entraînée avec la vapeur sur cette même stabilité.

Dans cette séance, il ne traite que la première partie : en appelant P la pression absolue en atmosphères considérée ; T la température correspondante ; π le poids du mètre cube d'eau, ω le poids du mètre cube de vapeur, et c la capacité calorifique de l'eau à cette même température, il démontre, que le rapport des poids de vapeur saturée qu'on peut obtenir de volumes égaux d'eau et de vapeur à même température, pour une même chute de pression, est exprimée exactement par l'expression :

$$\frac{\pi c P}{\omega (606,5. - 0,695. T)} \times \frac{dT}{dP}$$

et donne ce rapport comme la mesure rigoureuse des influences respectives de volumes égaux d'eau et de vapeur sur la stabilité manométrique d'un générateur. Il en déduit les conséquences pour l'économie importante à réaliser dans la construction d'une chaudière à vapeur, à ce point de vue.



DEUXIÈME PARTIE.

TRAVAUX DES COMITÉS.

Résumé des Procès-Verbaux des Séances.

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

Séance du 16 avril 1888.

Présidence de M. KEROMNÈS, Président.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture d'une lettre de M. Ch. LAURENT, demandant que le Comité provoque une communication sur la situation actuelle de l'emploi de la vapeur à haute pression (8 à 10 k^{os}) pour les machines industrielles.

M. KEROMNÈS en parlera à M. du BOUSQUET, particulièrement compétent dans cette question de vapeur.

Un mémoire de M. Camille SWEKELS, sur un système de crampon de sauvetage en cas d'incendie applicable aux gouttières est renvoyé à MM. BOIVIN et CONTAMINE.

M. STORHAY dit ensuite quelques mots des conditions publiques et promet une communication sur cet important sujet pour la prochaine réunion.

Séance du 14 avril 1888.

Présidence de M. KEROMNÈS, Président.

Lettres de MM. Stoclet, Melon et de Swarte, s'excusant de ne pouvoir assister à la séance, et par conséquent faire les communications portées à l'ordre du jour.

M. STORHAY demande la remise à la séance prochaine de sa communication sur les conditions publiques.

M. KEROMNÈS donne quelques explications sur la locomotive Krampton, et sur les motifs qui en ont fait abandonner le type par les Compagnies de chemin de fer, malgré les avantages qu'elle présente au point de vue de la stabilité et de la vitesse.

Séance du 11 juin 1888.

Présidence de M. ARNOULD.

En l'absence de MM. KEROMNÈS et MELON, président et vice-président du Comité; M. ARNOULD, doyen d'âge, est invité à prendre le fauteuil de la présidence.

Le Comité adjoint MM. Maurice BARROIS et Paul SÉE à la commission qui sera nommée par le Comité de filature, pour examiner le projet de règlement sur les batteurs, présenté par l'Association des Industriels de France, contre les accidents du travail.

Renvoi à l'examen de M. RENOARD, un contre-projet à la loi sur les accidents présenté par l'Association de l'industrie française.

M. STORHAY fait une intéressante communication sur les établissements dénommés « Conditions publiques. »

M. STORHAY est invité à reproduire en Assemblée générale sa conférence, qui intéresse tous les membres de la Société.

M. Paul SÉE fait connaître au Comité une très intéressante et très heureuse application de courroies superposées, faite par lui à une machine de 350 chevaux, dont il s'agissait de doubler la puissance en la rendant compound, sans qu'il fût cependant possible d'élargir la poulie motrice (de 1^m00 de largeur de jante).

Les organes principaux de la machine (arbre de couche, volant), étant suffisants pour 700 chevaux, un arbre de première commande fut placé parallèlement à celui existant, et à peu de distance de celui-ci ; il fut muni d'une poulie, placée dans le plan de la poulie calée sur ce dernier arbre ; et l'on attaqua ces deux poulies au moyen de deux courroies passant, en se superposant, sur la même poulie motrice.

Comité de la Filature et du Tissage.

Séance du 26 juin 1888.

Présidence de M. Émile LE BLAN, Président.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture du projet de règlement sur les batteurs proposé par l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail.

A la Commission nommée par le Génie civil, et composée de MM. Maurice BARROIS et Paul SÉE, le Comité adjoint MM. A. KOEHLIN et Henri WALLAERT.

M. MARCADIER présente, pour le concours de 1888, sa machine à élargir les tissus. MM. A. RENOARD, OBIN et Floris DESCAT sont chargés de l'examiner.

M. NICOLLE-VERSTRAETE appelle l'attention du Comité sur la loi de mai 1874, concernant le travail des enfants dans les manufactures, et sur les contraventions qui peuvent être relevées contre les industriels. Il serait désireux que la Société Industrielle nommât une commission qui étudierait les moyens de faire fonctionner la commission qui, selon la loi, doit se rendre compte de l'outillage dangereux d'un industriel, cet outillage ayant été déclaré dangereux par l'inspecteur du travail des enfants dans les manufactures.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Nicolle remettra une note sur ce sujet à la Société Industrielle.

Comité des Arts chimiques et agronomiques.

Séance du 17 avril 1888.

Présidence de M. DUBERNARD, Président.

M. MOLLET-FONTAINE s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

L'ordre du jour appelle une communication de M. DUBERNARD sur *la recherche de la margarine dans le beurre.*

M. DUBERNARD rappelle que la sophistication du beurre au moyen de la margarine se fait sur une échelle de plus en plus considérable, d'autant plus qu'on ne connaît pas de moyen pratique pour déceler l'addition de ce produit.

M. DUBERNARD a trouvé une méthode rapide et tellement simple qu'elle est accessible à tout le monde. Elle consiste à mélanger le beurre suspect fondu avec une solution ammoniacale marquant 30° à l'alcoolomètre. Le tout est mis dans un tube et chauffé au bain-marie. Il se fait alors un dégagement gazeux d'ammoniac dont les bulles traversent la couche de beurre fondu et viennent se crever à la surface si le beurre est pur. Si, au contraire, il est mélangé de margarine, les bulles d'ammoniac forment avec le beurre une émulsion persistante, et l'épaisseur de la couche de mousse qui s'est formée est proportionnelle à la quantité de margarine que renferme le beurre.

M. J. HOCHSTETTER entretient ensuite le Comité d'un procédé de bronzage des pièces en fer et en acier des machines employées dans les établissements Kuhlmann.

Il est très difficile, dans les usines de produits chimiques, de conserver leur éclat aux pièces métalliques des machines, à cause des vapeurs acides qui pénètrent dans les salles et finissent toujours, malgré le graissage, à ternir les pièces métalliques.

Aux établissements Kuhlmann on y a depuis longtemps renoncé.

On se contente de frotter les machines au chiffon gras. Il se forme ainsi à la longue une sorte de patine qui donne aux pièces une couleur brune, bronzée, d'un effet très agréable à l'œil et qui ne nécessite pas d'autre entretien que le passage au chiffon gras.

Lorsqu'on veut arriver plus rapidement à un bon bronzage, en partant par exemple d'une machine neuve, on dispose dans la salle même de la machine des vases renfermant de l'acide chlorhydrique fumant et d'autres renfermant de l'ammoniaque. Les vapeurs qui se dégagent ainsi viennent agir sur le fer avec beaucoup plus de rapidité, et après quelques jours les organes extérieurs de la machine sont bronzés.

Séance du 17 mai 1888,

Présidence de M. DUBERNARD, Président.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le bureau une brochure de M. GODEFROY, sur la fabrication des alcools d'industrie chimiquement purs. Des remerciements sont adressés à l'auteur.

M. MOLLET-FONTAINE continue sa communication sur les alcools et la santé publique. Cette intéressante étude sera lue en Assemblée générale.

Séance du 19 juin 1888.

Présidence de M. DUBERNARD, Président.

M. DUBERNARD entretient le Comité des essais faits par la Commission dont il fait partie et qui a pour but d'étudier les moyens propres à combattre le syphe opaque, ce coléoptère, dont la larve ravage les champs de betteraves du canton de Carvin.

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

Séance du 7 mai 1888.

Présidence de M. OZENFANT-SCRIVE, Président.

La Chambre de Commerce de Roubaix et MM. Cornaille et Gadenne répondent à la lettre de M. le Ministre de France à Belgrade.

Pour réunir des renseignements plus complets, il est décidé de rappeler la lettre de M. Millet et d'inviter spécialement MM. les membres de Roubaix et de Tourcoing, à la prochaine séance du Comité du Commerce.

Séance du 4 juin 1888.

Présidence de M. OZENFANT-SCRIVE, Président.

MM. NEUT et ROGÉZ s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Le Comité n'a pas reçu de nouvelles réponses à la lettre de M. le Ministre de France à Belgrade ; M. LE PRÉSIDENT propose de causer de cette question aux personnes que cela intéresse et de recueillir leurs observations qui seront soumises à la Société.

La réponse à M. MILLET sera ajournée jusqu'au mois d'octobre.



TROISIÈME PARTIE.

TRAVAUX PRÉSENTÉS A LA SOCIÉTÉ.

GRAISSAGE DES MOTEURS A GAZ

Par M. A. WITZ.

Le graissage des cylindres des moteurs à gaz est une question délicate de laquelle a paru dépendre autrefois le succès de ces remarquables machines ; le premier moteur Lenoir, qui provoqua d'abord tant d'enthousiasme en 1860, fut plus tard l'objet d'une réaction trop vive, causée surtout par les exigences du graissage ; on avait cru pouvoir économiser le salaire d'un chauffeur, mais on ne pouvait se passer d'un surveillant qui, armé de sa burette, y versât des flots d'huile. La petite industrie appréciait par dessus tout le fonctionnement automatique du moteur à gaz : il fallait pour cela un graissage continu, se poursuivant de lui-même. La dépense d'huile était un nouvel élément qui entrait en ligne de compte : les premiers moteurs entraînaient des frais de lubrification exagérés, qu'on regrettait d'autant plus que les organes de distribution et le cylindre lui-même s'encrassaient rapidement et exigeaient un démontage et un nettoyage fréquents.

De grands progrès ont été réalisés depuis 1860 ; MM. Otto, de Bishop, Clerk, Körting, Crossley, Delamarre, Ravel, ont transformé le moteur à gaz. Au point de vue du graissage, le seul en question dans ce travail, cette machine est aujourd'hui à l'abri de la critique :

n'a-t-on pas vu un moteur Bishop fonctionner 47 fois 24 heures sans aucun dérangement et sans qu'on y versât directement une goutte d'huile ? Ce fait incroyable a été confirmé par les témoignages les plus sûrs. D'autre part, nous avons constaté, dans nos essais de Rouen et de Paris, sur un moteur Delamarre, qu'il suffisait de 160 grammes d'huile par heure pour un moteur de 8 chevaux, soit tout au plus une dépense de 2 centimes par cheval-heure. Les nettoyages sont, par là même, devenus plus faciles.

Ces résultats sont dûs assurément à la meilleure disposition des organes, mais nous les attribuons surtout à un emploi plus rationnel des substances lubrifiantes : je me propose d'exposer brièvement dans cette note les principes scientifiques sur lesquels reposent les derniers perfectionnements.

Rendons-nous compte d'abord des difficultés qu'il a fallu surmonter.

Dans un cylindre de moteur à gaz, la température de la paroi métallique est moins élevée que dans une machine à vapeur, puisqu'elle n'atteint pas 400 degrés ; mais, à chaque explosion, une flamme dont on peut évaluer la température à 4200 degrés, balaie le cylindre, et brûle le lubrifiant, qui est mauvais conducteur du calorique ; il se forme un cambouis sec, dur, adhérent, carbonisé, qui raye le métal et le corrode rapidement. Dans le cylindre à vapeur, l'eau de condensation adoucit le frottement ; dans le cylindre à gaz tonnant, toute la tâche incombe à l'huile, qu'il faut prodiguer à chaque cylindrée. On recueille par la décharge un liquide noir, épais, dans lequel on trouve des poussières métalliques, du fer et du cuivre et des particules charbonneuses.

On n'évite le grippement qu'au prix d'un afflux d'huile incessant, qui lave les surfaces et entraîne les concrétions charbonneuses et métalliques fixées sur le métal.

Que faudrait-il pour parer à ces graves inconvénients ? On devrait trouver une substance lubrifiante, incombustible et inaltérable. C'est, il est vrai, la pierre philosophale dans l'espèce : en effet, les

gaz, qui réduisent considérablement les frottements ne peuvent rester interposés entre des surfaces en contact ; l'eau est elle-même trop fluide ; les seules matières pratiquement utilisables sont les corps gras, dont la viscosité entre en jeu : or, les corps gras, sont tous combustibles.

Il est vrai qu'il y a un choix à faire entre ces substances.

Au début, on employait des huiles animales, huile de pied de bœuf, huile de baleine, de cachalot, huile de suif ou de saindoux : elles ont de grandes et précieuses qualités, attendu qu'elles donnent de bons frottements, qu'elles sont neutres, peu altérables et que, de plus, elles ne s'atténuent pas, c'est-à-dire qu'elles gardent leurs propriétés aux températures élevées. Ce dernier point se constate à l'aide de l'appareil Coleman, dans lequel on mesure le temps que l'huile met à s'écouler, à une température déterminée par un orifice de diamètre connu : les huiles animales sont les meilleures à cet égard. Mais elles présentent deux défauts graves. Et d'abord, elles se décomposent en présence de la vapeur d'eau en glycérine et en acides gras : la glycérine se dissocie elle-même en donnant de l'acide acétique et de l'acroleine ; les acides se combinent avec les poussières métalliques et il se produit une saponification en présence des alcalis. Ces inconvénients sont peut-être plus sensibles dans un cylindre à vapeur que dans un cylindre à gaz : mais les huiles animales ont le plus sérieux défaut de brûler très facilement. On s'explique donc sans peine les mauvais résultats qu'elles ont donnés dans les moteurs à gaz.

On a dû y renoncer.

L'industrie des huiles minérales est heureusement venu mettre à notre disposition des produits dont l'emploi est beaucoup plus avantageux.

Les huiles minérales sont des produits liquides, composés de carbures d'hydrogène à points d'ébullition très différents : ce sont ou des pétroles de l'Amérique septentrionale ou des huiles de naphte russes des bords de la Mer Caspienne ; ces deux provenances carac-

térisent des huiles de propriétés bien définies, malgré le grand nombre de puits d'extraction et de sources d'exploitation.

Ces carbures sont les mines d'or de l'industrie : on en tire plus de cinquante substances chimiquement déterminées. Les pétroles américains sont formés surtout des carbures de la série $C^m H^{m+2}$; ceux de la région caucasienne contiennent en majeure partie les carbures éthyléniques $C^m H^m$.

La distillation permet de séparer ces multiples éléments : après avoir recueilli des éthers, puis des essences légères (gazoline, canadol), et enfin des essences lourdes (benzine, naphte, ligroïne), on extrait les huiles lampantes ou kérosènes : cette première série d'opérations s'arrête à 170 degrés et donne les composés de densité inférieure à 0,8. Il reste enfin des goudrons ou huiles lourdes, desquelles on extrait les produits lubrifiants dont nous voulons faire ressortir les qualités supérieures, sans indiquer aucune marque commerciale.

Ces huiles sont connues génériquement sous les noms de Vulcan, Eclipse, Phœnix, Glob-oil, huile de l'étoile, valvoline, oléonaphte, etc. ; elles sont onctueuses, opaques, d'un brun clair ; leur densité est comprise entre 0,88 et 0,92. Elles ne distillent guère qu'à 280 ou 300 degrés, même à 320 degrés ; leurs vapeurs ne sont inflammables que vers 180 degrés ; leur tenue est bonne aux températures élevées. Pures, ces huiles sont d'excellents lubrifiants : on reconnaît leur valeur en les frottant longtemps entre le pouce et l'index ; elles paraissent rudes au toucher, mais ne donnent pas de sentiment de chaleur. On les additionne souvent frauduleusement d'huile de résine, et alors le résidu de leur évaporation est écailleux ; quelquefois on les mêle de matières mucilagineuses, ce que l'on reconnaît parce que l'agitation avec l'eau donne une couleur blanchâtre. La réaction avec une lessive de soude ou une dissolution ammoniacale décèle les huiles grasses et l'acide carbonique ; enfin l'acide sulfurique permet de constater la présence des huiles de goudron, par la coloration foncée que prend l'huile. Bref : une fraude ou une rectification défectueuse peut être reconnue sans peine.

Or, supposons une huile pure, bien rectifiée : c'est le meilleur lubrifiant des cylindres des moteurs à gaz, parce qu'il ne se décompose pas, parce qu'il brûle moins facilement et donne moins de concrétions dures. L'huile américaine sera recommandée de préférence à l'huile russe, qui lui est généralement inférieure.

Ces huiles coûtent, à Anvers, de 50 à 65 francs les 100 kilogs, quand on les prend par tonneau d'origine : les droits d'entrée et d'octroi portent leur prix moyen de 80 à 100 francs à Paris. D'après cette base, on calculera sans peine ce que peut coûter le graissage d'un moteur : c'est dans ce seul but que nous avons indiqué les prix ci-dessus.

La dépense est assurément la moindre avec les huiles que nous indiquons ; elle est malheureusement encore trop considérable.

On l'atténue, il est vrai, en recueillant l'huile qui s'écoule dans la décharge et en la clarifiant par dépôt ou filtrage à travers du feutre, du coton, de la sciure de bois, des étoupes, des copeaux, etc. On trouve l'emploi des produits ainsi épurés dans le graissage des touillons et des organes extérieurs des moteurs, à condition toutefois d'éliminer complètement les particules solides, qui produiraient des grippements dangereux : mais le plus souvent on se résigne à ne pas les utiliser.

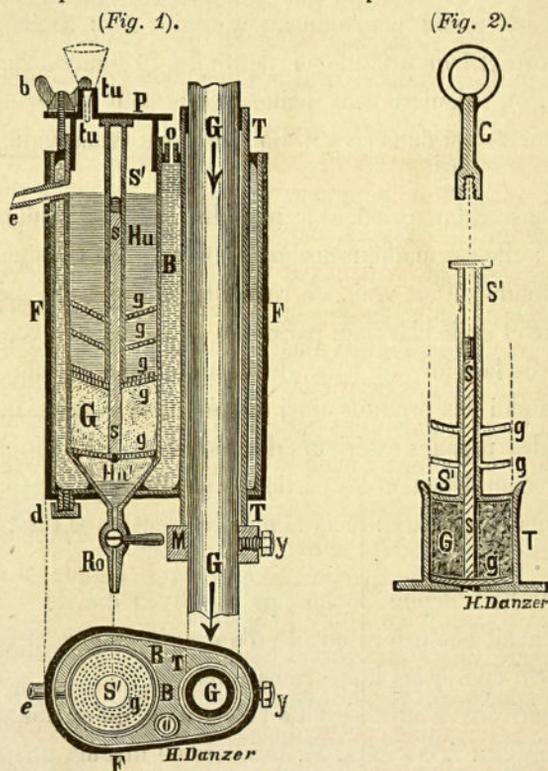
On cherchait depuis longtemps le moyen d'éviter cette perte ; mais on n'avait pas trouvé encore d'appareil simple et économique permettant d'épurer les huiles sans frais.

Les Américains s'adressèrent à l'électricité, qu'on plie aujourd'hui à tous les usages. A cet effet, M. Dunderdale inventa un procédé de filtration à travers une couche de copeaux de fer fortement aimantés, à l'aide d'une bobine électrique : cette éponge magnétique retenait par attraction les poussières de fer engluées dans le liquide visqueux. Des filtres de sable complétaient l'épuration.

Un de nos plus habiles constructeurs de Paris, M. E. Ducrétet, s'est montré plus ingénieux et plus pratique. Son filtre est constitué par un piston de coton cardé, fortement comprimé, G, et recouvert de rondelles de cuir perforées, g, fig. 4 ; l'huile introduite par un

entonnoir *tu* s'écoule par un robinet R_0 . Cet appareil est renfermé dans un bain d'huile FF, maintenu à une température d'environ 100 degrés par le tuyau de décharge du moteur. Dans ces conditions, l'huile devient plus fluide et elle traverse le diaphragme de coton malgré sa compression.

La figure 2 permet de se rendre compte de la forme du piston



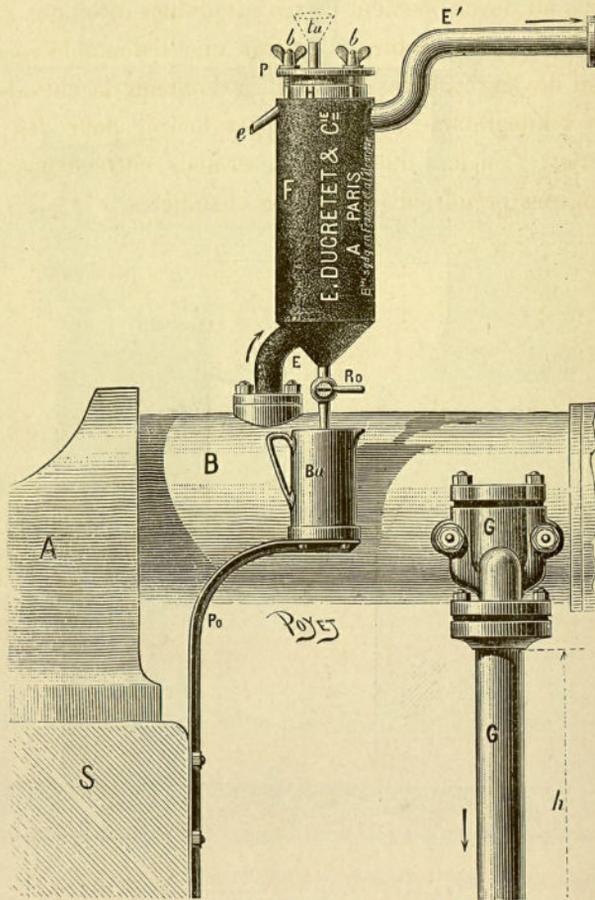
filtreur ; G est le tampon de coton, qu'il faut renouveler tous les deux mois : il fait corps avec la tige *s*. Au moyen de l'anneau *c*, on tire le piston de l'appareil, on nettoie les rondelles *g*, et on bourre le coton dans la boîte T, après l'avoir fortement imbibé d'huile neuve. Le bourrage fait, on replace le piston dans l'épurateur et on maintient sa compression par le couvercle P (fig. 1) et les boulons de serrage *b*. La manipulation est extrêmement simple.

L'huile sort de l'épurateur parfaitement limpide, avec une légère coloration brune.

L'expérience a démontré que la même huile peut servir, pour ainsi dire, indéfiniment ; le déchet est très faible et n'atteint pas un centième par opération.

Mais voici un résultat inattendu de ces filtrations répétées ; nous avons pu constater, sur des échantillons que M. Ducrétet a soumis

(Fig. 4).



à notre examen, que les propriétés lubrifiantes de l'huile s'améliorent

notablement. Ce fait s'explique sans peine ; par l'usage dans le moteur, les produits volatils, qui graissent mal, sont éliminés ; par le passage au filtre, les vaselines, paraffines, goudrons lourds, etc., sont retenus et, en dernière analyse, l'huile est purifiée et elle doit fatalement devenir meilleure.

Cet ingénieux appareil nous a paru digne d'être signalé à l'attention de nos collègues de la Société Industrielle du Nord : son emploi se généralisera, nous en sommes convaincu, et M. Ducrétet aura contribué au développement de ces admirables machines à gaz, qui feront bientôt à la machine à vapeur une redoutable concurrence. L'emploi des gaz pauvres permet déjà d'obtenir le cheval-heure au prix de 4 kilogramme de charbon par heure, pour des forces de 25 chevaux : on fera mieux encore et nous entrevoyons le jour où les gazogènes prendront la place des chaudières.

NOTE

EXPERIMENTAL RESULTS

THEORY

The first part of the experiment was devoted to the study of the effect of the concentration of the solution on the rate of reaction. It was found that the rate of reaction increases with increasing concentration of the solution.

The second part of the experiment was devoted to the study of the effect of the temperature on the rate of reaction. It was found that the rate of reaction increases with increasing temperature.

The third part of the experiment was devoted to the study of the effect of the catalyst on the rate of reaction. It was found that the rate of reaction increases with increasing concentration of the catalyst.

The fourth part of the experiment was devoted to the study of the effect of the surface area of the solid reactant on the rate of reaction. It was found that the rate of reaction increases with increasing surface area of the solid reactant.

The fifth part of the experiment was devoted to the study of the effect of the pressure on the rate of reaction. It was found that the rate of reaction increases with increasing pressure.

The sixth part of the experiment was devoted to the study of the effect of the volume of the gas on the rate of reaction. It was found that the rate of reaction increases with increasing volume of the gas.

The seventh part of the experiment was devoted to the study of the effect of the nature of the solid reactant on the rate of reaction. It was found that the rate of reaction increases with increasing surface area of the solid reactant.

NOTE

SUR LES

ENCOMBREMENTS PAR LES NEIGES

DES VOIES FERRÉES

PAR M. DU BOUSQUET

Ingénieur de la Traction au Chemin de Fer du Nord.

La question des neiges intéresse non seulement l'Ingénieur des chemins de fer, mais encore l'industriel, le commerçant, les voyageurs qui se déplacent pour leurs plaisirs ou pour leurs affaires.

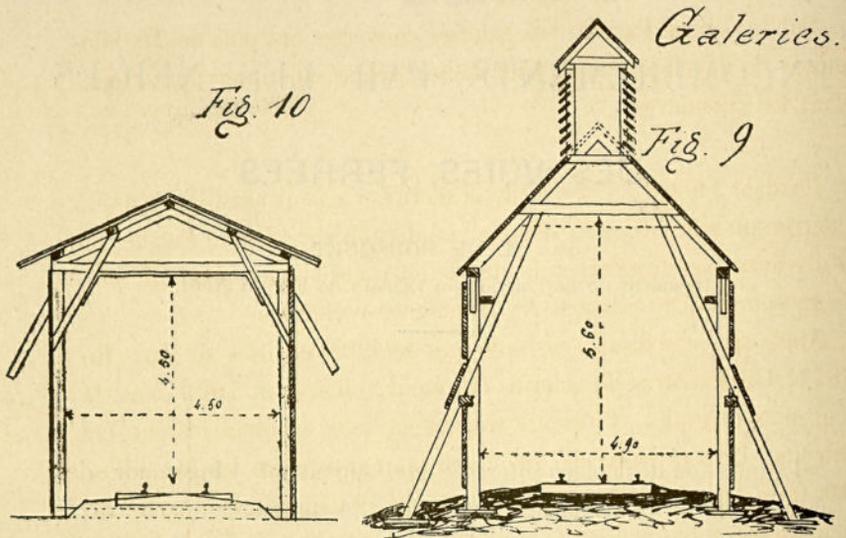
La neige est, en effet, notre grand ennemi. Elle peut entraver et même arrêter la circulation pendant des journées entières, et causer, par suite, le chômage des ateliers et des fabriques par le manque de charbon.

Il m'a donc paru utile d'exposer rapidement, devant la Société Industrielle, les mesures qu'on prend, suivant les cas, suivant les régions, pour empêcher les encombrements ou pour arriver à un déblaiement rapide.

Les encombrements des voies ferrées, par les neiges, peuvent se produire de trois façons différentes :

- 1^o Par la chute naturelle,
- 2^o Par les avalanches,
- 3^o Par les amoncellements dus aux vents.

J'examinerai d'abord quels sont, dans les trois cas, les moyens qu'on emploie pour chercher à éviter ces encombrements — puis, je passerai en revue les différents appareils servant au déblaiement rapide.



Chute naturelle.

Sous cette forme, la neige n'est pas très à craindre. Elle tombe toujours assez lentement pour qu'on arrive à s'en débarrasser, soit à l'aide de la pelle, soit au moyen de petits chasse-neige.

Il y a cependant des exceptions : je citerai la traversée du Mont-Cenis et en Amérique, celle de la Nevada où l'épaisseur des bancs de neige, pendant une grande partie de l'année, ne descend pas au dessous de 2 mètres et atteint quelquefois 4 mètres.

On emploie, pour se préserver, des galeries en bois, semblables à celles indiquées fig. 9 et 10. Elles ont de grandes dimensions qui, combinées avec les jours ménagés latéralement et les lanternes supérieures, produisent une ventilation suffisante. Les fermes sont plus ou moins rapprochées et formées de pièces de bois d'un équarrissage variable suivant les charges à supporter. Dans certaines galeries, on se sert, comme piliers, de troncs d'arbres.

De 400 mètres en 500 mètres, les revêtements en bois sont remplacés par des revêtements en tôle galvanisée pour couper les incendies dont ces galeries sont toujours menacées. Des panneaux amovibles, qu'on enlève l'été, sont disposés de place en place pour donner plus d'air et de lumière.

Sur le Central Pacific, ces galeries couvertes ont plus de 70 kilomètres de développement. Une d'elles règne sans interruption pendant 44 kilomètres.

Utilité
de ces galeries.

Pendant l'hiver 1872-1873, le service n'a pour ainsi dire pas été interrompu sur le Central-Pacific, tandis que sur l'Union-Pacific, où il n'y avait pas de galeries, la circulation a été arrêtée pendant plusieurs semaines au passage des montagnes rocheuses.

Ainsi que je le disais, ces ouvrages sont très exposés au feu. En 1877, 1500 mètres de galeries ont été dévorés, dont 1000 dans le seul mois de juillet. Plusieurs wagons et deux locomotives ont été détruits. Un service spécial est établi pour combattre les incendies. Des trains portant des pompes sont toujours tenus prêts à partir au signal télégraphique donné par des gardes postés tous les deux kilomètres, à l'intérieur des galeries.

On comprend que, dans ces conditions, il peut y avoir intérêt à s'élever moins haut dans les montagnes et à les traverser en souterrains.

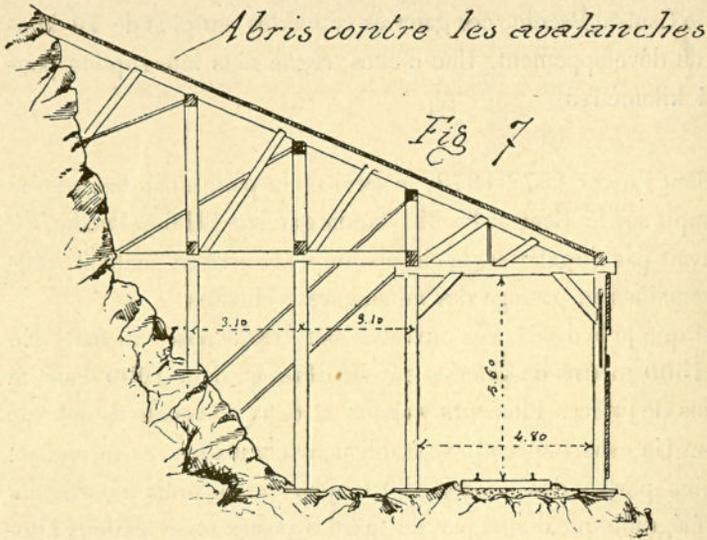
C'est la solution à laquelle on arrivera peut-être, lorsque le trafic aura acquis une activité suffisante, mais si on avait voulu y recourir tout d'abord, on aurait certainement reculé de plusieurs années la construction des chemins de fer dans ces contrées.

Abris contre
les avalanches.

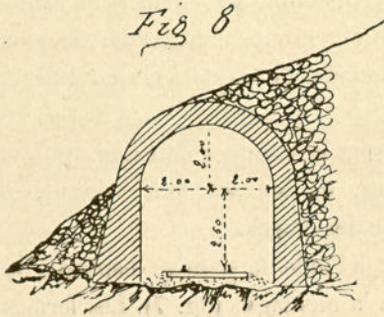
Les avalanches sont des masses de neige qui se précipitent du haut des montagnes, en suivant leur versant, principalement à l'époque de la fonte des neiges.

On s'en garantit à l'aide de toitures disposées de manière à continuer la pente de la montagne (fig. 7). Les fermes sont construites

avec des bois d'un équarrissage plus fort que ceux des galeries. Leur espacement est moindre : $4^m,50$ environ au lieu de 2^m50 . Elles ont, en effet, à supporter des chocs considérables. Des tirants, scellés dans le rocher, empêchent la séparation.



Quelquefois, ces abris se font en maçonnerie. Il en existe plusieurs en Europe, sur les lignes qui traversent les Alpes. Leur entretien est moins coûteux. La disposition indiquée fig. 8 est relative aux galeries adoptées sur le Brenner.



Amoncelle-
ments
dus aux vents.

Les amoncellements dus au vent sont les plus dangereux. Ils se produisent non seulement par l'action du vent sur la neige au moment de sa chute, mais encore parce qu'il peut soulever, sous forme de poussière, la neige déposée sur le sol même depuis quelques jours.

Tant que la vitesse du courant ne se ralentit pas, il y a peu de chose à craindre ; aussi les encombrements au sommet des remblais sont-ils excessivement rares et on ne prend aucune mesure pour les garantir.

En rase campagne, les accidents sont également peu nombreux ; cependant, les haies serrées arrêtent le vent et la neige se dépose au-delà. Le remède est simple : il suffit de remplacer les haies par des poteaux reliés par des fils de fer.

Les lignes en déblai sont celles où les encombrements se produisent le plus facilement, principalement quand elles traversent des grandes plaines comme celles de notre région.

La quantité de neige qui peut trouver place sur les talus d'une tranchée, dépend de leur surface ; aussi, celles qui ont une profondeur de 4 à 6 mètres, sont-elles considérées comme à peu près à l'abri des amoncellements.

Du reste, les lignes encaissées qui sont enfilées par le vent sont balayées et ne s'encombrent pas.

On doit donc, dans le tracé d'un chemin de fer traversant un pays exposé aux tourmentes de neige, éviter les tranchées peu profondes et les orienter, autant que possible, dans la direction du vent à redouter.

Cette étude est des plus importantes : On en a un exemple frappant dans l'établissement du chemin de fer du Cantal.

L'Ingénieur en chef des travaux de la Compagnie d'Orléans, M. Nordling, avant d'étudier le tracé de cette ligne, fit un voyage en Autriche, dans le Karst, qu'il appelle « la terre classique des encombrements de neige ». Il est, en effet, soumis à la Bora, vent

effrayant qui empêche quelquefois la marche des trains et renverse même les wagons.

M. Nordling posa les règles suivantes qui furent scrupuleusement suivies lors de l'établissement de la ligne du Lioran, et grâce auxquelles l'exploitation peut avoir lieu régulièrement :

1^o Tenir la plate-forme plutôt en remblai qu'en déblai, et éviter les très faibles tranchées ;

2^o Étudier pendant la construction, le régime des neiges et l'emplacement de chaque tranchée ; déterminer en conséquence la disposition des plantations et des écrans provisoires et procéder en temps utile à leur construction.

3^o En vue de cette éventualité, écarter ou éviter les chemins latéraux parallèles aux tranchées, surtout du côté amont par rapport au vent.

4^o Écréter les tranchées à flanc de coteau pour faciliter la circulation et le travail des chasse-neige.

5^o Augmenter la largeur des tranchées en rocher dites rétrécies, et la porter de 5 à 6 mètres.

6^o Supprimer les trottoirs des stations.

Enfin, pour faciliter le travail à la pelle, supprimer les parapets et les remplacer sur les viaducs et les murs de soutènement par de simples lisses.

Défenses
de la voie.

Les tranchées qui traversent des forêts sont à l'abri du vent et, par conséquent, des amoncellements de neige ; placées au bord, elles seront également protégées, si elles sont à l'aval et pas trop éloignées (dix fois la hauteur des arbres).

Les défenses de la voie se divisent en deux classes.

Dans la première, on cherche à conserver au vent sa vitesse.

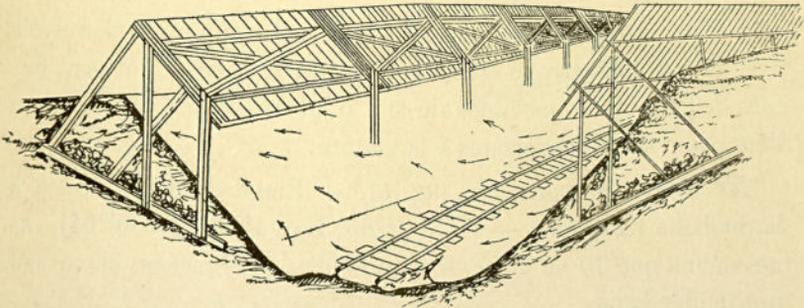
Dans la seconde, on s'arrange de manière à briser cette vitesse avant la tranchée et on force ainsi la neige à se déposer en avant.

Première classe
de défenses.

J'ai déjà dit, que pour les parties à niveau, on remplaçait les haies par des piquets reliés au moyen de fils de fer. La même précaution doit être prise pour les tranchées peu profondes et on doit, s'il se peut, diminuer la pente des talus de manière que le vent puisse s'infléchir et balayer la voie. Malheureusement, c'est un procédé très couteux — applicable seulement pour de petites profondeurs.

M. Lumond Hovie est l'inventeur d'ingénieuses « Haies automatiques » (fig. 1). Ce sont des écrans à entonnoir placés à 1 mètre de hauteur parallèlement aux talus de la tranchée. Ils sont soutenus par des chevalets profondément enfoncés dans le sol et sont chargés de pierres pour résister à la violence du vent.

Fig. 1. Haie automatique.



Le vent infléchi par l'écran rase le talus, puis la voie, conserve sa vitesse en grande partie et la neige ne se dépose pas ou se dépose peu. L'entretien de ces appareils entraîne d'assez fortes dépenses.

Seconde classe
de défenses.

Les défenses de la seconde classe portent le nom de Paraneiges.

Les paraneiges sont des écrans qui brisent le vent et forcent la neige à se déposer en amont et en aval. Ils peuvent être installés sur une ou plusieurs rangées, il y en a de fixes et de mobiles, ils sont en maçonnerie (Karst), en bois, en terre, et quelquefois en

neige (fig. 2, 3, 4, 5, 6). Ils doivent être placés assez loin de la crête de la tranchée pour que la neige trouve une place suffisante pour se déposer. Le dépôt qui peut se former contre le paraneige dépend de la hauteur de celui-ci.

Les remblais ont des hauteurs variant de 4 à 4 mètres, quelquefois on en trouve deux, séparés par une fosse. Au sommet, on établit des haies, parois ou treillis. La dépense d'entretien est minime, mais ils sont moins efficaces que les paraneiges dont les parois sont verticales. On ne leur donne pas plus de 4 mètres de hauteur.

Écrans en bois. — On les constitue à l'aide de vieilles traverses plantées verticalement dans le sol et reliées horizontalement par d'autres traverses (fig. 2).

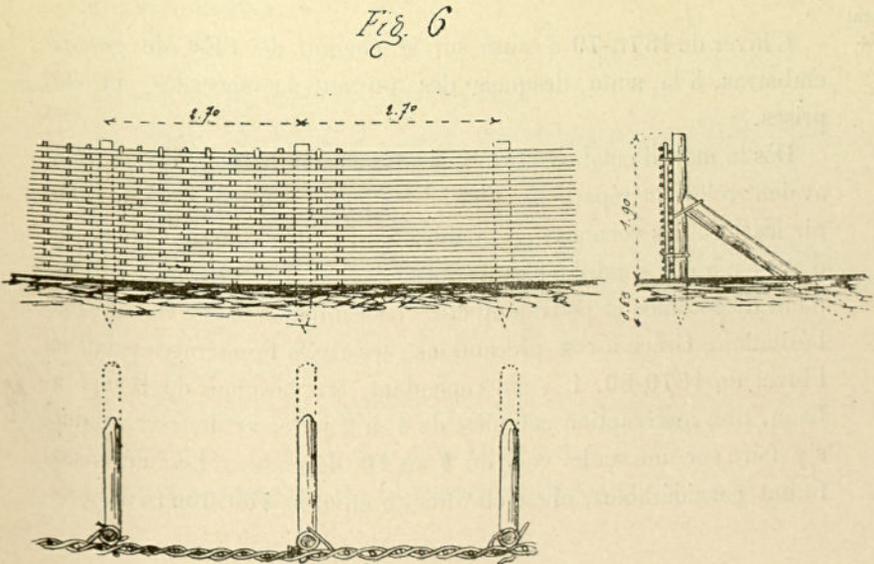
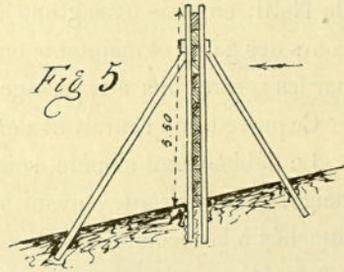
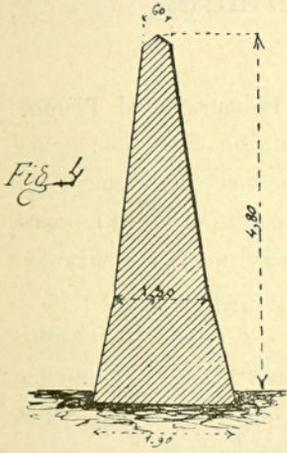
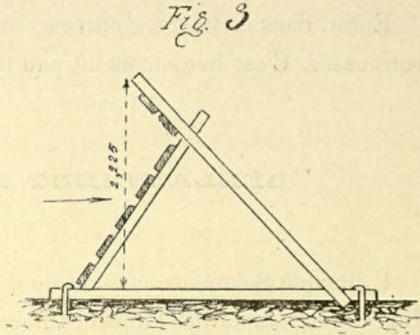
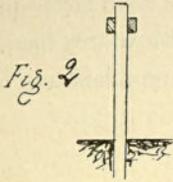
Si on veut arriver à des hauteurs de 6 à 7 mètres, on les dispose horizontalement en les serrant entre des pieux jumelés ; il faut alors des contre-fiches (fig. 5).

Écrans américains. (fig. 3). — Ils sont inclinés, à claire-voie avec retour d'équerre et établis sur plusieurs rangées. Ils sont formés de panneaux amovibles de 5 à 6 mètres de long qu'on enlève l'été pour rendre les terrains à la culture.

Écrans en maçonnerie. (fig. 4). — Employés dans le Karst à la Sudbahn (Autriche) — ($H = 4^m80$, $E = 4^m90$, $e = 0^m64$), ils ne coûtent que 30 ou 40 fr. le mètre cube. Quelquefois, on en met une double ligne.

Palissades. — Elles sont d'un usage très fréquent en Autriche. Elles sont formées de pieux plantés dans le sol soutenant des branches de pin ou de saule entrelacées, des fagots, ou des broussailles reliés par des fils de fer. Leur hauteur est de 2^m à 2^m20. En Finlande, on les plante sur la première neige. — Dans tous les cas, on les démolit l'été. — Les *Plantations* sont le meilleur des paraneiges. Il faut planter les arbres sur plusieurs rangées en quinconce, maintenir la première rangée à l'état de haie, la seconde un peu plus haut, et ainsi de suite. On constitue ainsi une bande de quel-

Paranciges



ques mètres d'épaisseur. Les espèces qui conviennent le mieux sont : les sapins, épicéas, pins, mélèzes. C'est de cette façon que les tranchées sont protégées en Belgique, on s'en trouve très bien.

Enfin, dans certaines contrées, on fait des remblais en neige retroussée. C'est bon, mais un peu tardif.

DÉBLAIEMENT DES NEIGES.

L'aimable Secrétaire général de la Société Industrielle, M. Piéron, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, attaché à la Compagnie du Nord, emploie avec grand succès pour nettoyer rapidement les cours des gares et maintenir en état de propreté les ornières formées par les contre-rails aux passages à niveau, le sel marin dénaturé.

Ce procédé ne saurait évidemment être appliqué en pleine voie.

Le déblaiement s'opère, soit à la pelle, soit à l'aide de chasse-neige. Ceux-ci sont, suivant les cas, manœuvrés à bras d'homme, attachés à la locomotive ou installés sur des véhicules spéciaux que poussent une, deux, trois et même quatre locomotives.

Déblaiement
à la pelle.

L'hiver de 1878-79 a causé sur le chemin de l'Est de grands embarras, à la suite desquels des précautions spéciales ont été prises.

Dès le mois d'octobre suivant, les Chefs de section de la voie avaient relevé et réparti par district les ouvriers que pouvaient fournir les localités voisines des chemins de fer. Ces ouvriers, inscrits d'avance à des conditions convenues, étaient par suite immédiatement disponibles et pouvaient être rassemblés tout de suite sans hésitation. Grâce à ces précautions, les arrêts furent rares pendant l'hiver de 1879-80. Il y eut cependant, sur la ligne de Reims à Laon, une interruption complète de 1 à 2 jours et le service dut s'y faire sur une seule voie du 4 au 10 décembre. Les dépenses furent considérables, elle s'élevèrent à environ 450.000 francs.

Chasse-neige
mus à bras
ou par chevaux

Dans les pays où les chutes de neige sont fréquentes, on emploie, pour nettoyer les voies, des racloirs et des chasse-neige manœuvrés à bras d'homme ou par chevaux.

Le racloir est en bois, il a la forme d'un triangle, porte une entaille et se place à cheval sur le rail. Il est muni d'un manche et de deux poignées par lesquelles le cantonnier le saisit pour le pousser devant lui. Ce chasse-neige donne de bons résultats pour des hauteurs de neige de 10 à 20 centimètres. — Au-delà, on le remplace par des chasse-neige entraînés par des chevaux.

Ce sont de grands triangles en bois, ayant à la partie inférieure des entailles par lesquelles ils s'emboîtent sur les rails. — Sur les chemins de fer du Sud de l'Autriche, ils ont 4 mètres de long sur 4^m10 de largeur à la base, avec des ailes qui peuvent se rabattre pour les lignes à deux voies. On y emploie aussi, sur les lignes à double voie, des chasse-neige ayant une seule inclinaison de manière à éviter d'encombrer l'autre voie.

Ces chasse-neige sont aussi très communs en Suisse où on en est très satisfait, mais l'épaisseur de neige ne doit pas dépasser 30 centimètres. Au-delà, les appareils sont trop durs à traîner, même pour deux chevaux.

Chasse-neige
fixés à l'avant
des
locomotives

Ce sont les appareils les plus répandus.

La figure 13 donne le dessin du chasse-neige employé au Chemin de fer du Nord.

Il est entièrement en tôle de fer, pèse environ 200 kilog., ne coûte que 250 fr. et peut se monter en dix ou quinze minutes à l'aide de quelques boulons et clavettes. Ce chasse-neige est symétrique; il s'applique à toutes les machines à six et à huit roues couplées de la Compagnie.

Le chasse-neige du Midland (fig. 14) est en bois et fer; il est dissymétrique, il rejette $\frac{2}{3}$ de la neige à gauche et $\frac{1}{3}$ à droite du côté de l'entrevoie. On ne peut aller au-delà; un chasse-neige

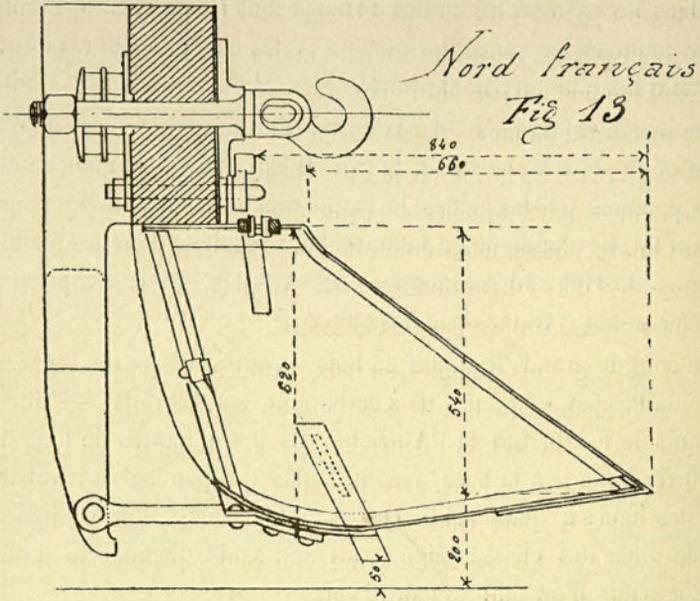
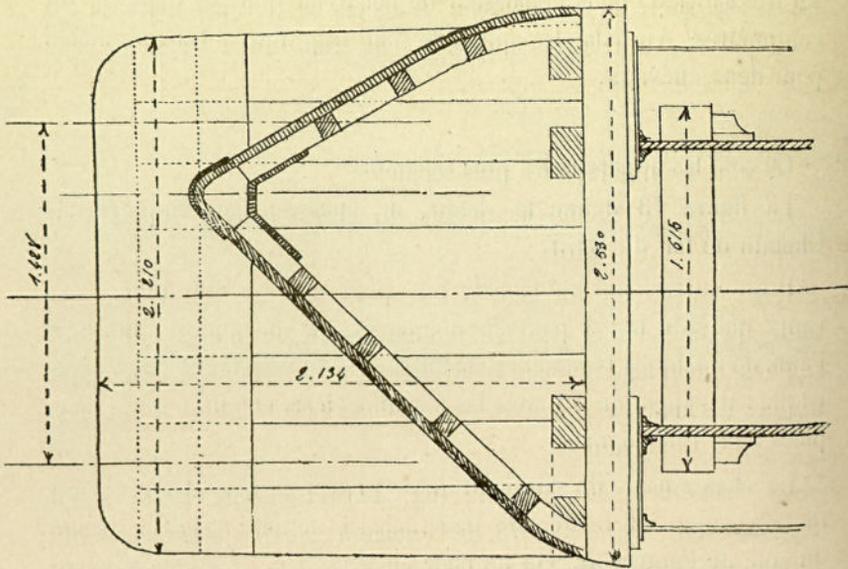


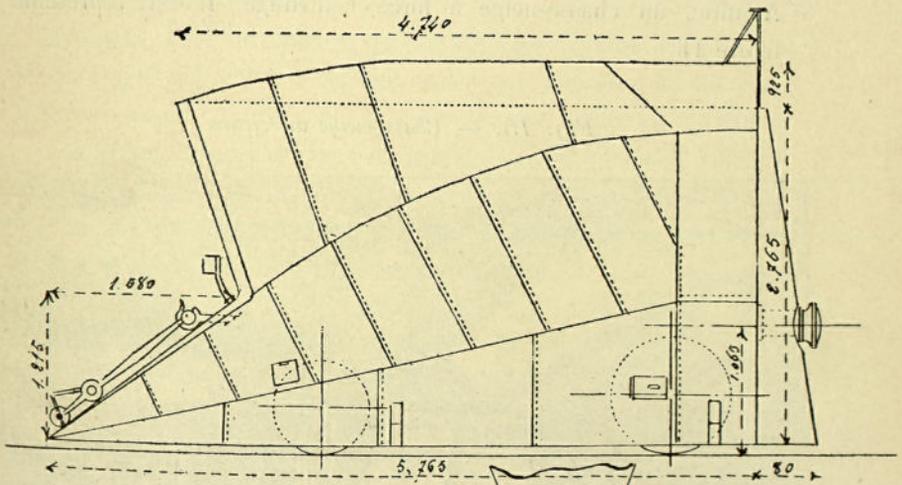
Fig 11. Midland railway.



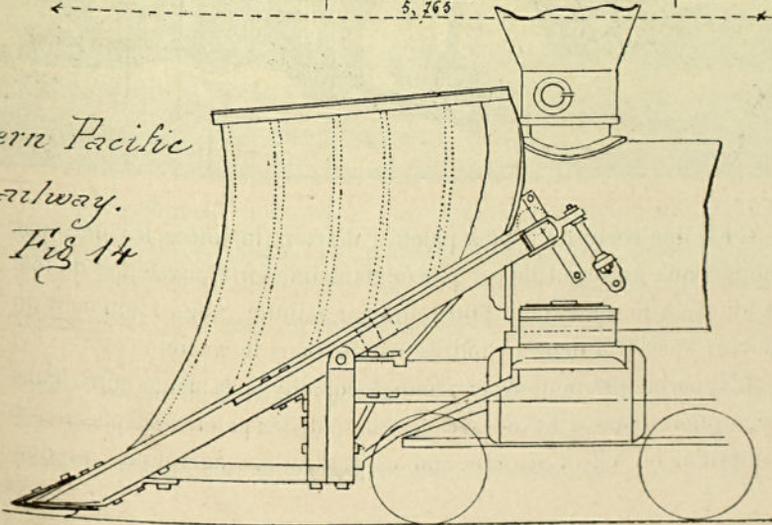
rejetant la neige d'un seul côté pourrait occasionner des déraillements.

Le chasse-neige américain du Northern-Pacific, représenté figure 14, monte jusqu'à la base de la cheminée. Il est très lourd, coûte 3,500 fr. et peut déblayer jusqu'à 2^m 50 de neige.

Fig 12 - Etat hongrois.



*Northern Pacific
railway.
Fig 14*



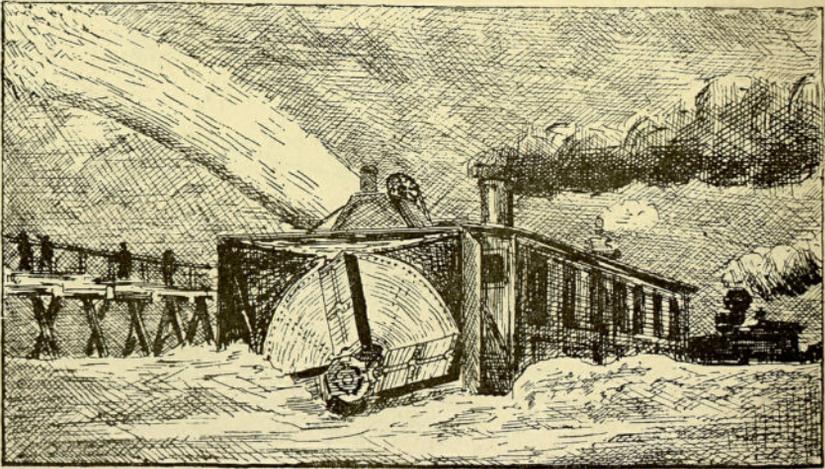
Chasse-neige
sur véhicules
isolés.

Mais pour ces grandes épaisseurs, on préfère les chasse-neige sur véhicule isolé.

La figure 12 représente celui de l'État Hongrois. Le véhicule, fortement lesté, est entouré d'une sorte de cuirasse en tôle, de grande hauteur. A l'arrière, se trouvent un crochet et des tampons pour l'attelage avec la machine qui doit pousser. Avec cet appareil, on déblaie des bancs de 3 mètres de hauteur.

En Amérique, on a essayé près de Buffalo, sur le réseau Chicago-Atlantic, un chasse-neige à force centrifuge. Il est représenté figure 15.

Fig. 15. — Chasse-neige américain



C'est une sorte de roue à palettes d'acier, inclinées les unes par rapport aux autres. Elle est placée dans une forte enveloppe de tôle et tourne à la vitesse de 400 tours par minute, sous l'action d'un moteur spécial à deux cylindres installé dans le wagon.

L'appareil est poussé par une locomotive ; la neige entre dans l'entonnoir placé à l'avant, est saisie par les palettes et pénètre à l'intérieur où elle rencontre un courant d'air énergique, produit

par un fort ventilateur, qui la projette en dehors de la voie à une distance qui peut atteindre 80 mètres.

Ce procédé ne doit pas être du goût des riverains et aurait, en Europe, peu de chance de succès.

Il me reste, avant de terminer, à indiquer succinctement la manière dont on doit se servir des chasse-neige.

Je prendrai comme exemple la tempête qui a sévi le 31 janvier dernier dans notre région.

La carte annexée montre qu'elle a eu pour centre la ville de Douai et que son action s'est fait sentir sur une zone de 30 kilomètres de rayon, limitée par la circonférence tracée en pointillé.

Les lignes, comprises dans ce cercle, sur lesquelles la circulation a continué dans les conditions ordinaires, soit par suite de leur bonne orientation (le vent soufflait du Sud-Est), soit par suite de défenses naturelles, ont été tracées en plein.

On a, au contraire, figuré en pointillé les lignes sur lesquelles la circulation n'a pu être maintenue que par le passage des machines chasse-neige ou a dû être rétablie par leur emploi. Les endroits où les combles principaux se sont produits, sont signalés par des croix.

Répartition
des
chasse-neige.

Les tourmentes de neige se déclarent brusquement ; il importe, par suite, qu'on ait sous la main les appareils qui doivent servir à empêcher les encombrements ou à les détruire.

On répartit donc les chasse-neige entre les grandes gares et dépôts de machines, de façon à n'avoir qu'à les monter sur les premières machines venues. La manière dont cette répartition était faite, est indiquée sur la carte par un nombre placé dans un cercle figuré près de la gare où se trouvaient en dépôt des chasse-neige.

Mode d'emploi
des machines
chasse-neige.

Les machines chasse-neige ne ne sont pas, en général, attelées aux trains. Toute la puissance de ces machines doit, en effet, être réservée pour le travail de déblaiement qui est considérable.

On les attelle deux à deux, tender contre tender, et on les fait accompagner d'un agent supérieur. Celui-ci, après avoir fermé la voie derrière lui, les lance à une vitesse de 40 kilomètres à l'heure, dans les bancs à détruire. Elles réussissent le plus souvent à les traverser en soulevant des tourbillons de neige, qui retombe en partie sur la plate-forme de la machine et recouvre des pieds à la tête les agents qui les montent.

Si elles ne peuvent passer, elles reviennent immédiatement en arrière pour prendre du champ. L'utilité du chasse-neige placée à l'arrière s'explique par cette manœuvre. Cette marche rétrograde doit, du reste, être en quelque sorte instantanée, le moindre retard permettrait à la neige de s'amonceler autour des machines et empêcherait absolument leur démarrage.

Aussi est-il sage, en prévision d'une détresse possible, de faire monter sur les machines quelques cantonniers armés de pelles.

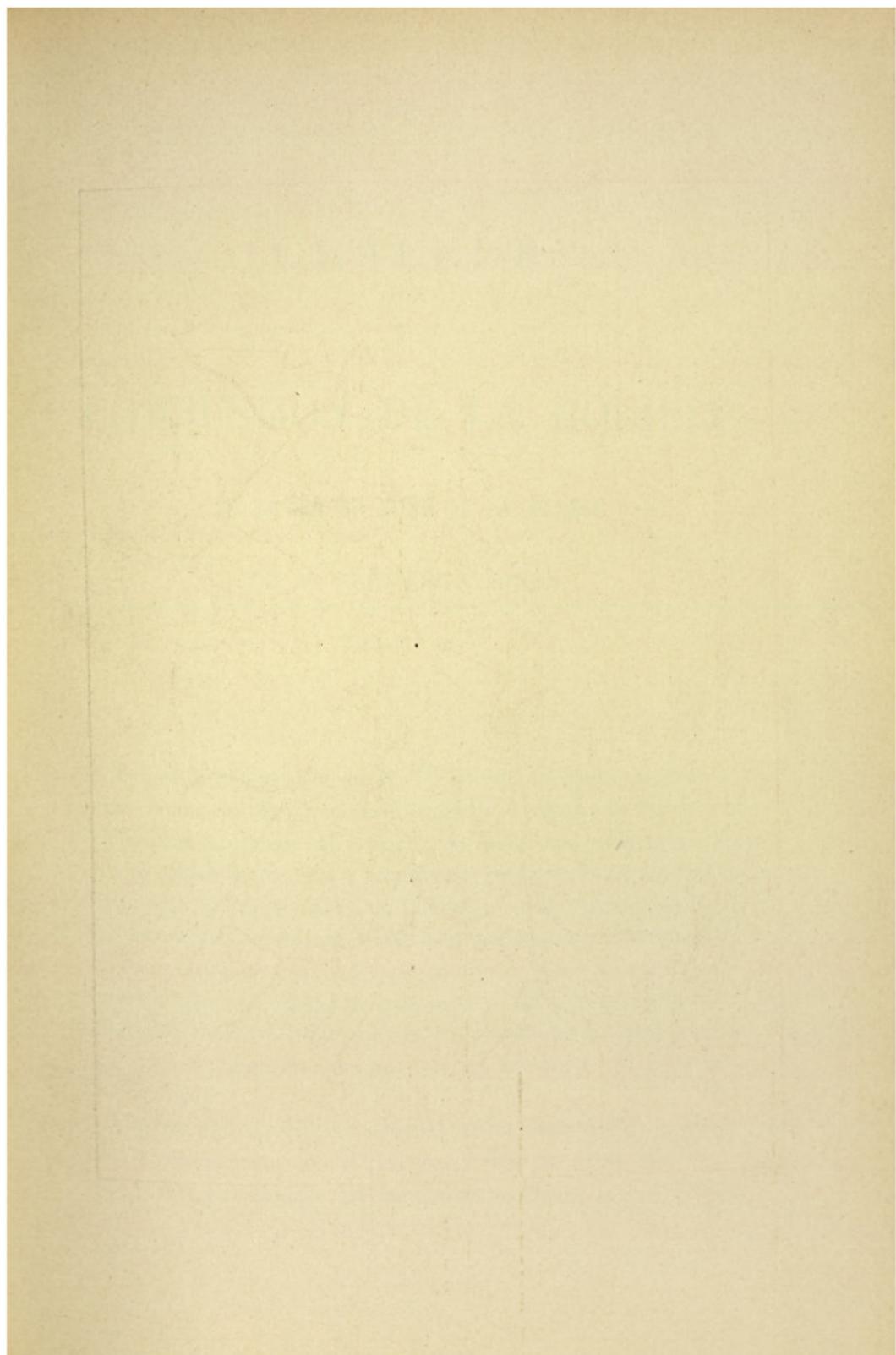
Pendant la tempête, tous les efforts doivent se porter sur le maintien de la circulation sur celle des deux voies qui est le moins encombrée ; c'est celle qui se trouve en aval par rapport au vent. L'exploitation a lieu alors sur voie unique en faisant précéder les trains par un couple de machines chasse-neige.

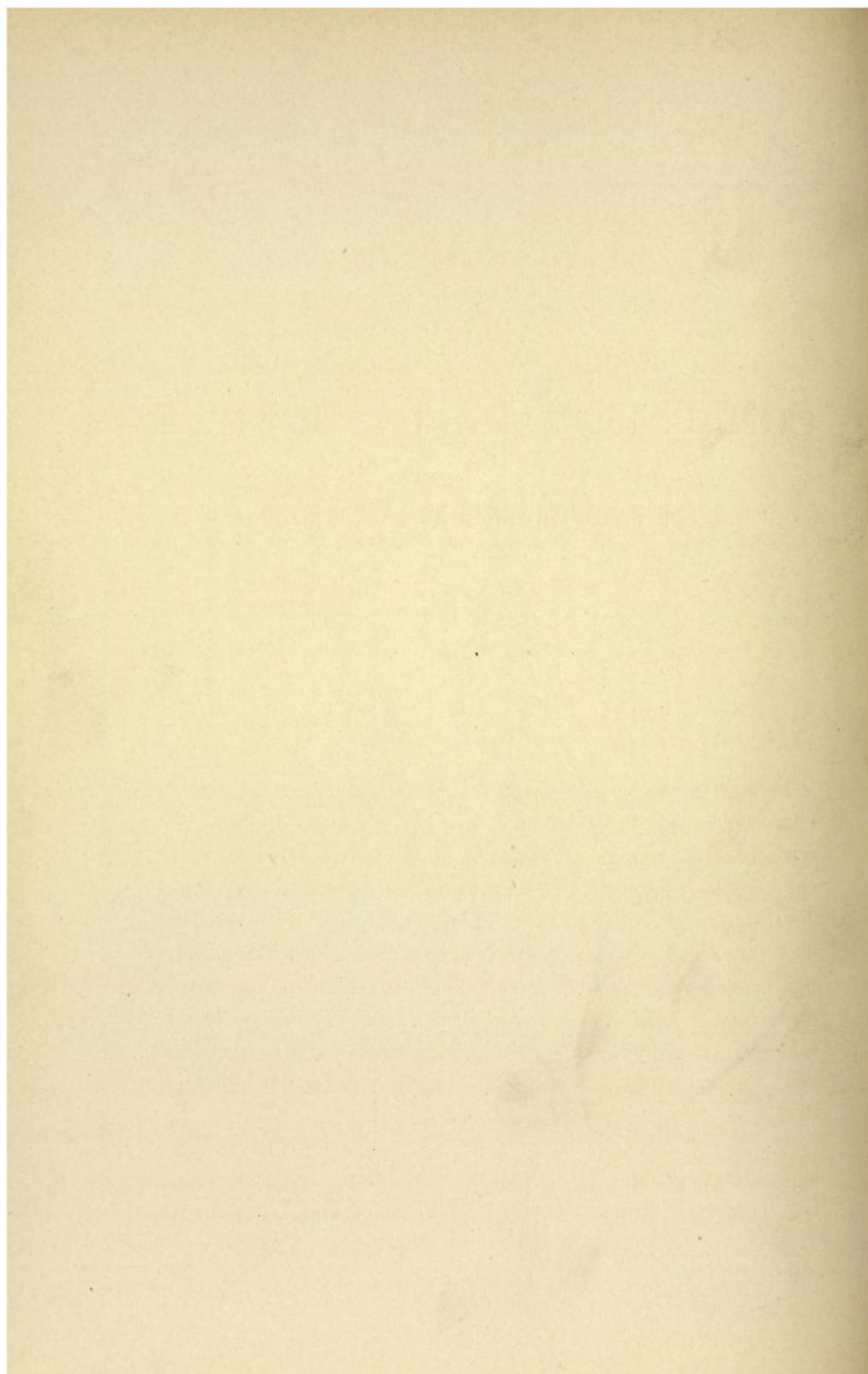
Lorsque le vent est tombé, on procède au déblaiement de la seconde voie en employant conjointement les machines chasse-neige et les cantonniers.

Les machines convenablement lancées pénètrent d'une certaine quantité dans les bancs en rejetant latéralement la neige. On les arrête alors et on les fait revenir en arrière pour donner aux cantonniers le temps de débarrasser la voie contigüe. On recommence ensuite.

Pendant les quatre journées du 31 janvier au 3 février, plus de cinquante machines chasse-neige ont fonctionné dans la zone atteinte. Ce chiffre montre bien l'effort considérable qui a été fait en vue du maintien de la circulation.

Dans ces circonstances difficiles pour tous, le personnel des trois divisions de l'Exploitation, des Travaux et de la Traction, a eu un service des plus pénibles, il a montré un zèle et un courage auxquels je me plais à rendre hommage, et que le Comité de direction a, du reste, reconnu en lui décernant, avec sa bienveillance habituelle, des récompenses bien méritées.





CHALEUR

DE

COMBUSTION DE LA HOUILLE

DU BASSIN DU NORD DE LA FRANCE

PAR M. SCHEURER-KESTNER.

Je dois à l'obligeance de M. E. Cornut, Ingénieur en chef de l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur du Nord, les échantillons de Houille sur lesquels ont porté mes expériences. Ils ont été choisis de manière à représenter des types bien caractérisés des bassins du Pas-de-Calais, de Charleroi, et du Nord proprement dit. Les analyses organiques ont été faites par les soins de l'association des propriétaires d'appareils à vapeur du Nord ; je lui en exprime mes remerciements. La chaleur de combustion a été déterminée dans le calorimètre de Favre et Silbermann, en prenant les dispositions que nous avons indiquées dans nos travaux antérieurs, M. Meunier-Dollfus et moi.

Afin que mes expériences actuelles soient comparables à celles faites antérieurement, je n'ai rien changé dans les calculs des résultats ; je n'ai, par exemple, pas apporté de modification au coefficient

de la chaleur spécifique de l'eau dont nous avons fait usage, quoique MM. Jamin et Amaury aient démontré, depuis cette époque, que la chaleur spécifique de l'eau varie sensiblement entre les températures auxquelles ont lieu nos essais. Les résultats sont toujours rapportés à la houille pure, déduction faite des cendres et de l'humidité.

Au lieu d'employer de l'oxygène sec, comme dans mes expériences précédentes, j'ai employé ce gaz à l'état humide. Les résultats ne sont donc comparables aux anciens qu'en leur apportant la correction nécessitée par l'emploi de l'oxygène humide et par la condensation totale de l'eau formée pendant la combustion. Pour éviter toute confusion, je donne, pour chaque expérience, les deux nombres, le premier tel quel, c'est-à-dire comprenant la chaleur de l'eau (coefficient de l'hydrogène = 34500) et le second, avec l'eau formée pendant la combustion, à l'état de vapeur (coefficient de l'hydrogène = 29087). Pour obtenir ce second chiffre, il suffit de multiplier la proportion d'hydrogène de la houille par la différence des nombres 34500 et 29087 et à retrancher cette différence de la chaleur de combustion trouvée. — Supposons un combustible renfermant $\frac{1}{4}$ pour cent d'hydrogène et ayant donné, dans le calorimètre 9030 calories avec l'oxygène employé à l'état saturé ; pour transformer ce nombre en coefficient répondant à l'eau à l'état de vapeur, il faut faire le calcul suivant :

$$0,04 (34500 - 29087) = 0,04 \times 5313 = 216,5$$

c'est-à-dire qu'il y a 216 calories à retrancher de 9030 et la différence 8814 représente la chaleur de combustion de la houille avec l'eau à l'état de vapeur.

BASSIN DU NORD PROPREMENT DIT.

1. Houille grasse d'Anzin. Fosse Leuret. Echantillons de 1868, conservé à Thann depuis cette époque.

2. Houille maigre d'Anzin. Fosse Lambrecht.
3. Houille maigre d'Anzin. Fosse Saint-Louis.
4. Houille d'Aniche, maigre.

	1	2	3	4
Carbone fixe.....	77.2	86.2	82.2	84.8
Carbone volatil.....	7.3	6.0	1.8	4.6
Carbone total.....	84.5	92.2	84.0	89.4
Hydrogène.....	4.2	4.0	3.7	4.0
Azote.....	»	0.9	0.7	0.6
Oxygène.....	11.3	2.9	11.6	6.0
	100.0	100.0	100.0	100.0
Partie volatile.....	22.8	13.79	17.78	15.25
Coke.....	agglom.	pulvér.	pulv.	pulv.
Cendres.....	blanche	blanc.	blanc.	blanc.
COMPOSITION DE LA PARTIE VOLATILE				
Carbone.....	31.9	43.8	10.2	30.2
Hydrogène.....	18.5	29.3	20.8	26.3
Oxygène et Azote.....	49.6	26.9	69.0	43.5
	100.0	100.0	100.0	100.0
Chaleur de combustion observée...	»	8880	8660	8771
Chaleur de combustion id. H : 29087.....	9257	8664	8460	8522
CHALEUR DE COMBUSTION CALCULÉE				
Addition de celle des éléments.	8048	8625	7861	8376
Différences avec l'observation.....	-13.1%	-0.5	-7.0	-1.7
Selon la loi de Dulong.....	7641	8518	7441	8159
Différences.....	-17.5%	-1.7	-11.9	-4.2
Selon la formule de M. Cornut.	8276	8799	79.16	8512
Différences.....	-10.6	+1.5	-6.3	0

Dans le calcul de la chaleur de combustion, la valeur de l'hydrogène a été admise pour 29087 ; les résultats sont donc comparatifs

avec la chaleur de combustion observée, l'eau étant à l'état de vapeur.

La formule de Dulong suppose que tout l'oxygène de la houille brûle une quantité équivalente d'hydrogène en pure perte, c'est à dire sans production de chaleur.

$$C (8080) + \left(H - \frac{O}{8} \right) 34500.$$

La formule de M. E. Cornut admet l'addition de la E chaleur de combustion des éléments mais en attribuant au carbone volatil le coefficient 11214 et au carbone fixe celui de 8080.

$$8080 C + 11214 c + 34500 H.$$

Des trois formules employées, c'est celle de M. Cornut qui fournit les résultats les plus rapprochés de la vérité, et celle de Dulong qui s'en éloigne le plus.

Les houilles du bassin du Nord présentent le caractère général que nous avons presque toujours constaté dans nos recherches antérieures, M. Meunier-Dollfus et moi. Les houilles grasses possèdent une chaleur de combustion supérieure à celle des houilles maigres. En représentant la houille grasse d'Anzin par 100, les trois autres houilles sont représentées par les nombres 93, 92 et 91.

BASSIN DE CHARLEROI.

1. Houille maigre de Bascoup.
2. Houille maigre de Sart-lès-Moulins.
3. Braisette non lavée de Gilly-lès-Charleroi. Viviers réunis.
4. Houille mi-grasse de Monceau-Fontaine, Martinez-Fosse. Monceau.
5. Houille maigre de Bascoup.
6. Houille maigre de Sart-lès-Moulins.

	1	2	3	4	5	6
Carbone fixe	84.42	84.43	86.71	82.71	82.79	85.74
id. volatil.....	7.66	3.04	3.75	0.57	2.44	7.97
id. total	92.08	87.44	90.46	83.28	84.90	93.71
Hydrogène	6.04	6.34	3.76	3.98	4.58	4.40
Azote.....	0.84	0.84	0.65	0.89	0.69	0.73
Oxygène.....	1.04	5.71	5.43	11.85	9.83	4.46
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Partie volatile.....	15.58	15.87	13.29	17.29	17.24	14.26
Coke	pulvér.	pulvér.	pulvér.	agglut.	pulvér.	pulvér.
Cendres	blanch.	blanch.	blanch.	blanc.	blanch.	blanch.
COMPOSITION DE LA PARTIE VOLATILE						
Carbone	49.3	18.9	28.2	3.3	12.2	56.0
Hydrogène.....	38.5	39.8	28.2	23.2	26.6	28.6
Oxygène et Azote	12.2	41.3	43.6	73.5	61.2	15.4
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Chaleur de combustion observ	8963	8801	8756	8714	8685	8656
id. id. (H = 29087).	8639	8460	8553	8499	8437	8435
CHALEUR DE COMBUSTION CALCULÉE (H = 29087).						
Addition de celle des élémér.	9199	8870	8406	7889	8194	8760
Différ. de l'expér. en centièmes	+ 6.5%	+ 4.8	- 1.7	- 7.1	- 2.8	+ 3.8
Selon la loi de Dulong	9161	8665	8224	7459	7844	8708
Différence avec l'expérience..	+ 6 —	+ 2.4	- 3.9	- 12.2	- 7.0	+ 3.2
Selon la formule de M. Cornut	9419	8960	8549	7908	82.59	8992
Différences avec l'expérience.	+ 9	+ 5.9	0	- 6.9	- 2.1	+ 6.5

Il n'est possible de tirer aucune conclusion théorique de la comparaison des résultats obtenus dans le calorimètre, avec les résultats fournis par les trois formules. Les calculs reposant sur la constitution chimique de la houille paraissent, tous, déjoués. La houille maigre de Bascoup, qui est la plus riche en carbone total (92.08) est la plus pauvre en Oxygène (1.04) est aussi celle qui possède la chaleur de combustion la plus élevée (86,39), mais la houille maigre de Sart-lès-Moulins qui, des six espèces de houilles du bassin de Charleroi, se rapproche le plus, par sa composition, de la houille maigre de Bascoup est celle qui possède la chaleur de combustion la plus basse. Il est vrai que la différence entre ces six espèces de houilles, quant à leur chaleur de combustion n'est pas grande, les extrêmes ne s'éloignent pas de plus des 204 calories, moins de 2 1/2 pour cent.

On remarque dans le tableau ci-dessus que la houille maigre de Sart-lès-Moulins (N° 2) a passé du second rang comme chaleur de combustion, au quatrième rang, par suite de la transformation de la chaleur de combustion avec l'eau condensée en chaleur de combustion avec eau à l'état de vapeur. Cela tient à la grande quantité d'hydrogène (6.31) que renferme cette houille. Plus une houille renferme d'hydrogène, plus elle fournit d'eau en brûlant, et plus elle fournit d'eau, plus il y a de différence entre les deux nombres représentant la chaleur de combustion (eau condensée et eau en vapeur).

En comparant les deux houilles, mi-grasse de Monceau (4) et maigre de Sart-lès-Moulins (6), on est frappé de leur différence de constitution et de la contradiction manifeste qu'il y a entre leur composition et leur chaleur de combustion. A ne considérer que leur composition chimique, il semblerait que la houille de Sart-lès-Moulins devrait avoir un pouvoir calorifique beaucoup plus élevé que la houille de Monceau et c'est le contraire qui a lieu. J'appelle surtout l'attention sur la proportion d'oxygène presque nulle dans la houille de Sart-lès-Moulins, et énorme dans la houille de Monceau.

	Houille de MONCEAU.	Houille de SART-lès-MOULINS
Carbone fixe.....	82.74	85.74
id. volatil.....	0.57	7.97
	83.28	93.71
Hydrogène.....	3.98	4.10
Oxygène.....	11.85	1.46
Chaleur de combustion.....	8499	8435

Ainsi, voilà une houille, celle de Monceau, qui renferme près de 12 pour 100 d'oxygène et dont la chaleur de combustion est plus élevée que celle d'une autre houille qui n'en renferme presque pas (1.46 %); il est vrai que la première est une houille mi-grasse et les houilles grasses ont généralement un pouvoir calorifique supérieur à celui des houilles maigres du même bassin.

BASSIN DU PAS-DE-CALAIS.

1. Houille grasse de Courrières.
2. Houille mi-grasse de Nœux. Fosse N° 4.
3. Houille grasse de Dourges.
4. Houille grasse de Courcelles-lez-Lens.
5. Houille maigre de la fosse Douvrin (Lens).
6. Houille grasse de Dourges.
7. Houille grasse de Dourges.
8. Houille grasse-fines de Lens.
9. Houille maigre de Meurchin.
10. Houille grasse de Béthune.
11. Houille maigre de Douvrin.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Carbone fixe ..	76.32	79.75	78.60	76.27	87.34	78.29	75.74	72.25	86.63	69.39	86.48
Carbone volatil.....	14.57	3.21	13.45	9.93	3.84	3.98	6.01	14.30	4.02	45.56	1.07
Carbone total	90.89	82.96	91.75	86.20	91.18	82.27	81.75	86.55	90.65	84.95	87.55
Hydrogène	4.07	3.42	3.13	3.93	3.96	4.98	5.41	3.83	3.76	6.35	3.77
Azote	0.94	0.64	0.91	0.93	0.41	0.89	0.79	0.91	0.69	0.90	0.60
Oxygène	4.10	12.98	4.21	8.94	4.45	11.86	12.05	8.71	4.90	7.80	8.08
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Partie volatile	23.68	20.25	21.40	23.73	12.66	21.71	24.26	27.75	13.37	30.61	13.52
Coke ..	hours.	agglom.	hours.	hours.	pulv.	hours.	hours.	hours.	pulv.	hours.	pulv.
Cendres	rouges	blanch	rouges	rouges	rougeât.	rouges	rouges	rouges	blanc	rouges	blanc

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
COMPOSITION DE LA PARTIE VOLATILE											
Carbone.....	61.7	67.5	61.5	42.1	30.5	18.4	24.7	51.7	30.0	50.9	7.8
Hydrogène.....	17.3	15.7	14.7	16.5	31.6	23.0	22.3	43.7	28.0	20.5	28.0
Oxygène et Azote.....	21.0	16.3	23.8	41.4	37.9	58.6	53.0	34.6	42.0	28.6	64.2
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Chaleur de combustion observée.....	9030	8983	8893	8858	8853	8909	8727	8641	8638	8700	8545
id. H = 29087 ...	8814	8790	8726	8647	8642	8634	8562	8446	8438	8360	8340
CHALEUR DE COMBUSTION CALCULÉE											
Addition de celle des éléments.....	8509	7694	8320	8104	8508	8091	8174	8103	8444	8704	8167
Différences.....	-3.4	-12.2	-4.6	-6.3	-1.5	-6.2	-4.5	-3.7	-0.3	+3.9	-2.0
Selon la formule de Dulong.....	8274	7234	8170	7785	8337	7682	7754	7784	8237	8423	7876
Différences.....	-6.1	-17.3	-6.4	-10.0	-3.5	-11.2	-9.5	-7.6	-2.3	+0.8	-3.5
Selon la formule de M. Cornut.....	8963	7773	8725	8941	8620	8248	8357	8541	8535	9184	8207
Différences.....	+1.7	-11.3	0	+3.4	-0.02	-4.8	-2.3	+1.5	+1.1	+9.7	-1.6

On remarque, dans le tableau des résultats fournis par les houilles du Pas-de-Calais, les mêmes anomalies que dans les précédentes. Ainsi, pour ne prendre que deux exemples, la houille de Meurchin (n^o 9) et de Nœux (n^o 2) ont la plus grande ressemblance comme composition chimique, mais différent de 352 calories dans leur chaleur de combustion ; il est vrai que la première est une houille maigre et la seconde une houille mi-grasse ; la première ne donne que 13.37 pour cent de substances volatiles et la seconde en donne 20.25 pour cent.

Parmi les trois formules au moyen desquelles on a cherché à calculer la chaleur de combustion, c'est toujours celle de Dulong qui s'éloigne le plus de la réalité et celle de M. E. Cornut qui s'en rapproche le plus. Toutefois son application donne quelquefois des résultats absolument discordants ; la houille de Béthune en est un exemple frappant. Pour cette houille, contrairement à ce qui a lieu avec les autres, c'est la formule de Dulong qui a donné le résultat le plus exact et celle de M. E. Cornut le résultat le plus éloigné de la réalité.

En résumé, les résultats de tous les calculs sont si imparfaits, si variables, si peu sûrs qu'ils ne méritent, en réalité, aucune confiance. Les recherches auxquelles je viens de me livrer n'ont fait que confirmer les conclusions que M. Meunier-Dollfus et moi nous avons tirées de nos travaux antérieurs, à savoir :

1^o Que la chaleur de combustion de la houille est, généralement, plus élevée que la somme de la chaleur de combustion du carbone et de l'hydrogène.

2^o Que la chaleur de combustion de la houille ne peut pas être calculée avec quelque certitude, au moyen des formules connues ; que cependant, la formule de M. E. Cornut donne, en général, les résultats les plus rapprochés de la réalité.

3^o Que le seul moyen de connaître la chaleur de combustion d'une houille, c'est de la brûler dans un calorimètre.

J'ai réuni, dans le tableau ci-dessous, toutes les houilles sur lesquelles nous avons fait des études calorimétriques.

	CARBONE					CHALEUR DE COMBUSTION			
	Fixe	Volatil	Total	Hydrogène	Oxygène	au			
						CALCULÉE			
	Azote	Calori- mètre	Addi- tion	Dulong	formule Cornut				
H-29807						H-29087	H-29087	H-29087	
						A	B	C	D
Ronchamp I.	72.57	17.39	89.96	5.09	4.95	9163	9049	8909	9576
id. II.	74.74	12.75	87.49	5.10	7.41	8946	8842	8572	9193
id. III.	71.44	15.99	87.43	4.56	8.01	9081	8663	8403	9159
id. IV.	71.58	16.80	88.38	4.42	7.20	9117	8628	8398	9148
id. V.	78.81	10.28	89.09	5.09	5.82	9130	8653	8527	8973
Saarbruck.									
Duttweiler	62.84	20.98	83.82	4.60	11.58	8724	8382	7972	9033
Altenwald	63.15	19.59	83.14	4.73	12.51	8633	8333	7893	8940
Sulzbach.....	66.30	16.75	83.05	4.95	12.00	8333	8156	7709	8682
Heinitz	61.57	18.92	80.49	4.71	14.80	8487	8159	7619	9072
Von der Heydt.....	61.00	20.56	81.56	4.98	13.46	8208	8040	7530	8657
Friedrichthal.....	58.44	20.53	78.97	4.67	16.36	8457	8015	7405	8650
Louisenthal.....	56.15	20.72	76.87	4.68	18.45	8215	7787	7357	8422
Nord de la France.									
BASSIN DU NORD.									
Anzin Fosse Leuret	77.2	7.3	84.5	4.2	11.3	9257	8048	7641	8276
Anzin Fosse Lambrecht	86.2	6.0	92.2	4.0	3.8	8664	8625	8518	8799
Denain	70.36	13.58	83.94	4.43	11.63	9050	8070	7570	8298
Anzin Fosse St-Louis.....	82.2	1.8	84.0	3.7	11.6	8460	7861	7441	7916
Aniche.....	84.8	4.6	89.4	4.0	6.6	8522	8376	8159	8512
BASSIN DE CHARLEROI									
Bascoup I.....	84.42	7.66	92.08	6.04	1.88	8639	9199	9161	9419
Sart-les-Moulins I.....	84.13	3.01	87.14	6.31	6.55	8460	8870	8665	8960
Gilly-les-Charleroi.....	86.71	3.71	90.46	3.76	5.78	8553	8406	8221	8549
Monceau-Fontaine.....	82.71	0.57	83.28	3.98	12.74	8499	7889	7459	7908
Bascoup II.....	82.79	2.11	84.90	4.58	10.52	8437	8194	7844	8259
Sart-les-Moulins II.....	85.74	7.97	93.71	4.10	2.19	8435	8760	8708	8992
PAS-DE-CALAIS									
Courrières	76.32	14.57	90.89	4.07	5.04	8814	8509	8274	8963
Nœux Fosse N° 1.....	79.75	3.21	82.96	3.42	13.62	8790	7694	7234	7773
Dourges I.....	78.60	13.15	91.75	3.13	5.12	8726	8320	8170	8725
Courcelles-lez-Lens.....	76.27	9.93	86.20	3.93	9.87	8647	8104	7785	8941

	CARBONE			Hydrogène	Oxygène	Azote	soufre	CHALEUR DE COMBUSTION					
	Fixe	Volatil	Total					Calori- mètre	CALCULÉE			formule Cornut	
									H-29087	Addi- tion	Dulong		H-29087
A	B	C	D										
Fosse Douvrin-Lens.....	87.34	3.84	91.18	3.96	4.86	8642	8508	8337	8620				
Dourges II.....	78.29	3.98	82.27	4.98	12.75	8634	8091	7662	8218				
Dourges III.....	75.74	6.01	81.75	5.41	12.84	8562	8174	7754	8357				
Lens fines.....	72.25	14.30	86.55	3.83	9.62	8446	8103	7784	8544				
Meurchin.....	86.63	4.02	90.65	3.76	5.59	8438	8414	8237	8535				
Béthune.....	69.39	15.56	84.95	6.35	8.70	8360	8704	8423	9184				
Douvrin.....	86.48	1.07	87.55	3.77	8.68	8340	8167	7876	8207				
Creuzot.													
Gras.....	80.42	8.06	88.48	4.41	7.11	9623	8431	8164	8671				
Mi-gras.....	79.49	10.58	90.07	4.10	5.83	9425	8469	8253	8786				
Maigre.....	84.12	6.67	90.79	4.24	4.97	9263	8570	8384	8768				
Anthracite.....	88.36	4.00	92.36	3.66	3.98	9456	8527	8420	8667				
Blanzy.													
Montceau.....	48.75	29.83	78.58	5.23	16.19	8325	7870	7270	8764				
Anthraciteux.....	74.54	12.48	87.02	4.72	8.26	9111	8404	8104	8779				
Houilles Anglaises.													
Bulf.....	82.01	9.07	91.08	3.83	5.09	8780	8473	8284	8743				
Powel.....	87.35	5.14	92.49	4.04	3.47	8949	8649	8520	8801				
Nixon.....	87.44	2.83	90.27	4.39	5.34	8864	8586	8452	8674				
Houilles Russes.													
Groucheski.....	94.90	1.76	96.66	1.35	1.99	8259	8203	8128	8254				
Miouki.....	81.70	9.75	91.45	4.50	4.05	8635	8698	8548	8989				
Galoubasski.....	63.36	19.31	82.67	5.07	12.26	8021	8154	8001	8733				
Houille de la Ruhr.													
Altendorf.....	83.87	6.05	89.92	4.18	5.90	9111	8480	8229	8895				

COMMUNICATION

SUR UNE

INSTALLATION DE DEUX COURROIES SUPERPOSÉES

POUR COMMANDE D'UNE FORCE DE 700 CHEVAUX

Par M. PAUL SÉE, Ingénieur civil.

Dans l'établissement Baertsoen et Buysse, de Gand, il y avait une machine Corliss, horizontale simple, de 350 chevaux indiqués qui commandait le tissage au moyen d'une courroie double de 914 millimètres. Nous avons été chargés de construire près du tissage une filature de coton de 18,000 broches, de gros numéros, qui nécessitait une force équivalente. Le compoundage de la machine existante était la solution la plus simple, la plus économique et la plus rationnelle sous tous les rapports, mais une difficulté se présentait ; la cage à courroie était faite pour une seule largeur de courroie et il était impossible de l'élargir ; d'un autre côté, pour doubler la largeur de la courroie, il fallait mettre un nouveau volant, un nouvel arbre plus gros. Tout cela aurait entraîné à des frais très considérables et à un chômage prolongé.

M. Baertsoen proposa de superposer les courroies et de mettre un deuxième arbre dans l'intérieur de la première courroie (voir

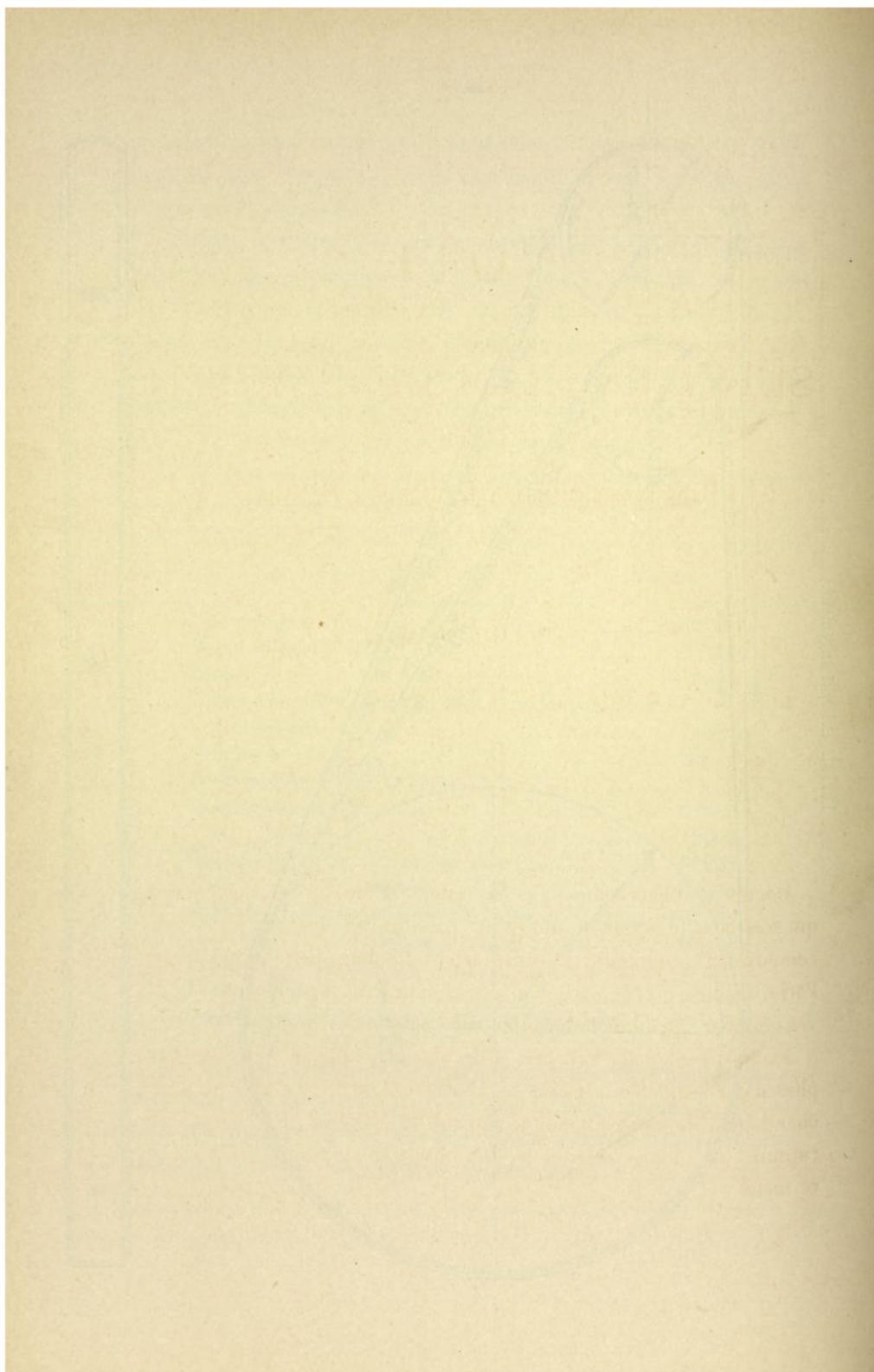
le dessin). Cette hardiesse a pleinement réussi et mérite d'être signalée aux ingénieurs; c'est une solution très recommandable sous tous les rapports.

D'abord, le volant de la machine simple est largement suffisant pour la machine jumelée, et le volant doublé aurait été un poids inutile à traîner, en second lieu, les courroies se conduisent mieux toutes les deux que si elles étaient simples; l'inférieure a une adhérence double par la pression de la courroie supérieure et celle-ci, tournant sur du cuir, est également retenue par un coefficient de frottement supérieur à celui de la fonte polie.

Les deux courroies, ne pouvant glisser l'une sur l'autre, ne peuvent produire aucune usure. Enfin, depuis près d'un an que cette installation fonctionne elle n'a pas donné lieu à la moindre objection. Voici, d'ailleurs les dimensions de la machine :

Petit cylindre	0 ^m 710
Grand cylindre	1 ^m 200
Course	1 ^m 510
Condenseur piston plongeur dans le prolongement du petit cylindre	0 ^m 305
Nombre de tours.....	48
Pression dans le petit cylindre	7 k.
Volant, diamètre.....	7 ^m 300
— largeur	1 ^m 000
Courroie intérieure distance du centre	8 ^m 200
— — largeur	0 ^m 970
Courroie extérieure, distance du centre	10 ^m 800
— — largeur	0 ^m 914
Poulie intérieure, diamètre	2 ^m 000
Poulie extérieure	2 ^m 600
Vitesse des arbres d'attaque :	176 et 135 tours.

Les courroies sont du système Sampson à bandelettes juxtaposées, avec âme en toile. — La jonction de la courroie intérieure est faite avec des agraffes Harris et celle de la courroie extérieure avec une plaque d'acier boulonnée à double écrou.



NOTE

SUR L'EMPLOI DE L'ACIER

Dans la construction des Chaudières fixes,

Par M. E. CORNUT,

Ingénieur en chef
de l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur
du Nord de la France.

Depuis quelque temps j'ai pu réunir différents renseignements qui semblent indiquer qu'on a fini par trouver les conditions de composition chimique, de résistance et d'allongement nécessaires à l'acier destiné à la construction des générateurs, je me propose de vous donner quelques indications sur l'emploi de ce métal.

Je crois qu'il peut être très utile, dans l'étude si complexe des phases par lesquelles a passé la fabrication de l'acier spécial pour chaudières, de noter de suite, suivant les époques, les charges de rupture, les allongements et la diminution d'épaisseur accordés à ce métal.

**Conditions imposées à différentes époques pour l'emploi
de l'acier dans les générateurs.**

ANNÉES.		RÉSISTANCE A LA RUPTURE par millimètre carré de la section primitive.	ALLONGEMENT % sur 200 millim.	Diminution d'épaisseur admise en faveur de l'acier par rapport au fer.
1855	Petin-Gaudet.....	80 ^k	9 %	»
1861	Circulaire ministérielle franç ^{se} .	60 ^k	7 %	50 %
1863	Petin-Gaudet (p ^r la C ^{ie} d'Orléans)	73 ^k à 62 ^k 50	10 à 7 %	40
1863	Cail et C ^{ie} (p ^r la C ^{ie} du Midi)...	62 ^k	14 %	33
1864	Compagnie d'Orléans.....	60 à 55 ^k	10 à 7 %	33
1868	Compagnie Transatlantique ...	50 à 45 ^k	20 à 14.5 %	»
1872	Compagnie de l'Ouest.....	55 ^k	15 %	21
1874	Creusot.....	48 ^k	22 %	17
1876	Marine franç ^{se} (c ^{te} 11 mai 1876).	42 ^k	26 %	20
1878	Compagnie Lloyd anglais,....	46 à 41 ^k	25 à 22%	20
1880	Ing. en chef Webb.....	53 ^k	25 %	16
1880	Navire le « <i>Livadia</i> » (c ^{on} anglaise)	48 à 45 ^k	25 à 18 %	16
1884	Marine française.....	42 ^k minima.	26 %	15
1885	Compagnie Veritas.....	50 à 42 ^k	20 %	Enveloppe cylindrique extérieure des chaudières 20 Tôles intérieures ou plates 12.5
1885	C ^{ie} Lloyd anglais accepte les aciers à..... Cette Compagnie refuse les aciers à 50 k. à la rupture et 20 % d'allongement.	45 à 42 ^k	29 à 24%	20
1885	Compagnie de l'Ouest.....	45 ^k	18 %	»
1885	Marine française (c ^{te} 9 févr. 1885)	42 ^k minimum	26 %	20
1887	Ingénieur en chef E. Cornut...	40 ^k maxima	28% minima	variable selon les diamètres.

Le tableau précédent qui résume ces données, présente, à mon avis, un intérêt historique de premier ordre.

On remarquera, que, pendant les premières années environ de l'apparition de l'acier Bessemer, vers 1856, on a recherché un *métal dur*, ayant une grande résistance, 60 k. à 70 k. par mill.²

à la rupture, et peu de ductilité, les allongements étant compris entre 7 % et 10 %.

Ce métal présentait donc des qualités absolument inverses de celles nécessaires à la construction des générateurs.

Pour les chaudières, il faut avant tout un métal très malléable, très doux, c'est-à-dire présentant un grand allongement avant rupture; la résistance du métal n'a qu'une importance très relative, puisque, dans les générateurs, le fer travaille à 3 k. ou 4 k.; il importe donc bien peu que le métal résiste à 35 k. ou à 70 kil.; le minimum, 35 k., est même plus que suffisant pour parer aux efforts ordinaires de flexion et de dilatation.

Cet acier était, en effet, à ce moment, le seul que l'on pouvait fabriquer au convertisseur Bessemer, ou, pour enlever l'oxyde de fer dissous dans le métal, on se servait, dès 1862, de *Spiegel* ou *fonte maganésifère*, à 10 % de Manganèse. Ce procédé avait l'inconvénient d'augmenter la teneur en carbone. Le métal dur, obtenu ainsi, ayant donné lieu à de nombreux accidents, on s'est préoccupé de diminuer la dureté et par suite d'augmenter la *douceur*.

En Angleterre, en 1864, on prolongea le soufflage dans le convertisseur pour augmenter la quantité d'oxyde de fer, et produire la combustion instantanée d'une partie du carbone au moment où on ajoutait le *Spiegel*. On obtint ainsi des aciers plus doux, mais très irréguliers. Il n'est pas rare en effet, par ce procédé, d'avoir des aciers dont la résistance sera de 50 k. au lieu de 40 k. si on a arrêté trop tôt l'opération, ou, au contraire, si on sursoufflé trop longtemps, d'avoir du métal ne résistant qu'à 35 k., mais plein de bulles et d'oxydes.

Dans nos différentes notes sur l'emploi de l'acier, nous avons souvent cité des faits de cassures incompréhensibles qui, probablement, doivent se rapporter à cette époque de la fabrication qui s'étend jusque vers 1869. Cette période a eu de bien funestes conséquences sur la généralisation de l'emploi de l'acier, par suite

de l'incertitude qu'avait le consommateur, sur la qualité du métal qu'il devait employer.

Mais bientôt parut dans la fabrication, en 1865, l'emploi du *Ferro-Manganèse* qui peut contenir 80 % de manganèse et pas plus de carbone que le Spiegel; on put donc, par l'emploi de cet agent réducteur, diminuer la quantité de carbone dans les aciers, et, par suite, augmenter leur ductilité. — La fabrication au ferromanganèse ne fut guère établie régulièrement à Terrenoire et au Creusot que de 1869 à 1871.

Depuis quelques années enfin est arrivé, dans l'industrie, le procédé basique qui, obligeant à pousser plus avant l'affinage pour éliminer le phosphore, permet d'enlever plus complètement le silicium et le carbone. — Il est donc possible d'obtenir un métal tellement doux, qu'on ne peut même plus lui conserver le nom d'acier, et qu'il porte maintenant le titre de Fer doux homogène, Fer fondu homogène, etc., etc.

Pour produire ce nouveau métal « fer fondu homogène » deux méthodes industrielles se présentent : la fabrication par le convertisseur Bessemer et celle par les fours sur sole, Martin, Siémons, etc.

Je crois qu'au four Martin la régularité des opérations est bien plus sûre et bien plus facile à obtenir qu'au convertisseur; et, si l'on ne veut pas retarder encore l'emploi du fer doux homogène, il ne faut pas venir effrayer à nouveau le consommateur par des irrégularités inexplicables dans les qualités des fournitures.

MM. Gautier et Victor Deshayes, deux métallurgistes des plus distingués, partagent entièrement cette opinion.

Une autre question divise aussi les fabricants de fer homogène : doit-on marteler les lingots avant le laminage, ou, au contraire, doit-on tout simplement les laminer. Sans vouloir discuter ici l'importance du martelage sur l'allongement et la résistance à la rupture, je crois en tous les cas, qu'au point de vue de l'homogénéité du métal, l'opération du martelage est excellente.

Nous allons maintenant passer en revue les métaux fondus que l'on offre aujourd'hui à l'industrie pour construire les générateurs.

ACIÉRIES DE DENAIN ET ANZIN.

Cet important établissement métallurgique fait couramment, pour la chaudronnerie, deux marques spéciales d'acier désignées sous les noms suivants :

1° *Fer homogène doux.* — *Marque*^{DENAIN}_{FD}.

2° *Fer homogène pour chaudronnerie* — Qui correspond assez au cahier des Charges de la Marine Française. — *Marque*^{DA}_{AM}.

Cette Société m'a transmis les renseignements suivants sur ces deux métaux :

Fer homogène doux. — *Marque commerciale*^{DENAIN}_{FD}. — Ce métal se soude et ne prend pas la trempe Parmi ses nombreuses applications, on peut citer : les tôles pour tubes soudés ; les tôles pour obus emboutis et pour foyers de chaudières ; les ronds pour rivets et chaînes ; les billettes pour tréfilage et les lingots pour pièces matricées.

Carbone.....	0.06 à 0.08 %
Résistance à la rupture	35 k. à 37 k. par $\frac{m}{m^2}$
Allongement à la rupture sur 200 $\frac{m}{m}$	27 à 29 %

Le tableau ci-contre donne le résultat des essais à la traction opérés par l'usine de Denain.

FER HOMOGÈNE DOUX ESSAYÉ A LA TRACTION.

DENAIN
FD

N ^{os} des PIÈCES	BARREAUX D'ÉPREUVE.		Limite d'élas- ticité en kilogr. par millim. carré.	Résis- tance en kilogr. millim. carré.	Allongement à la rupture en % de la longueur primitive.	Stric- tion $\frac{S'}{S}$	OBSERVATIONS.
	Désignation.	Dimensions en millimètres.					
413	Tôle de 12 ^m / _m d'épaisseur en fer homogène doux de Denain.	21.0 X 12.7	23 ^k .2	36 ^k .0	35.0	0,397	Essayée en long. » en travers.
414		21.0 X 13.0	24.1	36.3	30.0	25.0	
415	Ronds en fer homogène doux de Denain.	20.5 D ^{tre}	23.2	34.7	38.0	0,422	Essais prélevés sur une barre ronde essayée brute.
416		20.5 »	22.8	34.7	sans rupture	28.0	
417	Ronds en fer homogène doux de Denain.	18.1 »	22.0	34.8	sans rupture	0,397	Ronds de 20 millim. tournés à 200 X 18.
418		18.1 »	21.7	35.2	36.0	28.0	
419	Ronds en fer homogène doux de Denain.	20.0 »	22.0	35.3	sans rupture		Rond de 30 millim. tourné à 200 X 20.

Ces résultats mettent en évidence les qualités absolument spéciales du métal essayé. La contraction considérable de la section et l'allongement à la rupture indiquent une malléabilité très grande ; la résistance à la rupture est celle des meilleurs fers.

Fer homogène pour chaudronnerie. — Qualité marine. — Marque commerciale $\frac{D^A}{MA}$. — Ce métal se soude et ne prend pas la trempe. On l'emploie spécialement pour la confection des chaudières, cornières de toutes dimensions, pièces de forge, frettes de canons, tiges de pistons et diverses pièces mécaniques.

Carbone	0.08 à 0.12 %
Résistance à la rupture	38 à 40 ^k par $\frac{m}{m^2}$
Allongement à la rupture sur 200 $\frac{m}{m}$	25 à 27 %

Un des constructeurs de notre région ayant eu, cette année, à construire une chaudière pour la marine marchande, a employé ce métal, et voici les résultats des essais qui ont été faits, par l'usine de Denain, sur les tôles de cette fourniture.

RÉSULTATS DES ESSAIS A FROID ET A CHAUD SUR LES TOILES D'ACIER, QUALITE CHAUDIERE MARINE NATIONALE
 D. A.
 A. M.

Des commandes N^{os} 9.286, 9.287 et 9.288 du 19 Février 1886.

DESIGNATION.	SENS du LAMINAGE.	DIMENSIONS des ÉPROUVETTES.	SECTION.	RÉSISTANCE par millimètre carré.	ALLONGEMENT pour 10.	OBSERVATIONS.	
Tôles de 14 millimètres ..	Long	30.1 X 10.8	325	42 ^k .2	29	ESSAIS DE TREMPÉ. Les échantillons chauffés au rouge cerise et plongés dans l'eau à 28° ont été pilés à bloc.	
»	Travers	30.0 X 10.7	321	41.7	28		
Tôles de 15 millimètres ..	Long	29.8 X 14.8	441	42.8	28		
»	Travers ..	29.9 X 14.7	440	42.0	29		
»	Long	30.0 X 14.9	447	43.2	28.5		
»	Travers	30.2 X 14.6	441	41.3	29.5		
Tôles de 17 millimètres ..	Long	30.0 X 16.8	504	41.9	28.5		
»	Travers	30.1 X 16.8	506	41.4	27.5		
Tôles de 18 millimètres ..	Long	30.1 X 17.9	539	43.0	28		
»	Travers	30.2 X 17.8	538	42.7	27.5		
Tôles de 19 millimètres ..	Long	30.0 X 18.7	561	43.5	28	ESSAIS A CHAUD. Une calette à 17 millimètres et un bac à 11 millimètres ont été exécutés à chaud suivant les prescriptions de la circulaire du Ministre de la Marine.	
»	Travers	30.1 X 18.7	563	42.3	28.5		
Tôles de 22 millimètres ..	Long	30.0 X 21.7	651	40.9	29.5		
»	Travers	30.0 X 21.8	654	41.3	29		
Tôles de 24 millimètres ..	Long	30.1 X 23.9	719	40.6	29.5		
»	Travers	30.0 X 23.8	714	41.1	28.5		
»	Long	30.0 X 23.8	714	40.3	29		
»	Travers	29.8 X 23.9	712	39.8	29.5		
»	»	»	»	»	»		»
»	»	»	»	»	»		»

*Les essais seront joints
à l'envoi des tôles.*

Nous avons réuni les résistances et les allongements en long et en travers et fait la moyenne générale.

DÉSIGNATION.	EN LONG.		EN TRAVERS.	
	Résistance par millimètre carré.	Allongement %	Résistance par millimètre carré.	Allongement %
Tôles de 11 millimètres..	42k.2	29	41k.70	28
» 15 » ...	42.8	28	42	29
» » » ...	43.2	28.5	41.3	29.5
» 17 » ...	41.9	28.5	41.4	27.5
» 18 » ...	43	28	42.7	27.5
» 19 » ...	43.5	28	42.3	28.5
» 22 » ...	40.9	29.5	41.3	29
» 24 » ...	40.6	29.5	41.1	28.5
» » » ...	40.3	29	39.8	29.5
Moyennes.....	42k.04	28.67	41k.5	28.55

Le tableau ci-dessous résume une autre série d'essais à la traction que nous avons faits sur le fer homogène de Denain.

Tôles de Denain : Fer homogène pour Chaudronnerie.										
(Epaisseur 9 m/m 5).										
MARQUES des ÉPROUVETTES.	STRICTION		CHARGE au commencement de l'allongement par millimètre carré de la section primitive		RÉSISTANCE à la RUPTURE		ALLONGEMENT % sur 200 millim.		CHARGE à la limite d'élasticité per millimètre carré de la section primitive.	
	$\frac{S'}{S}$									
	en L	en T	en L	en T	en L	en T	en L	en T	en L	en T
1	0.389	0.344	25.88	18.33	37.10	37.10	27.00	23.50	»	»
2	0.377	0.335	19.31	18.33	37.90	36.60	28.00	23.50	»	»
3	0.405	0.304	19.31	19.51	37.70	36.40	27.00	26.50	»	»
4	0.485	0.337	19.44	18.94	37.60	37.00	25.50	24.25	»	»
Moyennes	0.414	0.328	20.98	18.77	37.57	36.77	26.87	24.44	25.70	25.05

On remarquera :

1^o Que les résistances et les allongements sont sensiblement les mêmes dans les essais en long et en travers.

2^o Que les nombres qui représentent la résistance et l'allongement à la rupture sont, pour le premier tableau, sensiblement supérieurs à la limite fixée dans les conditions générales du type. Si on peut admettre la différence en ce qui concerne l'allongement, il ne saurait en être de même pour la charge de rupture qui doit, plutôt à notre avis, être inférieure que supérieure à 40 kil. par millimètres carrés de section ; à ce point de vue, le métal des derniers essais me paraît bien préférable,

Voici encore quatre tableaux dans lesquels j'ai résumé les essais faits, sur notre demande, par trois Forges des plus importantes.

Le premier de ces tableaux concerne le *fer homogène pour chaudronnerie, qualité marine, Marque : $\frac{D. A.}{M. A.}$ des Forges de Denain.*

Le second est relatif au *fer homogène doux*, marque $\frac{DENAIN}{P.D.}$ des mêmes Forges.

Le troisième a rapport à l'*acier doux* de la Société Cockerill et Cie de Seraing.

Le quatrième a trait aux tôles d'acier du Creusot pour chaudières (qualité chaudières marines).

Denain. — Fer homogène pour chaudronnerie.

D. A.
MARQUE : A. M.

MARQUES DES ÉPROUVETTES.	STRICITION $\frac{S'}{S}$		RÉSISTANCE A LA RUPTURE.		ALLONGEMENT				CHARGE à la limite d'élasticité par millimètre carré de la section primitive.			
	en L.		en T.		% sur 200mm/m		% sur 100mm/m		en L.		en T.	
	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.
Ep. 15 ^m /m	0.429	0.424	45.6	42.5	26 »	27 »	31 »	31 »	26.2	25.2	24.4	23.7
D°	0.408	0.473	42.9	42.4	27.5	26.5	32 »	30 »	24.4	23.7	24.2	23.7
D°	0.423	.....	43.4	.....	26.5	.....	33 »	.....	24.2	.....	25.6	.....
D°	0.526	.....	45.3	.....	26 »	.....	30 »	.....	25.6	.....	23.2	.....
Ep. 18 ^m /m	.....	0.417	.....	40.9	.....	27 »	.....	32.5	.....	23.2	.....	24.1
D°	.....	0.467	.....	41.9	.....	26 »	.....	31 »	.....	24.1	.....	23 »
Ep. 13 ^m /m	.....	0.472	42.8	42.2	28 »	27 »	31 »	31 »	22.8	23 »	22.8	24.5
D°	0.504	0.474	43.3	41.9	27 »	26 »	33 »	30 »	22.8	24.5	.....	23.1
D°	.....	0.485	.....	42.5	.....	26.5	.....	32 »	.....	23.1	.....	24.4
D°	.....	0.477	.....	42.5	.....	27.5	.....	33 »	.....	24.4	.....	25.2
Ep. 11 ^m /m	.....	0.448	.....	41.1	.....	26 »	.....	32 »	.....	25.2	.....	25.2
D°	.....	0.399	.....	41.3	.....	26.5	.....	30.5	.....	25.2	.....	25.2
Ep. 8 ^m /m	0.409	.....	43.1	.....	27 »	.....	31 »	.....	25 »	.....	23.5	.....
D°	0.457	.....	42.7	.....	28 »	.....	33 »	.....	23.5	.....	24 »	.....
D°	0.459	.....	43.5	.....	27 »	.....	32 »	.....	24 »	.....	23.9	.....
D°	0.447	.....	43.9	.....	26 »	.....	30 »	.....	23.9	.....	24.24	.....
Moyennes.....	0.4534	0.4484	43 65	41.92	26.90	26.60	31.60	31.30	24.24	24.16	24.24	24.16

Denain. — Fer homogène doux.											
MARQUE : DENAIN											
MARQUE : F. D.											
MARQUES DES ÉPROUVETTES.	STRICTION $\frac{S'}{S}$		RÉSISTANCE A LA RUPTURE.		ALLONGEMENT				CHARGE à la limite d'élasticité par millimètre carré de la section primitive.		
	en L.	en T.	en L.	en T.	% sur 200m/m		% sur 100m/m		en L.	en T.	
Ep. 12 ^m /m	0.289	0.322	35.5	35.1	27.5	30.5	36 »	37 »	21.8	21.5	
D°	0.266	0.323	35.4	35.2	31.5	31 »	39 »	38 »	22.3	21.5	
D°	0.260	0.355	34.8	35.5	30 »	27.5	38 »	36 »	22 »	21.7	
D°	0.285	0.348	35.1	34.9	31 »	27.5	40 »	36 »	21.8	20.9	
D°	0.305	.....	34.7	.....	29.5	.....	38 »	.....	22.1	»
Ep. 11 ^m /m	0.310	.....	36 »	.....	30 »	.....	36 »	.....	22.4	»
D°	0.284	.....	35.7	.....	30 »	.....	36 »	.....	23.9	»
Ep. 10 ^m /m	0.328	0.347	36.4	35.2	28 »	30 »	36 »	37 »	25.7	22.8	
D°	0.282	0.311	35.8	35.6	27 »	29 »	35 »	37 »	24.9	23.8	
D°	0.275	0.257	36 »	37.1	27 »	29 »	35 »	36 »	23.5	21.8	
D°	0.250	.....	35.2	.....	29 »	.....	36 »	.....	23.6	»
D°	0.380	.....	35.5	.....	29.5	.....	37 »	.....	23.2	»
Ep 9 ^m /m	0.279	.....	36.6	.....	26.5	.....	34 »	.....	28.8	»
Moyennes.....	0.2917	0.319	35.59	35.51	28.96	29.21	36.61	36.71	23.53	22.43	

Tôles de la Société Cockerill à Seraing (Belgique).
Épaisseur (8^m/₁₀₀).

MARQUES des ÉPROUVETTES.	STRICTION $\frac{S'}{S}$ A		CHARGE au commencement de l'allongement par millimètre carré de la section primitive. B		RÉSISTANCE A LA RUPTURE. C		ALLONGEMENT % sur 200 ^m /m. D		CHARGE à la limite d'élasticité par millimètre carré de la section primitive. E		ANALYSES.				
	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	Carbone.	Silice.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.
Coulée 4523....	0.372	0.391	21.2	21.5	39.1	39.5	28.7	27.9	23.8	24 »	0.065	traces	0.03	0.02	0.35
— 4546....	0.366	0.375	20.8	21 »	38.9	39.2	29.8	29.3	22.9	23.4	0.09	pas	0.035	0.027	0.38
— 4575....	0.389	0.402	21.7	22.2	39.4	39.6	28.9	28.1	24.3	25.1	0.095	traces	0.02	0.035	0.33
— 4592....	0.405	0.411	22.8	22.8	39.7	40.1	28.3	27.7	24.3	25.7	0.105	pas	0.035	0.02	0.37
— 4607 ...	0.361	0.372	20.5	21.7	39 »	39.8	30.1	29.2	22.3	23.9	0.100	pas	0.025	0.04	0.35
Moyennes...	0.374	0.386	21.40	21.84	39.22	39.64	29.16	28.44	23.52	24.42	0.097	»	0.029	0.028	0.356

NOTA. — Les chiffres des colonnes B et E ne sont pas absolument garantis contre des erreurs qui ont pu se produire à cause de l'imperfection de l'appareil qui a servi à les déterminer.

Tôles en acier du Creusot pour Chaudières. (Qualité marine).

MARQUES des ÉPROUVETTES.	STRICTION		CHARGE au commencement de l'allongement		RÉSISTANCE		ALLONGEMENT		CHARGE à la limite d'élasticité		ANALYSES.				
	A		B		A		D		E		Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.
	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.	en L.	en T.					
Ep. 14 ^m / _m N° 1.	0.434	0.450	8.6	7.2	43.8	43.9	27.5	27.5	25.6	26.1	»	»	»	»	»
D°	0.441	0.408	5.7	5.8	43.2	43	28.5	28	27.4	27.2	»	»	»	»	»
D°	0.385	0.445	4.3	4.2	42.7	41.2	29.5	28.5	27.8	27.9	»	»	»	»	»
D°	0.440	0.402	7.1	7.1	42.9	42.8	29.5	29.5	26.5	26	»	»	»	»	»
Ep. 12 ^m / _m N° 1.	0.460	0.468	5	6.7	43.9	43.1	27.5	26	27.5	26.7	»	»	»	»	»
D°	0.446	0.440	8.4	8.3	43.7	43.8	27.5	27.2	25.9	25.8	»	»	»	»	»
D°	0.425	0.470	6.6	40	44	42.9	27	26.5	26.6	27	»	»	»	»	»
D°	0.396	0.440	5.3	6.7	42.9	41	29.5	29.5	26.4	26.3	»	»	»	»	»
Ep. 15 ^m / _m N° 1.	0.372	0.384	8.1	9.3	43.4	42.6	29.5	29	26	26.9	»	»	»	»	»
D°	0.407	0.420	4	4	43.6	42.8	28.5	28	27.8	26.5	»	»	»	»	»
Moyennes...	0.414	0.427	6.3	6.9	43.4	42.7	28.4	28	26.7	26.6	0.22	0.085	0.014	0.02	0.105

Enfin nous avons eu l'occasion d'effectuer nous-même un grand nombre d'essais sur *l'Acier soudable, marque A S*, que le Creusot a fabriqué spécialement, d'après les conditions du cahier des charges, pour vingt-deux chaudières que nous avons fait construire.

Ces essais sont très intéressants pour deux raisons :

1^o A cause du nombre considérable d'éprouvettes cassées, qui atteint 528 en 11, 14 et 18 $\frac{m}{m}$ d'épaisseur, ce qui nous permet de raisonner sur des moyennes sérieuses ;

2^o Parce qu'ils nous ont permis de nous rendre compte de l'influence de la trempe au rouge cerise sur ce métal.

J'ai, à cet effet, divisé le tableau suivant en deux parties.

La première a trait aux essais effectués sur le métal à l'état naturel, c'est-à-dire sortant du laminoir et recuit.

La seconde concerne les essais sur le même métal après trempe au rouge cerise.

PREMIER LOT (28 avril 1887).

ACIER SOUDABLE DU CREUSOT. — MARQUE A S.

Acier soudable du Creusot. — Recuit.

Acier soudable du Creusot.
Trempe au rouge cerise.

ÉPAISSEUR des rôles.	NOMBRE d'éprouvettes cassées.		S Sections en m/m ² des éprouvettes avant rupture.		CHARGES par m/m ² .		ALLONGEMENT % sur 200 m/m.		S Sections en m/m ² des éprouvettes après rupture.		CHARGES par m/m ² de la section de rupture.		STRICTION $\frac{S}{S_0}$															
	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T														
11 m/m.....	42	42	280	278	37.6	37.9	31.5	32 "	85.7	96.5	125.6	111.5	0.306	0.346	14	40	270	276	47.9	48.2	17.9	18.6	98.8	112.5	132.1	120.2	0.366	0.408
14 m/m.....	25	47	357	356	37.6	37.7	33 "	32.5	99.9	130.5	135.5	107.5	0.280	0.364	26	47	356	359	48.4	48.5	18.3	17.9	110.4	157.3	157.5	112.7	0.341	0.438
18 m/m.....	18	30	438	443	36.9	36.9	34.7	33.7	110.9	162 "	146.5	101.9	0.253	0.366	19	28	446	454	48.6	49.04	20.1	19.5	127.1	201.2	171.6	112.2	0.285	0.443
Moyennes générales...	"	"	"	"	37.4	37.6	33.2	32.6	"	"	"	"	0.277	0.358	"	"	"	"	48.4	48.5	18.8	18.5	"	"	"	"	0.316	0.429

DEUXIÈME LOT (15 juillet 1887).

ÉPAISSEUR des TOILES.	Acier soudable du Creusot (marque A S). <i>Recuit.</i>										Acier soudable du Creusot (marque A S). <i>Trempé au rouge cerise.</i>									
	NOMBRE D'ÉPROUVETTES CASSÉES.		Sections en m/m ² des épreuves avant rupture.		CHARGES par m/m ² .		ALLONGEMENT % sur 200 m/m.		Sections en m/m ² des épreuves après rupture.		CHARGES par m/m ² de la section de rupture.		STRICTION $\frac{S}{S_1}$							
	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T						
41 ^m /m.....	36	291	37.7	30.8	85.1	129.6	0.295	36	298	47.5	18.8	103.7	137.9	0.348						
44 ^m /m.....	30	374	38.2	31.2	118	123.1	0.315	30	370	47.9	19.3	126.6	140.6	0.342						
48 ^m /m.....	24	470	36.9	34.1	122	143	0.259	24	473	47.5	19.8	150.8	152.8	0.314						
Moyennes générales...	"	"	"	31.8	"	"	0.292	"	"	47.6	19.2	"	"	0.337						

Les conclusions que nous pouvons tirer des moyennes générales de ce tableau sont très intéressantes :

1° Nous avons imposé comme conditions :

40 k. de résistance maxima , { dans les deux sens, c'est-à-
28 % d'allongement minimum , { dire en long et en travers

Les essais ont donné, pour l'acier recuit :

Résistance	{ en long.....	37,4
	{ en travers.....	37,6
Allongement	{ en long.....	33,2 %
	{ en travers.....	32,2 %

Quant à la striction elle est :

En long	0,277
En travers	0,325

C'est-à-dire que, par suite de la traction, la section primitive de l'éprouvette s'est trouvée diminuée au point de n'être plus que de $1/4$ ou le $1/3$ de sa valeur primitive.

Je vous signalerai un point très important et qui ne ressort pas de l'examen de ce tableau de moyennes ; c'est la parfaite régularité des essais, comme résistance et allongement, régularité que nous n'avons jamais trouvée dans les tôles de fer ; j'ai du reste, l'intention de traiter cette question à notre prochain congrès.

Il fallait apporter de très grands soins dans la fabrication de l'acier pour ne pas dépasser le chiffre de résistance maxima imposé.

L'acier qui n'est pas très doux prend beaucoup trop facilement la trempe et ne se soude pas ; ce sont précisément ces deux incon-

vénients qu'il faut éviter pour les générateurs, et c'est pourquoi j'avais fixé ce maximum de 40^{k^g}, chiffre très faible pour de l'acier

En somme, vous voyez qu'au naturel, ce métal s'est admirablement comporté.

Voici les modifications que la trempe à apportées :

La résistance est devenue

48 k. 4 en long.
48 k. 05 en travers.

Et l'allongement s'est abaissé à

18,8 % en long.
18,8 % en travers.

La striction a diminué un peu également elle a été de :

0,316 en long.
0,382 en travers.

En somme, la résistance a augmenté de 29 % sur ce qu'elle était au naturel, et l'allongement a diminué de 43 %; mais le point essentiel est que, malgré cette diminution, l'allongement que donne le métal après la trempe est encore non pas équivalent, mais supérieur à l'allongement que donne le meilleur fer, soit le N^o 7 du Creusot.

En effet, sur 90 éprouvettes de fer N^o 7 du Creusot, que nous avons cassées pour une autre fourniture de chaudières, les essais ont donné, comme moyennes :

Résistance	}	en long.....	33 k. 87
		en travers	31 k. 70
Allongement	}	en long	18,50
		en travers	12,60

et dans ces tôles, qui sont cependant les meilleures qu'on fabrique pour générateurs, nous trouvons des inégalités considérables, surtout dans les allongements.

Certaines tôles ont donné, comme allongement en long, 21, 24 et 25 %, mais d'autres ont donné, en revanche, 12 et 13 %.

En travers, quoique la moyenne ait été de 12.60 %, nous avons eu des tôles qui ont donné, comme maximum, 17 % et d'autres 9 % seulement.

Vous voyez en somme, qu'au point de vue de la qualité, on peut, sans aucune crainte, et avec grand avantage, employer l'acier doux dans ces conditions. Ce métal présente d'ailleurs cette intéressante particularité : c'est que, comme le montrent tous les chiffres du tableau, il possède les mêmes propriétés en long et en travers ; on peut donc employer la tôle dans n'importe quel sens, ce qui n'a pas lieu pour les tôles de fer.

Avant de traiter la question du prix de revient des chaudières construites en fer ou en acier, je crois devoir vous donner des renseignements fort intéressants, provenant d'un homme des plus autorisés de l'Angleterre ; je fais toutefois des réserves sur les aciers qu'il conseille et que je ne crois pas assez doux.

RENSEIGNEMENTS ANGLAIS.

Lettre de M. X. . . , du 15 avril 1885, depuis 20 ans inspecteur de chaudières pour le bureau Veritas à Londres.

Depuis plusieurs années, M. X prétend que plus de 90 % des chaudières marines sont faites en acier.

La matière employée est réellement magnifique et bien supérieure au fer : très ductile, elle peut être pliée et travaillée, plus facilement que le fer.

Il recommande d'essayer chaque tôle, de forer les trous et non de les poinçonner, de réchauffer les tôles après le travail.

La résistance à la rupture doit être comprise entre 42 k. et 50 ki..

par millimètre carré de section, avec un allongement sur 200 millimètres de 29 % à 20 %.

L'acier de 50 kil. à la rupture et 20 % d'allongement est déjà trop dur et est exposé à se fendre.

Le Bureau Véritas admet 20 % de réduction d'épaisseur pour les tôles extérieures des enveloppes, et 12 1/2 % pour les parties intérieures d'une chaudière. Personnellement M. X. pense qu'il vaudrait mieux faire moins de réduction pour les tôles minces et un peu plus pour les tôles épaisses. (Je partage entièrement cette manière de voir).

Il n'admet pas, avec sa grande expérience, que l'acier se corrode plus vite que le fer.

Il est d'une très grande importance de se procurer une bonne qualité d'acier, et il n'accepte ce métal que provenant de maisons ayant prouvé être des manufactures de première classe, telles que : The West of Scotland Steel Cie ; Summens Steel Cie ; M. David Colville of Glasgow et quelques autres.

Il préfère de beaucoup l'acier doux obtenu par le procédé *Siemens-Martin* à celui fabriqué dans les convertisseurs Bessemer.

Il déclare aussi qu'il est très important de ne pas s'adresser à des maisons inférieures et de seconde importance pour la construction de ces chaudières, mais, au contraire, de choisir des maisons qui sont bien au courant de la manipulation des tôles d'acier, et qui ont tous les moyens de faire un bon travail.

*Prix de revient comparatif d'un générateur construit
en tôles de fer et en acier doux.*

Dans une note publiée en 1882 j'indiquais, qu'à Lille, d'après les renseignements que j'avais sur le prix des aciers et des fers, une chaudière en acier coûterait près de 50 % plus cher qu'une chaudière en fer.

En 1886 la question est absolument changée, et on peut faire

maintenant à Lille des chaudières en acier doux au même prix et même meilleur marché qu'en fer.

J'ai fait établir la spécification des tôles de deux générateurs ordinaires avec le prix de revient d'après les prix des tôles de fer et d'acier doux en 1882 et 1886, en admettant pour l'acier les mêmes épaisseurs que pour le fer, ou bien en diminuant légèrement quelques épaisseurs pour l'acier.

La qualité du fer employé dans les chaudières dont il est question, est la suivante :

<i>Corps cylindrique</i>	N° 3 de Denain.
<i>Fonds</i>	N° 5 de Denain ou N° 4 du Creusot.
<i>Bouilleurs</i>	Complètement en N° 5 de Denain ou N° 4 du Creusot.
<i>Dôme</i>	En N° 5 de Denain ou N° 4 du Creusot.
<i>Communications</i>	En N° 6 de Denain.

1. — Chaudière A ordinaire à deux bouilleurs inférieurs.

CHAUDIÈRE A.

Dimensions principales.

	Dia- mètre.	Lon- gueur ou hauteur	Surface de chauffe.	Surface de chauffe totale.	Volume.	Volume total.	Poids net.
Corps cylindrique..	1.500	6.500	15m ² 31	56m ² 87	11m ³ 486	23.366	kilos. 12787
2 Bouilleurs.....	0.900	8.470	41 56		10 . 777		
Dôme.....	0.900	1.300	»		0 827		
4 Communications.	0.400	0.550	»		0 . 276		

CHAUDIERE ORDINAIRE A.
Prix de revient en fer et en acier doux ou fer homogène.

	TOILES DE FER.				TOILES D'ACIER.				ÉPAISSEUR DU FER.	ÉPAISSEUR DE L'ACIER.	
	Prix des tôles.		Prix total.		Prix des tôles.		Prix total.				
	1882	1886	1882	1886	1882	1886	1882	1886			
Corps cylindrique	k.	fr.	k.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	mm.		
Dôme	3669	31 50	22	4155 73	807 18	3669	57	28	2091 33	45	
Bouilleurs	382	40 50	28	151 71	106 96	382	57	28	217 74	13	
Communications	5028	40 50	28	2036 34	1407 84	5028	57	23	2865 96	12	
Fonds	455	43 50	31	197 92	141 05	455	43	50	197 92	13	
	574	46 50	34	266 91	195 16	574	46	50	266 91	16	
Prix aux 100 kilos	10108			3811 61	2658 19	10108	5639	86	2878 33		
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer				37 71	26 30		55	80	28 47		
									+ 47,97 ¹⁰ / ₁₀	+ 8,28 %	
<i>Même chaudière que celle ci-dessus, mais avec des épaisseurs différentes pour les tôles d'acier.</i>											
Corps cylindrique	15	3669	31 50	22	4155 73	807 18	3181	57	28	1813 18	43
Dôme	13	382	40 50	28	151 71	106 96	382	57	28	217 74	13
Bouilleurs	12	5028	40 50	28	2036 34	1407 84	4359	57	28	2484 79	41
Communications	13	455	43 50	31	197 92	141 05	455	43	50	197 92	13
Fonds	16	574	46 50	34	266 91	195 16	574	46	50	266 91	16
Prix aux 100 kilos		10108			3811 61	2658 19	8951			4980 54	
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer					37 71	26 30				55 64	
										+ 30,67 ¹⁰ / ₁₀	- 4,06 %

*II. — Chaudière B ordinaire à 2 bouilleurs inférieurs
et à 3 réchauffeurs latéraux.*

CHAUDIÈRE ORDINAIRE A RÉCHAUFFEURS B.

Dimensions principales.

	Dia- mètre.	Lon- gueur ou hauteur	Surface de chauffe.	Surface de chauffe totale.	Volume.	Volume total.
Corps cylindrique.....	1 ^m 500	8 ^m 670	20 ^m 243	} 69 ^m 279	15 ^m 3321	} 26 ^m 3852
2 Bouilleurs.....	0.800	10.640	49.36		10.695	
Dôme.....	0.750	1.200	»		0.530	
6 Communications.....	0.350	0.550	»		0.306	
3 Réchauffeurs.....	0.800	10.640	74.03	74.03	16.043	16.043
				143 ^m 282		

**CHAUDIERE ORDINAIRE A RECHAUFFEURS B.
Prix de revient en fer et en acier doux ou fer homogène.**

	TOILES DE FER.				TOILES D'ACIER.				ÉPAISSEUR DE LA TOLE.			
	Poids.		Prix total.		Poids.		Prix.			Prix total.		
	1882	1886	1882	1886	1882	1886	1882	1886		1882	1886	
Corps cylindrique	m/m 45	k. 4963	fr. 31 50	fr. 22 »	fr. 1563 34	fr. 1094 86	k. 4963	fr. 57 »	fr. 28 »	fr. 2828 91	fr. 1389 64	m/m 45
Dôme	43	275	40 50	28 »	114 37	77 »	275	57 »	28 »	156 75	77 »	43
Bouilleurs	41	5126	40 50	28 »	2076 03	1435 28	5126	57 »	28 »	2924 82	1435 28	41
Communications	43	492	43 50	31 »	214 02	152 52	492	43 50	31 »	214 02	152 52	43
Fonds	46	575	46 50	34 »	267 37	195 50	575	46 50	34 »	267 37	195 50	46
Prix aux 100 kilos		11431			4232 13	2952 16	11431			6388 87	3249 94	
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer					37 02	25 83				55 89	28 43	
										+50,97%	+10,07%	
<i>Même chaudière. — Les épaisseurs de l'acier seules différentes.</i>												
Corps cylindrique	45	4963	31 50	22 »	1563 34	1094 86	4963	57 »	28 »	2452 71	1204 84	43
Dôme	43	275	40 50	28 »	114 37	77 »	275	57 »	28 »	156 75	77 »	43
Bouilleurs	41	5126	40 50	28 »	2076 03	1435 28	5126	57 »	28 »	2924 82	1435 28	41
Communications	43	492	43 50	31 »	214 02	152 52	492	43 50	31 »	214 02	152 52	43
Fonds	46	575	46 50	34 »	267 37	195 50	575	46 50	34 »	267 37	195 50	46
Prix aux 100 kilos		11431			4232 13	2952 16	11431			6012 67	3065 14	
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer					37 02	25 83				55 82	28 46	
										+42,07%	+3,83%	
<i>Réchauffeurs.</i>												
2 réchauffeurs	41	5120	31 50	22 »	1612 80	1126 40		57 »	28 »	4374 18	2148 72	41
1 réchauffeur	44	2554	40 50	28 »	1034 37	715 12	7674					44
Prix aux 100 kilos		7674			2647 17	1841 52				57 »	28 »	
Δ % du prix de revient par rapport à celui du fer					34 49	24 »				+65,26%	+16,67%	

L'examen de ces tableaux amène des observations fort intéressantes.

1^o De 1882 à 1886 le prix :

Des tôles de fer pour chaudières a baissé de 30 %.

Des tôles d'acier doux » 49 %.

2^o En 1882, le prix de revient d'un même générateur, à égalité d'épaisseur, coûtait 48 % plus cher en acier qu'en fer ; avec certaines diminutions d'épaisseur, 31 % plus cher.

3^o En 1886, le prix de revient d'un même générateur, à égalité d'épaisseur, ne coûte plus que 8,28 % plus cher en acier qu'en fer, et avec quelques diminutions d'épaisseur, il coûte 4,06 meilleur marché en acier doux qu'en fer.

Voici encore trois tableaux relatifs à des chaudières semi-tubulaires de 80^{m2}, 100^{m2} et 120^{m2}, type de générateurs très employé dans l'industrie.

Chaudière semi-tubulaire de 80 m ² .						
	DIAMÈTRE	LONGUEUR ou HAUTEUR.	SURFACE DE CHAUFFE		VOLUME	
			partielle.	totale.	partiel.	total.
			m ²	m ²	m ³	m ³
Corps cylindrique.....	1,500	4,150	9,77	80,07	7,262	10,955
2 bouilleurs.....	0,650	5 »	18,70		3,118	
40 tubes.....	0,100	4,110	52,60		»	
Communications.....	0,350	0,450	.....		0,173	
Dôme.....	0,800	0,900	.....		0,402	

Chaudière semi-tubulaire de 80 m².

Prix de revient en fer et en acier doux ou fer homogène.

	TOLES DE FER.					TOLES D'ACIER.						
	ÉPAISSEUR	POIDS.	PRIX.		PRIX TOTAL.		ÉPAISSEUR	POIDS.	PRIX.		PRIX TOTAL.	
			1882	1886	1882	1886			1882	1886	1882	1886
Corps cylindrique .	14	2308	31 50	22	727 »	507 76	14	2308	57 »	28	1315 56	646 24
Dôme.....	13	232	40 50	28	93 96	64 96	13	232	57 »	28	132 24	64 96
Bouilleurs.....	10	1707	40 50	28	691 33	477 96	10	1707	57 »	28	973 »	477 96
Communications...	13	308	43 50	31	133 98	95 48	13	308	43 50	31	133 98	95 48
Plaques tubulaires.	20	680	46 50	34	316 20	231 20	20	680	57 »	28	387 60	190 40
Fonds de bouilleurs	13	102	46 50	34	47 43	34 68	13	102	57 »	28	58 14	28 56
		5337			2009 90	1412 04		5337			3000 52	1503 60
Prix aux 100 kilogs ..					37 66	26 45					56 22	28 18
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer.....											+49,28%	+6,48%

Même chaudière. — Les épaisseurs de l'acier seules différent.

Corps cylindrique .	14	2308	31 50	22	727 »	507 76	13	2143	57 »	28	1221 51	600 04
Dôme.....	13	232	40 50	28	93 96	64 96	13	232	57 »	28	132 24	64 96
Bouilleurs.....	10	1707	40 50	28	691 33	477 96	9	1536	57 »	28	875 52	430 »
Communications...	13	308	43 50	31	133 98	95 48	13	308	43 50	31	133 98	95 48
Plaques tubulaires.	20	680	46 50	34	316 20	231 20	17	478	57 »	28	272 46	133 84
Fonds de bouilleurs	13	102	46 50	34	47 43	34 68	13	102	57 »	28	58 14	28 56
		5337			2009 90	1412 04		4799			2693 85	1352 88
Prix aux 100 kilogs ..					37 66	26 45					56 13	28 19
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer.....											+34,02%	-4,18%

Chaudière semi-tubulaire de 100 m ² .						
	DIAMÈTRE	LONGUEUR ou HAUTEUR.	SURFACE DE CHAUFFE		VOLUME	
			partielle.	totale.	partiel.	total.
Corps cylindrique.....	1,700	4,500	12,01	101,10	10,123	14,713
2 bouilleurs.....	0,700	5,285	21,89		3,916	
48 tubes.....	0,100	4,460	67,20		»	
Communications.....	0,350	0,450	.....		0,172	
Dôme.....	0,800	1,000	.....		0,502	

Chaudière semi-tubulaire de 100 m².

Prix de revient en fer et en acier doux ou fer homogène.

	TOLES DE FER.					TOLES D'ACIER.						
	ÉPAISSEUR	POIDS.	PRIX.		PRIX TOTAL.		ÉPAISSEUR	POIDS.	PRIX.		PRIX TOTAL.	
			1882	1886	1882	1886			1882	1886	1882	1886
Corps cylindrique .	15	3167	31 50	22	997 60	696 74	15	3167	57 »	28	1805 19	886 76
Dôme.....	13	248	40 50	28	100 44	69 44	13	248	57 »	28	141 36	69 44
Bouilleurs.....	11	2393	40 50	28	969 16	670 04	11	2393	57 »	28	1364 01	670 04
Communications...	13	335	43 50	31	145 72	103 85	13	335	43 50	31	145 72	103 85
Plaques tubulaires	20	856	46 50	34	398 04	291 04	20	856	57 »	28	487 92	239 68
Fonds de bouilleurs	13	120	46 50	34	55 80	40 80.	13	120	57 »	28	68 40	33 60
		7119			2666 76	1871 91		7119			4012 60	2003 37
Prix aux 100 kilogs	.....	.....	.....	.....	37 46	26 28	.....	.....	.....	.....	56 36	28 14
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+50,47%	+7,02%

Même chaudière. — Les épaisseurs de l'acier seules diffèrent.

Corps cylindrique .	15	3167	31 50	22	997 60	696 74	13	2745	57 »	28	1564 65	768 60
Dôme.....	13	248	40 50	28	100 44	69 44	13	248	57 »	28	141 36	69 44
Bouilleurs.....	11	2393	40 50	28	969 16	670 04	10	2175	57 »	28	1239 75	609 »
Communications...	13	335	43 50	31	145 72	103 85	13	335	43 50	31	145 72	103 85
Plaques tubulaires	20	856	46 50	34	398 04	291 04	17	727	57 »	28	414 39	203 50
Fonds de bouilleurs	13	120	46 50	34	55 80	40 80	13	120	57 »	28	68 40	33 60
		7119			2666 76	1871 91		6350			3574 27	1788 05
Prix aux 100 kilogs	.....	.....	.....	.....	37 46	26 28	.....	.....	.....	.....	56 28	28 16
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+34,03%	-4,48%

Chaudière semi-tubulaire de 120 m ² .						
	DIAMÈTRE	LONGUEUR ou HAUTEUR.	SURFACE DE CHAUFFE		VOLUME	
			partielle.	totale.	partiel.	total.
Corps cylindrique.....	1,750	4,800	m ² 13,67	121,76	m ³ 11,425	17,764
2 bouilleurs.....	0,800	5,550	27,46		5,428	
52 tubes.....	0,100	4,758	80,63		»	
Communications.....	0,400	0,500	.....		0,251	
Dôme.....	0,900	1,000	.....	.....	0,660	

Chaudière semi-tubulaire de 120 m².

Prix de revient en fer et en acier doux ou fer homogène.

	TOLES DE FER.					TOLES D'ACIER.						
	ÉPAISSEUR	POIDS.	PRIX.		PRIX TOTAL.		ÉPAISSEUR	POIDS.	PRIX.		PRIX TOTAL.	
			1882	1886	1882	1886			1882	1886	1882	1886
Corps cylindrique .	15.5	3464	31 50	22	1091 16	762 08	15.5	3464	57 »	28	1974 48	969 92
Dôme.....	13 »	279	40 50	28	113 »	78 12	13 »	279	57 »	28	159 03	78 12
Bouilleurs.....	12 »	2840	40 50	28	1150 20	795 20	12 »	2840	57 »	28	1618 80	795 20
Communications..	13 »	438	43 50	31	190 53	135 78	13 »	438	43 50	31	190 53	135 78
Plaques tubulaires.	21 »	969	46 50	34	450 58	329 46	21 »	969	57 »	28	552 33	271 32
Fonds de bouilleurs	13 »	141	46 50	34	65 56	47 94	13 »	141	57 »	28	80 37	39 48
		8131			3061 03	2148 58		8131			4575 54	2289 82
Prix aux 100 kilogs.....					37 65	26 42					56 27	28 16
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer.....											+49,48%	+6,57%

Même chaudière. — Les épaisseurs de l'acier seules différent.

Corps cylindrique .	15.5	3464	31 50	22	1091 16	762 08	13.5	3017	57 »	28	1719 69	844 76
Dôme.....	13 »	279	40 50	28	113 »	78 12	13 »	279	57 »	28	159 03	78 12
Bouilleurs.....	12 »	2840	40 50	28	1150 20	795 20	10.5	2485	57 »	28	1416 45	665 80
Communications..	13 »	438	43 50	31	190 53	135 78	13 »	438	43 50	31	190 53	135 78
Plaques tubulaires.	21 »	969	46 50	34	450 58	329 46	18 »	830	57 »	28	473 10	232 40
Fonds de bouilleurs	13 »	141	46 50	34	65 56	47 94	13 »	141	57 »	28	80 37	39 48
		8131			3061 03	2148 58		7190			4039 17	2026 34
Prix aux 100 kilogs.....					37 65	26 42					56 18	28 18
Δ % du prix de revient par rapport au prix du fer.....											+31,95%	-5,69%

Les conclusions à tirer de ces trois tableaux sont sensiblement les mêmes que celles que nous avons déduites des chaudières ordinaires.

En effet, en 1882, le prix de revient d'un même générateur semi-tubulaire, à égalité d'épaisseur, coûtait 49 à 50 % plus cher en acier qu'en fer ; avec certaines diminutions d'épaisseur, 32 à 34 % plus cher.

En 1886, le prix de revient d'un même générateur semi-tubulaire, à égalité d'épaisseur, ne coûte plus que 6, 5 à 7 % plus cher en acier qu'en fer, et avec quelques diminutions d'épaisseur, il coûte 4 à 5 1/2 % meilleur marché en acier doux.

Emploi de l'acier doux ou Fer fondu homogène dans le Nord. — Dans notre région du Nord, les chaudières construites complètement en acier ne sont pas nombreuses et n'existent que depuis un an ou deux. Il est donc assez difficile de porter un jugement sur les qualités ou les défauts qu'elles présenteront à l'usage, d'autant plus que, dans ce cas, il y a non-seulement à tenir compte de la qualité du métal, mais aussi de la valeur du constructeur.

RENSEIGNEMENTS SUR UN CERTAIN NOMBRE DE CHAUDIÈRES EMPLOYÉES EN FRANCE DEPUIS QUELQUES ANNÉES.

CHAUDIÈRES A UN FOYER INTÉRIEUR DE ADAMSON ET C^o,
CONSTRUCTEUR A OLDAM.

Trois de ces générateurs ont été montés chez un industriel de la Normandie en 1862.

A la suite du foyer, et, par conséquent, derrière l'autel, se trouvent 6 tubes Galloway et ensuite un faisceau tubulaire très court.

Les dimensions principales sont :

Corps principal	{	Diamètre.	2 ^m
		Épaisseur.....	9 ^m / _m à 10 ^m / _m

Tube foyer.....	}	Diamètre.....	1 ^m 150
		Épaisseur.....	?
Timbre.....			4 k.

Voici la liste des défauts reconnus dans ces générateurs :

1^o Fuites à l'emmanchement des tubes avec les plaques tubulaires ;

2^o Cassures dans l'angle de la plaque tubulaire d'arrière. Ces cassures suivaient le contour de la plaque sur une assez grande longueur ;

3^o Corrosion à la partie inférieure externe du fond avant, par suite de la négligence avec laquelle on laissait séjourner en cet endroit du charbon humide.

Ces trois défauts sont tout aussi fréquents avec le fer qu'avec l'acier, et ne prouvent rien contre l'emploi de ce nouveau métal pour la construction des chaudières.

Enfin, en 1883, c'est-à-dire après 21 ans de service, une cassure en pleine tôle se produisit à la partie inférieure de l'enveloppe cylindrique, et sous un support. Cette cassure était en étoile, la fente la plus longue avait 4 à 5 centimètres dans le sens transversal. D'après l'endroit où ce défaut s'est produit, il doit être considéré comme dû à la nature du métal.

Un constructeur de Bolbec, dont l'atelier est peu important au point de vue du matériel et des moyens spéciaux de fabrication, a construit, de 1875 à 1887, une douzaine de chaudières en acier du type ordinaire à 3 bouilleurs inférieurs.

Les dimensions principales sont, pour la grande majorité de ces générateurs :

Corps cylindrique principal....	}	Longueur.....	14 ^m 500
		Diamètre.....	1 ^m 10
		Épaisseur.....	10 ^m /m

Bouilleurs inférieurs.....	}	Longueur.....	16 ^m 200
		Diamètre.....	0 ^m 600
		Épaisseur.....	7 ^m / _m
		Nombre.....	3
Timbre.....			6 k. 500

Il est plus que probable que ces tôles d'acier venaient des usines de Terrenoire.

De 1875 à 1887, les visites intérieures n'ont dévoilé aucun défaut, aucune avarie. Dans une seule chaudière, on a trouvé, en 1885, des corrosions intérieures par pustules dans les tôles inférieures, cas qui se présente aussi pour les tôles de fer dans certaines conditions d'eau d'alimentation.

Un autre constructeur, en 1878, a construit, en tôle d'acier, une chaudière à 3 bouilleurs inférieurs et à retour de flammes par des tubes intérieurs placés dans le corps cylindrique supérieur.

Les dimensions constitutives sont :

Corps cylindrique principal...	}	Longueur.....	7 ^m 300
		Diamètre.....	1 ^m 360
		Épaisseur.....	10 ^m / _m
Fonds emboutis.....		Épaisseur.....	15 ^m / _m
Tubes intérieurs.....	}	Longueur.....	7 ^m 300
		Diamètre.....	0 ^m 400
		Épaisseur.....	7 ^m / _m
		Nombre.....	2
Bouilleurs inférieurs.....	}	Longueur.....	8 ^m 800
		Diamètre.....	0 ^m 550
		Épaisseur.....	7 ^m / _m ¹ / ₂ et 8 ^m / _m aux coups de feu.
		Nombre.....	3
Timbre.....			7 k ^{os}

Aucun défaut ne s'était présenté après 9 ans de service, c'est-à-dire en 1887.

Les usines du Creusot ont installé, à leur ateliers des bandages, une batterie de 8 chaudières à 2 foyers intérieurs avec faisceau

tubulaire à la suite du foyer. Les tubes sont en fer, le corps de chaudières et tubes foyers en tôle d'acier.

Les 6 premières chaudières ont été mises à feu en septembre 1875, les deux dernières en septembre 1877.

Les aciers employés dans cette construction fournissaient à cette époque, aux essais à la traction faits sur les éprouvettes des coulées, les moyennes suivantes :

Charge à la rupture par mill. ²	43 kil.
Allongement % sur 100 millim	28 %

La composition chimique du métal était :

Carbone.....	0.20
Silicium.....	0.10
Soufre	0.03
Phosphore.....	0.84
Manganèse	0.25

Cet acier offre des différences très sensibles avec la marque A S employée, en 1887, pour la construction des générateurs. L'acier A S, en effet, ne contient pas de silicium ; sa teneur en carbone et en phosphore est moins élevée et, aux essais à la traction, il donne un allongement beaucoup plus considérable, 33 % sur 200^{mm} de longueur utile à l'éprouvette, au lieu de 28 % sur 100^{mm}.

Les dimensions principales de ces générateurs sont :

Surface de chauffe totale	215 ^m 2	
Corps cylindrique principal... {	Longueur.....	8 ^m
	Diamètre.....	2 ^m 838
	Épaisseur.....	14 ^m / _m
Plaque d'avant.....	Épaisseur.....	15 ^m / _m
Plaque d'arrière.....	Épaisseur.....	16 ^m / _m
Tubes foyers intérieurs..... {	Longueur... . . .	3 ^m 500
	Diamètre intérieur.	1 ^m 100
	Épaisseur.....	12 ^m / _m

Tubel de fer.....	}	Nombre	160
		Diamètre intérieur.	68 $\frac{m}{m}$
		Épaisseur.....	3 $\frac{m}{m}$ $\frac{1}{2}$
Timbre.....			6 k ^{0e}

Six de ces générateurs ont fonctionné 12 ans, et deux, 10 ans; à la date du 31 mai 1887, le Creusot m'écrivait : Ces chaudières « n'ont subi aucune réparation autre que le remplacement de « quelques tubes et un détubage général en 1885 pour détacher « le tartre. »

Sociétaire N° 59. — Cet industriel a monté, en septembre 1885, 2 générateurs en acier, système Galloway, à 2 foyers intérieurs, construits par la maison D. Stewart et C^o. de Glasgow, dont les éléments principaux sont donnés par le tableau suivant :

Surface de chauffe.....		92 ^{m²}	
Corps cylindrique principal ..	}	Longueur.....	8 ^m 590
		Diamètre extérieur.	2 ^m 116
		Épaisseur.....	12 $\frac{m}{m}$
Plaque d'avant.....	Épaisseur.....	13 $\frac{m}{m}$	
Plaque d'arrière.	Épaisseur.....	13 $\frac{m}{m}$	
Tubes foyers	}	Longueur.....	8 ^m 590
		Diamètre extérieur	0 ^m 860
		Épaisseur.....	10 $\frac{m}{m}$
Timbre.....		5 k. 500	

Les visites intérieures faites, dans ces générateurs, au commencement du mois d'octobre 1887, n'ont révélé, après deux ans de marche, aucun défaut ni vice de construction ou de matières.

Nous avons de plus, chez sept industriels de l'Association du Nord, 10 générateurs en acier, qui fonctionnent depuis à peine 4 an à 4 an et demi; et quoique les visites intérieures n'aient dévoilé aucun défaut, le peu de temps de marche ne saurait permettre d'en tirer des conclusions d'un certain intérêt.

Les exemples que je viens de citer plus haut et qui sont malheureusement les seuls sur lesquels j'ai pu obtenir des détails exacts semblent indiquer que l'emploi de l'acier de bonne qualité dans les générateurs fixes, donne suffisamment de sécurité, et qu'au point de vue de la durée, il peut fort bien lutter avec le fer.

Comme renseignements complémentaires sur l'emploi de l'acier, je dois dire qu'un chaudronnier de notre ville a fait un usage assez important de tôles d'acier pour les tôles de coup de feu ; de 1874 à 1885 il a employé 343,000 k. d'acier doux pour 714 tôles de coup de feu ; la plus grande partie de ces matériaux venaient du Creusot marque B, qualité chaudière.

Depuis un certain temps, je sais aussi que des constructeurs ont remplacé les tôles de fer N° 5, de Denain, ou N° 4 du Creusot par des tôles d'acier. Il m'est impossible de donner le chiffre exact, mais je crois pouvoir l'estimer à près de 350 à 400 tonnes pour les années 1885 et 1886.

La majorité des générateurs construits dans le Nord en dehors de l'association, ne comportent que les tôles de coup de feu en N° 5, de Denain, ou qualité équivalente ; le restant des bouilleurs inférieurs, le corps cylindrique sont faits en N° 3 de Denain.

Il me paraît utile de mettre en regard les qualités de ces tôles et celles de l'acier soudable :

		N° 3. de Denain.	N° 5. de Denain.	ACIER SOUDABLE. Marque [Creusot] AS]
Résistance à la rupture	en long..	30	35	37.4
	en travers	27	32	37.6
Allongement % sur 200 ^m /m..	en long..	5	12	33.2
	en travers	2	7	32.6

Comparé au N° 3, l'acier AS présente une *résistance plus forte*,

un allongement en long six fois et demie plus élevé et seize fois plus grand pour le travers.

CONCLUSIONS.

Nous avons démontré qu'en ne modifiant que les fortes épaisseurs, correspondant au corps cylindrique, d'environ 13 ^o/_o, les générateurs construits en acier doux ou fer homogène ne coûtent pas plus cher qu'avec les spécifications de tôles adoptées par l'association, que nous persistons à considérer comme le minimum des qualités exigibles. Je suis convaincu que, du moment que les fabricants d'acier surveilleront avec soin leur fabrication, que les chaudronniers voudront bien prendre les précautions, peu importantes du reste, nécessitées par l'emploi de ce métal, il faut abandonner, pour la construction des générateurs, les tôles de fer de qualité inférieure, et leur substituer l'acier doux. On n'aura rien fait de plus important depuis longtemps pour diminuer les dépenses d'entretien et assurer la sécurité publique; car on n'ignore pas qu'un grand nombre d'explosions graves n'ont d'autres causes que la mauvaise qualité du métal employé.



QUATRIÈME PARTIE.

OUVRAGES REÇUS PAR LA BIBLIOTHÈQUE

PIERRON ET DEHAÏTRE. — Album de construction de machines.

Don des auteurs

VALLOT. — Du mouvement de l'eau dans les tuyaux circulaires.

Don de l'auteur.

HENRY GAVELLE. — De la nécessité du développement de la culture du lin en France.

Don de l'auteur.
